

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: .....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
1.1.Λιμναία οικοσυστήματα .....	4
1.2.Μεθοδολογία DPSIR .....	5
1.2.1.Κατευθυντήριες δυνάμεις.....	9
1.2.2.Πιέσεις .....	10
1.2.3.Κατάσταση .....	11
1.2.4.Επιπτώσεις .....	12
1.2.5.Απόκριση .....	13
1.2.6.Δείκτες και συνδέσεις επιμέρους στοιχείων της μεθοδολογίας DPSIR.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	17
2.1. Ιστορικά στοιχεία .....	17
2.2. Περιγραφή της περιοχής μελέτης .....	18
2.2.1. Γενικά .....	18
2.2.2. Γεωλογία .....	20
2.2.3. Υδρογεωλογία.....	21
2.2.4 Έδαφος.....	22
2.2.5 Καθεστώς προστασίας.....	23
2.3. Πορεία προς την αποξήρανση .....	24
2.4. Επανασύσταση της λίμνης Κάρλας .....	25
2.4.1. Σκοπός και στόχοι του έργου .....	25
2.4.2. Περιγραφή του έργου .....	26
2.4.3. Πορεία των έργων.....	32
2.4.4. Περιγραφή λειτουργίας του ταμιευτήρα Κάρλας .....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕC.....	35
3.1.Σκοπος.....	35
3.2.Εφαρμογή .....	36
3.3.Ελληνική νομοθεσία .....	38
3.4.Περιβαλλοντική νομοθεσία .....	41
3.5.Πορεία εφαρμογής στην Ελλάδα .....	41
3.6.Προσέγγιση και Ανάλυση των πιέσεων- επιπτώσεων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕC .....	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: DPSIR Ανάλυση.....	53
4.1.Αναπτυξη μεθοδολογίας - Υλικό .....	53
4.2.Κατευθυντήριες δυνάμεις (Driving forces).....	56
4.3.Πιέσεις (Pressure).....	59
4.3.1.Διάχυτες πηγές ρύπανσης.....	63
4.3.2.Σημειακές πηγές ρύπανσης.....	68
4.3.3.Εκτιμώμενα ρυπαντικά φορτία από ορεινές και πεδινές υπολεκάνες .....	73
4.3.4.Ένταση απόληψης νερού .....	74
4.4.Κατάσταση (State) .....	75
4.4.1.Φυσικοχημική κατάσταση ποιότητας νερού .....	75
4.4.2.Βιολογική κατάσταση .....	78
4.4.3.Μεταβολή τυπολογικών χαρακτηριστικών.....	90
4.4.4.Ένταση πίεσης .....	91
4.4.5.Οικολογική κατάσταση .....	92
4.5.Επιπτώσεις (Impacts).....	94
4.5.1.Ευτροφισμός .....	94
4.5.2.Μικροβιακή ρύπανση .....	96
4.5.3.Αισθητική ρύπανση .....	96
4.5.4.Επιπτώσεις στις φυσικοχημικές παραμέτρους .....	97
4.6.Απόκριση (Response).....	98
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	104

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η πραγματοποίηση της ανάλυσης πιέσεων – επιπτώσεων στο «νέο» οικοσύστημα της λίμνης Κάρλας στη Θεσσαλία με τη χρήση της μεθοδολογίας DPSIR (Driving force – Pressure – Impact – State – Response). Τα αποτελέσματα δείχνουν μεγάλο αριθμό σημαντικών πιέσεων προερχόμενες από δραστηριότητες όπως γεωργία – κτηνοτροφία, βιομηχανία, διάθεση λυμάτων, μεταβολή των χρήσεων γης. Εξαιτίας αυτών των πιέσεων ο ταμιευτήρας αντιμετωπίζει προβλήματα ευτροφισμού, μικροβιακής μόλυνσης και αισθητικής ρύπανσης καθώς και πλήθος άλλων περιβαλλοντικών προβλημάτων που επηρεάζουν το σύνολο της λεκάνης απορροής του. Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 η λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας κατατάσσεται στην κατηγορία «με εν δυνάμει υψηλής έντασης πίεση» και ενδέχεται να μην πετύχει τους περιβαλλοντικούς στόχους που θέτει η Οδηγία. Στην εργασία συζητούνται και προτείνονται μέτρα για τη βελτίωση της οικολογικής κατάστασης της περιοχής μελέτης, όπως η εφαρμογή φίλο - περιβαλλοντικής γεωργίας, η διασφάλιση του υδρολογικού ισοζυγίου, η περιβαλλοντική προστασία, η παρακολούθηση της ποιότητας νερού και η ολοκλήρωση του νομικού-θεσμικού πλαισίου για την περιβαλλοντική θωράκιση της περιοχής.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1.Λιμναία οικοσυστήματα

Ως λίμνη ορίζεται μια υδατοσυλλογή που καταλαμβάνει μια ενδοηπειρωτική λεκάνη και περιέχει συνήθως γλυκό νερό, αν και υπάρχουν λίμνες με υφάλμυρο και αλμυρό νερό. Η στρωμάτωση μιας λίμνης από τελείται από τη ευφωτική ζώνη, το θερμοκλινές στρώμα και την αφωτική ζώνη. Ευφωτική είναι η επιφανειακή ζώνη της λίμνης, που τη διαπερνά το φώς, η αφωτική ζώνη είναι η κατώτερη ζώνη, όπου υπάρχει έλλειψη φωτός και το θερμοκλινές είναι η ενδιάμεση ζώνη, η οποία χαρακτηρίζεται από απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του βάθους. Το θερμοκλινές εξαφανίζεται κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, λόγω της μείωσης της θερμοκρασίας και της αύξησης του κυματισμού, με αποτέλεσμα την δημιουργία κατακόρυφης κυκλοφορίας.

Τα λιμναία οικοσυστήματα αποτελούν σημαντικούς φυσικούς υδατικούς πόρους, καθώς είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την διαβίωση των ανθρώπινων κοινωνιών και την διατήρηση της βιοποικιλότητας. Εκτός από την φυσική εξέλιξη η ανθρώπινη δραστηριότητα γύρω από τις λίμνες δημιουργεί πιέσεις και οδηγεί στη διατάραξη και υποβάθμιση των οικοσυστημάτων αυτών. Δραστηριότητες όπως η γεωργία, η βιομηχανία, η εισροή ρυπογόνων ουσιών, αλλά και η κλιματική αλλαγή προκαλούν πλήθος προβλημάτων όπως μεταβολές των οικολογικών και υδρογεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, του υδρολογικού ισοζυγίου με επακόλουθο την ελάττωση των αγαθών και υπηρεσιών του συστήματος. Η σύνταξη της Οδηγίας 2000/60/EC αποτελεί μάλλον το πλέον αποτελεσματικό και σύγχρονο θεσμικό πλαίσιο για την διατήρηση και προστασία των υδάτων, με σκοπό «την επίτευξη καλής οικολογικής κατάστασης όλων των υδάτων μέχρι το 2015». Απαραίτητο εργαλείο για την εφαρμογή των δεσμεύσεων της Οδηγίας από τα Κράτη Μέλη είναι η πραγματοποίηση ανάλυσης πιέσεων - επιπτώσεων (IMPRESS analysis) για κάθε λεκάνη απορροής.

Στην Ελλάδα τα τελευταία 100 χρόνια έχει χαθεί πάνω από το 65% των υγροτόπων. Λίμνες που έχουν αποξηρανθεί είναι η Κωπαΐδα, Αμβρακία, Δύστος, Μελίτη, Αχερούσια, Φενεός, Βοϊβηής Κάρλα και άλλες. Βασικές αιτίες για την αποξήρανση μιας λίμνης ήταν η ανάγκη για αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων και το πρόβλημα της ελονοσίας. Τα τελευταία χρόνια όμως έχει αρχίσει να διαφαίνεται ότι οι πρακτικές διαχείρισης των υδατικών πόρων που εφαρμόστηκαν (υπεράντληση υπόγειων υδροφορέων, διάθεση ανεπεξέργαστων λυμάτων και

γεωργικών απορροών σε υδάτινους αποδέκτες, τεχνικές επεμβάσεις σε υδάτινα σώματα), οδήγησαν στη εξάντληση και την σημαντική υποβάθμιση αυτών, για αυτό είναι απαραίτητη η στροφή προς μία πιο βιώσιμη διαχείριση τους.

Η Θεσσαλία αντιμετωπίζει σήμερα έντονο πρόβλημα έλλειψης νερού και η κατάσταση αυτή αναμένεται να επιδεινωθεί τα επόμενα χρόνια, σε αυτό συμβάλει και η γεωμορφολογία και η έντονη γεωργική δραστηριότητα της περιοχής. Η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα για την Θεσσαλία, επιβάλλεται η λήψη μέτρων για την αποφυγή της περαιτέρω υποβάθμισης και την αποκατάσταση των επιφανειακών και υπόγειων πόρων της περιοχής. Μέρος αυτής της προσπάθειας αποτελεί και η ανασύσταση της λίμνης Κάρλας, καθώς φιλοδοξεί, η ολοκλήρωση του έργου να εξασφάλιση νερό για άρδευση και ύδρευση, αντικαθιστώντας μέρος των αντλήσεων από υπόγεια νερά και να αποτελέσει οικότοπο ικανό να στηρίξει μια πλούσια βιοποικιλότητα.

Στην εργασία αυτή πραγματοποιείται μια ανάλυση πιέσεων – επιπτώσεων στο «νέο» οικοσύστημα της λίμνης Κάρλας στη Θεσσαλία με τη χρήση της μεθοδολογίας DPSIR (Driving force – Pressure – Impact – State – Response).

## **1.2.Μεθοδολογία DPSIR**

Αρχικά η μεθοδολογία αυτή εφαρμόστηκε στις ανθρωπιστικές επιστήμες και αργότερα η εφαρμογή της επεκτάθηκε και στις περιβαλλοντικές επιστήμες. Η DPSIR ανάλυση είναι ένα εργαλείο κατάλληλο για ανάλυση περιβαλλοντικών αποφάσεων στην κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης (Bořja et al. 2006). Η Οδηγία 2000/60 (WFD) προβλέπει την επίτευξη καλής οικολογική κατάσταση όλων των ευρωπαϊκών υδάτων μέχρι το 2015, στο πλαίσιο αυτό το 2001 συστάθηκε ομάδα εργασίας με σκοπό την πραγματοποίηση ανάλυσης πιέσεων – επιπτώσεων για τα ευρωπαϊκά υδατικά σώματα, σύμφωνα με το άρθ. 5 της Οδηγίας. Η διαδικασία αυτή απαιτεί την ενσωμάτωση της υπάρχουσας νομοθεσίας, την πρόβλεψη της εξέλιξης στο χρόνο των οικονομικών παραγόντων που επηρεάζουν τις χρήσεις νερού και τις πιέσεις που προκαλούν αυτές στο περιβάλλον (Bořja et al. 2006). Στην πράξη είναι δύσκολο να γίνουν αυτές οι εκτιμήσεις για αυτό υπήρξε η ανάγκη καθιέρωσης ενός πιο ολιστικού πλαισίου ανάλυσης. Ο OECD (Organization for Economic and Cooperation Development) εισήγαγε στην ανάλυση πιέσεων - επιπτώσεων μια επιπλέον παράμετρο, την κατάσταση του περιβάλλοντος (State), ενώ αργότερα η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Περιβάλλοντος (EEA) αποφάσισε την περαιτέρω εξέλιξη της ανάλυσης και καθιέρωσε τη μεθοδολογία ανάλυσης DPSIR (Driving forces – Pressures – State – Impacts – Responses) (Impress 2002, Kagalou et al. 2012).

Η μεθοδολογία DPSIR προσφέρει τη δυνατότητα μιας πιο ολοκληρωμένης αποτίμησης του περιβάλλοντος και κατά συνέπεια αποτελεί χρήσιμο εργαλείο και για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, η ανάλυση γίνεται με τη χρήση μιας αλυσίδας αιτίας – αιτιατού που ξεκινά με τις κατευθυντήριες δυνάμεις (π.χ. τομείς οικονομίας, ανθρωπογενείς δραστηριότητες) και μέσω των πιέσεων (π.χ. εκπομπές, απόβλητα) που προκύπτουν από αυτές, καταλήγει στην αποτίμηση της κατάστασης (φυσικοχημική, βιολογική) του περιβάλλοντος και της συνέπειες που έχει αυτή η κατάσταση στο οικοσύστημα, στην ανθρώπινη υγεία και τις λειτουργίες και τέλος οδηγεί στη λήψη μέτρων (προτεραιότητες, δείκτες, στόχοι) για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων (Kristensen 2004, Kagalou 2010).

Ο κύριος σκοπός της DPSIR ανάλυσης είναι ο εντοπισμός και η ανάλυση πιθανών σεναρίων πολιτικών, καθώς και η αξιολόγηση τα αποτελεσματικότητας των μέτρων που λαμβάνονται για την αντιμετώπιση της εκάστοτε κατάστασης (EEA Report 1999). Η διαδικασία για την εφαρμογή της μεθοδολογίας DPSIR είναι η εξής:

- Καθορισμός των ορίων του συστήματος που μελετάται και ορισμός μιας γραμμής περιβαλλοντικής βάσης.
- Για κάθε σενάριο πολιτικής, καθορίζονται οι λειτουργίες του οικοσυστήματος που θα επηρεαστούν, τα άμεσα εμπλεκόμενα νοικοκυριά, επιχειρήσεις κ.λ.π και ορίζονται και μέτρα για τις επηρεαζόμενες λειτουργίες του οικοσυστήματος.
- Αξιολογείται κάθε πολιτική και οι επιπτώσεις της.
- Και επιλέγεται η καλύτερη.

Για να αποτελέσει η μεθοδολογία DPSIR ένα ολιστικό πλαίσιο πρέπει (Atkins et al. 2011):

- Να λαμβάνει υπόψη της τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε φυσικού, σχεδιασμένου και κοινωνικού συστήματος, καθώς και την πολυπλοκότητα και τη μη-γραμμική σχέση και σχέση ανατροφοδότησης μεταξύ των παραγόντων του.
- Να δίνει τη δυνατότητα εξέτασης διαφορετικών σεναρίων.
- Να προσφέρει ποσοτικοποιημένα μέτρα αντιμετώπισης.

Τα υδατικά οικοσυστήματα παρουσιάζουν σημαντική πολυπλοκότητα, καθώς η αντίδραση στην αλλαγή των πιέσεων είναι μη γραμμική και άμεση, με αποτέλεσμα την ύπαρξη σημαντικών δυσκολιών στην εφαρμογή αποτελεσματικών προγραμμάτων παρακολούθησης και την πρόβλεψη της αντίδρασης τους σε διάφορα σενάρια κοινωνικό – οικονομικής ανάπτυξης και κλιματικής αλλαγής (Pastres and Solidoro 2011). Αν και η μεθοδολογία αυτή διευκολύνει την κατανόηση

των περιβαλλοντικών προβλημάτων από τους υπεύθυνους διαμόρφωσης πολιτικής, πρέπει να εμπλουτιστεί με πηγές αβεβαιότητας για να αποφευχθεί η γραμμική περιγραφή των σχέσεων αιτίας - αιτιατού μεταξύ των παραμέτρων (L. Maxim et al. 2009). Ο συνδυασμός μαθηματικών μοντέλων με την DPSIR ανάλυση οδηγεί σε καλύτερη ποσοτικοποίηση των σχέσεων μεταξύ κατευθυντήριων δυνάμεων/πιέσεων και κατάστασης/επιπτώσεων και κατ' επέκταση στην εξαγωγή πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Η χρήση της DPSIR συμβάλλει στην επέκταση του φάσματος παρακολούθησης ώστε να εντοπίζονται όλες οι σημαντικές πιέσεις και σε συνδυασμό με την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, βαθμονομημένων και επαληθευμένων με βάση τα δεδομένα παρακολούθησης, αποσκοπούν στη καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του εκάστοτε οικοσυστήματος και την πρόβλεψη της μελλοντικής συμπεριφοράς του για διάφορα σενάρια κατευθυντήριων δυνάμεων/επιπτώσεων (Pastres and Solidoro 2011).

Η επιτυχής ανάλυση συστημάτων με την DPSIR μεθοδολογία, επιβάλλει την εξέταση των σχέσεων μεταξύ περιβαλλοντικών συστημάτων και ανθρώπινων συστημάτων, καθώς και των σχέσεων μεταξύ των επιμέρους παραγόντων της μεθοδολογίας. Οι σχέσεις αυτές είναι δύσκολο να περιγραφούν καθώς ο διαχωρισμός μεταξύ περιβαλλοντικών και ανθρώπινων συστημάτων δεν είναι σαφής. Για παράδειγμα η σχέση μεταξύ κατευθυντήριων δυνάμεων και πιέσεων από οικονομικές δραστηριότητες εξαρτάται από την οικολογική αποδοτικότητα των τεχνολογικών και λοιπών συστημάτων που χρησιμοποιούνται, λιγότερες πιέσεις μπορεί να προέρχονται από περισσότερες κατευθυντήριες δυνάμεις αν η αποδοτικότητα αυτή βαίνει βελτιούμενη. Ομοίως και η σχέση μεταξύ των επιπτώσεων στον άνθρωπο ή τα οικοσυστήματα και της κατάστασης είναι συνάρτηση της φέρουσας ικανότητας των οικοσυστημάτων. Τέλος, το αν η κοινωνία αποκρίνεται στις επιπτώσεις σχετίζεται με το κατά πόσο αυτές γίνονται αντιληπτές και αξιολογούνται και τα αποτελέσματα των μέτρων που λαμβάνονται στις κατευθυντήριες δυνάμεις εξαρτώνται από την αποτελεσματικότητα αυτών των μέτρων (EEA 1999).

Η κοινωνικό – οικονομική ανάπτυξη συνεπάγεται πιέσεις στο περιβάλλον και αλλαγή στην κατάσταση του περιβάλλοντος, ως αποτέλεσμα αυτών των πιέσεων, όπως αλλαγές στην παροχή ικανοποιητικών συνθηκών για την υγεία, τη διαθεσιμότητα των πόρων και τη βιοποικιλότητα. Οι αλλαγές αυτές οδηγούν σε επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, τα οικοσυστήματα και μπορεί να προκαλέσει κοινωνική απόκριση, η οποία με τη σειρά της ανατροφοδοτεί τις κατευθυντήριες δυνάμεις, την κατάσταση ή τις επιπτώσεις άμεσα ή μέσω προσαρμοστικών ή θεραπευτικών δράσεων (EEA 1999).

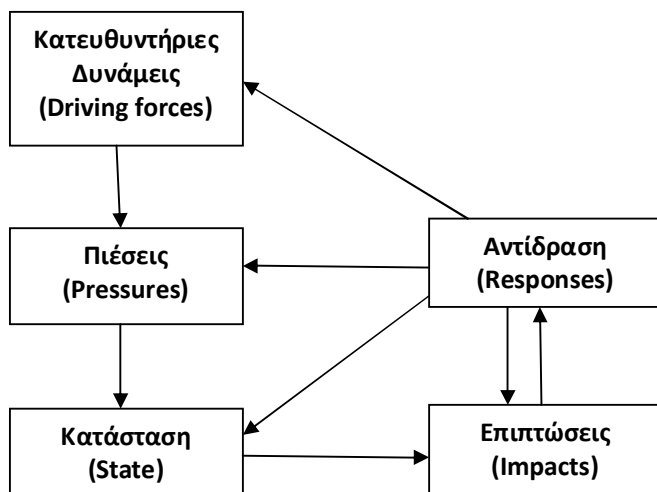
Σύμφωνα με τον Spangenberg et al (2009), η μεθοδολογία DPSIR μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο αποτίμησης κινδύνου (Risk Assessment Tool). Ένα τέτοιο εργαλείο σκοπό έχει να επεξεργάζεται διάφορα σενάρια πολιτικής, όπως σενάρια που αναπαριστούν πιέσεις που προέρχονται από την εφαρμογή διάφορων κοινωνικό – οικονομικών στρατηγικών ανάπτυξης και την αλληλεπίδραση τους με το φυσικό, χημικό και βιολογικό περιβάλλον και να παρέχει συμβουλές στρατηγικής. Με βάση τα διάφορα σενάρια που αναπτύσσονται, η DPSIR ανάλυση δίνει τη δυνατότητα οργάνωσης των πληροφοριών και εξαγωγής διαφορετικών ειδών στρατηγικής (response), επιπτώσεων (impacts, state) και αιτιών (driving forces, pressures) άμεσων, μεσοπρόθεσμων ή μακροπρόθεσμων.

Τα στάδια εφαρμογής της μεθοδολογίας όσον αφορά τα υδατικά σώματα και τις απαιτήσεις της Οδηγία είναι τα εξής (Borja et al. 2006):

- Προσδιορισμός των υδατικών σωμάτων που θα αναλυθούν.
- Προσδιορισμός και περιγραφή κατευθυντήριων δυνάμεων που προκαλούν πιέσεις στην περιοχή.
- Προσδιορισμός όλων των πιέσεων στο υδάτινο σώμα.
- Προσδιορισμός των πιο σχετιζόμενων πιέσεων από το σύνολο αυτών.
- Προσδιορισμός των πιο σημαντικών από το σύνολο των σχετιζόμενων πιέσεων.
- Αξιολόγηση των επιπτώσεων στο υδάτινο σώμα (οικολογικές, χημικές).
- Αξιολόγηση της επικινδυνότητας να μην επιτευχθούν οι στόχοι της Οδηγίας.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η μεθοδολογία βασίζεται στη διάκριση κατευθυντήριων δυνάμεων, πιέσεων, κατάστασης, επιπτώσεων και αντίδραση. Παρακάτω αναλύονται οι επιμέρους αυτές παράμετροι.





ΣΧΗΜΑ 1: Σχηματική απεικόνιση μεθοδολογίας DPSIR

### 1.2.1. Κατευθυντήριες δυνάμεις

Στη βιβλιογραφία έχει δοθεί πληθώρα ορισμών για τις κατευθυντήριες δυνάμεις. Οι κατευθυντήριες δυνάμεις είναι ανεξάρτητες εξωτερικές αιτίες που προκαλούν απομάκρυνση από τους επιθυμητούς στόχους (π.χ. απαίτηση για εντατικοποίηση της γεωργίας) (Ness et al 2010). Κατευθυντήριες δυνάμεις είναι οικονομικές και κοινωνικές πολιτικές των κυβερνήσεων και οικονομικά και κοινωνικά συμφέροντα των άμεσα εμπλεκομένων (νοικοκυριά, βιομηχανίες κ.α.) (Borja et al 2006). Επίσης μπορεί να είναι ανθρωπογενείς και φυσικοί παράγοντες που προκαλούν άμεσα ή έμμεσα αλλαγές σε ένα οικοσύστημα (MEA 2003). Ένας άλλος ορισμός διαχωρίζει δύο επίπεδα κατευθυντήριων δυνάμεων, τις πρωτογενείς που είναι τεχνολογικές και κοινωνικές δυνάμεις που οδηγούν σε ανθρωπινες δραστηριότητες (π.χ. αύξηση πληθυσμού, πολιτισμικές συμπεριφορές κ.α.) που προκαλούν εξελίξεις σε δευτερογενείς κατευθυντήριες δυνάμεις που είναι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που προκαλούν πιέσεις και επιπτώσεις (π.χ. αγροτική ανάπτυξη, επέκταση αστικού ιστού αλλαγές στις χρήσεις γης) (Maxim et al. 2009).

Για τους ποταμούς στην περιοχή των Βαλκανίων, οι σημαντικότερες κατευθυντήριες δυνάμεις είναι η βιομηχανική, εξορυκτική και γεωργική δραστηριότητα (το 40% των εξεταζόμενων λεκανών απορροής καλλιεργείται) καθώς και τα υδροηλεκτρικά έργα. Στην Ελλάδα σημαντικότερη κατευθυντήρια δύναμη αναδεικνύεται η εντατικοποίηση της γεωργίας που έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη χρήση αγροχημικών, την εκτεταμένη άρδευση και την εκτατικοποίηση σε ορεινές

περιοχές. Οι πιο εντατικά καλλιεργούμενες λεκάνες απορροής είναι του Έβρου, του Πηνειού, του Αλιάκμονα και του Αλφειού (Skoulikidis 2009).

Για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής κατάστασης των Ελληνικών λιμνών κατευθυντήριες δυνάμεις αποτελούν η γεωργία, η κτηνοτροφία, οι αλλαγές στις χρήσεις γης, η βιομηχανία, οι δραστηριότητες αναψυχής, η αλιεία και τα υδροηλεκτρικά έργα, με τη γεωργία και την αλιεία να παίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο (Kagalou 2010).

### 1.2.2. Πιέσεις

Διάφοροι ορισμοί έχουν δοθεί στη βιβλιογραφία και για τις πιέσεις. Οι πιέσεις αναπαριστούν τις συνέπειες των κατευθυντήριων δυνάμεων, μπορεί να είναι θετικές και αρνητικές, αλλά αυτές που ενδιαφέρουν συνήθως είναι οι αρνητικές (Ness et al 2010). Οι πιέσεις αποτελούν τον τρόπο έκφρασης των κατευθυντήριων δυνάμεων και τον τρόπο διατάραξης των οικοσυστημάτων και των συστατικών τους (Borja et al 2006). Οι πιέσεις είναι συνέπειες των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ. απελευθέρωση χημικών ουσιών, εκμετάλλευση φυσικών πόρων, χρήσης γης κ.α.) που προκαλούν ή συμβάλλουν σε ανεπιθύμητες συνέπειες (Maxim et al. 2009). Για να χαρακτηριστεί ένας ανθρωπογενής παράγοντας ως πίεση πρέπει να σχετιστεί με κάποια επίπτωση στο περιβάλλον, κάτι που είναι ιδιαίτερα δύσκολο, καθώς η πολυπλοκότητα και η μη-γραμμικότητα που χαρακτηρίζει τις περιβαλλοντικές διαδικασίες και η χωρική και χρονική μεταβλητότητα των φυσικοχημικών παραμέτρων (κλίμα, έδαφος κ.λ.π.), καθιστά τα κατώτατα όρια της φέρουσας ικανότητας της φύσης ασαφή (EEA 2005, Maxim et al. 2009). Τα κατώτατα όρια που είναι κοινωνικά αποδεκτά καθώς και το αν μια επίπτωση χαρακτηρίζεται αρνητική ή θετική εξαρτώνται από το ανθρωπογενές σύστημα αξιών και το κοινωνικοπολιτικό σύστημα. Επίσης, το επίπεδο τεχνολογίας κάθε κράτους επηρεάζει σημαντικά τις πιέσεις και ο τρόπος προσέγγισης των τρόπων αντιμετώπισης των πιέσεων κάθε χώρας είναι διαφορετικός, με αποτέλεσμα την δυσκολία συνάθροισης και εξαγωγής μέσου όρου για τις πιέσεις σε επίπεδο Ευρώπης (Maxim et al. 2009).

Στην περιοχή των Βαλκανίων οι σημαντικότερες πιέσεις για τους ποταμούς της περιοχής είναι οι αλλαγές στις χρήσεις γης (π.χ. αποξήρανση υγροτόπων για δημιουργία καλλιεργήσιμων εκτάσεων), η τροποποιήσεις στη ροή τους (π.χ. φράγματα), τα αστικά ή βιομηχανικά υγρά και στερεά απόβλητα (έλλειψη ΕΕΛ για μικρές πόλεις και χωριά, ύπαρξη παράνομων χωματερών) και οι απορροές αγροτικών εκτάσεων. Από του Ελληνικούς ποταμούς ο πιο τροποποιημένος είναι ο Αχελώος και ακολουθούν ο Έβρος, ο Αξιός, ο Πηνειός, ο Αλφειός και ο Αώος, ενώ

μόνο ο Σπερχειός και ο Ευρώτας δεν έχουν υποστεί καμία τροποποίηση στη ροή τους. Σχεδόν όλοι οι ποταμοί δέχονται μερικώς επεξεργασμένα αστικά υγρά απόβλητα και λύματα από μικρές βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες, καθώς και απορροές από αρδευόμενες γεωργικές εκτάσεις. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Αξιός και ο Έβρος δέχονται αστικά λύματα προερχόμενα ακόμα και από βαριά βιομηχανία από γειτονικές χώρες (Βουλγαρία, FYROM) (Skoulikidis 2009).

Όσον αφορά τις Ελληνικές λίμνες οι πιέσεις προέρχονται από τα αγροτοχημικά, την εκτεταμένη άρδευση, τον αυξημένο χρόνο παραμονής των νερών λόγω της ξηρασίας, τις αλλαγές στον υδρολογικό κύκλο, την υπερβόσκηση και την απορροή ρυπαντών από την κτηνοτροφία, την κλιματική αλλαγή καθώς η περιοχή της Μεσογείου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη σε αυτή κ.α. (Kagalou 2010).

### 1.2.3. Κατάσταση

Μερικοί ορισμοί για την κατάσταση που υπάρχουν στη βιβλιογραφία είναι οι παρακάτω. Η κατάσταση περιγράφει τις συνθήκες ή τις παρατηρούμενες αλλαγές στο σύστημα, που είναι αποτέλεσμα των πιέσεων (Ness et al 2010). Οι πιέσεις καθορίζουν την κατάσταση του περιβάλλοντος (Borja et al 2006). Η κατάσταση είναι η ποσότητα και η ποιότητα των φυσικών φαινομένων (π.χ. θερμοκρασία), βιολογικών φαινομένων (π.χ. ιχθυοπανίδα) και χημικών φαινομένων (π.χ. συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα) σε μια περιοχή (Maxim et al. 2009). Η κατάσταση μπορεί να αναφέρεται είτε μόνο στο φυσικό σύστημα είτε στο συνδυασμό φυσικού και κοινωνικοοικονομικού συστήματος. Σε κάποιες μελέτες, η κατάσταση του περιβάλλοντος περιγράφεται ως χωρική εγγενής τρωτότητα και εκφράζεται ως ρίσκο (Maxim et al. 2009, Giurroni and Vladimirova 2006).

Για την αποτίμηση της κατάστασης του περιβάλλοντος στους ποταμούς των Βαλκανίων εξετάζονται τα υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά τους (απορροή, παροχή), τα υδρογεωχημικά χαρακτηριστικά (υδροχημικός τύπος ποταμού, αγωγιμότητα, σκληρότητα, βαθμός ανοργανοποίησης), η ποιότητα του νερού (διαλυμένο οξυγόνο, θρεπτικά) και η μεταφορά φερτών. Επίσης γίνεται κατάταξη των ποταμών σε «κακή», «φτωχή», «μέτρια», «καλή» και «υψηλή» κατάσταση ανάλογα με τα θρεπτικά (νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνία, ολικός φώσφορος). Ο Πηνειός είναι ο πιο μολυσμένος ποταμός της Ελλάδας και ο Νέστος ο λιγότερο μολυσμένος, ενώ η μεγαλύτερη μεταφορά φερτών συμβαίνει στον Έβρο και τον Αξιό που έχουν τις μεγαλύτερες λεκάνες απορροής (Skoulikidis 2009).

Για την αξιολόγηση της κατάστασης των Ελληνικών λιμνών εξετάζονται παράγοντες όπως ο συνολικός φώσφορος, το συνολικό άζωτο, η χλωροφύλλη α, τα

βαρέα μέταλλα, η αφθονία των ειδών (πανίδα, χλωρίδα), η συγκεντρώσεις κυανοβακτηριδίων, μορφομετρικά χαρακτηριστικά κ.α. αν και η εύρεση των στοιχείων αυτών είναι δύσκολη λόγω έλλειψης δεδομένων παρακολούθησης (Kagalou 2010).

#### **1.2.4.Επιπτώσεις**

Οι επιπτώσεις αναφέρονται σε όρους μετρήσιμης ζημιάς στο περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία (π.χ. ευτροφισμός, απώλεια υγείας από κολύμπι σε μολυσμένα νερά) (Ness et al 2010, Borja et al 2006). Οι επιπτώσεις είναι οι συνέπειες των αλλαγών της κατάστασης του περιβάλλοντος, στις περιβαλλοντικές λειτουργίες του οικοσυστήματος (Gabrielsen and Bosch 2003, EEA 2005). Ενώ σύμφωνα με τον Maxim et al. (2009), οι επιπτώσεις μπορεί να αναφέρονται σε ανωμαλίες στη συμπεριφορά και τη φυσιολογία, σε τροποποίηση των χημικών συστατικών του νερού ή του αέρα ή σε αλλαγές στις λειτουργίες του οικοσυστήματος. Οι επιπτώσεις μπορούν να πιστοποιηθούν με βάση την τροποποίηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων σε σχέση με αυτές που επικρατούσαν πριν την εισαγωγή μιας εξεταζόμενης παραμέτρου. Στις κοινωνικοοικονομικές επιστήμες οι επιπτώσεις αναφέρονται στα ανθρώπινα σύστημα ως αποτέλεσμα των αλλαγών στις λειτουργίες του περιβάλλοντος, όπως παροχή φυσικών πόρων, γονιμότητα εδάφους, δημόσια υγεία, κοινωνική συνοχή.

Οι λειτουργίες του οικοσυστήματος χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, τις υποστηρικτικές (π.χ. κύκλος θρεπτικών), στις τροφοδοτικές (π.χ. τροφή, φρέσκο νερό, ξυλεία), στις ρυθμιστικές (π.χ. ρύθμιση κλίματος) και τις πολιτιστικές (π.χ. αναψυχή, εκπαίδευση) (MEA 2003). Μία άλλη κατηγοριοποίηση των περιβαλλοντικών λειτουργιών είναι αυτή που εισήγαγαν οι Noel and O' Connor (1998), εδώ οι κατηγορίες είναι πηγή (προμήθεια φυσικών πόρων όπως ενέργεια, τροφή, νερό, ξυλεία), απόσβεση (εξουδετέρωση και ανακύκλωση αποβλήτων από ανθρώπινες δραστηριότητες), υποστήριξη ζωής (έλεγχος υδρολογικού κύκλου, διατήρηση της βιοποικιλότητας), τοποθεσία (φυσικά μέρη για ανθρώπινη δραστηριότητα και κατοίκηση), τοπίο (πνευματική και αισθητική αξία της φύσης, ηθικές αξίες).

Τομείς που επηρεάζονται από τις επιπτώσεις είναι οι χρήσεις γης, η ισορροπία του οικοσυστήματος, η βιοποικιλότητα, η διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων, η βιωσιμότητα των τομέων της κοινωνική και οικονομικής ζωής, η απορρόφηση των εκροών, η ανθρώπινη υγεία, η αειφόρος ανάπτυξη, η πολυπολιτισμικότητα (EEA 2005).

Σύμφωνα με τον Skoulikidis (2009), επιπτώσεις στους ποταμούς των Βαλκανίων λόγω της αλλαγής της κατάστασης του περιβάλλοντος είναι μετατροπή του υδατικού ισοζυγίου σε αρνητικό (Πηνειός, Ευρώτας), η πτώση της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων, απώλεια υγροτόπων (Αχελώος, Νέστος, Αλιάκμονας), πλημμυρικά φαινόμενα (Έβρος, Αώος, Σπερχιός), μείωση της μεταφοράς ιζημάτων, διάβρωση πρανών, πρόσχωση της κοίτης των ποταμών, εισροή θαλασσινού μετώπου, υπαλμύρνηση υδροφορέων, απώλεια παρόχθιας βλάστησης, μόλυνση από επικίνδυνες ουσίες και υποβάθμιση ποιότητας νερού (Έβρος, Αξιός, Πηνειός).

Όσον αφορά τις Ελληνικές λίμνες, επιπτώσεις που εξετάζονται είναι ο ευτροφισμός, οι αλλαγές στη βιοποικιλότητα και την ιχθυοπανίδα, καθώς και ουσίες οι οποίες είναι επικίνδυνες για την υδρόβια ζωή και την ανθρώπινη υγεία, όπως αυτές ορίζονται από την ευρωπαϊκή νομοθεσία (Καγαλου 2010).

### **1.2.5.Απόκριση**

Η απόκριση είναι τα μέτρα που λαμβάνονται για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που αναλύονται στα προηγούμενα στάδια. Τα μέτρα αυτά μπορεί να είναι προσαρμοστικά ή καταπραϋντικά (π.χ. νόμοι, σχέδια περιβαλλοντικών μέτρων, υποδείξεις) και μπορεί να στοχεύουν σε οποιοδήποτε από τα προηγούμενα στάδια της ανάλυσης (Ness et al 2010, Borja et al 2006). Η απόκριση μπορεί να αφορά αποκλειστικά ενέργειες πολιτικής ή μπορεί να προέρχονται από διάφορα επίπεδα τις κοινωνίας που αντιπροσωπεύονται από ομάδες, μεμονωμένα άτομα, ιδιώτες ή μη-κυβερνητικές οργανώσεις. Τα μέτρα αυτά μπορεί να έχουν στόχο τον έλεγχο των κατευθυντήριων δυνάμεων ή των πιέσεων, τη διατήρηση ή την αποκατάσταση της κατάστασης του περιβάλλοντος και την διαχείριση των επιπτώσεων (Maxim et al. 2009).

Τα Βαλκανικά κράτη με πρώτη την Ελλάδα υιοθετούν την Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τη βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων, όμως υπάρχουν δυσκολίες και καθυστερήσεις. Άλλο ένα βήμα προς την κατεύθυνση της διατήρησης των υδατικών πόρων είναι οι διεθνείς συμβάσεις για τις προστατευόμενες περιοχές (Ramsar, Natura 2000), στις οποίες έχουν ενταχθεί πολλές περιοχές των Βαλκανίων, καθώς και τα WWTPs (WasteWaters Treatment Plans) και η νομοθεσία για τα νιτρικά. Επίσης πρέπει να εφαρμοστούν προγράμματα για την αποκατάσταση προστατευόμενων περιοχών, για την προστασία απειλούμενων ειδών και προγράμματα φύτευσης παρόχθιων ζωνών. Τέλος, είναι απαραίτητη η εφαρμογή σχεδίων διαχείρισης των υδάτινων σωμάτων κάθε χώρας, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της Οδηγίας αλλά και η ανάπτυξη συνεργασίας μεταξύ των κρατών και η

κατάρτιση σχεδίων προστασίας και αποκατάστασης των διασυνοριακών υδατικών πόρων (Skoulikidis 2009).

Στη Ελλάδα δεν υπάρχει νομοθεσία που να περιλαμβάνει μέτρα για την αποκατάσταση και τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτινων σωμάτων, με εξαίρεση κάποια αγρό – περιβαλλοντικά (EEC/No 2078/92) που εφαρμόζονται πλημμελώς. Κάποιες προτάσεις για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων των λιμνών είναι η δημιουργία αυστηρώς προστατευόμενων ζωνών γύρω από της λίμνες, η εφαρμογή βιολογικής γεωργίας, η ορθολογική χρήση των αγροχημικών, ο περιορισμός των εκπεμπόμενων ρύπων από τη βιομηχανική και αγροτική και αστική δραστηριότητα. Τέλος, πρέπει να ληφθούν μέτρα για την σταθεροποίηση της τροφικής κατάστασης των λιμνών, αν και είναι δύσκολο να προβλεφθεί η ανταπόκριση ενός λιμναίου οικοσυστήματος σε αυτά, καθώς το φαινόμενο του ευτροφισμού δεν οφείλεται μόνο σε ανθρωπογενής δραστηριότητες αλλά και σε στη φυσική γήρανση των οικοσυστημάτων και στα γεωχημικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής (Kagalou 2010).

#### **1.2.6. Δείκτες και συνδέσεις επιμέρους στοιχείων της μεθοδολογίας DPSIR**

Η μεθοδολογία DPSIR διευκολύνει ανάλυση των σχέσεων μεταξύ ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και επιπτώσεων τους στο βιοφυσικό περιβάλλον και των μέτρων που λαμβάνονται για την αντιμετώπιση αυτών των επιπτώσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με την σύνδεση της πρόκλησης μιας πίεσης από μια κατευθυντήρια δύναμη, με μια αλλαγή στην κατάσταση του περιβάλλοντος και με μια τελική επίπτωση αυτής της αλλαγής. Όλη αυτή η διαδικασία απαιτεί συλλογή και επεξεργασία στατιστικών δεδομένων παρακολούθησης και την χρήση μοντέλων προσομοίωσης, ώστε τελικά να αναπτυχθούν δείκτες για ένα σύνολο παραγόντων. Οι δείκτες δίνουν τη δυνατότητα στους υπεύθυνους για τη λήψη των αποφάσεων και στους λοιπούς εμπλεκόμενους να κατανοήσουν της συνέπειες που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στην κατάσταση του περιβάλλοντος. Η διαδικασία λήψης αποφάσεων περιλαμβάνει τον αρχικό εντοπισμό των εναλλακτικών επιλογών, την αξιολόγηση και τη στάθμιση των δεικτών και τέλος την επιλογή της καλύτερης «απάντησης», δηλαδή της καταλληλότερης πολιτικής και προγράμματος μέτρων για τα κριτήρια που υιοθετήθηκαν, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων (M. Ostoich et al. 2009).

Με βάση την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Περιβάλλοντος (ΕΕΑ), οι δείκτες χωρίζονται σε τέσσερις τύπους:

Τύπος Α: Περιγραφικοί δείκτες (Descriptive indicators)

Τύπος B: Δείκτες απόδοσης (Performance indicators)

Τύπος C: Δείκτες αποδοτικότητας (Efficiency indicators)

Τύπος D: Δείκτες γενικής ευημερίας (Total welfare indicators)

Οι δείκτες τύπου A βασίζονται στο πλαίσιο DPSIR και περιγράφουν την παρούσα κατάσταση με βάση κύρια περιβαλλοντικά θέματα όπως κλιματική αλλαγή, οξύνιση, τοξική μόλυνση και απόβλητα σε σχέση με την γεωγραφική περιοχή στην οποία αυτά εκδηλώνονται. Οι δείκτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανά επιμέρους στάδιο της DPSIR ανάλυσης παρουσιάζονται παρακάτω:

Δείκτες Κατευθυντήριων δυνάμεων: περιγράφουν τις κοινωνικές, δημογραφικές και οι οικονομικές εξελίξεις (πρωτογενείς κατευθυντήριες δυνάμεις) και τις αλλαγές που αυτές προκαλούν στον τρόπο ζωής, στο επίπεδο κατανάλωσης και τα μοτίβα παραγωγής (δευτερογενείς κατευθυντήριες δυνάμεις). Μέσω αυτών των αλλαγών οι κατευθυντήριες δυνάμεις, προκαλούν πιέσεις στο περιβάλλον.

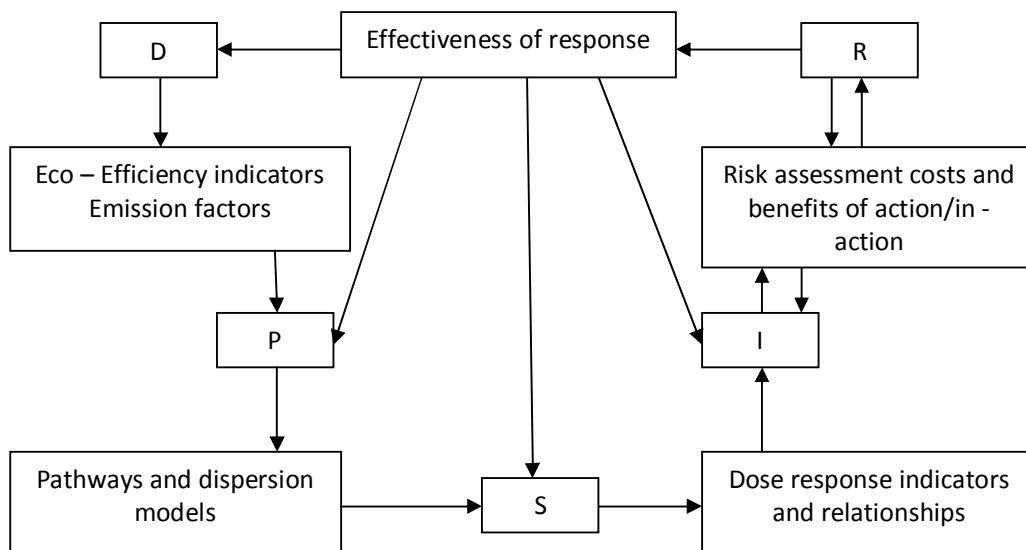
Δείκτες Πιέσεων: περιγράφουν τις εξελίξεις στις εκπομπές ουσιών, στους φυσικούς και βιολογικούς παράγοντες, τη χρήση πόρων και τις χρήσεις γης. Παραδείγματα δεικτών πιέσεων είναι οι εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά τομέα δραστηριότητας, το ποσοστό χρήσης γης για έργα οδοποιίας κ.α.

Δείκτες Κατάστασης: περιγράφουν την ποσότητα και την ποιότητα των φυσικών παραγόντων (π.χ. θερμοκρασία), των βιολογικών παραγόντων (π.χ. ιχθυοπανίδα) και των χημικών παραγόντων (π.χ. συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα) στην περιοχή μελέτης. Παραδείγματα τέτοιων δεικτών είναι, δείκτες που περιγράφουν τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους, τη συγκέντρωση φωσφόρου και θείου σε λίμνες και το επίπεδο θορύβου σε μια περιοχή.

Δείκτες Επιπτώσεων: περιγράφουν τις επιπτώσεις που έχουν οι πιέσεις στην κατάσταση του περιβάλλοντος, όπως οι επαρκείς συνθήκες υγιεινής, η διαθεσιμότητα των πόρων και η βιοποικιλότητα.

Δείκτες Απάντησης: αναφέρονται σε αντιδράσεις ομάδων (ή ατόμων) της κοινωνίας καθώς και σε κυβερνητικές προσπάθειες να εμποδιστούν, μετριαστούν ή να αντισταθμιστούν οι αλλαγές στην κατάσταση του περιβάλλοντος. Παραδείγματα δεικτών απάντησης είναι το ποσοστό της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το ποσοστό ανακύκλωσης των οικιακών απορριμμάτων κ.α. και τέλος ένας γενικός δείκτης απάντησης που χρησιμοποιείται συχνά είναι ο δείκτης που περιγράφει τα περιβαλλοντικά κόστη.

(ΕΕΑ 1999, 2012)



Σχήμα 2: Σχηματική απεικόνιση δεικτών και συνδέσεων επιμέρους στοιχείων (EEA 1999)



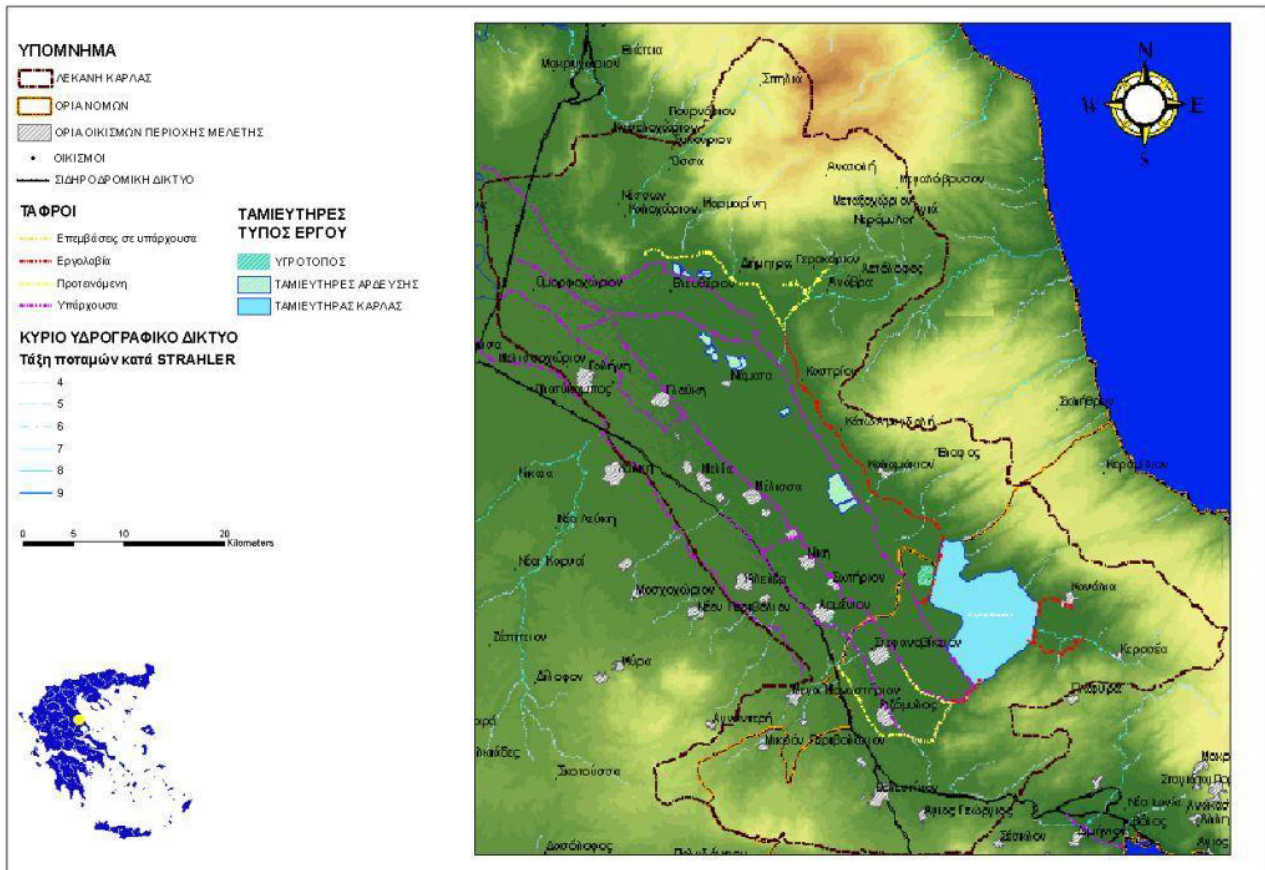
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1. Ιστορικά στοιχεία

Η λίμνη Κάρλα βρισκόταν στο Ν.Α. άκρο της Θεσσαλικής πεδιάδας, επρόκειτο για τεκτονικό βύθισμα που δημιουργήθηκε κατά το Πλειόκενο ή το Πλειστόκενο, στη περιοχή μεταξύ Λάρισας και Βελεστίνου. Σε αυτό εναποτέθηκαν τα πρώτα λιμναία ιζήματα και ακολούθησε η πλήρωσή του με προϊόντα διάβρωσης των γύρω ορεινών όγκων, προερχόμενα από τον Πηγιό και άλλους χείμαρρους της περιοχής και μέσα σε αυτό το βύθισμα δημιουργήθηκε η λίμνη Κάρλα. Τα πάχη των ιζημάτων είναι αρκετά μεγάλα, ακόμα και πάνω από 300m, γεγονός που καταδεικνύει ότι η εναπόθεση των προσχώσεων έγινε ταυτόχρονα με την καταβύθιση της περιοχής. Το υψόμετρο της πεδιάδας είναι σήμερα 44 – 65m.

Κατά το παρελθόν, όλη η περιοχή της Θεσσαλίας ήταν μια λίμνη, που βρισκόταν ψηλότερα από το επίπεδο της θάλασσας, περιτριγυρισμένη από βουνά. Μέχρις ότου, λόγω της σεισμικής δραστηριότητας της περιοχής, προκλήθηκε ρήγμα στα σημερινά Τέμπη και διαχωρίστηκε η Όσσα από τον Όλυμπο με αποτέλεσμα την αποστράγγιση της περιοχής, καθώς ο Πηγιός βρήκε διέξοδο προς το Αιγαίο πέλαγος. Παρόλα αυτά στην περιοχή παρέμειναν δύο λίμνες η Νεσσωνίς και η Βοΐβηϊς (Κάρλα) μικρότερη και πιο κοντά στην θάλασσα. Μερικά από τα ονόματα με τα οποία είναι γνωστή η λίμνη Κάρλα από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα είναι Βοΐβηϊς (μεσαιωνικά χρόνια), Κάρλα Σου ή Κάρλα Γκιόλ (τουρκοκρατία) και Βάλτος όπως την αποκαλούν οι ντόπιοι.

Η ζωή των κατοίκων της περιοχής ήταν στενά συνδεδεμένη με τη λίμνη, η ιχθυοπανίδα του υγροτόπου της Κάρλας, παρείχε εισόδημα σε έναν σημαντικό αριθμό οικογενειών, που είχε ως κύρια ασχολία την αλιεία. Αξιοσημείωτη είναι η ύπαρξη ενός οικισμού, μοναδικού στη Ελλάδα, αποτελούμενου από καλύβες χτισμένες από καλάμια πάνω στη επιφάνεια της λίμνης. Ο οικισμός αυτός βρισκόταν στην περιοχή του Καλαμακίου, όπου τα νερά είναι ρηχά και κατοικούνταν εποχιακά από κατοίκους άλλων χωριών της Θεσσαλίας, που μετακινούνταν εκεί σε ομάδες 2-3 ατόμων.



ΕΙΚΟΝΑ 1: Περιοχή μελέτης

## 2.2. Περιγραφή της περιοχής μελέτης

### 2.2.1. Γενικά

Η λεκάνη απορροής της Κάρλα βρίσκεται νοτιοανατολικά της Λάρισας στα όρια των νομών Μαγνησίας και Λαρίσης. Πρόκειται για κλειστή επιμήκης λεκάνη, μήκους 35χλμ. και πλάτους 9 – 15χλμ. Τα όρια της λεκάνης είναι προς βορρά ο ποταμός Πηγιός και το όρος Όσσα, προς ανατολή οι ορεινοί όγκοι Μαυροβουνίου και Πηλίου, προς νότο το όρος Χαλκοδόνιο και το Μεγαβούνι και προς δύση το όρος Φυλλήιον. Το βορειοανατολικό όριο της λίμνης βέβαια δεν ήταν σταθερό, αλλά εξαρτιόταν από την ποσότητα των βροχοπτώσεων κάθε έτους, με διακυμάνσεις πολλών τετραγωνικών χιλιομέτρων.

Το κλίμα στην περιοχή μελέτης ήταν εύκρατο μεσογειακού τύπου, με ξερά και θερμά καλοκαίρια και ήπιους και βροχερούς χειμώνες. Μετά την αποξήρανση της λίμνης, το μικροκλίμα της περιοχής τροποποιήθηκε προς ηπειρωτικό. Όσον αφορά τα λιμνολογικά χαρακτηριστικά της πρώην λίμνης Κάρλας, επρόκειτο για εύκρατη λίμνη με υψηλή θολερότητα, χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου κοντά στον πυθμένα και

υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών. Επίσης, η τροφική της κατάσταση χαρακτηριζόταν ως ευτροφική (Ananiadis 1956).

Το λιμναίο οικοσύστημα της λίμνης Κάρλας, διακρινόταν από υψηλή βιοποικιλότητα, η περιοχή ήταν ένας από τους πιο σημαντικούς υδροτόπους της Ελλάδας. Σε αυτόν ζούσαν περίπου 1.000.000 πουλιά, 143 διαφορετικά είδη ορνιθοπανίδας, που μετά την αποξήρανση μειώθηκαν σε 450.000 και σήμερα εκτιμάται ότι ο αριθμός αυτός είναι πολύ μικρότερος. Επίσης, στη λίμνη υπήρχε ένας σημαντικός πληθυσμός ιχθύων, πολλά είδη πλαγκτόν καθώς και πολλά βενθικά ασπόνδυλα.

Το νερά της λίμνης προέρχονταν από την απορροή της γύρω λεκάνης απορροής και από τα πλημμυρικά νερά του Πηνειού. Η αναλογία εισροών και εκροών και κατά συνέπεια και η καταλαμβανόμενη από τη λίμνη έκταση είχε πολλές διακυμάνσεις, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και λόγω της ομαλής τοπογραφικής κλίσης του πυθμένα της. Η επιφάνεια της λίμνης κυμαινόταν από 40 έως 180 km<sup>2</sup>, που ήταν και η μεγαλύτερη έκταση που κατέλαβε η λίμνη Κάρλα τον προηγούμενο αιώνα, το 1920-21, λόγω των έντονων πλημμυρών του Πηνειού, και η στάθμη της έφτασε τα +50 m από τη θάλασσα. Αυτές οι διακυμάνσεις προκαλούσαν την παγίδευση πλημμυρικών υδάτων στη λίμνη και την κατάκλιση των παρακάρλιων γεωργικών εκτάσεων, καθώς και φαινόμενα αύξησης της συγκέντρωσης αλάτων στο έδαφος, λόγω προβληματικής στράγγισης της περιοχής. Η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής της λίμνης πριν την αποξήρανση της ήταν 1663 km<sup>2</sup>.

Σήμερα η συνολική έκταση που αποστραγγίζεται στη λίμνη Κάρλα είναι 1171 km<sup>2</sup>, με περίμετρο 228 km. Το κλίμα είναι τυπικό ηπειρωτικό, με κρύους και υγρούς χειμώνες και ζεστά και ξηρά καλοκαίρια. Το ύψος των μέσων ετήσιων κατακρημνίσεων της περιοχής μελέτης, ανέρχεται στα 560 mm, ανομοιόμορφα κατανομημένο στο χώρο και το χρόνο. Η μέση ετήσια εξατμησοδιαπνοή είναι της τάξης των 775 mm και η μέση ετήσια θερμοκρασία 14,3 °C. Η «νέα» λίμνη Κάρλα, χαρακτηρίζεται ως ρηχή, με θερμοκρασίες τυπικές για Μεσογειακή περιοχή, αυξημένες τιμές διαλυμένου οξυγόνου τους θερμούς κυρίως μήνες και υψηλό pH, ενώ η τροφική της κατάσταση χαρακτηρίζεται ως ευτροφική (Sidiropoulos et al 2012, Papadimitriou et al 2011).

## 2.2.2. Γεωλογία

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Κάρλας είναι:

Η Πελαγονική σειρά, στο ανατολικό και νότιο τμήμα της πεδιάδας, που αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα και αντιπροσωπεύεται στην περιοχή από κρυσταλλικούς σχιστόλιθους, φυλλίτες, γνεύσιους και μάρμαρα. Τα μάρμαρα χαρακτηρίζονται από καρστικοποίηση και έντονο τεκτονισμό, γεγονός που επιτρέπει τη δημιουργία αξιόλογων υπόγειων υδροφοριών που καταλήγουν σε σημαντικές πηγές όταν η γεωμετρία και η ανάπτυξή τους το επιτρέπει. Στην περιοχή της Κάρλας, εξαιτίας της ανάπτυξης των μαρμάρων μέχρι τις ακτές, η υδροφορία των μαρμάρων εκφορτίζεται στη θάλασσα.

Η ενότητα Αμπελακίων (μπλε σχιστολίθων), στα βορειοανατολικά της λεκάνης της Κάρλας και είναι επωθημένη μετά το Μέσο Ηώκαινο επάνω σε σχηματισμούς της ενότητας Όσσας – Ολύμπου, οι οποίοι υπόκεινται τεκτονικά στην επώθηση των σχηματισμών της Πελαγονικής Ζώνης. Αποτελείται από εναλλαγές μπλε σχιστολίθων, γνευσιοσχιστολίθων – γνευσίων και πρασινίτες ενώ συχνά συναντώνται ενστρώσεις μαρμάρων.

Η ενότητα Όσσας (Ολύμπου), στα βορειοανατολικά περιθώρια της υδρολογικής λεκάνης της Κάρλας ως τεκτονικό παράθυρο υποκείμενο των μεταμορφωμένων σχηματισμών της ενότητας Αμπελακίων και της Πελαγονικής ζώνης, αποτελείται από σειρά κρυσταλλικών ασβεστολίθων και δολομιτών λεπτοστρωματωδών, πτυχωμένων, με παρεμβολές φυλλιτών στα ανώτερα μέλη καθώς και από φλύσχη αποτελούμενο από φυλλίτες, σερικιτικούς και ανθρακικούς σχιστολίθους, σχιστολίθους, ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων και κατά θέσεις ολισθολίθους της ανθρακικής σειράς.

Οι πρόσφατες τεταρτογενείς αποθέσεις, στο πεδινό τμήμα της ευρύτερης περιοχής της πεδιάδας Κάρλας - Λάρισας. Αποτελούνται από υλικά ποικίλης κοκκομετρίας ποταμοχειμαρρώδους ποτάμιας ή και λιμναίας προέλευσης. Η κοκκομετρία των υλικών γενικά μειώνεται με την απομάκρυνση από τους κύριους κώνους των ποταμών και χειμάρρων που εκβάλλουν στην πεδινή ζώνη και αποτελούνται από αδρομερή υλικά. Προς τα ανατολικά όρια της ανατολικής Θεσσαλικής πεδιάδας οι αποθέσεις γίνονται πλέον λεπτόκοκες με μεγαλύτερη συμμετοχή λεπτομερούς άμμου, πηλού, και αργιλοίλυωδών σχηματισμών.

### 2.2.3. Υδρογεωλογία

Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν τρεις βασικοί υδροφόροι σχηματισμοί, οι αργιλοαμμώδεις λιμναίες αποθέσεις, οι αδρομερείς προσχώσεις και κορήματα και τα μάρμαρα (Υποστηρικτική Υδρογεωλογική Μελέτη 1999). Η διάταξη αυτών των σχηματισμών είναι από την επιφάνεια προς μεγαλύτερα βάθη με τη σειρά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι τρεις βασικοί υδροφόροι ορίζοντες της περιοχής, αναπτύσσονται εντός των υδροφόρων αυτών σχηματισμών, τοποθετημένοι ο ένας πάνω στον άλλον (επάλληλοι ορίζοντες), με μεγάλες διαφοροποιήσεις στην έκταση, το πάχος και το βάθος τους από την επιφάνεια από σημείο σε σημείο. Επίσης είναι πιθανή η απουσία ενός από τους τρεις σε κάποιο σημείο της περιοχής μελέτης. Οι υδροφόροι αυτοί ορίζοντες είναι οι εξής:

#### Ο υδροφόρος ορίζοντας των αργιλοαμμωδών λιμναίων αποθέσεων:

Οι υδροφόροι ορίζοντες των αργιλοαμμωδών λιμναίων αποθέσεων τροφοδοτούνται από βροχοπτώσεις και διηθήσεις από τα κανάλια και είναι επιφανειακοί (φρεάτιοι) υδροφορείς. Η ποιότητα του νερού συνήθως είναι καλή ή μέτρια, ανάλογα με την περιοχή και βαίνει βελτιούμενη καθώς ο κυριότερος παράγοντας επιβάρυνσης της ποιότητας τους είναι η αλατότητα των εδαφών, που μειώνεται με τα χρόνια, λόγω της απόπλυσης των εδαφών.

Οι Αργιλοαμμώδεις Λιμναίες Αποθέσεις αποτέθηκαν στον πυθμένα της λίμνης Κάρλας, στο πρόσφατο παρελθόν και πρόκειται για προσχώσεις που περιέχουν αργίλους με ενδιαστρώσεις άμμων και λεπτών κροκάλων. Οι αποθέσεις αυτές σχηματίζουν στρώμα πάχους 80 – 100m κατ' ελάχιστο, που καλύπτει τον πυθμένα της αποξηραμένης λίμνης, και εκτίνεται σε ολόκληρη την έκταση της πρώην λίμνης Κάρλας και μέχρι τα νοτιοδυτικά του Στεφανοβικείου, μέχρι το Βελεστίνο. Το στρώμα των αργιλικών επιφανειακών προσχώσεων έχει πολύ χαμηλή περατότητα και καθώς έχει μεγάλη έκταση, σχηματίζει αδιαπέραστη οροφή για τα υποκείμενα υδροφόρα στρώματα, δίνοντας την δυνατότητα σχηματισμού υδροφόρων οριζόντων υπό πίεση σε αυτά.

#### Ο υδροφόρος ορίζοντας των αδρομερών κροκαλολατυποπαγών:

Οι υδροφόροι ορίζοντες των αδρομερών κροκαλολατυποπαγών τροφοδοτούνται πλευρικά, μέσω των κώνων των κορημάτων και των χειμάρρων της περιοχής και βρίσκονται σε βάθος άνω των 25 – 50m. Η περατότητα τους είναι υψηλή και η ποιότητα του νερού συνήθως χαρακτηρίζεται ως καλή, λόγω της συνεχούς τροφοδοσίας του και της ανανέωσης του υπόγειου νερού.

Οι Αδρομερείς προσχώσεις είναι μεγάλες ασβεστολιθικές κροκάλες ή λατύπες, χαλίκια, άμμοι και άργιλοι, προερχόμενοι από τη διάβρωση και αποσάθρωση των

μαρμάρων και των σχιστόλιθων των περιφερειακών ορεινών όγκων. Τα υλικά αυτά εναποτέθηκαν σε παλιότερες εποχές, μεταφερόμενα με τους χείμαρρους, συγχρόνως με την καταβύθιση της περιοχής. Η έκταση που καταλαμβάνει το στρώμα των αδρομερών προσχώσεων προς τα δυτικά δεν είναι προσδιορισμένη με ακρίβεια, πιθανόν εκτείνεται μέχρι τις περιοχές Στεφανοβικείου, Αρμενίου και Ριζόμυλου, όπου γίνεται υπερεκμετάλλευση του υδροφόρου αυτού ορίζοντα από μεγάλο αριθμό αρδευτικών γεωτρήσεων. Με αποτέλεσμα το υδατικό ισοζύγιο να γίνει αρνητικό, ο υδροφόρος ορίζοντας να μεταβληθεί σε ελεύθερο, να μειωθεί το ενεργό πάχος του υδροφόρου στρώματος και η υδραυλική αγωγιμότητα  $T$  και συνεπώς η αποδοτικότητα των γεωτρήσεων της περιοχής να μειωθεί.

#### Ο υδροφόρος ορίζοντας των μαρμάρων (καρστικός):

Τα Μάρμαρα αποτελούνται από ασβεστολιθικό υλικό, που είναι ευδιάλυτο στο νερό και συνεπώς έχουν μεγάλη υδροπερατότητα και το πάχος τους μεταξύ 20 – 200m. Η Κάρλα, στην ανατολική πλευρά της έρχεται σε επαφή με μάρμαρα και παλαιότερα τα νερά της αποχετεύονταν προς των εξωτερικό χώρο, υπογείως, μέσω καταβόθρων, που είχαν δημιουργηθεί στα μάρμαρα. Οι καταβόθρες αυτές διακρίνονται και σήμερα στην ανατολική πλευρά της. Η συνολική επιφάνεια των μαρμάρων που βρίσκονται εντός των ορίων της λεκάνης της Κάρλας ανέρχεται σε 96,3 Km<sup>2</sup>. Επίσης μάρμαρα υπάρχουν και κάτω από τις προσχώσεις, που αποτελούν το υπόβαθρο της λεκάνης στο ανατολικό και νότιο τμήμα, εντός των οποίων αναπτύσσεται καρστικός υδροφόρος ορίζοντας.

#### **2.2.4 Έδαφος**

Τα εδάφη της περιοχής διακρίνονται σε: Αλλούβια, Κολλούβια και Αυτόχθονα. Τα αλλούβια εδάφη κυριαρχούν στο χώρο. Καλύπτουν όλη τη χαμηλή περιοχή της πεδιάδας της Κάρλας, και είναι λεπτόκοκκα, με μεγάλο βάθος. Τα κολλούβια έχουν αναπτυχθεί στις περιοχές Καλαμακίου και Καναλιών, κατά μήκος των προπόδων του Πηλίου. Έχουν ποικίλο βάθος, μέση περίπου μηχανική σύσταση και σημαντική περιεκτικότητα χαλικιών διαφόρων διαμετρημάτων. Τα αυτόχθονα εδάφη συναντώνται στην προς το δυτικότερο τμήμα της περιοχής μελέτης. Το βάθος τους κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 2 m περίπου, είναι μέσης κοκκομετρικής σύστασης και επικάθονται ασβεστολιθικών και σχιστολιθικών πετρωμάτων από την αποσάθρωση των οποίων προέρχονται.



### 2.2.5 Καθεστώς προστασίας

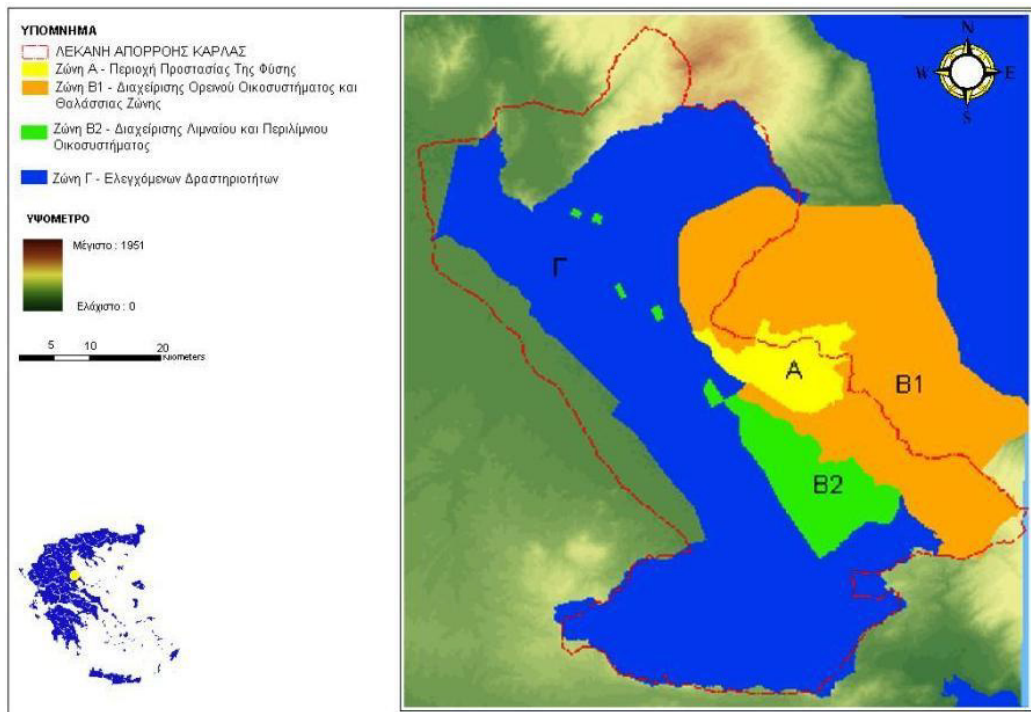
Η περιοχή μελέτης είναι προστατευόμενη περιοχή, χαρακτηρισμένη ως «Περιοχή Οικοανάπτυξης Κάρλας – Μαυροβουνίου – Κεφαλόβρυσου Βελεστίνου» (Π.Ο.Κα.Μα.ΚεΒε.). Πρόκειται για την χερσαία, υδάτινη και θαλάσσια περιοχή που βρίσκεται εκτός των ορίων οικισμών προ του 1923 και κάτω των 2000 κατοίκων των Δήμων Λαρίσης, Νέσσωνας, Πλατυκάμπου, Λακέρειας, Αγιάς, Μελιβοίας Αρμενίου, Κιλελέρ του Ν. Λαρίσης και των Δήμων Κάρλας, Φερών και της Κ. Κεραμιδιού του Ν. Μαγνησίας. Η περιοχή αυτή υποδιαιρείται σε ζώνες προστασίας:

Τη Ζώνη Α: χαρακτηρίζεται ως Περιοχή Προστασίας της Φύσης και περιλαμβάνει τμήμα του όρους Μαυροβούνι Θεσσαλίας.

Τη Ζώνη Β1: χαρακτηρίζεται ως Περιοχή Διαχείρισης Ορεινού Οικοσυστήματος και Θαλάσσιας Ζώνης και περιλαμβάνει τμήμα του όρους Μαυροβούνι Θεσσαλίας, τμήμα του όρους Πηλίου και τη θαλάσσια ζώνη που περιβάλλει τις ακτές του Μαυροβουνίου.

Τη Ζώνη Β2: χαρακτηρίζεται ως Περιοχή Διαχείρισης Λιμναίου και Περιλίμνιου Οικοσυστήματος και περιλαμβάνει την περιοχή της λίμνης Κάρλας και την ευρύτερη περιοχή αυτής.

Τη Ζώνη Γ: χαρακτηρίζεται Περιοχή Ελεγχόμενων Δραστηριοτήτων και περιλαμβάνει το υπόλοιπο της λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας (Σχέδιο Κ.Υ.Α 112839/18-12-2000).



ΕΙΚΟΝΑ 2: Ζώνες προστασίας περιοχής μελέτης

### 2.3. Πορεία προς την αποξήρανση

Το 1938-39 με το άρθρο 2 του ν. 5800/33 «περί εξασφάλισης των δικαιωμάτων του Δημοσίου επί των αποκαλύπτων εν Μακεδονία γαιών» καθορίζεται ανώτερη στάθμη της λίμνης στα +48,5 m (155.000 στρ.) και κατώτερη στα +47,3 m (107.500 στρ.). Τα επόμενα χρόνια πραγματοποιήθηκαν αντιπλημμυρικά έργα, με κατασκευή αντιπλημμυρικών αναχωμάτων στο δεξιό ανάχωμα του Πηνειού, με σκοπό την αποφυγή υπερχειλίσης των πλημμυρικών υδάτων του Πηνειού στη λίμνη Κάρλα με το ρέμα Ασμάκι, αποτέλεσμα των έργων αυτών ήταν και ο περεταίρω περιορισμός της έκτασης της λίμνης. Το μέγιστο βάθος της, περιορίστηκε από 5 m που ήταν μέχρι το 1940, στα 2 m το 1950-55. Παρόλα αυτά τα πλημμυρικά φαινόμενα συνεχίστηκαν στην περιοχή.

Λόγοι όπως οι συνεχείς διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης, ο συχνός πλημμυρισμός των παραλίμνιων περιοχών, η ανάγκη για αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων καθώς και ο περιορισμός των επιδημιών ελονοσίας στην περιοχή, οδήγησαν στην ανάθεση μελέτης το 1959, από το Υπουργείο Γεωργίας, για την αξιοποίηση της πεδιάδας της Κάρλας. Η μελέτη προέβλεπε την κατασκευή σήραγγας απαγωγής μέρους του νερού της λίμνης προς τον Παγασητικού, την διατήρηση ενός ταμειυτήρα επιφάνειας 64.700 στρ. καθώς και την κατασκευή τάφρων πεδινών υδάτων. Από τα προβλεπόμενα έργα πραγματοποιήθηκε μόνο η κατασκευή της σήραγγας προς τον Παγασητικό το 1961, με αποτέλεσμα την πλήρη αποξήρανση της Κάρλας τον Οκτώβριο του 1962 και η κατασκευή των τάφρων 2Τ, 3Τ, 4Τ, 5Τ, 6Τ. Μετά την αποξήρανση παρέμειναν κάποιες μικρές υδατοσυλλογές με τη μορφή υγροτόπων σε διάφορα σημεία της παλιάς λίμνης.

Η αποξήρανση της λίμνης το 1962 με την κατασκευή σήραγγας που διοχέτευσε τα νερά στον Παγασητικό δημιούργησε πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως την σημαντική υποβάθμιση του υπόγειου υδροφορέα, την εισχώρηση του θαλάσσιου μετώπου στον υπόγειο ορίζοντα της περιοχής, την ρύπανση και εμφάνιση φυτοπλαγκτού στον Παγασητικό, την απώλεια της παραλίμνιας χλωρίδας και πανίδας, αλλαγές στο κλίμα της περιοχής, καταστροφή γεωτρήσεων και ξήρανση πηγών, διάβρωση και υποβάθμιση του εδάφους. Η αποξήρανση της λίμνης είχε και κοινωνικές επιπτώσεις, όπως απώλεια εισοδήματος για πολλές οικογένειες, κυρίως όσες ασχολούνταν με την αλιεία, με αποτέλεσμα την εσωτερική και εξωτερική μετανάστευση, εμφάνιση ρηγμάτων σε κατοικημένες περιοχές με ότι συνεπάγεται αυτό και προβλήματα στην υδροδότηση των οικισμών της περιοχής.



Τα οφέλη για την περιοχή, από την αποξήρανση, δεν ήταν τα αναμενόμενα καθώς τα εδάφη που απελευθερώθηκαν δεν ήταν αποδοτικά και κατάλληλα για καλλιέργεια και οι πλημμύρες συνέχισαν να προκαλούν σοβαρά προβλήματα στην περιοχή. Σήμερα η λίμνη Κάρλα βρίσκεται σε διαδικασία ανασύστασης με τροφοδοσία από τον Πηνειό ποταμό, παρ' όλα αυτά πολλά από τα περιβαλλοντικά προβλήματα παραμένουν.

## **2.4. Επανασύσταση της λίμνης Κάρλας**

### **2.4.1. Σκοπός και στόχοι του έργου**

Τα πολυάριθμα περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα που δημιουργήθηκαν στην περιοχή με την αποξήρανση της λίμνης Κάρλας, οδήγησαν στην εκπόνηση μεγάλου αριθμού μελετών για την επαναδημιουργία της λίμνης. Το 1995 εκπονήθηκε η "Οριστική Μελέτη Ταμιευτήρα Κάρλας και συναφών έργων" με βάση προμελέτη του 1982. Το 1999 εκπονήθηκε και Περιβαλλοντική Τεχνική Έκθεση, μελέτη κόστους – οφέλους και λοιπές υποστηρικτικές μελέτες και δημοπρατήθηκε η κατασκευή των έργων. Σήμερα τα έργα επανασύστασης της λίμνης Κάρλας βρίσκονται σε φάση κατασκευής. Οι μελέτες αυτές καθιστούν ως πρωταρχικό σκοπό του έργου ανασύστασης της λίμνης Κάρλας, την αποκατάσταση της οικολογικής ισορροπίας της περιοχής της πρώην λίμνης Κάρλας και ως δευτερεύον σκοπό την αντιπλημμυρική προστασία της ευρύτερης περιοχής, την αποκατάσταση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και την εξασφάλιση επαρκών ποσοτήτων νερού από γεωτρήσεις για την ύδρευση του Βόλου.

Ειδικότερα τα αναμενόμενα αποτελέσματα από την ολοκλήρωση των έργων επαναδημιουργίας της λίμνης Κάρλας είναι τα παρακάτω:

- Αποκατάσταση της οικολογικής ισορροπίας στην περιοχή, με τη δημιουργία μιας μεγάλης υγροτοπικής έκτασης με στόχο τη μερική τουλάχιστον αποκατάσταση του παρόχθιου και υδάτινου οικοσυστήματος που προϋπήρχε της αποξήρανσης της λίμνης. Πιο συγκεκριμένα αναμένεται η μερική αποκατάσταση του μικροκλίματος της περιοχής και η μερική αποκατάσταση της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής. Όσον αφορά τα πουλιά επιδιώκεται η επανεγκατάσταση ειδών που προϋπήρχαν στην περιοχή, η εγκατάσταση απειλούμενων ειδών και η διαχείριση ορισμένων από αυτά ή η χρήση του υγρότοπου ως ενδιάμεσο σταθμό για τα μεταναστευτικά είδη.
- Βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής, με τη συλλογή και αξιοποίηση των νερών απορροής από τις γύρω λεκάνες, αξιοποίηση με

ελεγχόμενο τρόπο των χειμερινών παροχών του Πηνειού, που πριν την κατασκευή των αναχωμάτων του συνέβαλλαν σημαντικά στην τροφοδοσία της λίμνης και εφαρμογή σχεδίου ελεγχόμενης εκμετάλλευσης του υπόγειου υδροφορέα. Οι παραπάνω ενέργειες θα δώσουν τη δυνατότητα υποκατάστασης της χρήσης υπόγειου νερού για άρδευση με νερό της λίμνης και ενίσχυση της ύδρευσης της μείζονος περιοχής Βόλου με καλής ποιότητας υπόγειο νερό. Επίσης θα επιτευχθεί αποκατάσταση του υπόγειου ορίζοντα που βρίσκεται σε καθεστώς υπερεκμετάλλευσης, καθώς και η υποχώρηση του θαλασσινού μετώπου που έχει εισχωρήσει σε αυτόν. Τέλος τα έργα αυτά θα συμβάλλουν στον περιορισμό των πλημμυρικών φαινομένων και στην προστασία του Παγασητικού κόλπου από ποιοτικά επιβαρυμένες απορροές.

- Ενίσχυση της οικονομικής και πολιτιστικής δραστηριότητας στην περιοχή, με τη δημιουργία συνθηκών βιώσιμης ανάπτυξης μέσα από τη δημιουργία υποδομών κατάλληλων για την ανάπτυξη του οικοτουρισμού, δραστηριοτήτων αναψυχής και απασχόλησης και την ανάδειξη της ιστορικής σημασίας της περιοχής.

#### **2.4.2. Περιγραφή του έργου**

Ορισμένα έργα που κατασκευάστηκαν κατά την αποξήρανση χρησιμοποιούνται και σήμερα για να εξυπηρετήσουν τους σκοπούς του έργου επαναδημιουργίας της λίμνης Κάρλας. Τα έργα αυτά περιγράφονται παρακάτω:

Αναχώματα: Κατασκευάστηκαν στο τμήμα του Πηνειού από τη Λάρισα μέχρι τη Γυρτώνη, διαμορφώνοντας μια κοίτη παροχετευτικής ικανότητας  $2000\text{m}^3/\text{sec}$ , με σκοπό την προστασία της πεδιάδας Λάρισας – Κάρλας από τις πλημμύρες του ποταμού.

Τάφρος 1Τ: Συλλέγει τα νερά των χαμηλών εκτάσεων της πεδιάδας με σκοπό να τα διοχετεύσει στη σήραγγα Κάρλας. Στο αρχικό τμήμα της τάφρου 1Τ, συμβάλλου και οι τάφροι 8Τ και 9Τ.

Τάφρος 2Τ: Συλλέγει τα νερά των νοτιοδυτικών μεσαίων εκτάσεων της πεδιάδας με σκοπό να τα διοχετεύσει στη σήραγγα Κάρλας. Στην τάφρο 2Τ, καταλήγουν και οι τάφροι 3Τ έως 7Τ.

Σήραγγα Κάρλας: Με μήκος  $10.120\text{m}$ , επιφάνεια πεταλοειδούς διατομής  $4,35\text{m}^2$ , υψόμετρο εισόδου  $48,25\text{m}$ , κλίση  $0,15\%$  και παροχετευτική ικανότητα  $8,5\text{m}^3/\text{sec}$ , διοχετεύει τα νερά της πεδιάδας Λάρισας – Κάρλας στο Παγασητικό κόλπο.

Συλλεκτήρας Σ1: Με μήκος  $37\text{km}$ , συλλέγει τα νερά των περισσοτέρων ρευμάτων της νοτιοδυτικής λεκάνης και τα διοχετεύει στον Πηνειό.

Τα νέα έργα που περιλαμβάνει το σχέδιο ανασύστασης της λίμνης Κάρλας είναι τα εξής:

**Ταμιευτήρας Κάρλας:** Προβλέπεται η δημιουργία τεχνητής λίμνης, μέσου βάθους 4,5m, έκτασης 42.000στρ, στο χαμηλότερο τμήμα της παλιάς λίμνης Κάρλας, τροφοδοτούμενη από τις απορροές των λεκανών της γύρω περιοχής και από τα χειμερινά νερά του Πηνειού. Ο ταμιευτήρας Κάρλας διαμορφώνεται από την κατασκευή δύο αναχωμάτων, ενός δυτικού και ενός ανατολικού, συνολικού μήκους 12.780m. Επίσης προβλέπεται η κατασκευή άλλων τριών αναχωμάτων (Δυτικό, Κεντρικό και Ανατολικό κατά μήκος τμημάτων της βόρειας όχθης του ταμιευτήρα που διαθέτει γεωλογικό υπόβαθρο από μάρμαρα) συνολικού μήκους 7.200m, με σκοπό την αποφυγή διαφυγών νερού. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι χαρακτηριστικές στάθμες λειτουργίας του ταμιευτήρα, οι επιφάνειες κατάκλισης (σε στρ.) και η χωρητικότητα (σε m<sup>3</sup>) που αντιστοιχούν σε αυτές τις στάθμες. Η στέψη του αναχώματος διαμορφώθηκε στα +52,5m, ενώ το χαμηλότερο σημείο του πυθμένα βρίσκεται στα 43,5m.

Πίνακας 1: Στάθμες λειτουργίας ταμιευτήρα Κάρλας

Στάθμη	Υψόμετρο	Επιφάνεια	Χωρητικότητα
Κατώτατη	+46,6	34.650	57, 01
Ανώτατη άρδευσης	+48,8	35.450	141,14
Ανώτατη πλημμυρών	+50	35.800	183,88

**Συλλεκτήρες:** Οι συλλεκτήρες κατασκευάζονται με σκοπό την τροφοδοσία της λίμνης με νερά από την απορροή των ορεινών λεκανών και την αντιπλημμυρική προστασία των πεδινών περιοχών. Οι συλλεκτήρες που εκβάλλουν στον ταμιευτήρα είναι ο Σ3, Σ4, Σ6 και Σ7.

- Ο συλλεκτήρας Σ3, συλλέγει νερά από τις ανατολικές και νοτιοανατολικές, ορεινές και ημιορεινές λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης, συμπεριλαμβανομένης και της λεκάνης του Αλμυρού (χειμ. Άμυρος και ρέμα Ανάβρας). Επίσης, από την προμελέτη προβλέπεται η αντιπλημμυρική προστασία της κλειστής λεκάνης Καλοχωρίου, με την κατασκευή σήραγγας αποχέτευσης μήκους 540m που θα διοχετεύει στο συλλεκτήρα Σ3 και μέσω αυτού στον ταμιευτήρα Κάρλας, τα νερά του χειμ. Συκουριώτη τα οποία δημιουργούν το έλος Καλοχωρίου (Τοίβασι).
- Ο συλλεκτήρας Σ4, συλλέγει νερά από τις νότιες και νοτιοδυτικές ορεινές και ημιορεινές λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης, καθώς και τα νερά της Κύριας Τάφρου 2Τ.

- Ο συλλεκτήρας Σ6, συλλέγει νερά από τις λεκάνες απορροής των υψωμάτων, νοτιοδυτικά της Κοινότητας Κερασιάς και εκβάλλει στον ταμιευτήρα αφού παρακάμψει το νότιο άκρο του ανατολικού αναχώματος.
- Ο συλλεκτήρας Σ7, συλλέγει νερά από τις λεκάνες απορροής των υψωμάτων που εκτείνονται γύρω από την Κοινότητα Καναλιών και εκβάλλει στον ταμιευτήρα, αφού παρακάμψει το βόρειο άκρο του ανατολικού αναχώματος.

Αντλιοστάσια: Ακόμα τα έργα περιλαμβάνουν την κατασκευή αντλιοστασίων για την άντληση των ομβρίων υδάτων των χαμηλών περιοχών γύρω από την λίμνη με στόχο την περαιτέρω τροφοδοσία της λίμνης και την αντιπλημμυρική προστασία των περιοχών αυτών.

- Το αντλιοστάσιο DP1 με παροχή 24 m<sup>3</sup>/sec, θα κατασκευαστεί στο Συγκρότημα Αντλιοστασίων Πέτρας, με σκοπό να ανυψώνει στον ταμιευτήρα μέρος της πλημμυρικής παροχής της Κύριας Τάφρου 1Τ, που δεν μπορεί να απομακρύνει η παροχευτική ικανότητα της σήραγγας της Κάρλας. Η λειτουργία των αντλιών ελέγχεται από τη στάθμη στην Ενωτική Τάφρο έξω από το αντλιοστάσιο ενώ προβλέπεται στάθμη συναγερμού στην περίπτωση υπέρβασης κάποιας από τις στάθμες αυτές. Την καλοκαιρινή περίοδο θα λειτουργούν κατά κανόνα οι αντλίες στράγγισης με μέγιστη παροχή 2m<sup>3</sup>/sec (2 αντλίες από 1,0m<sup>3</sup>/sec η κάθε μία) και σε περίπτωση που η παροχή είναι μεγαλύτερη θα τίθεται σε λειτουργία και μία ή περισσότερες από τις αντλίες αποχέτευσης με σύστημα κυκλικής εναλλαγής. Οι αντλίες στράγγισης θα τίθενται σε λειτουργία όταν η στάθμη νερού στην ΕΤ φτάνει στο +43,90 και οι αντλίες του DP1 όταν η στάθμη νερού στην ΕΤ φτάνει στο +44,00.
- Το αντλιοστάσιο DP2 με παροχή 3,6 m<sup>3</sup>/sec, θα κατασκευαστεί στο μέσο του μήκους του ανατολικού αναχώματος του ταμιευτήρα, με σκοπό να ανυψώνει στον ταμιευτήρα τα πεδινά νερά (αποχέτευσης – στράγγισης) της περιοχής Καναλιών – Κερασιάς. Η λειτουργία των αντλιών ελέγχεται από τη στάθμη στη Στραγγιστική Τάφρο έξω από το αντλιοστάσιο και προβλέπεται στάθμη συναγερμού στην περίπτωση υπέρβασης κάποιας από τις στάθμες αυτές. Την καλοκαιρινή περίοδο θα λειτουργούν κατά κανόνα οι αντλίες στράγγισης και σε περίπτωση που η παροχή είναι μεγαλύτερη θα τίθεται σε λειτουργία και μία ή περισσότερες από τις αντλίες αποχέτευσης με σύστημα κυκλικής εναλλαγής.
- Επτά αντλιοστάσια άρδευσης (IP1 ως IP7) και οι τροφοδοτούμενες από αυτά κύριες διώρυγες, θα διοχετεύουν τα νερά του Ταμιευτήρα στο αρδευτικό

δίκτυο ανοικτών διωρύγων, που καλύπτει τις Ζώνες και Υποζώνες, στις οποίες έχει διαιρεθεί η προς αξιοποίηση περιοχή.

Τάφρος 2Τ ή Κύρια Τάφρος Νίκης: Αποτελεί τμήμα της διώρυγας μεταφοράς των νερών του Πηνειού ποταμού προς τον ταμιευτήρα, που αποτελείται από Νέα Κύρια Διώρυγα 2Δ και τμήματα των τάφρων 6Τ, 7Τ, 2Τ και το αρχικό (κατάντη) τμήμα του Συλλεκτήρα Σ4. Επίσης, παίζει σημαντικό ρόλο και στη αποχέτευση και αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής.

Τα έργα ασφαλείας υπερχείλισης της λίμνης: Στον κόμβο Πέτρας παροχής  $Q = 500\text{m}^3/\text{sec}$  για την περίπτωση που υπερβεί η στάθμη της λίμνης το +50m, προβλέπεται ο κατακλίσμος της χαμηλής περιοχής, από τα υπερχειλίζοντα νερά καθώς και η απαγωγή τους μέσω της υφιστάμενης αποστραγγιστικής σήραγγας Κάρλας προς τον Παγασητικό με τον ρυθμό που επιτρέπει η παροχетеυτική ικανότητα της ( $8,5\text{ m}^3/\text{sec}$ ).

Έργα τροφοδότησης του ταμιευτήρα Κάρλας από τον ποταμό Πηνειό: Τα απαιτούμενα έργα μεταφοράς νερού προς την Κάρλα είναι το αντλιοστάσιο στη θέση Καραούλι δυναμικότητας  $14\text{ m}^3/\text{sec}$ , η διώρυγα 2Δ, οι τάφροι 2Τ, 6Τ, 7Τ και ο συλλεκτήρας Σ4. Προβλέπεται η τροφοδότηση της λίμνης μέχρι και  $100\text{ εκ. m}^3$  και κατά μέσο όρο  $80\text{ εκ. m}^3$  το χρόνο και η απόληψη θα γίνεται τους μήνες Νοέμβριο μέχρι Μάρτιο και εφόσον η στάθμη του ταμιευτήρα είναι χαμηλότερη από ανώτατη στάθμη άρδευσης (+48,8m). Οι απολήψεις από τον Πηνειό θα πρέπει να σταματούν όταν :

- Η παροχή του ποταμού υπερβαίνει τα  $250\text{ m}^3/\text{sec}$  ή σε εξαιρετικές περιπτώσεις τα  $350\text{m}^3/\text{sec}$ , προκειμένου να περιορίζεται η είσοδος φερτών υλικών (σε σύρση και σε αιώρηση) στην τάφρο προσαγωγής και στο αντλιοστάσιο και κατά συνέπεια η μεταφορά τους στον ταμιευτήρα Κάρλας. Με βάση την υδραυλική Προμελέτη, υπολογίζεται ότι από τον συνολικό όγκο των  $280.000\text{ m}^3$  φερτών υλικών που αναμένεται να συγκεντρώνονται στον ταμιευτήρα λαμβάνοντας υπόψη και τις λεκάνες απορροής των συλλεκτήρων του, τα  $100.000\text{ m}^3$  θα προέρχονται από τον Πηνειό.
- Η στάθμη του ταμιευτήρα Κάρλας βρίσκεται πάνω από την Ανώτατη Στάθμη Λειτουργίας (+48,80 m).
- Σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης στην πεδιάδα Λάρισας, καθώς τα  $14\text{m}^3/\text{sec}$  εξαντλούν την παροχетеυτικότητα του συστήματος των τάφρων που μεταφέρουν το νερό στην Κάρλα.

Έργα βελτιστοποίησης των λειτουργιών της λίμνης ως υγροβιότοπου: Συμπεριλαμβάνουν την κατασκευή τριών νησίδων ορνιθοπανίδας, ενός αβαθούς

υγροτόπου καθαρισμού νερών αποστράγγισης και υγροτόπου στήριξης της φυσικής αναπαραγωγής ψαριών συνολικής έκτασης 1100στρ.

Αποκατάσταση των παρόχθιων φυτικών οικοσυστημάτων: Για την επίτευξη αυτού προβλέπεται δημιουργία φυτικών οικοσυστημάτων στην εξωτερική πλευρά του δυτικού αναχώματος και στο περιμετρικό όριο των ανατολικών και νότιων ακτών της λίμνης με τη φύτευση περίπου 14.000 δέντρων, σε σημεία που προσφέρονται για την ανάπτυξη της βλάστησης με στόχο την ολοκλήρωση της διαμόρφωσης του υγροτόπου.

Έργα υποδομών οικότουριστικής ανάπτυξης, κατασκευή Μουσείου και Κέντρου Περιβαλλοντική Πληροφόρησης, με σκοπό την προσέλκυση επισκεπτών για περιβαλλοντική εκπαίδευση και ήπιες τουριστικές δραστηριότητες καθώς και την προβολή ενός προτύπου έργου πολλαπλού χαρακτήρα με ισχυρή περιβαλλοντική διάσταση.

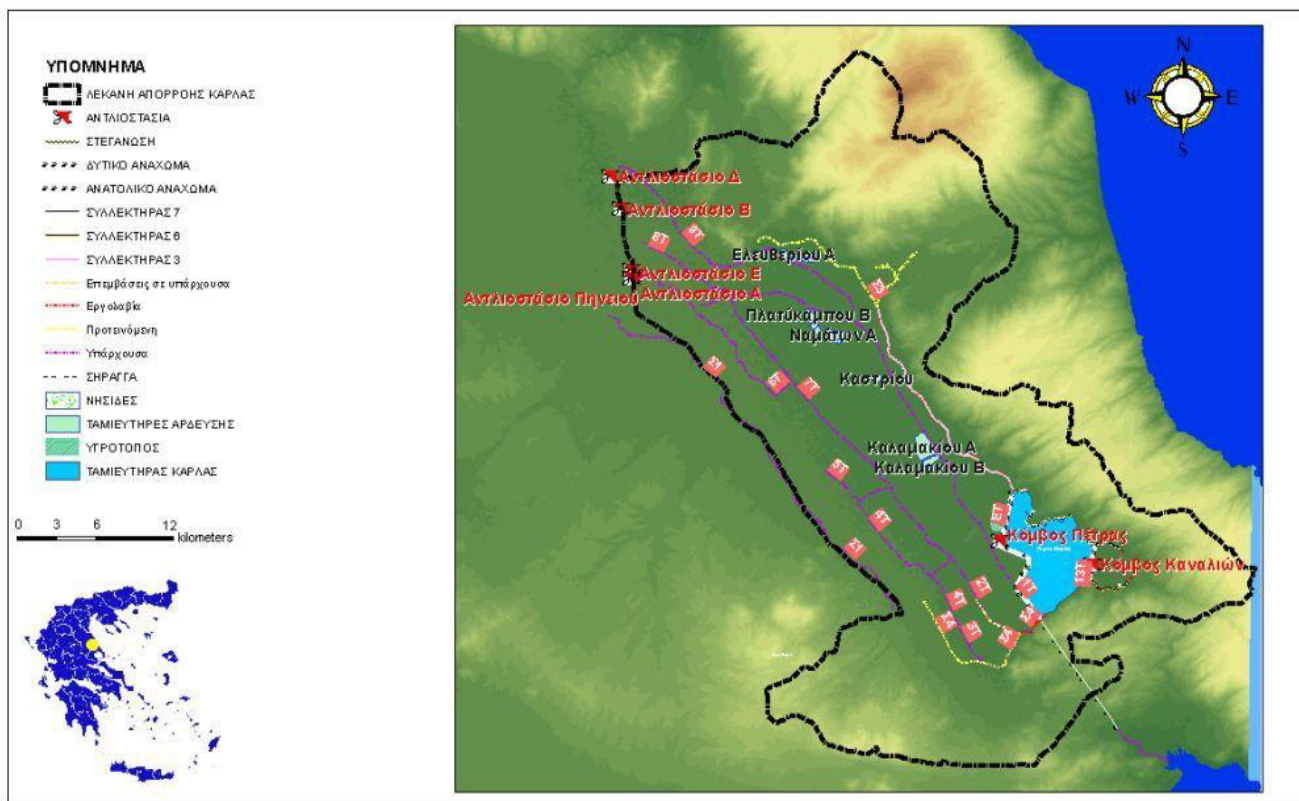
Έργα ορεινής υδρονομίας: Τα έργα αυτής της κατηγορίας περιλαμβάνουν 1075στρ. αναδάσωσης σε καμένες περιοχές, 17 αναβαθμούς σε πεδινές περιοχές και 50 αναβαθμούς σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές. Στοχεύουν στην ανάσχεση των επιφανειακών διαβρώσεων των ορεινών λεκανών στη περιοχή γύρω από τη λίμνη ώστε να περιοριστεί η μεταφορά φερτών υλικών προς τη λίμνη και τους συλλεκτήρες.

Έργα μεταφοράς νερού για αρδευτικούς σκοπούς: Στόχος των έργων αυτών είναι η μεταφορά νερού από τη λίμνη στις γειτνιάζουσες πεδινές περιοχές για άρδευση, μειώνοντας έτσι τις αντλήσεις από τον υπόγειο υδροφόρα, συμβάλλοντας παράλληλα και στην ανανέωση των υδάτων της λίμνης. Τα αρδευτικά έργα στοχεύουν στην άρδευση 137.000στρ. (29.000 στο Ν. Λαρίσης και 108.000 στο Ν. Μαγνησίας) από τα οποία η καθαρή αρδευόμενη έκταση είναι 107.000στρ. και η σημερινή πλημμελώς αρδευόμενη έκταση 92.500στρ. Ο διαθέσιμος όγκος νερού για άρδευση από την λίμνη Κάρλα ανέρχεται σε 60 εκ. m<sup>3</sup>. Η προς άρδευση περιοχή χωρίζεται στις ζώνες Ζ1 έως Ζ8 , για ορισμένες από αυτές προβλέπονται μόνιμα έργα άρδευσης και για άλλες προσωρινά. Στα μόνιμα έργα συμπεριλαμβάνονται τα αντλιοστάσια Αο, Α1, Α2 και Α3 με τους αντίστοιχους καταθλιπτικούς αγωγούς, η Διώρυγα Μεταφοράς Δ1, δεξαμενές αναρρύθμισης, δίκτυο υπόγειων σωληνωτών αγωγών, αποχετευτικό, και αγροτικό οδικό δίκτυο. Ενώ τα προσωρινά αναφέρονται σε πρόχειρες κινητές θυρίδες φραγμάτων στις κοίτες τάφρων αποχέτευσης.

Έργα ενίσχυσης της ύδρευσης μείζονος περιοχής Βόλου: Ένας από τους σκοπούς του έργου ανασύστασης της λίμνης Κάρλας είναι και η ενίσχυση της ύδρευσης της μείζονος περιοχής Βόλου, κυρίως στους οικισμούς Στεφανοβικείου, Ριζόμυλου και Βελεστίνου, με καλής ποιότητας υπόγειο νερό. Η περιοχή σήμερα εξυπηρετείται από

πηγαία νερά του Πηλίου και από γεωτρήσεις, η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση σε νερό έχει οδηγήσει σε υπεράντληση του υπόγειου ορίζοντα. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε μελέτη για να εκτιμηθεί η ασφαλής ποσότητα υπογείου νερού, κατάλληλης ποιότητας για ύδρευση, που μπορεί να αντλείται ετησίως από τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα. Η παραγωγή νερού στην μείζονα περιοχή του Βόλου ανέρχεται σήμερα σε 15,2 εκατ.  $m^3$  το χρόνο, εκτιμάται όμως ότι η κατανάλωση για το έτος 2031 θα ανέλθει περίπου στα 19,5 εκ.  $m^3$  ετησίως με αποτέλεσμα να χρειάζονται 4,3  $m^3$  ετησία επιπλέον ποσότητα υδρευτικού νερού. Η επιπλέον αυτή ποσότητα, ειδικά κατά τη ξηρή περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου αναμένεται να καλυφθεί από τα νέα έργα ενίσχυσης της ύδρευσης Βόλου. Στόχος είναι να αντλούνται τα 6.840.000  $m^3$  νερού της σημερινής υδρευτικής κατανάλωσης των υδρογεωτρήσεων μόνο από τον Κάμπο της Κάρλας, με δυνατότητα να αυξάνεται η ποσότητα αυτή σε 10.600.000 $m^3$  κατά τα πολύ ξηρά έτη. Τα έργα που προβλέπονται περιλαμβάνουν τη διάνοιξη και τον εξοπλισμό 50 γεωτρήσεων, με παροχή άντλησης 50 $m^3$ /ώρα και χρόνο άντλησης 18 ώρες την ημέρα, ικανές να τροφοδοτήσουν την πόλη του Βόλου μέχρι 45.000  $m^3$  την ημέρα ή 10.600.000  $m^3$  ετησίως με ποιοτικώς άριστο νερό, 9,5 km κεντρικού αγωγού μεταφοράς και 33 km δικτύου συλλογής νερού από τις γεωτρήσεις. Ποσότητα κατά 55% πάνω από τη σημερινή ποσότητα που προέρχεται από τις γεωτρήσεις (6.840.000  $m^3$ ) που υδρεύουν την περιοχή του Βόλου. Τα έργα θα πραγματοποιηθούν σε δύο φάσεις (Α & Β Φάση).





ΕΙΚΟΝΑ 3: Τεχνικά έργα

### 2.4.3. Πορεία των έργων

Τα έργα των οποίων η κατασκευή έχει ολοκληρωθεί είναι:

- Αναχώματα συνολικού μήκους 22,8km.
- Συλλεκτήρες μήκους 16km. Ο συλλεκτήρας Σ3 δεν έχει ολοκληρωθεί, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται προς το παρόν μόνο για τη στράγγιση των ορεινών περιοχών βορειοανατολικά του έργου και τη μεταφορά αυτών των στραγγισμάτων στον ταμιευτήρα Κάρλας. Ενώ από τον Σ4 κατασκευάστηκαν μόνο τα έργα εκβολής τους, παρόλο που θεωρείται πολύ σημαντικό έργο για την ολοκληρωμένη αντιπλημμυρική προστασία της ευρύτερης περιοχής.
- Αντλιοστάσια αποχέτευσης.
- Νησίδες ορνιθοπανίδας.

Τα έργα τα οποία βρίσκονται σε φάση κατασκευής είναι:

- Έργα ενίσχυσης της ύδρευσης της μείζονος περιοχής Βόλου (Α Φάση). Η Α φάση περιλαμβάνει την κατασκευή και εκμετάλλευση του βόρειου πεδίου με 24 γεωτρήσεις και 17,6 km δίκτυο συλλογής (Α1 φάση) και την κατασκευή,



σύνδεση και εκμετάλλευση μέρους του νότιου πεδίου με άλλες 15 γεωτρήσεις και 7,7 km δίκτυο συλλογής.

- Έργα ανάδειξης περιβάλλοντος.

Η κατασκευή των υπολοίπων προβλεπόμενων έργων για την ολοκλήρωση του έργου επαναδημιουργίας της Κάρλας, δεν έχει ξεκινήσει ακόμα.

#### **2.4.4. Περιγραφή λειτουργίας του ταμιευτήρα Κάρλας**

Ο ταμιευτήρας τροφοδοτείται από τα όμβρια ύδατα της λεκάνης απορροής του, τις απευθείας κατακρημνίσεις μέσα στη λίμνη και από την άντληση των χειμερινών υδάτων του Πηγείου. Τα νερά των ορεινών υπολεκανών διοχετεύονται στον ταμιευτήρα με φυσική ροή μέσω των συλλεκτήρων Σ3, Σ4, Σ6 και Σ7, ενώ τα νερά των χαμηλών υπολεκανών αντλούνται με τα αντλιοστάσια DP1 στον κόμβο Πέτρας και DP2 στον κόμβο Καναλιών. Η συνολική ετήσια απορροή της λεκάνης ανέρχεται στα 20 – 35 εκατ. m<sup>3</sup>. Η ετήσια απορροή από τις απευθείας κατακρημνίσεις ανέρχεται στα 15 – 19 εκατ. m<sup>3</sup>. Τέλος τα χειμερινά νερά του Πηγείου αντλούνται με το αντλιοστάσιο στη θέση Καραούλι και διοχετεύονται στην Κάρλα με φυσική ροή μέσω της διώρυγας 2Δ, και των τάφρων 6Τ, 7Τ, 2Τ και του συλλεκτήρα Σ4 που αναμένεται να κατασκευαστεί, ενώ η ετήσια απόληψη νερού από τον ποταμό ανέρχεται στα 80 – 110 εκατ. m<sup>3</sup>.

Οι απώλειες του ταμιευτήρα προέρχονται από διαφυγές προς τον υπόγειο ορίζοντα της τάξης των 20 – 25 εκατ. m<sup>3</sup> ετησίως, από εξάτμιση της τάξης των 38 εκατ. m<sup>3</sup> και από απολήψεις νερού για αρδευτικούς σκοπούς και την εξυπηρέτηση των αναγκών των έργων περιβαλλοντικής ανάδειξης. Η μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να αντληθεί από τον ταμιευτήρα με βάση τις καθορισμένες στάθμες λειτουργίας του ανέρχεται στα 60 εκατ. m<sup>3</sup>.

Όσον αφορά τα υπόγεια νερά, ο υπόγειος ορίζοντας της περιοχής βρίσκεται σε καθεστώς υπεράντλησης, καθώς αντλούνται 40,8 εκατ. m<sup>3</sup> νερού ετησίως από αυτόν, για αρδευτικούς (37 εκατ. m<sup>3</sup>) και υδρευτικούς (3,8 εκατ. m<sup>3</sup>) σκοπούς. Η υδρογεωλογική μελέτη του έργου προβλέπει τη μείωση αυτής της αντλούμενης ποσότητας στα 23 εκατ. m<sup>3</sup>, για το σκοπό αυτό προβλέπεται η κάλυψη της μεγαλύτερης ποσότητας των αναγκών για άρδευση, 53 εκατ. m<sup>3</sup>, από τα νερά της Κάρλας και μόνο τα 7,4 εκατ. m<sup>3</sup> από υπόγεια νερά. Τα υπόλοιπα 15,5 εκατ. m<sup>3</sup> που είναι δυνατό να αντληθούν από τον υπόγειο ορίζοντα θα χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της ύδρευση της μείζονος περιοχής Βόλου καθώς η ποιότητα τους είναι κατάλληλη για το σκοπό αυτό.

Τέλος στην περιοχή προβλέπεται η λειτουργία συστήματος περιβαλλοντικής παρακολούθησης του έργου καθώς και σύστημα περιβαλλοντική λειτουργίας της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, με σκοπό τη διατήρηση και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/EC

### 3.1. Σκοπος

Για την θέσπιση κοινής πολιτικής στον τομέα της διαχείρισης των υδατικών πόρων, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, τέθηκε σε εφαρμογή η Οδηγία 2000/60/ΕΚ στις 23 Οκτωβρίου 2000 με σκοπό «την επίτευξη καλής οικολογικής κατάστασης όλων των υδάτων μέχρι το 2015». Σύμφωνα με την Οδηγία αυτή «το ύδωρ δεν είναι εμπορικό προϊόν όπως όλα τα άλλα, αλλά αποτελεί κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να τυγχάνει της κατάλληλης μεταχείρισης». Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ θέτει ποιοτικούς, οικολογικούς και ποσοτικούς στόχους για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων και την καλή κατάσταση όλων των υδατικών πόρων και θέτει ως κεντρική ιδέα την ολοκληρωμένη διαχείριση τους στη γεωγραφική κλίμακα των Λεκανών Απορροής Ποταμών.

Η έννοια της «Περιοχής Λεκάνης Απορροής», σύμφωνα με την Οδηγία, περιλαμβάνει τα εσωτερικά επιφανειακά (ποταμοί, λίμνες), τα υπόγεια ύδατα, τα μεταβατικά (δέλτα, εκβολές ποταμών) και τα παράκτια οικοσυστήματα. Επίσης, ως «Οικολογική κατάσταση» νοείται η ποιοτική έκφραση της διάρθρωσης και της λειτουργίας υδάτινων οικοσυστημάτων, επιφανειακών υδάτων και «Καλή οικολογική κατάσταση», όταν η κατάσταση ενός επιφανειακού υδάτινου σώματος ταξινομείται ως καλή, σύμφωνα με το παράρτημα V.

Σκοπός της οδηγίας είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων. Πιο συγκεκριμένα η Οδηγία στοχεύει:

- Στην αποτροπή της περαιτέρω επιδείνωσης, στην προστασία και στη βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- Στη βιώσιμη διαχείριση του νερού.
- Στην υιοθέτηση ειδικών μέτρων για την μείωση ή τη σταδιακή παύση των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας.
- Στην προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων και στην αποτροπή της περαιτέρω μόλυνσή τους.
- Στον περιορισμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες, ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής παροχή επιφανειακού και υπόγειου νερού καλής ποιότητας, η μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων, η προστασία των χωρικών και θαλάσσιων υδάτων και η επίτευξη των στόχων των σχετικών διεθνών συμφωνιών.

### 3.2.Εφαρμογή

Η εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ περιλαμβάνει τα εξής βασικά στοιχεία:

- Τον συντονισμό διοικητικών ρυθμίσεων σε περιοχές λεκάνης απορροής ποταμού (Άρθρο 3), που περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των λεκανών απορροής ποταμών (ΛΑΠ), των παράκτιων και υπόγειων υδάτων, των φορέων διαχείρισης και των διεθνών ΛΑΠ καθώς και την ανάπτυξη συνεργασίας μεταξύ των κρατών-μελών.
- Την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων (Άρθρο 4), που περιλαμβάνει την εφαρμογή των αναγκαίων μέτρων για την πρόληψη της υποβάθμισης, την προστασία και την αποκατάσταση υδατινών σωμάτων εντός των ορισμένων προθεσμιών, τον χαρακτηρισμό των τεχνητών ή ιδιαίτερας τροποποιημένων υδατικών σωμάτων καθώς και τον καθορισμό των υδατικών σωμάτων που δεν είναι δυνατή η επίτευξη των στόχων ή δεν είναι δυνατή η επίτευξη των στόχων εντός των προβλεπόμενων προθεσμιών.
- Την περιβαλλοντική και οικονομική ανάλυση (Άρθρο 5), που περιλαμβάνει την ανάλυση των χαρακτηριστικών των ΛΑΠ, την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε ανθρώπινης δραστηριότητας και την οικονομική ανάλυση χρήσεων νερού.
- Την κατάρτιση μητρώων προστατευόμενων περιοχών που βρίσκονται σε κάθε ΛΑΠ (Άρθρο 6).
- Τον καθορισμό των υδάτων που χρησιμοποιούνται για άντληση νερού προοριζόμενου για πόση (Άρθρο 7) και την εξασφάλιση ότι το νερό αυτό πληροί τις απαιτήσεις της Οδηγίας 80/778/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 98/83/ΕΚ «σχετικά με την ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση».
- Την εγκατάσταση δικτύων παρακολούθησης της κατάστασης των υδατικών πόρων (Άρθρο 8). Η παρακολούθηση μπορεί να είναι τριών τύπων: Η μακροπρόθεσμη εποπτική παρακολούθηση, με σκοπό την ευρεία κατανόηση της υγείας των υδατικών οικοσυστημάτων και τον εντοπισμό τάσεων (π.χ. λόγω κλιματικής αλλαγής). Η επιχειρησιακή παρακολούθηση, απευθύνεται σε υδατικά οικοσυστήματα που δεν είναι σε καλή κατάσταση, με σκοπό τον εντοπισμό των πιέσεων που ασκούνται σε αυτά και την αξιολόγηση των μέτρων αντιμετώπισης που λαμβάνονται. Η διερευνητική παρακολούθηση, που στοχεύει στη συλλογή πληροφοριών που δεν μπορούν να γίνουν από την επιχειρησιακή παρακολούθηση (π.χ. πληροφορίες για ατυχήματα).
- Την ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος (Άρθρο 9).

- Την συνδυασμένη αξιολόγηση όλων των πηγών ρύπανσης είτε πρόκειται για διάχυτες είτε για σημειακές (Άρθρο 10).
- Τον καθορισμό των απαραίτητων μέτρων (Άρθρο 11), με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων του Άρθρου 5 και με σκοπό την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων. Τα μέτρα μπορεί να αφορούν την εφαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας, την βιώσιμη χρήση του νερού, εφαρμογή πολιτικών τιμολόγησης νερού, τον έλεγχο των αντλήσεων, τον έλεγχο της τεχνητής ανατροφοδότησης των υπόγειων υδροφορέων, την εξασφάλιση καλύτερης ποιότητας νερού ώστε να μειωθεί το επίπεδο επεξεργασίας που απαιτείται για την παραγωγή πόσιμου νερού, την αποτροπή ή την εξάλειψη της ρύπανσης από πηγές διάχυσης, τον έλεγχο της σημειακής ρύπανσης, την διασφάλιση υδρομορφολογικών συνθηκών συμβατών με την καλή οικολογική κατάσταση, την απαγόρευση άμεσης έκχυσης ρυπαντών στα υπόγεια ύδατα. Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτούνται πρόσθετα μέτρα διότι υπάρχει κίνδυνος μη επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων, τέτοια μέτρα είναι η διαχείριση της ζήτησης (π.χ. καλλιέργειες με μικρές απαιτήσεις αρδευτικού νερού), κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής, έργα αποκατάστασης και ανάπλασης υδάτινων σωμάτων και περιμετρικών περιοχών κ.α.
- Την κατάστρωση Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ) (Άρθρο 13). Ένα τέτοιο σχέδιο διαχείρισης περιλαμβάνει, περιγραφή της ΛΑΠ και σχετικούς χάρτες, περιγραφή των πιέσεων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ανθρώπινες δραστηριότητες, χάρτη των προστατευόμενων περιοχών, χάρτη του δικτύου παρακολούθησης και αποτελέσματα παρακολούθησης, λίστα περιβαλλοντικών στόχων, πρόγραμμα μέτρων για την διατήρηση ή τη βελτίωση της κατάστασης των υδατικών πόρων, περιγραφή της δημόσιας διαβούλευσης και τον βαθμό επιρροής της και κατάλογο των αρμόδιων φορέων.
- Την πληροφόρηση του κοινού και την διεξαγωγή διαβουλεύσεων (Άρθρο 14) για θέματα που αφορούν την διαχείριση των υδατικών πόρων. Καθώς και την υποβολή εκθέσεων από τα κράτη-μέλη (Άρθρο 15) σχετικά με τα ΣΔΛΑΠ, τις αναλύσεις που γίνονται με βάση τις απαιτήσεις του Άρθρου 5 και τα προγράμματα παρακολούθησης.
- Την θέσπιση στρατηγικών κατά της ρύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων (Άρθρο 16, 17). Με σκοπό την προοδευτική μείωση μεμονωμένων ρύπων ή ομάδων ρύπων που αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για το υδατικό περιβάλλον ή μέσω αυτού, συμπεριλαμβανομένων των

κινδύνων για τα ύδατα που χρησιμοποιούνται για την άντληση πόσιμου ύδατος, την παύση ή σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας και την επίτευξη καλής χημικής κατάστασης για τα υπόγεια ύδατα. Τα μέτρα αυτά θεσπίζονται βάσει προτάσεων που υποβάλλει η Επιτροπή σύμφωνα με τις διαδικασίες που προβλέπονται στη συνθήκη.

- Την δημοσίευση εκθέσεων από την Επιτροπή (Άρθρο 18) το αργότερο δώδεκα έτη από την έναρξη εφαρμογής της Οδηγίας και στη συνέχεια κάθε έξι χρόνια και την υποβάλλει στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο. Οι εκθέσεις αυτές περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την πρόοδο εφαρμογής της Οδηγίας, την κατάσταση των υδατικών σωμάτων και την επιθεώρηση των ΣΔΛΑΠ. Επίσης μια φορά το χρόνο η Επιτροπή υποβάλλει σχέδιο για μελλοντικά μέτρα (Άρθρο 19).
- Την θέσπιση και την εφαρμογή εθνικών διατάξεων από τα κράτη-μέλη (Άρθρο 24) που εκδίδονται με βάση την Οδηγία και τον καθορισμό των κυρώσεων για την παραβίαση αυτών (Άρθρο 23).

### 3.3.Ελληνική νομοθεσία

Ο πρώτος νόμος εκδόθηκε το 1986 (Ν.1650), ο οποίος περιλάμβανε διατάξεις για το νερό, αλλά οι απαιτούμενες κανονιστικές αποφάσεις για την εφαρμογή τους δεν ολοκληρώθηκαν ποτέ.

Ακολούθησε ο Ν.1739 για τη διαχείριση των υδάτων, το 1987. Σύμφωνα με αυτόν η χώρα χωρίζεται σε 14 υδατικά διαμερίσματα, τα όρια των οποίων ορίζονται με το Π.Δ. 60/1998 και θεσμοθετούνται η Διυπουργική Επιτροπή Υδάτων και οι Περιφερειακές Επιτροπές Υδάτων. Ούτε αυτός ο νόμος όμως ενεργοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό.

Το 2003 εκδίδεται ο Ν.3199 (ΦΕΚ 280/Α/9.12.2000) «Περί προστασίας και διαχείρισης των υδάτων», που αντικατέστησε τον Ν.1739/1987 και ενσωμάτωσε την Οδηγία Πλαίσιο για το Νερό WFD 2000/60/ΕΚ στο εθνικό δίκαιο. Τα βασικά σημεία του νόμου είναι:

- Η σύσταση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων (ΕΕΥ), ο ρόλος της οποία είναι η πρόταση της Υδατικής Πολιτικής και ο έλεγχος της εφαρμογής της. Την αποτελούν οι υπουργοί ΠΕΚΑ, Οικονομίας & Οικονομικών, Εσωτερικών, Υγείας & Κοινωνικής Αλληλεγγύης, Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων και μπορούν να συμμετέχουν και άλλοι υπουργοί μετά από πρόσκληση.

- Η σύσταση του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων (ΕΣΥΔ), που αποτελείται από 24 μέλη, με πρόεδρο τον υπουργό ΠΕΚΑ. Ο ρόλος του είναι συμβουλευτικός για τα προγράμματα διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων και διατυπώνει τις απόψεις του το ελάχιστο μια φορά το χρόνο. Στο ΕΣΥΔ εισάγονται για διαβούλευση τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας και η ετήσια έκθεση της κατάστασης του υδατικού περιβάλλοντος της χώρας. Σε συνεργασία με την ΕΕΥ υποβάλλουν στη Βουλή τις ετήσιες εκθέσεις για την κατάσταση του υδατικού δυναμικού της χώρας.
- Η σύσταση της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων (ΚΥΥ) με προϊστάμενο Ειδικό Γραμματέα. Με το Π.Δ. 24/2010 η ΚΚΥ μετατράπηκε σε Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ). Σκοπός της ΕΓΥ είναι η κατάρτιση των εθνικών προγραμμάτων προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας και η παρακολούθηση και ο συντονισμός της εφαρμογής τους.
- Η σύσταση των Περιφερειακών Διευθύνσεων Υδάτων (ΠΔΥ), ο ρόλος των οποίων είναι η εφαρμογή μέτρων σε τοπικό επίπεδο για την προστασία και τη διαχείριση των ΛΑΠ της εκάστοτε περιφέρειας.
- Η σύσταση των 13 Περιφερειακών Συμβούλων Υδάτων (ΠΣΥ) ανά περιφέρεια της χώρας, πρόκειται για όργανο κοινωνικού διαλόγου και διαβούλευσης και γνωμοδοτεί πριν την έγκριση του ΣΔΛΑΠ και για τα λοιπά θέματα προστασίας και διαχείρισης των υδάτων της αντίστοιχης περιφέρειας.
- Η κατάρτιση Προγραμμάτων Μέτρων και Παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτων. Το Πρόγραμμα Μέτρων περιλαμβάνει μέτρα για την προστασία και διαχείριση των υδάτων των λεκανών απορροής ποταμών της εκάστοτε Περιφέρειας, την διατήρηση, προστασία και βελτίωση της ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος, την αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων ανεξάρτητα από την πηγή προέλευσης της και την διασφάλιση της αειφόρου χρήσης του ύδατος. Το Πρόγραμμα Παρακολούθησης περιλαμβάνει μέτρα με σκοπό την συνεχή παρακολούθηση των ποιοτικών παραμέτρων και της ποσοτικής κατάστασης των υδάτων.
- Η κατάρτιση Προγράμματος Ειδικών Μέτρων κατά της ρύπανσης των υδάτων από μεμονωμένους ρύπους ή ομάδες ρύπων, που αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για το υδάτινο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων και των υδάτων που προορίζονται για άντληση πόσιμου νερού.
- Οι βασικές αρχές χρήσης ύδατος, αυτές είναι η βιώσιμη χρήση ύδατος, η ικανοποίηση της ζήτησης με βάση τα όρια και τις δυνατότητες των υδατικών

αποθεμάτων και η ικανοποίηση των αναγκών σε νερό κατά το δυνατό σε επίπεδο περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού. Οι άδειες χρήσεων νερού και εκτέλεσης έργων αξιοποίησης του εκδίδονται από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας, μετά από αξιολόγηση της διαθεσιμότητας των ποσοτήτων νερού που θα αξιοποιηθούν και της σκοπιμότητας της έκδοσης τους με βάση το Σχέδιο Διαχείρισης και το Πρόγραμμα Μέτρων της κάθε Περιφέρειας. Τέλος, με απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων, που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, καθορίζονται οι διαδικασίες, η μέθοδος και τα επίπεδα ανάκτησης του κόστους των υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις.

- Η υποβολή διοικητικών ή νομικών κυρώσεων σε όποιον ρυπαίνει ή υποβαθμίζει με άλλο τρόπο τα ύδατα ή παραβαίνει τις διατάξεις του νόμου αυτού.
- Τέλος, με προεδρικό διάταγμα καθορίζεται η διαδικασία παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτινων σωμάτων, η διαδικασία ελέγχου των σημειακών και διάχυτων πηγών ρύπανσης και ενσωματώνονται στο εσωτερικό δίκαιο οι ρυθμίσεις των παραρτημάτων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Με το ΥΠΑΠ 43504/2005 καθορίζονται οι κατηγορίες αδειών χρήσης υδάτων και εκτέλεσης έργων αξιοποίησης τους, η διαδικασία έκδοσής τους, το περιεχόμενο τους και η διάρκεια ισχύος τους.

Με το ΥΠΑΠ 116031/2007 συγκροτήθηκε η Γνωμοδοτική Επιτροπή Υδάτων.

Εκδόθηκε ΠΔ 51/8.3.2007 (ΦΕΚ 54/Α/2007) για την ολοκληρωμένη προστασία και ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων.

Το 2010 εκδόθηκε ΥΑ 110957 (ΦΕΚ 394/Β/6.4.2010) με την οποία καθορίζεται ο τρόπος λειτουργίας και η γραμματειακή υποστήριξη των Περιφερειακών Συμβουλίων Υδάτων, καθώς και ο τρόπος δημοσιοποίησης του Σχεδίου Διαχείρισης και συμμετοχής του κοινού στη δημόσια διαβούλευση.

Τέλος με την ΚΥΑ 39626/2208/Ε130/25.9.2009 (ΦΕΚ 2075/Β/25.9.2009) ενσωματώθηκε η Οδηγία 2006/118 για την προστασία των υπόγειων νερών από τη ρύπανση και την υποβάθμιση.



### **3.4.Περιβαλλοντική νομοθεσία**

Παρακάτω αναφέρονται λοιπές νομοθετικές διατάξεις που λειτουργούν συμπληρωματικά με την Οδηγία 2000/60 για την προστασία των υδατικών πόρων:

Οδηγία 91/692/ΕΚ: Ποιότητα επιφανειακών νερών από τα οποία αντλείται πόσιμο νερό.

Οδηγία 2006/7/ΕΚ: Ποιότητα υδάτων κολύμβησης.

Οδηγία 98/83/ΕΚ: Ποιότητα πόσιμου νερού.

Οδηγία 81/885/ΕΚ, 91/692/ΕΚ: Μέθοδοι δειγματοληψίας και ελέγχου του νερού που προορίζεται για πόση.

Οδηγία 648/2004/ΕΚ: Ρύπανση από τα απορρυπαντικά.

Οδηγία 76/464/ΕΚ: Έκχυση επικίνδυνων ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον, θα καταργηθεί το 2013 και θα αντικατασταθεί από την 2006/11/ΕΚ.

Οδηγία 79/923/ΕΚ: Απαιτούμενη ποιότητα των νερών για τα οστρακοειδή, θα καταργηθεί το 2013 και θα αντικατασταθεί από την 2006/113/ΕΚ.

Οδηγία 78/659/ΕΚ: Απαιτούμενη ποιότητα των νερών για την διατήρηση της ζωής των ψαριών, θα αντικατασταθεί το 2013 από τις 91/692/ΕΚ και 2006/44/ΕΚ.

Οδηγία 80/68/ΕΚ: Προστασία των υπόγειων νερών, θα καταργηθεί το 2013 και θα αντικατασταθεί από την 2006/118/ΕΚ.

Οδηγία 91/676/ΕΚ: Προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση που προκαλείται από χρήση λιπασμάτων στη γεωργία.

Οδηγίας 91/272/ΕΚ και 98/15/ΕΚ: Υποχρέωση επεξεργασίας αστικών και βιομηχανικών λυμάτων.

Οδηγία 79/117/ΕΚ, Κανονισμός 850/2004, Απόφαση 2006/507: Αντιμετώπιση των έμμονων οργανικών ρύπων (POP).

Οδηγία 2008/1/ΕΚ: Ολοκληρωμένη πρόληψη και αντιμετώπιση της ρύπανσης των νερών κατά τη διαδικασία αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων.

Οδηγία 2007/60/ΕΚ: Αντιμετώπιση κινδύνων πλημμυρών.

Οδηγία 2008/56/ΕΚ: Θαλάσσια στρατηγική.

Οδηγία 2008/105/ΕΚ: Περιβαλλοντικά ποιοτικά πρότυπα για τις ουσίες προτεραιότητας και άλλους ρυπαντές.

### **3.5.Πορεία εφαρμογής στην Ελλάδα**

Η Οδηγία Πλαίσιο για το νερό 2000/60/ΕΚ απαιτεί την κατάρτιση και εφαρμογή Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών για κάθε υδατικό διαμέρισμα. Τα Σχέδια Διαχείρισης αυτά θα έπρεπε να είχαν ολοκληρωθεί ως τον Δεκέμβριο του 2009, όμως υπήρξαν σημαντικές καθυστερήσεις. Σήμερα τα ΣΔΛΑΠ για 10 από τα

14 Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας έχουν τεθεί σε δημόσια διαβούλευση και αναμένεται να ολοκληρωθούν μέσα στο καλοκαίρι του 2012, για τα υπόλοιπα 4 (Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, Κρήτης και Νήσων Αιγαίου) η Ειδική Γραμματεία Υδάτων προχώρησε σε επαναπροκήρυξη κατόπιν απόφασης του Συμβουλίου Επικρατείας και αναμένεται η ολοκλήρωση τους ως το τέλος του 2012.

Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ποσοτικής και ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, διαθέτει περισσότερα από 2000 σημεία δειγματοληψίας, σε 1500 υδάτινα σώματα και έχει τεθεί σε σταδιακή λειτουργία από το Μάρτιο του 2012. Επίσης με Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις έχουν καθοριστεί οι φορείς του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης, τα απαιτούμενα όρια για 93 ουσίες προτεραιότητας και άλλες χημικές ενώσεις καθώς και οι ανώτατες επιτρεπόμενες τιμές για τα υπόγεια ύδατα. Η Ειδική Γραμματεία Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής έδωσε στη δημοσιότητα τεχνική έκθεση με τίτλο «Ποιότητα επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της χώρας: περίοδος αναφοράς 2000-2008», που παρουσιάζει την ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της χώρας με βάση τα δεδομένα παρακολούθησης του Γενικού Χημείου του Κράτους (2006-2008) και του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (2000-2008).

Η Οδηγία 2007/60/EK για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, ενσωματώθηκε στην Ελληνική νομοθεσία το καλοκαίρι του 2010 και η Ειδική Γραμματεία Υδάτων έχει δρομολογήσει την υλοποίηση της εφαρμογής της. Η προκαταρκτική αξιολόγηση των κινδύνων πλημμύρας των περιοχών λεκανών απορροής ποταμών της χώρας έχει ολοκληρωθεί και έχει υποβληθεί στην Ε.Ε. το Μάρτιο του 2012. Στη συνέχεια με βάση αυτή την προκαταρκτική αξιολόγηση θα καθοριστούν οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, οι Χάρτες Επικινδυνότητας και οι Χάρτες Κινδύνων Πλημμύρας, μέχρι το Μάρτιο του 2014. Τέλος στην πιλοτική λεκάνη του Εύρου τον Ιούνιο του 2012 ξεκινάει η εκπόνηση μελέτης του συνόλου των δράσεων που προβλέπει η Οδηγία.

Η εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο 2008/56/EK για τη Θαλάσσια στρατηγική έχει αρχίσει να εφαρμόζεται με την προκαταρκτική αξιολόγηση της κατάστασης των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και τον καθορισμό ποιοτικών προτύπων και στόχων και αναμένεται να ολοκληρωθεί εντός του καλοκαιριού του 2012 και στη συνέχεια η έκθεση αξιολόγησης θα υποβληθεί στην Ε.Ε. Στόχος είναι η θέσπιση προγράμματος παρακολούθησης μέχρι το Ιούλιο του 2014, η κατάρτιση Προγραμμάτων Μέτρων μέχρι το 2015 και η έναρξη λειτουργίας των προγραμμάτων αυτών, ως το 2016.

Η ποιότητα των υδάτων κολύμβησης της Ελλάδας κατατάσσεται στα 2 – 3 καλύτερα της Ευρώπης. Η μέχρι πρότινος υπάρχουσα νομοθεσία αναφέρονταν μόνο σε ορισμένες μικροβιολογικές παραμέτρους, η παρακολούθηση των οποίων οδηγούσε στην τεκμηρίωση της καταλληλότητας των υδάτων για κολύμβηση. Πλέον η κατάρτιση των Μητρώων Ταυτότητας των υδάτων κολύμβησης (1500 ακτές σε όλη τη χώρα), δίνει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης. Τα Μητρώα αυτά καταρτίστηκαν από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων και το ΥΠΕΚΑ, με στόχο την παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών των ακτών, την αναγνώριση των πηγών ρύπανσης που ενδέχεται να επηρεάσουν την ποιότητα των νερών και την αξιολόγηση του μεγέθους των επιπτώσεων, ώστε στη συνέχεια να επιλεγούν τα κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης της μόλυνσης και διαχείρισης των υδάτων κολύμβησης.

Η ειδική γραμματεία υδάτων με βάση τα στοιχεία από το πρόγραμμα παρακολούθησης των νιτρικών στα υπόγεια ύδατα και τις εκτιμήσεις από τα ΣΔΛΑΠ, εισηγήθηκε την ένταξη 21 νέων περιοχών στον κατάλογο με τις ευπρόσβλητες ζώνες και στα προγράμματα νιτρορύπανσης. Η σχετική Κοινή Υπουργική Απόφαση έχει ολοκληρωθεί.

Μέχρι στιγμής έχει ολοκληρωθεί η ένταξη για χρηματοδότηση έργων για έλεγχο των διαρροών σε δίκτυα ύδρευσης δήμων και έργων επεξεργασίας και διανομής πόσιμου νερού (επέκταση διυλιστηρίων Θεσσαλονίκης και Αμαλιάδας, υδροδότηση οικισμών του ν. Καρδίτσας από το φράγμα Σμοκόβου, υδροδότηση με ασφαλές νερό των κοινοτήτων στην περιοχή του Ασωπού και της Μεσσαπίας). Επίσης έχει εκδοθεί Υπουργική απόφαση που προωθεί την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για άρδευση και αστική χρήση (εκτός πόσης), για αναπλάσεις, δημιουργία χώρων αναψυχής, βιομηχανική χρήση και εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων, έτσι εξετάζεται η ένταξη στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη τέτοιων έργων (επαναχρησιμοποίηση μέρους των λυμάτων της Ψυττάλειας). Τέλος το ΥΠΕΚΑ από τον Απρίλιο του 2011 διενεργεί μελέτη για την εφαρμογή προγράμματος για την κατ' οίκων εξοικονόμηση νερού, η μελέτη έδειξε ότι με απλές παρεμβάσεις στον εξοπλισμό των νοικοκυριών μπορεί να επιτευχθεί μέχρι και 30% εξοικονόμηση ανά νοικοκυριό και μέχρι και 10% εξοικονόμηση συνολικά.

Στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη, επίσης έχουν ενταχθεί έργα αποχέτευσης και εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων με ισοδύναμο πληθυσμό 2000 – 15000 κατοίκους για περίπου 250 οικισμούς και αναμένεται η ολοκλήρωση τους ως το 2015. Ακόμα στο ίδιο πρόγραμμα έχουν ενταχθεί έργα για την προώθηση προγραμμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης σε

περιοχές με ευαίσθητα υδατικά συστήματα, όπως περιοχές που προορίζονται για πρόσληψη ύδατος για ανθρώπινη κατανάλωση, περιοχές προστασίας υδρόβιων ειδών, περιοχές ευάλωτες στην παρουσία θρεπτικών κ.α.

Έχει δημιουργηθεί Εθνική Βάση Δεδομένων των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων, στην οποία καταχωρούνται όλα τα στοιχεία λειτουργίας των ΕΕΛ διαδικτυακά από τις αρμόδιες υπηρεσίες και είναι διαθέσιμα σε φορείς και πολίτες.

Όσον αφορά τις διακρατικές συμφωνίες για τη διαχείριση των υδατικών πόρων, η Ελλάδα έχει κυρώσει την Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών «Σύμβαση για το δίκαιο των χρήσεων των διεθνών υδατορευμάτων» και έχει κάνει συμφωνία με Αλβανία και FYROM, με συμμετοχή και της Ε.Ε. για την προστασία και τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής του Πάρκου των Πρεσπών. Επίσης, έχει συσταθεί κοινή επιτροπή εμπειρογνομόνων με την Τουρκία για τον ποταμό Έβρο στο πλαίσιο της «Κοινής Δήλωσης για την προστασία του ποταμού Έβρου» και τον Ιούλιο του 2010 υπογράφηκε με τη Βουλγαρία «Κοινή Διακήρυξη για την κατανόηση και τη συνεργασία στον τομέα της χρήσης των υδατικών πόρων στις αντίστοιχες επικράτειες των κοινών Λεκανών Απορροής Ποταμού που μοιράζονται η Δημοκρατία της Βουλγαρίας και η Ελληνική Δημοκρατία» με σκοπό τον συντονισμό των δράσεων των δύο χωρών για την κατάρτιση των ΣΔΛΑΠ των διασυνοριακών ΛΑΠ. Τέλος η Ελλάδα έχει συνάψει διμερές σύμφωνο με το Ισραήλ για συνεργασία σε θέματα που αφορούν την διαχείριση των υδατικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος και συμμετέχει ενεργά στο «World Water Forum» που πραγματοποιείται κάθε τρία χρόνια από το Παγκόσμιο Συμβούλιο Υδάτων.

### **3.6. Προσέγγιση και Ανάλυση των πιέσεων- επιπτώσεων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/EC**

Η ανάλυση Πιέσεων – Επιπτώσεων (Impress Analysis) είναι ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια της οδηγίας. Σύμφωνα με το άρθρο 5 της Οδηγίας, κάθε κράτος μέλος εξασφαλίζει ότι, για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού ή για κάθε τμήμα διεθνούς περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού το οποίο βρίσκεται στο έδαφός του, αναλαμβάνει:

- την ανάλυση των χαρακτηριστικών της,
- την επισκόπηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην κατάσταση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων και
- και την οικονομική ανάλυση της χρήσης ύδατος,

με βάση τεχνικές προδιαγραφές των παραρτημάτων II και III.

Σύμφωνα με το Παράρτημα ΙΙ η επισκόπηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στη κατάσταση των επιφανειακών νερών ενσωματώνει πέντε διακριτά μέρη:

- Χαρακτηρισμός των τύπων συστημάτων των επιφανειακών υδάτων.
- Οικοπεριοχές και τύποι συστημάτων επιφανειακών υδάτων.
- Καθορισμός τυποχαρακτηριστικών συνθηκών αναφοράς για τους διάφορους τύπους συστημάτων επιφανειακών υδάτων.
- Προσδιορισμός των πιέσεων.
- Αξιολόγηση των επιπτώσεων.

Πιο συγκεκριμένα τα κράτη μέλη προσδιορίζουν την τοποθεσία και τα όρια των συστημάτων επιφανειακών υδάτων και χαρακτηρίζουν τα συστήματα επιφανειακών υδάτων εντός της περιοχής λεκάνη απορροής ποταμού είτε με μια από τις ακόλουθες κατηγορίες επιφανειακών υδάτων (ποταμοί, λίμνες, μεταβατικά ύδατα ή παράκτια ύδατα) είτε ως τεχνητά συστήματα επιφανειακών υδάτων είτε ως ιδιαίτερως τροποποιημένα υδατικά συστήματα. Ακολούθως τα σχετικά συστήματα επιφανειακών υδάτων εντός της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού, διακρίνονται σε τύπους. Οι τύποι αυτοί ορίζονται είτε με το «σύστημα Α» είτε με το «σύστημα Β». Για την περίπτωση των λιμνών αυτά τα συστήματα παρουσιάζονται στους δύο παρακάτω πίνακες (Πίνακες 3 & 4).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Τύποι λιμνών με το «Σύστημα Α»**

<b>Σύστημα Α</b>	
Σταθερή τυπολογία	Περιγραφείς
Οικοπεριοχή	Οικοπεριοχές του χάρτη Α του παραρτήματος ΧΙ
Τύπος	Τυπολογία υψομέτρου: Υψηλός >800m Μέσου υψομέτρου 200 – 800m Πεδινός <200m
	Τυπολογία βάθους βάσει του μέσου βάθους: <3m 3 – 15m >15m
	Τυπολογία μεγέθους βάσει της επιφάνειας: 0,5 – 1Km <sup>2</sup> 1 – 10Km <sup>2</sup> 10 – 100Km <sup>2</sup> >100Km <sup>2</sup>
	Γεωλογία: Ασβεστολιθικός

	Πυριτικός Οργανικός
--	------------------------

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Τύποι λιμνών με το «Σύστημα Β»**

<b>Σύστημα Β</b>	
Εναλλακτικός χαρακτηρισμός	Φυσικοί και χημικοί παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν τα χαρακτηριστικά της λίμνης και κατά συνέπεια τη δομή και τη σύνθεση του βιολογικού πληθυσμού.
Υποχρεωτικοί παράγοντες	Υψόμετρο Γεωγραφικό πλάτος Γεωγραφικό μήκος Βάθος Γεωλογία Μέγεθος
Προαιρετικοί παράγοντες	Μέσο βάθος νερού Σχήμα λίμνης Χρόνος παραμονής Μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία Φάσμα ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας Μεικτικά χαρακτηριστικά (μονομεικτική, διμεικτική, πολυμεικτική) Ικανότητα εξουδετέρωσης οξέων Βασική κατάσταση θρεπτικών ουσιών Μέση σύνθεση υποστρώματος Διακύμανση της στάθμης

Στη συνέχεια τα κράτη μέλη υποβάλλουν στην Επιτροπή χάρτη ή χάρτες (σε μορφή GIS) της γεωγραφικής θέσης των τύπων που αντιστοιχούν στο βαθμό διαχωρισμού που απαιτείται βάσει του συστήματος Α.

Για κάθε τύπο συστημάτων επιφανειακών υδάτων καθορίζονται τυποχαρακτηριστικές, υδρομορφολογικές και φυσικοχημικές συνθήκες που αντιπροσωπεύουν τις τιμές των υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων τα οποία ορίζονται στο παράρτημα V, για το συγκεκριμένο σύστημα επιφανειακών υδάτων όταν η οικολογική του κατάσταση χαρακτηρίζεται ως υψηλή, καθώς και τυποχαρακτηριστικές βιολογικές συνθήκες που αντιπροσωπεύουν τις τιμές των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων τα οποία ορίζονται στο παράρτημα V και τα οποία προβλέπονται για το συγκεκριμένο σύστημα επιφανειακών υδάτων όταν η οικολογική του κατάσταση χαρακτηρίζεται ως υψηλή. Ο ταμειυτήρας Κάρλας ανήκει στα ιδιαίτερος τροποποιημένα ή τεχνικά υδατικά συστήματα και ο πλέον συγκρίσιμος

τύπος επιφανειακών υδάτων είναι οι λίμνες άρα τυπομορφολογικές συνθήκες θα ληφθούν από τον αντίστοιχο πίνακα του παραρτήματος V (Πίνακες 5, 6, 7 & 8).

Για τις τυποχαρακτηριστικές βιολογικές συνθήκες αναφοράς, τα κράτη μέλη καταρτίζουν δίκτυο αναφοράς για κάθε τύπο συστήματος επιφανειακών υδάτων, το οποίο περιλαμβάνει επαρκή αριθμό τόπων υψηλής κατάστασης, ώστε να παρέχεται επαρκής αξιοπιστία για τις τιμές των συνθηκών αναφοράς, λαμβανομένων υπόψη της παραλλακτικότητας των τιμών των ποιοτικών στοιχείων που αντιστοιχούν σε υψηλή οικολογική κατάσταση για το συγκεκριμένο τύπο συστήματος επιφανειακών υδάτων και των τεχνικών μοντελοποίησης που εφαρμόζονται.



<b>Στοιχείο</b>	<b>Μέγιστο οικολογικό δυναμικό</b>	<b>Καλό οικολογικό δυναμικό</b>	<b>Μέτριο οικολογικό δυναμικό</b>
Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία	Οι τιμές των σχετικών βιολογικών ποιοτικών στοιχείων αντικατοπτρίζουν, στο μέτρο του δυνατού, τις τιμές που χαρακτηρίζουν το πλέον συγκρίσιμο τύπο συστήματος επιφανειακών υδάτων.	Μικρές αλλαγές των τιμών των σχετικών βιολογικών ποιοτικών στοιχείων σε σχέση με τις τιμές που απαντούν στο μέγιστο οικολογικό δυναμικό.	Μέτριες αλλαγές των τιμών των σχετικών βιολογικών ποιοτικών στοιχείων σε σχέση με τις τιμές που απαντούν στο μέγιστο οικολογικό δυναμικό.
Υδρομορφολογικά στοιχεία	Οι υδρομορφολογικές συνθήκες αντιστοιχούν στην ύπαρξη, στο σύστημα επιφανειακών υδάτων, μόνον των επιπτώσεων που οφείλονται στα τεχνητά ή ιδιαίτερα τροποποιημένα χαρακτηριστικά του υδατικού συστήματος μετά τη λήψη όλων των πρακτικώς εφικτών μετριστικών μέτρων.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.
Γενικές συνθήκες	Τα φυσικοχημικά στοιχεία αντιστοιχούν πλήρως ή σχεδόν πλήρως προς τις μη διαταραγμένες συνθήκες που χαρακτηρίζουν τον τύπο συστήματος επιφανειακών υδάτων που είναι ο πλέον συγκρίσιμος προς το συγκεκριμένο τεχνητό ή ιδιαίτερα τροποποιημένο σύστημα.	Οι τιμές των φυσικοχημικών στοιχείων παραμένουν εντός των ορίων που καθορίζονται για να εξασφαλίζεται η λειτουργία του οικοσυστήματος και η επίτευξη των τιμών που ορίζονται ανωτέρω για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.
Συγκεκριμένοι συνθετικοί ρύποι	Συγκεντρώσεις σχεδόν μηδενικές και οπωσδήποτε κάτω των ορίων ανίχνευσης των πλέον προηγμένων αναλυτικών μεθόδων γενικής χρήσης.	Οι συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν τα πρότυπα που καθορίζονται με τη διαδικασία του σημείου 1.2.6, με την επιφύλαξη των οδηγιών 91/414/ΕΚ και 98/8/ΕΚ.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.
Συγκεκριμένοι μη συνθετικοί ρύποι	Συγκεντρώσεις εντός των ορίων που συνήθως χαρακτηρίζουν τις μη διαταραγμένες συνθήκες του τύπου συστήματος επιφανειακών υδάτων ο οποίος είναι ο πλέον συγκρίσιμος με το συγκεκριμένο τεχνητό ή ιδιαίτερα τροποποιημένο σύστημα	Οι συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν τα πρότυπα που καθορίζονται με τη διαδικασία του σημείου 1.2.6 με την επιφύλαξη των οδηγιών 91/414/ΕΚ και 98/8/ΕΚ.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Ορισμοί του καλού και του μέτρου οικολογικού δυναμικού των ιδιαίτερος τροποποιημένων ή τεχνητών υδατικών συστημάτων (Οδηγία 2000/60,**

**ΠΕΡΑΡΤΗΜΑ V)**

<b>Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία</b>	<b>Υψηλή κατάσταση</b>	<b>Καλή κατάσταση</b>	<b>Μέτρια κατάσταση</b>
Φυτοπλαγκτόν	<p>Η ταξινομική σύνθεση και αφθονία του φυτοπλαγκτού αντιστοιχεί πλήρως ή σχεδόν πλήρως προς τις μη διαταραγμένες συνθήκες. Η μέση αφθονία φυτοπλαγκτού αντιστοιχεί προς τις τυποχαρακτηριστικές φυσικοχημικές συνθήκες και δεν αλλοιώνει σημαντικά τις τυποχαρακτηριστικές συνθήκες διαφάνειας. Οι εξανθήσεις πλαγκτού εμφανίζονται με συχνότητα και ένταση που αντιστοιχεί προς τις τυποχαρακτηριστικές φυσικοχημικές συνθήκες.</p>	<p>Παρατηρούνται ελαφρές αλλαγές της σύνθεσης και της αφθονίας των ταξινομικών κατηγοριών του πλαγκτού σε σχέση με τις τυποχαρακτηριστικές κοινότητες.</p>	<p>Η σύνθεση και αφθονία των ταξινομικών κατηγοριών του πλαγκτού διαφέρει μετρίως από τις τυποχαρακτηριστικές κοινότητες.</p>
Μακρόφυτα και φυτοβένθος	<p>Η ταξινομική σύνθεση αντιστοιχεί πλήρως ή σχεδόν πλήρως προς τις μη διαταραγμένες συνθήκες. Δεν παρατηρούνται ανιχνεύσιμες αλλαγές της μέσης μακροφυτικής και της μέσης φυτοβενθικής αφθονίας.</p>	<p>Παρατηρούνται ελαφρές αλλαγές της σύνθεσης και της αφθονίας των ταξινομικών κατηγοριών των μακροφύτων και του φυτοβένθους σε σχέση με τις τυποχαρακτηριστικές κοινότητες</p>	<p>Η σύνθεση των μακροφυτικών και φυτοβενθικών ταξινομικών κατηγοριών διαφέρει μετρίως από τις τυποχαρακτηριστικές κοινότητες και είναι σημαντικά αλλοιωμένη σε σχέση με εκείνη που παρατηρείται στην καλή κατάσταση.</p>
Πανίδα βενθικών ασπονδύλων	<p>Η ταξινομική σύνθεση αντιστοιχεί πλήρως ή σχεδόν πλήρως προς τις μη διαταραγμένες συνθήκες. Ο λόγος των ευαίσθητων στη διατάραξη ταξινομικών κατηγοριών προς τις μη ευαίσθητες δεν παρουσιάζει ενδείξεις αλλαγής σε σχέση με τις μη διαταραγμένες συνθήκες. Η στάθμη ποικιλότητας των ταξινομικών κατηγοριών ασπονδύλων δεν παρουσιάζει ενδείξεις αλλαγής σε σχέση με τις μη διαταραγμένες συνθήκες.</p>	<p>Ελαφρές αλλαγές της σύνθεσης και της αφθονίας των ταξινομικών κατηγοριών ασπονδύλων σε σχέση με τις τυποχαρακτηριστικές συνθήκες.</p>	<p>Η σύνθεση και η αφθονία των ταξινομικών κατηγοριών ασπονδύλων διαφέρουν μετρίως από τις τυποχαρακτηριστικές συνθήκες.</p>
Ιχθυοπανίδα	<p>Η σύνθεση και η αφθονία των ειδών</p>	<p>Ελαφρές αλλαγές της σύνθεσης και</p>	<p>Η σύνθεση και η αφθονία των ειδών ιχθύων</p>

	<p>αντιστοιχούν πλήρως ή σχεδόν πλήρως προς τις μη διαταραγμένες συνθήκες. Παρουσία όλων των τυποχαρακτηριστικών ειδών που είναι ευαίσθητα στη διατάραξη. Η κατανομή κατά ηλικίες των ιχθυοκοινοτήτων δεν παρουσιάζει ενδείξεις ανθρωπογενούς διατάραξης, ούτε ενδείξεις για αδυναμία αναπαραγωγής ή ανάπτυξης ενός συγκεκριμένου είδους.</p>	<p>της αφθονίας των ειδών σε σχέση με τις τυποχαρακτηριστικές κοινότητες, λόγω ανθρωπογενών επιπτώσεων στα φυσικοχημικά ή τα υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία.</p>	<p>διαφέρουν μετρίως από τις τυποχαρακτηριστικές κοινότητες λόγω ανθρωπογενών επιπτώσεων στα φυσικοχημικά ή τα υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία.</p>
--	---	---	---

<b>Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία</b>	<b>Υψηλή κατάσταση</b>	<b>Καλή κατάσταση</b>	<b>Μέτρια κατάσταση</b>
Υδρολογικό καθεστώς	<p>Η ποσότητα και η δυναμική της ροής, η στάθμη, ο χρόνος παραμονής καθώς και η συνακόλουθη σύνδεση με τα υπόγεια ύδατα, αντικατοπτρίζουν πλήρως ή σχεδόν πλήρως τις μη διαταραγμένες συνθήκες.</p>	<p>Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.</p>	<p>Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.</p>
Μορφολογικές συνθήκες	<p>Η διακύμανση του βάθους της λίμνης, η ποσότητα και η δομή του υποστρώματος και η δομή και οι συνθήκες της παρόχθιας ζώνης αντιστοιχούν πλήρως ή σχεδόν πλήρως προς τις μη διαταραγμένες συνθήκες.</p>	<p>Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία</p>	<p>Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.</p>

<b>Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία</b>	<b>Υψηλή κατάσταση</b>	<b>Καλή κατάσταση</b>	<b>Μέτρια κατάσταση</b>
Γενικές συνθήκες	Οι τιμές των φυσικοχημικών στοιχείων αντιστοιχούν πλήρως ή σχεδόν πλήρως προς τις μη διαταραγμένες συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών παραμένουν εντός των ορίων που συνήθως χαρακτηρίζουν τις μη διαταραγμένες συνθήκες. Τα επίπεδα αλατότητας, pH, ισοζυγίου οξυγόνου, ικανότητας εξουδετέρωσης οξέων, διαφάνειας και θερμοκρασίας δεν παρουσιάζουν ενδείξεις ανθρωπογενούς διατάραξης και παραμένουν εντός των ορίων που συνήθως χαρακτηρίζουν τις μη διαταραγμένες συνθήκες	Η θερμοκρασία, το ισοζύγιο οξυγόνου, το pH, η ικανότητα εξουδετέρωσης οξέων, η διαφάνεια και η αλατότητα δεν φθάνουν τα όρια που καθορίζονται για να εξασφαλιστεί η λειτουργία του οικοσυστήματος και η επίτευξη των τιμών που ορίζονται ανωτέρω για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία. Οι συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών δεν υπερβαίνουν τα όρια που καθορίζονται για να εξασφαλιστεί η λειτουργία του τυποχαρακτηριστικού οικοσυστήματος και η επίτευξη των τιμών που ορίζονται ανωτέρω για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.
Συγκεκριμένοι συνθετικοί ρύποι	Συγκεντρώσεις σχεδόν μηδενικές και οπωσδήποτε κάτω των ορίων ανίχνευσης των πλέον προηγμένων αναλυτικών μεθόδων γενικής χρήσης.	Οι συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν τα πρότυπα που καθορίζονται με τη διαδικασία του σημείου 1.2.6, με την επιφύλαξη των οδηγιών 91/414/ΕΚ και 98/8/ΕΚ.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.
Συγκεκριμένοι μη συνθετικοί ρύποι	Συγκεντρώσεις εντός των ορίων που συνήθως χαρακτηρίζουν τις μη διαταραγμένες συνθήκες.	Οι συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν τα πρότυπα που καθορίζονται με τη διαδικασία του σημείου 1.2.6, με την επιφύλαξη των οδηγιών 91/414/ΕΚ και 98/8/ΕΚ.	Συνθήκες που αντιστοιχούν στην επίτευξη των παραπάνω οριζόμενων τιμών για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.

**ΠΙΝΑΚΕΣ 5, 6 & 7: Ορισμοί της υψηλής, καλής και μέτριας οικολογικής κατάστασης των λιμνών (Οδηγία 2000/60, ΠΕΡΑΡΤΗΜΑ V)**

Για τον προσδιορισμό των πιέσεων τα κράτη μέλη συλλέγουν και διατηρούν πληροφορίες για τον τύπο και το μέγεθος των σημαντικών ανθρωπογενών πιέσεων που ενδέχεται να ασκούνται σε κάθε σύστημα, πιο συγκεκριμένα οφείλουν να:

- Υπολογίζουν και προσδιορίζουν τη σημαντική ρύπανση από σημειακές και διάχυτες πηγές, ιδίως από ουσίες του παραρτήματος VIII, που προέρχονται από αστικές, βιομηχανικές, γεωργικές και άλλες εγκαταστάσεις και δραστηριότητες.
- Υπολογίζουν και προσδιορίζουν την σημαντική υδροληψία για αστικές, βιομηχανικές, γεωργικές και λοιπές χρήσεις, καθώς και τις εποχιακές διακυμάνσεις, την ολική ετήσια ζήτηση και την απώλεια του νερού στα δίκτυα διανομής.
- Υπολογίζουν και προσδιορίζουν τις επιπτώσεις των σημαντικών μέτρων ρύθμισης της ροής του νερού, συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς και της εκτροπής του νερού, τα γενικά χαρακτηριστικά της ροής και τα ισοζύγια νερού.
- Προσδιορίζουν τις σημαντικές μορφολογικές αλλοιώσεις των υδατικών συστημάτων.
- Υπολογίζουν τις μορφές χρήσης της γης, συμπεριλαμβανομένου του προσδιορισμού των κυριότερων αστικών, βιομηχανικών και γεωργικών περιοχών και κατά περίπτωση, των αλιευτικών και δασικών περιοχών.

Τέλος τα κράτη μέλη αξιολογούν την ευαισθησία της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων στις προαναφερόμενες πιέσεις και ελέγχουν την τήρηση των ποιοτικών περιβαλλοντικών στόχων που προβλέπονται για κάθε σύστημα και οφείλουν να προβούν σε περεταίρω χαρακτηρισμό σε περιπτώσεις που υπάρχει κίνδυνος μη τήρησης των στόχων αυτών.

Απαραίτητο για να χαρακτηριστεί η IMPRESS analysis εύστοχη και επιτυχημένη είναι η χρήση μεθοδολογικού εργαλείου (DPSIR) με το οποίο θα γίνει η ανάλυση

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: DPSIR Ανάλυση

### 4.1.Αναπτυξη μεθοδολογίας - Υλικό

Η μεθοδολογία DPSIR (Driving forces – Pressure – State – Impact – Response), είναι ένα εργαλείο κατάλληλο για την πραγματοποίηση της ανάλυσης πιέσεων και της αξιολόγησης της κατάστασης του περιβάλλοντος. Αρχικά η μεθοδολογία αυτή εφαρμόστηκε στις ανθρωπιστικές επιστήμες και αργότερα η εφαρμογή της επεκτάθηκε και στις περιβαλλοντικές επιστήμες. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το Περιβάλλον πρότεινε τη χρήση της μεθοδολογίας DPSIR ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο στην εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60 για το νερό (WFD) από τα κράτη μέλη. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζετε ανάλυση των όρων της μεθοδολογίας με βάση το WFD CIS Guidance Document No.3, DEC. 2002.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Ανάλυση όρων DPSIR βάση της WFD CIS Guidance Document No.3, DEC. 2002**

D (Driving Forces)	Κατευθυντήριες Δυνάμεις: Είναι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που οδηγούν σε τροποποίηση του φυσικού περιβάλλοντος (π.χ. βιομηχανία, γεωργία).
P (Pressures)	Πιέσεις: Εκφράζουν τις άμεσες επιπτώσεις των κατευθυντήριων δυνάμεων στο περιβάλλον (π.χ. υγρά απόβλητα).
S (State)	Κατάσταση: Αφορά την παρούσα κατάσταση του υδάτινου σώματος, αξιολογώντας φυσικές, χημικές και βιολογικές παραμέτρους.
I (Impacts)	Επιπτώσεις: Εκφράζουν τις κοινωνικό-οικονομικές και οικολογικές επιπτώσεις στην υφιστάμενη κατάσταση.
R(response)	Απόκριση: Ως η αναγκαιότητα λήψης μέτρων για την βελτίωση της κατάστασης του υδάτινου σώματος (π.χ. μέτρα περιορισμού της ρύπανσης στη λεκάνη απορροής). Τα μέτρα αυτά μπορεί να στοχεύουν σε οποιοδήποτε από τα επιμέρους στάδια που περιγράφονται παραπάνω.

Για να εφαρμοσθεί το μοντέλο DPSIR απαιτείται η αναγνώριση των κατευθυντήριων δυνάμεων και η ποσοτικοποίηση των πιέσεων που ασκούνται στη λεκάνη απορροής, η αναγνώριση των εν δυνάμει σημαντικών πιέσεων, η εκτίμηση των επιπτώσεων και της πιθανότητας να μην επιτευχθούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι. Κατά τη διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη η περιγραφή του υδάτινου σώματος και της λεκάνης απορροής, η ύπαρξη δεδομένων παρακολούθησης της κατάστασης του υδάτινου σώματος και ο προσδιορισμός των περιβαλλοντικών στόχων.

Κατά τον προσδιορισμό των πιέσεων λαμβάνονται υπόψη οι κύριες κατηγορίες πιέσεων, οι οποίες είναι οι πιο εύκολες να αναγνωριστούν και να ποσοτικοποιηθούν με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία, αυτές είναι οι πιέσεις από σημειακές πηγές ρύπανσης, οι πιέσεις από διάχυτες πηγές ρύπανσης και οι πιέσεις από μορφολογικές αλλοιώσεις. Σημαντικές είναι οι πιέσεις εκείνες που προκαλούν μια επίπτωση που οδηγεί στη μη επίτευξη του περιβαλλοντικού στόχου της Οδηγίας.

Οι σημειακές πηγές ρύπανσης είναι εκροές από βιομηχανικές μονάδες, κτηνοτροφικές μονάδες (σταβλισμένες μονάδες), εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων ή αγωγούς με ανεπεξέργαστα λύματα, μεταλλεία – λατομεία και ΧΥΤΑ – ΧΑΔΑ.

Η διάχυτη ρύπανση είναι μια μη εστιασμένη εκροή ρυπασμένου ύδατος και προέρχεται από διάφορες χρήσεις γης όπως αγροτική, κτηνοτροφική και αστική δραστηριότητα, αστικά υγρά απόβλητα από οικισμούς που δεν εξυπηρετούνται από δίκτυα αποχέτευσης, και εγκαταλειμμένες βιομηχανικές ή άλλες εγκαταστάσεις οι οποίες είναι διασκορπισμένες σε ολόκληρη τη λεκάνη απορροής. Η κάθε μια δραστηριότητα μπορεί να έχει μικρή επίπτωση, ενώ όλες αθροιστικά έχουν σημαντική επίπτωση στο περιβάλλον. Η διάχυτη ρύπανση εκδηλώνεται κυρίως μετά από καταιγίδες και ισχυρές βροχοπτώσεις, οπότε και παρασύρονται οι ρυπαντές στο υδάτινο περιβάλλον. Για την ποσοτικοποίηση της διάχυτης ρύπανσης χρησιμοποιείται η μέθοδος των συντελεστών εξαγωγής των ρυπαντικών φορτίων, η οποία εκτιμά το συνολικό ετήσιο ρυπαντικό φορτίο που απορρέει στη λεκάνη απορροής ενός επιφανειακού υδάτινου σώματος, συναρτήσει διάφορων παραγόντων (π.χ. χρήσεις γης, εφαρμοζόμενες λιπάνσεις, είσοδος θρεπτικών από κατακρημνίσεις), που θεωρούνται διάχυτες πηγές ρύπανσης. Η μαθηματική σχέση (1) με την οποία εκφράζεται η μέθοδος των συντελεστών εξαγωγής είναι η εξής:

$$L = \sum_{i=1}^n E_i \cdot A_i \quad (4.1)$$

Όπου L : το απορρέων ρυπαντικό φορτίο

E : ο συντελεστής εξαγωγής για την πηγή i (π.χ. χρήση γης, κτηνοτροφία)

A : π.χ. η έκταση της χρήσης γης i που περιλαμβάνεται στη λεκάνη απορροής ή το πλήθος των ζώων της κτηνοτροφίας i

Ο επιμερισμός του απορριπτόμενου φορτίου σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα γίνεται με τη χρήση του συντελεστή S, που εκφράζει το ποσοστό του φορτίου που μπορεί να κατεισδύσει προς τον υπόγειο υδροφόρο. Ο συντελεστής S παίρνει τιμές με βάση την υδρολιθολογική συμπεριφορά των στρωμάτων της λεκάνης.



Τέλος, οι μορφολογικές τροποποιήσεις είναι δυνατό να προκαλέσουν αλλαγή ή απώλεια ενδιαιτημάτων και κατά συνέπεια την αλλαγή ή την απώλεια των ειδών που διαβιούν στο συγκεκριμένο μέρος.

Η εκτίμηση της πιθανότητας αποτυχίας επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων γίνεται με τη βοήθεια ορίων, η ασάφεια των οποίων οδηγεί στη δυσκολία διαχωρισμού των υδάτινων σωμάτων που κινδυνεύουν να μην πετύχουν τους στόχους τους από αυτά που δεν κινδυνεύουν.

Για την εφαρμογή του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν ερευνητικά δεδομένα τα οποία αφορούσαν εισερχόμενο φορτίο από σημειακές και μη-σημειακές πηγές ρύπανσης, ρυπαντικό φορτίο από ορεινές και πεδινές λεκάνες, στοιχεία έντασης απόληψης νερού, στοιχεία για την παρούσα φυσικοχημική και βιολογική κατάσταση του υπό μελέτη ταμιευτήρα, καθώς και στατιστικά στοιχεία χρήσεων γης και πληθυσμού.

Συγκεκριμένα τα δεδομένα εισερχόμενου ρυπαντικού φορτίου από σημειακές και μη-σημειακές πηγές ρύπανσης και τα στοιχεία έντασης απόληψης νερού στην λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα Κάρλας, αντλήθηκαν από το Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ): «Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 και του Π.Δ. 51/2007ΑΡ. ΕΡΓΟΥ: 2010ΣΕ07580000, ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και τα υπόγεια υδατικά σώματα, Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (Φεβρουάριος, 2012)». Τα υπόλοιπα στοιχεία αντλήθηκαν από την παρακολούθηση των αβιοτικών παραμέτρων από το Φορέα Διαχείρισης Περιοχής Οικονομικής Ανάπτυξης Κάρλας – Μαυροβουνίου – Κεφαλόβρυσου – Βελεστίου, από το Σχέδιο Δράσης για τη Ζώνη Ειδικής Προστασίας: «GR1430007 Περιοχή Ταμιευτήρων Πρώην Λίμνης Κάρλας». Τέλος αξιοποιήθηκαν προγενέστερα ερευνητικά δεδομένα των Loukas et al 2007, Papadimitriou et al 2011, Sidiropoulos et al 2012, Laspidou, Kakoulidis, Loukas, 2011, Kagalou, 2010.

Ακολούθησε επεξεργασία των δεδομένων αυτών, η παραγωγή συγκριτικών διαγραμμάτων και η αξιολόγηση με βάση όσα ορίζει η Οδηγία 2000/60/ΕΚ.

## 4.2.Κατευθυντήριες δυνάμεις (Driving forces)

- Γεωργία και κτηνοτροφία

Η περιοχή της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται από έντονη γεωργική δραστηριότητα και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή μελέτης το 61,41% (74,319 ha) των χρήσεων γης αντιστοιχεί σε γεωργικές δραστηριότητες. Οι αυξημένες απαιτήσεις σε νερό σε συνδυασμό με την κακή ποιότητα του αρδευτικού δικτύου, οδηγούν σε άντληση μεγάλων ποσοτήτων νερού από επιφανειακά και υπόγεια νερά. Επίσης, τις τελευταίες δεκαετίες η εντατικοποίηση των καλλιεργειών οδηγεί σε εκτεταμένη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων με αποτέλεσμα τη συνεχή ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων

Οι καλλιεργείες που επικρατούν στην περιοχή είναι το βαμβάκι, που απαιτεί μεγάλες ποσότητες σε νερό και συχνή λίπανση και το σκληρό σιτάρι. Καθώς επίσης και τα κηπευτικά όπως, τομάτα θερμοκηπίου, βιομηχανική τομάτα, κουνουπίδια κ.α. Στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) φαίνεται αναλυτικά η κατανομή των καλλιεργειών στην λεκάνη απορροής του ταμειυτήρα Κάρλας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Κατανομή καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης**

Είδος Καλλιέργειας	Εκτάσεις (στρ.)	%
Σιτάρι μαλακό	4861	0,65
Σιτάρι σκληρό	95310	12,71
Κριθάρι	14611	1,95
Βρώμη	84	0,01
Σίκαλη	41	0,01
Βίκος	988	0,13
Καλαμπόκι	7429	0,99
Όσπρια (φασόλια, κουκιά, ρεβίθια)	81	0,01
Καπνός	283	0,04
Βαμβάκι ποτιστικό	130254	17,36
Ζαχαρότευτλα	6313	0,84
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	3379	0,45
Τριφύλλια ετήσια και λοιπά πολυετή	609	0,08
Τεχνητοί λειμώνες (λιβάδια)	807	0,11
Καρπούζια	1887	0,25
Πεπόνια	381	0,05
Πατάτες	1629	0,22

Κηπευτικά-Λαχανικά	439728	58,62
Δενδρώδη	30381	4,05
Αμπέλια	11048	1,47

Επίσης στην περιοχή παρατηρείται και έντονη κτηνοτροφική δραστηριότητα σε άμεση γειτονία με τον ταμιευτήρα Κάρλας, που αποτελεί άλλο ένα παράγοντα επιβάρυνσης της ποιότητας των υδάτων του. Στον πίνακα (Πίνακας 10) που ακολουθεί παρουσιάζεται ο αριθμός ζώων και εκμεταλλεύσεων ανά είδος ζώου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Αριθμός ζώων και εκμεταλλεύσεων ανά είδος ζώου στην περιοχή μελέτης**

Είδος ζώου	Αριθμός εκμεταλλεύσεων	Αριθμός ζώων
Αίγες	615,0	62506
Βοοειδή	117,0	8827
Ιπποειδή - Όνοι	40,0	68
Πουλερικά	3753,0	289964
Προβατοειδή	981,0	161871
Χοίροι	43,0	17004

- Οικιστική και τουριστική δραστηριότητα

Άλλη μια κατευθυντήρια δύναμη στην περιοχή είναι η οικιστική και τουριστική δραστηριότητα καθώς συντελούν στην ποσοτική (ζήτηση νερού) και ποιοτική (υγρά αστικά απόβλητα) υποβάθμιση των υδατικών πόρων της περιοχής μελέτης. Στη περιοχή υπάρχουν 44 δημοτικά διαμερίσματα με συνολικό πληθυσμό 160.710 κατοίκων, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού συγκεντρώνεται στο Δ.Δ Λάρισας (77,65%). Επίσης σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕΑ (2003) στις ξενοδοχειακές μονάδες της περιοχής αντιστοιχεί το 50% της κατανάλωσης νερού από το σύνολο των ξενοδοχειακών μονάδων του υδατικού διαμερίσματος. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην περιοχή υπάρχουν Ε.Ε.Λ μόνο στο Δ.Δ. Αγιάς και Λάρισας, το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει μελλοντικά σε προβλήματα σχετικά με τη διαχείριση των υγρών αστικών αποβλήτων.

- Βιομηχανία

Όσον αφορά τη βιομηχανική δραστηριότητα, στην περιοχή μελέτης βρίσκονται 52 βιομηχανικές μονάδες και οι περισσότερες είναι βιομηχανίες ειδών διατροφής. Ακόμα στην περιοχή υπάρχουν χώροι εξόρυξης ορυκτών της τάξης των 90,97 ha. Πρόκειται για ένα χώρο εξόρυξης βιομηχανικών υλικών και συγκεκριμένα αργίλου κεραμοποιίας

(50 ha ) στο Ν. Λάρισας και μια λατομική περιοχή αδρανών υλικών στο ΝΑ όριο της περιοχής μελέτης στο Ν. Μαγνησίας.

- Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην υδρομορφολογία της περιοχής

Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στις φυσικές συνθήκες των επιφανειακών νερών, έχουν ως αποτέλεσμα τις αλλαγές στην υδρομορφολογία των επιφανειακών υδάτινων σημάτων και αποτελούν ακόμα μια κατευθυντήρια δύναμη. Στην περιοχή μελέτης τέτοια παρέμβαση αποτελεί η αποξήρανση της λίμνης το 1962 και τα έργα που την ακολούθησαν, που άλλαξε ριζικά τη μορφολογία του τοπίου. Αυτή η επέμβαση επηρέασε καθορίστηκα την περιοχή τόσο σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο περιβάλλοντος (βιοποικιλότητα, υπόγεια υδροφορία κ.α.). Ανάλογες επιπτώσεις έχει και η διαδικασία επαναπλήρωσης της λίμνης που πραγματοποιείται σήμερα. Η Οδηγία πλαίσιο για τα νερά (2000/60), θέτει διαφορετικούς στόχους για τα συστήματα αυτά και προτείνει διαφορετικούς τρόπους διαχείρισης τους, χαρακτηρίζοντας τα ως Ιδιαίτερως Τροποποιημένα ή Τεχνητά Υδάτινα Σώματα.

- Τεχνικές υποδομές

Στην περιοχή επίσης υπάρχουν τεχνικές υποδομές όπως οδικοί άξονες, σιδηροδρομική γραμμή και αεροδρόμια, ΧΥΤΑ, ΧΑΔΑ, δίκτυα ύδρευσης και άρδευσης, ενώ υπάρχουν και ανεξέλεγκτες χωματερές. Όλες αυτές οι τεχνικές υποδομές χρήζουν προσοχής καθώς είναι πιθανό να προκαλέσουν προβλήματα στην ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων νερών της περιοχής μελέτης.

Η οικιστική, τουριστική, γεωργοκτηνοτροφική και βιομηχανική δραστηριότητας στη λεκάνη απορροής της Κάρλας δημιουργεί μεγάλες ανάγκες σε νερό με αποτέλεσμα την αυξημένη άντληση, συχνά και υπεράντληση από επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους. Στην περιοχή υπάρχει μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων, πολλές από τις οποίες είναι και παράνομες και είναι αδύνατο να γνωρίζουμε τον ακριβή αριθμό τους και την παροχή με την οποία αντλούν.

- Κλιματική αλλαγή

Τέλος, η κλιματική αλλαγή αποτελεί σημαντική κατευθυντήρια δύναμη. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας (WMO 2006) η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης είχε αυξηθεί ήδη από τον προηγούμενο αιώνα κατά 0,7 °C και με βάση τις προβλέψεις της Διεθνούς Επιτροπής σε θέματα Κλιματική Αλλαγής (IPCC 2007) οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) θα συνεχίσουν να

αυξάνονται τις επόμενες δεκαετίες αν συνεχιστεί η υπάρχουσα πολιτική σε θέματα κλιματικής αλλαγής, με αποτέλεσμα την περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας και αλλαγής του κλίματος με απρόβλεπτες συνέπειες στη διάρκεια του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

Η κλιματική αλλαγή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, αλλαγές στις κλιματικές ζώνες, λιώσιμο των πάγων, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και έντονα καιρικά φαινόμενα όπως η ξηρασία και οι πλημμύρες. Επίσης, όσον αφορά τους ταμιευτήρες, επηρεάζει τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά τους, αν και το μέγεθος της επιρροής αυτής ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη συστήματος και τη γεωγραφική του θέση.

Τέλος, επηρεάζει τις διαδικασίες θέρμανσης, ψύξης, ανάμιξης και κυκλοφορίας στο εσωτερικό ενός ταμιευτήρα. Συγκεκριμένα η αλλαγές στο κλίμα προκαλούν αλλαγές στη θερμοδυναμική ισορροπία κατά μήκος της διεπιφάνειας νερού – αέρα, στην ποσότητα της προερχόμενης από τον άνεμο ενέργειας που εισέρχεται στο σύστημα καθώς και στο ρυθμό με τον οποίο εκβάλουν οι χείμαρροι μέσα στον ταμιευτήρα. Όλες αυτές οι διαδικασίες προκαλούν διαφοροποιήσεις στα θρεπτικά, στα χαρακτηριστικά της τροφικής αλυσίδας, στα λιμνολογικά χαρακτηριστικά, στο βάθος καθώς και στο ευρύτερο υδατικό οικοσύστημα του ταμιευτήρα (Sahoo, Schladow, 2008).

### 4.3. Πιέσεις (Pressure)

- Γεωργία

Η γεωργική δραστηριότητα της περιοχής ασκεί περιβαλλοντικές πιέσεις στη λίμνη Κάρλα και στη ευρύτερη περιοχή τόσο σε επίπεδο ποσότητας όσο και σε επίπεδο ποιότητας. Οι μεγαλύτερες ποσότητες νερού για άρδευση αντλούνται από υπόγεια νερά, περίπου 37,9 hm<sup>2</sup>/έτος.

Όσον αφορά την ποιότητα, η ρύπανση εμφανίζεται κυρίως με τη μορφή θρεπτικών, αζώτου και φωσφόρου και συντηρητικών ρύπων όπως τα φυτοφάρμακα. Το ρυπαντικό φορτίο που προέρχεται από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις υπολογίζεται με τη χρήση συντελεστών για τη συνιστώμενη λίπανση ανά καλλιέργεια και συντελεστές απορρόφησης από τα φυτά. Στη συνέχεια υπολογίζονται τα ποσοστά επιφανειακής απορροή των θρεπτικών με βάση το είδος του εδάφους και τη διαπερατότητα της υπό μελέτη λεκάνης απορροής και τα ποσοστά έκπλυσης των θρεπτικών (1 - 6% N, 1,5 - 3% P). Τέλος γίνεται παραδοχή ότι το 40% των ρυπαντικών φορτίων αντιστοιχεί στην περίοδο Οκτωβρίου – Μαΐου και το 60% στη περίοδο Μαΐου – Σεπτεμβρίου που είναι η περίοδος αρδεύσεων και αυξάνεται η έκπλυση. Τέλος για τον υπολογισμό των ποσοτήτων θρεπτικών (αζώτου και

φωσφόρου) γίνεται η υπόθεση ότι η εφαρμογή των λιπασμάτων γίνεται με βάση τους κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής (<17kg N/στρ.), στην πραγματικότητα όμως οι ποσότητες αυτές μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερες καθώς οι γεωργοί συχνά εφαρμόζουν πολύ μεγαλύτερες ποσότητες λίπανσης από της απαιτούμενες.

- Κτηνοτροφία

Στην περιοχή της λεκάνης απορροής του ταμιευτήρα Κάρλας ο τομέας της κτηνοτροφίας είναι αρκετά αναπτυγμένος, με αποτέλεσμα την παραγωγή ρυπαντικών φορτίων που καταλήγουν στον ταμιευτήρα. Το ρυπαντικό φορτίο που παράγεται από την κτηνοτροφία εξαρτάται από το είδος, το βάρος και την παραγωγικότητα των ζώων, τις διατροφικές διαφορές και από τις διαφορές στις συνθήκες σταβλισμού, έτσι μπορεί να προκύπτουν διαφορετικά ρυπαντικά φορτία ακόμα και για ζώα του ίδιου είδους, στην ίδια περιοχή. Οι κυριότεροι παράγοντες ρύπανσης που οφείλονται στην κτηνοτροφική δραστηριότητα είναι το ολικό άζωτο, το ολικό φωσφόρο και το οργανικό φορτίο (BOD) των παραγόμενων υγρών αποβλήτων.

Τα παραγόμενα ρυπαντικά φορτία από την κτηνοτροφική δραστηριότητα υπολογίζονται με τη χρήση κατάλληλων συντελεστών, βάση του πληθυσμού και του είδους των ζώων. Ακολουθώντας πρέπει να υπολογιστούν οι συντελεστές επιφανειακής απορροής με βάση τη μέση διαπερατότητα της υπό μελέτη λεκάνης απορροής και του βαθμού έκπλυσης των θρεπτικών. Σύμφωνα με τους Andreadakis et al (2007), γίνεται η παραδοχή ότι το 20% του παραγόμενου BOD, το 15% του ολικού αζώτου και το 3% του ολικού φωσφόρου, τελικά καταλήγει στον υδάτινο αποδέκτη με τις επιφανειακές απορροές.

Στην περιοχή του ταμιευτήρα Κάρλας υπάρχουν 6 μονάδες σταβλισμένης κτηνοτροφίας (σημειακή πηγή ρύπανσης), στις οποίες υπάρχουν 1182 αγελάδες γαλακτοπαραγωγής και κρεατοπαραγωγής και 167000 πουλερικά. Για τον υπολογισμό των ρυπαντικών φορτίων που προέρχονται από αυτές, λόγω έλλειψης ακριβέστερων στοιχείων, γίνεται η παραδοχή ότι δεν υπάρχει κανενός είδους επεξεργασία, διαχωρισμός υγρών και στερεών αποβλήτων και μείωση του οργανικού φορτίου και των ολικών στερεών. Ο υπολογισμός των ρυπαντικών φορτίων από τη λοιπή κτηνοτροφία της περιοχής γίνεται με τη χρήση κατάλληλων συντελεστών εκπομπής για κάθε είδος ζώο και ανάλογα με το βάρος του (Πίνακας 11).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Συντελεστές εκπομπής κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πίεσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)**

Είδος ζώου	Βάρος ζώου (Kg ζώντος βάρους)	BOD (kg/tn ZB/ημέρα)	Ολικό N (kg/tn ZB/ημέρα)	Ολικό P (kg/tn ZB/ημέρα)
<b>Γαλακτοφόρες</b>				
<b>Αγελάδες</b>	600	1,8	0,36	0,044
<b>Μοσχάρια</b>	450	1,3	0,55	0,035
<b>Χόροι</b>	Χοιρίδια 60 Χοιρομητέρες 200	2,2	0,39	0,075
<b>Πουλερικά</b>	1,8 – 2,2	3,6	0,99	0,339
<b>Αιγοπρόβατα</b>	60	0,9	0,47	0,14

- Βιομηχανία

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στη περιοχή η βιομηχανική δραστηριότητα αφορά κυρίως βιομηχανίες τροφίμων. Οι βιομηχανίες αυτές διαθέτουν τα επεξεργασμένα ή μη, υγρά απόβλητα τους στο υπέδαφος και σε παρακείμενα ρέματα ή τάφρους, η πιο επιβαρυνμένη από τη βιομηχανική δραστηριότητα είναι η τάφρος 9T και η 1T που δέχεται τα νερά της 9T για τον υγρότοπο επεξεργασίας στραγγισμάτων. Στην περιοχή υπάρχουν, 3 βιομηχανίες που είναι εντός βιομηχανικής περιοχής και τα υγρά τους απόβλητα πηγαίνουν στην αντίστοιχη ΕΕΛ της ΒΙ.ΠΕ και κατά συνέπεια δεν υπολογίζονται χωριστά τα ρυπαντικά τους φορτία. Επίσης 19 βιομηχανίες δεν παράγουν υγρά απόβλητα (π.χ. κεραμοποιίες) ή έχουν μικρή ποσότητα λυμάτων μόνο από τους εργαζομένους, είτε δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία. Ακόμα, 10 βιομηχανικές μονάδες διαθέτουν τα υγρά τους απόβλητα σε βόθρους και από εκεί στο υπέδαφος, οπότε θεωρούμαι ότι δεν επιβαρύνουν άμεσα τον ταμιευτήρα Κάρλας και 5 εφαρμόζουν σύστημα ανακύκλωσης νερού. Τέλος 5 μονάδες υπάγονται στην Οδηγία για τον Ολοκληρωμένο Έλεγχο και Πρόληψης της Ρύπανσης (IPPC) και 6 στην Οδηγία για τα ατυχήματα μεγάλης έκτασης (Seveso).

- Διάθεση υγρών αστικών αποβλήτων

Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας πίεσης για τα επιφανειακά νερά είναι η διάθεση των αστικών αποβλήτων επεξεργασμένων ή μη, τα οποία συνήθως περιέχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Στην περιοχή υπάρχουν δύο Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων, η ΕΕΛ Αγίας που είναι εκτός της λεκάνης απορροής του ταμιευτήρα Κάρλας και ΕΕΛ Λάρισας που είναι εντός της λεκάνης απορροής και τα



επεξεργασμένα λύματα πέφτουν στον Πηνειό και στη συνέχεια στη λίμνη. Επίσης υπάρχουν κάποιο οικισμοί που στο σύνολο τους ή ένα μέρος τους διαθέτει δίκτυο αποχέτευσης που δεν καταλήγει σε ΕΕΛ, όπως η Αγιά, το Κιλελέρ, η Ανατολή και το Βελεστίνο και αποδέκτης είναι παρακείμενα ρέματα. Στα υπόλοιπα δημοτικά διαμερίσματα της περιοχής δεν υπάρχουν ΕΕΛ και στην πλειοψηφία τους διαθέτουν τα λύματα τους σε σηπτικούς βόθρους και κατά συνέπεια ένα μικρό ποσοστό (3 – 9% BOD, 10 – 30% N, 3% P) του ρυπαντικού τους φορτίου απορρέει επιφανειακά.

Το ρυπαντικό φορτίο που προέρχεται από αστικά υγρά απόβλητα υπολογίζεται με βάση τους ισοδύναμους κατοίκους ενός οικισμού και την ανά κάτοικο παραγωγή φορτίου θρεπτικών (TN, TP), στερεών (TSS) και οργανικού φορτίου (BOD). Οι συντελεστές εκπομπής για τα αστικά απόβλητα είναι 60 gr/κατ. ημέρα BOD, 12 gr/κατ. ημέρα ολικό άζωτο και 2,5 gr/κατ. ημέρα ολικό φωσφόρο και η αποδοτικότητα (efficiency) για ΕΕΛ με δευτεροβάθμια επεξεργασία και απομάκρυνση αζώτου είναι 90% μείωση του BOD, 80% του TN και 20% του TP. Η ΕΕΛ Λάρισας έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί πληθυσμό 210.000 και σήμερα εξυπηρετεί 142.000. Αποδέκτης των επεξεργασμένων λυμάτων είναι ο Πηνειός (που χαρακτηρίζεται ως κανονικός με γλυκά νερά) και μέσω αυτού ο ταμιευτήρας Κάρλας.

- Διάθεση στερεών αποβλήτων

Η επίδραση των στερεών αποβλήτων στην ρύπανση των υδατικών πόρων είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα μεγαλύτερα ρυπαντικά φορτία προέρχονται από χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων και σε περιστατικά έντονης βροχόπτωσης τα στιγμιαία φορτία μπορεί να πολλαπλασιαστούν. Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει χωροθετημένος κάποιος ΧΥΤΑ, υπάρχει όμως αναφορά για ύπαρξη παράνομων χωματερών με κτηνοτροφικά απόβλητα, άδεια μπουκάλια φυτοφαρμάκων κ.α. Επίσης υπάρχει ένας ΧΑΔΑ στο Ν. Λαρίσης, στο Δ.Δ. Αγιάς που είναι εκτός λειτουργίας αλλά δεν έχει αποκατασταθεί αν και διαθέτει άδεια αποκατάστασης, η έκτασή του είναι της τάξης των 27στρ. και δεχόταν κυρίως οικιακά αστικά απόβλητα, υλικά εκσκαφών και κατεδάφισης. Τα ρυπαντικά φορτία του είναι 9,8 Kg/day οργανικό φορτίο (BOD), 19,6 Kg/day ολικά στερεά (TSS) , 5,88 Kg/day άζωτο (TN) και 4,9 Kg/day φώσφορο (TP), αλλά δεν επηρεάζουν άμεσα τον ταμιευτήρα Κάρλας καθώς το σύνολο των φορτίων κατεισδύει και δεν απορρέει επιφανειακά.

- Χρήσεις γης

Οι χρήσεις γης αποτελούν παράγοντα πίεσης καθώς από αυτές παράγονται φορτία θρεπτικών, κυρίως αζώτου και φωσφόρου, η κατανομή τους στην περιοχή της λεκάνης απορροής του ταμιευτήρα Κάρλας φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 12). Οι διάφορες χρήσεις γης ομαδοποιούνται σε πέντε βασικές κατηγορίες.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Κατανομή χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης (Σύστημα Διαχείρισης Νερών, Εδαφών και συστημάτων Κάρλας, Α΄ Φάση – 4<sup>ο</sup> Παραδοτέο, «Τεχνική Έκθεση»)**

Χρήσεις γης	ΕΚΤΑΣΗ (ha)	Ποσοστά %
Επιφανειακά νερά	358,5	0,30
Δασικές εκτάσεις	32.287,10	26,68
Βοσκότοποι	9.659,30	7,98
Γεωργικές εκτάσεις	74.319,54	61,41
Αστικές περιοχές	4.399,88	3,64

Για την κάθε μια κατηγορία από τις ομαδοποιημένες χρήσεις γης υπολογίζονται τα εκπεμπόμενα φορτία αζώτου και φωσφόρου βάση των αντίστοιχων συντελεστών απορροής. Οι συντελεστές αυτοί φαίνονται στον πίνακα (Πίνακας 13) που ακολουθεί, όπως και οι προκύπτουσες τιμές θρεπτικών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 13: Συντελεστής απορροής θρεπτικών από τις χρήσεις γης (WL-Delft et al., 2005)**

Χρήσεις γης	Ολικό N (kg/ha*yr)	Ολικό P (kg/ha*yr)
Επιφανειακά νερά	1,2	0,01
Δασικές εκτάσεις	3	0,1
Βοσκότοποι	5	0,5
Γεωργικές εκτάσεις	30	0,5
Αστικές περιοχές	5	1

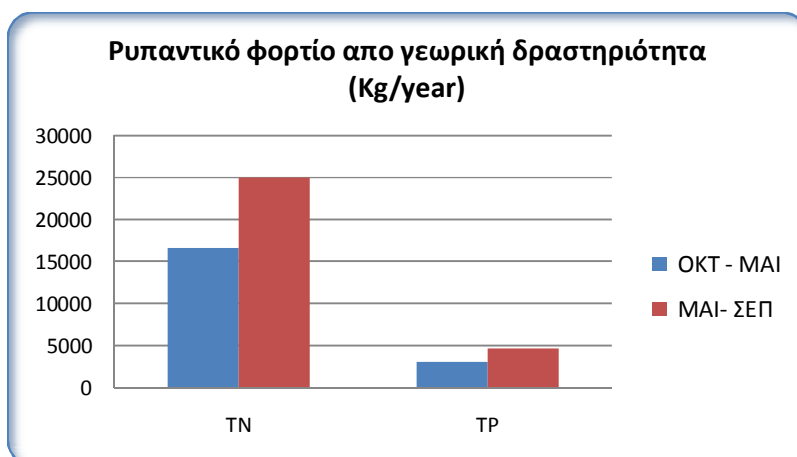
#### 4.3.1. Διάχυτες πηγές ρύπανσης

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 14 έως 18) και διαγράμματα (Διαγράμματα 1 έως 10) παρουσιάζονται οι ποσότητες ρυπαντικών φορτίων από διάχυτες πηγές ρύπανσης που απορρέουν επιφανειακά στη λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα Κάρλας και η σχηματική τους απεικόνιση. Διάχυτες πηγές ρύπανσης στην περιοχή μελέτης είναι η γεωργία, η κτηνοτροφία, η διάθεση υγρών αποβλήτων από οικισμούς χωρίς ΕΕΛ και οι χρήσεις γης

Γεωργία:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Ρυπαντικά φορτία από γεωργική δραστηριότητα (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πίεσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)**

	TN (Kg/year)	TP (Kg/year)
<b>ΟΚΤ - ΜΑΙ</b>	16671,36	3073,782
<b>ΜΑΙ - ΣΕΠ</b>	25007,04	4610,673
<b>Σύνολο</b>	41678,4	7684,455

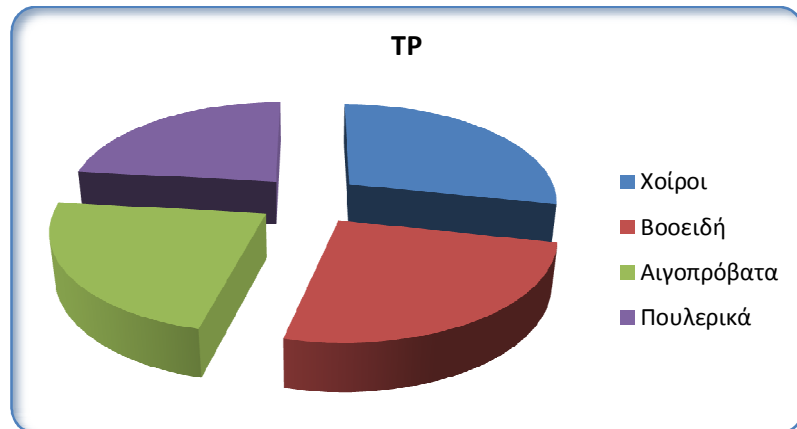
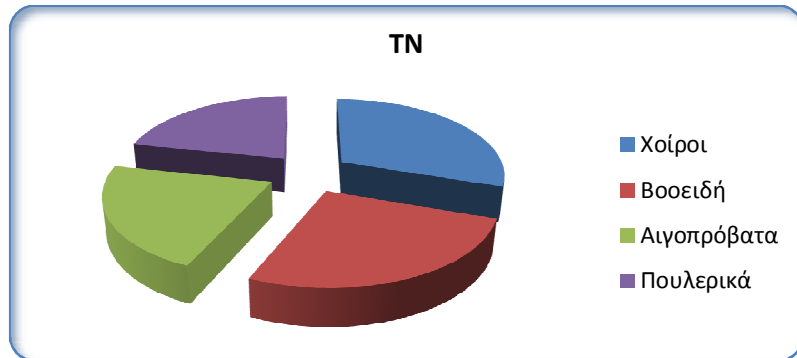
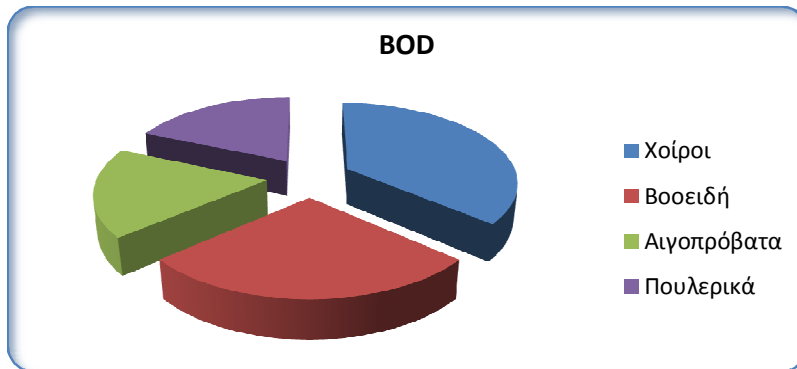


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Ρυπαντικά φορτία από γεωργική δραστηριότητα**

Κτηνοτροφία:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 15: Ρυπαντικών φορτίων από κτηνοτροφική δραστηριότητα (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πίεσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)**

Μη – σημειακά Ρυπαντικά φορτία	BOD (Kg/day)	TN (Kg/day)	TP (Kg/day)
<b>Χοίροι</b>	441,29	162,36	8,33
<b>Βοοειδή</b>	333,05	141,54	7,49
<b>Αιγοπρόβατα</b>	216,48	116,57	6,74
<b>Πουλερικά</b>	224,81	116,57	6,83
<b>Σύνολο</b>	1215,62	537,04	29,39



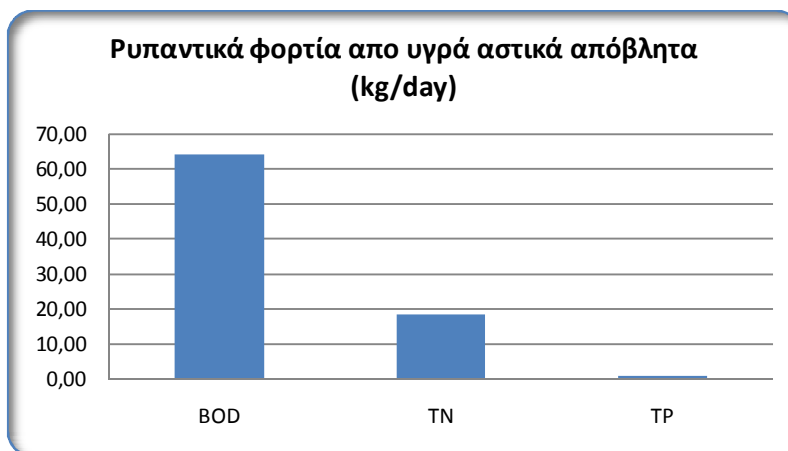
**ΔΙΑΦΡΑΜΜΑΤΑ 2,3,4:** Κατανομή εκρών ρυπαντικού φορτίου ανά ειδώς ζώου

Οι μεγαλύτερες ποσότητες ρυπαντικών φορτίων προέρχονται από τα βοοειδή και τους χοίρους και ακολουθούν, χωρίς μεγάλες διαφοροποιήσεις στα ποσοστά τα αιγοπρόβατα και τα πουλερικά. Στις απορροές BOD πρωτοστατούν οι χοίροι, ενώ στις απορροές TN και TP τα βοοειδή.

Διάθεση υγρών αποβλήτων:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 16:** Ρυπαντικά φορτία από διάθεση υγρών αποβλήτων (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)

BOD (kg/day)	TN (kg/day)	TP (kg/day)
64,15	18,33	0,70

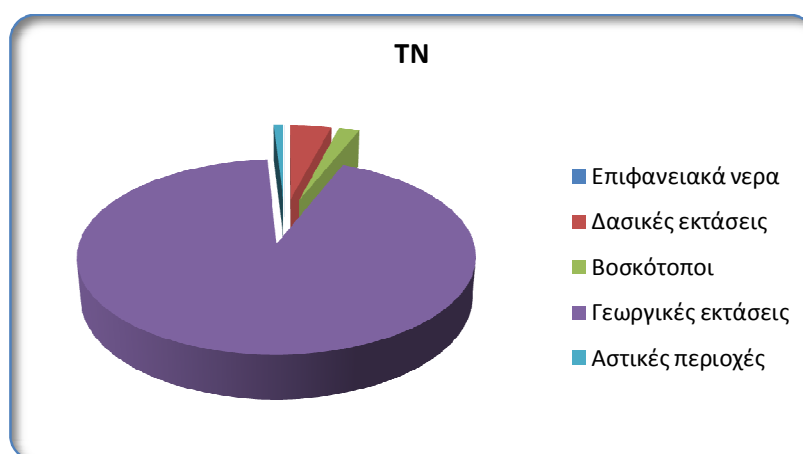


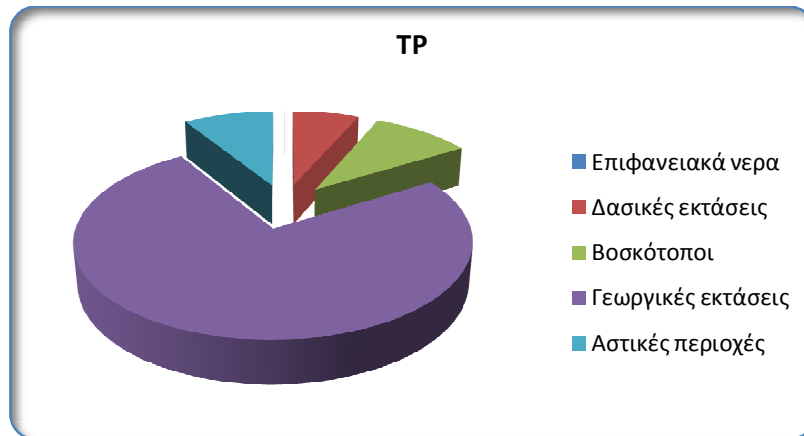
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5:Ρυπαντικά φορτία από υγρά αστικά απόβλητα**

Χρήσεις γης:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 17: Ρυπαντικά φορτία από χρήσεις γης**

Χρήσεις γης	Ολικό N (kg/day)	Ολικό P (kg/day)
Επιφανειακά νερά	1,18	0,01
Δασικές εκτάσεις	265,37	8,85
Βοσκότοποι	132,32	13,23
Γεωργικές εκτάσεις	6108,46	101,81
Αστικές περιοχές	60,27	12,05





**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 6,7:** Κατανομή ρυπαντικών φορτίων ανά κατηγορία χρήσης γης

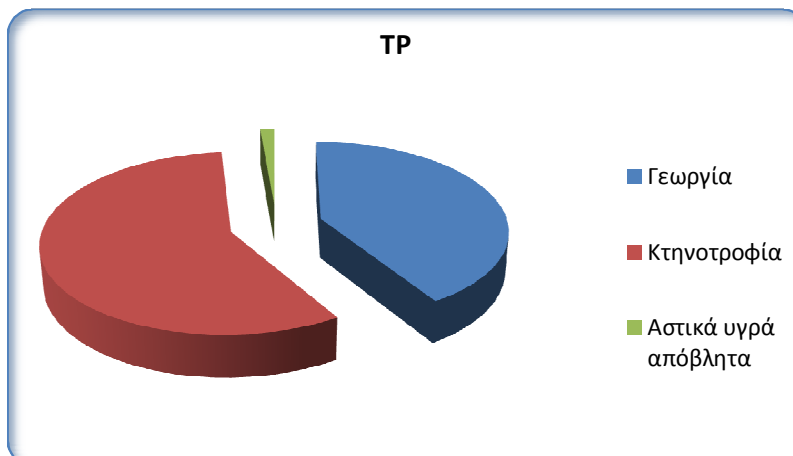
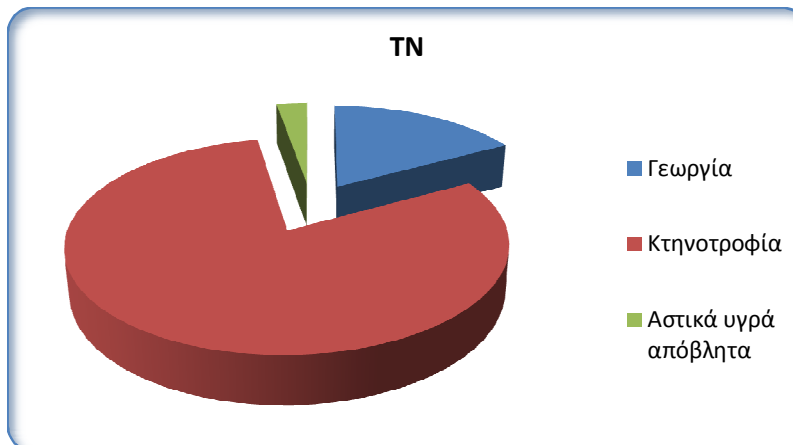
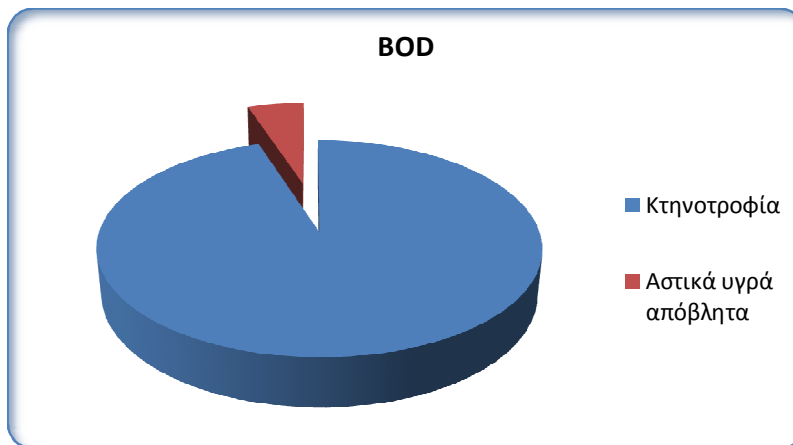
Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα, το μεγαλύτερο ποσοστό ρυπαντικού φορτίου προέρχεται από τις γεωργικές εκτάσεις (γεωργική και κτηνοτροφική δραστηριότητα), όπως είναι αναμενόμενο καθώς στην περιοχή η γεωργία και η κτηνοτροφία είναι οι κυριότερες τομείς δραστηριότητας

Συνολική αξιολόγηση διάχυτων πηγών ρύπανσης:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 18:** Συνολικά ρυπαντικά φορτία από διάχυτες πηγές ρύπανσης (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)

	<b>BOD (kg/day)</b>	<b>TN (kg/day)</b>	<b>TP (kg/day)</b>
<b>Γεωργία</b>		114,19	21,05
<b>Κτηνοτροφία</b>	1215,62	537,04	29,39
<b>Αστικά υγρά απόβλητα</b>	64,15	18,33	0,70
<b>Σύνολο</b>	1279,77	669,55	51,15

Όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα που ακολουθούν η συντριπτική πλειοψηφία των ρυπαντικών φορτίων από διάχυτες πηγές ρύπανσης προέρχεται από την κτηνοτροφία και ακολουθεί η γεωργία. Η συμβολή των υγρών αστικών αποβλήτων ως διάχυτη πηγή ρύπανσης είναι πολύ μικρή. Πράγμα αναμενόμενο, καθώς προέρχεται από οικισμούς που διαθέτουν τα υγρά απόβλητα τους σε βόθρους και άρα το μεγαλύτερο μέρος των ρυπαντικών φορτίων διηθείται στο έδαφος και τους υπόγειους υδατικού πόρου και δεν επηρεάζει άμεσα τον ταμιευτήρα Κάρλας.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8,9,10 :** Συγκριτικά διαγράμματα διάχυτων πηγών ρύπανσης

#### 4.3.2. Σημειακές πηγές ρύπανσης

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 19 έως 23) και διαγράμματα (Διαγράμματα 11 έως 16), παρουσιάζονται και σχηματοποιούνται οι ποσότητες ρυπαντικών φορτίων από σημειακές πηγές ρύπανσης. Σημειακές πηγές ρύπανσης στη περιοχή μελέτης είναι τα αστικά λύματα που εκρέουν από ΕΕΛ, και από οικισμού ή μέρος οικισμών

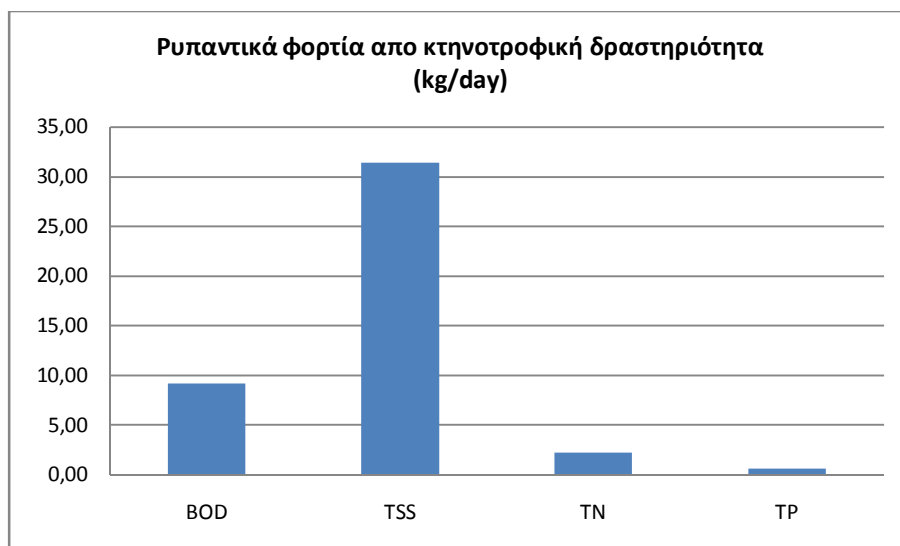


που διαθέτουν δίκτυο αποχέτευσης που δεν καταλήγει σε ΕΕΛ, η σταβλισμένη κτηνοτροφία και η εκροή λυμάτων από βιομηχανική δραστηριότητα (εκτός βιομηχανιών που βρίσκονται σε ΒΙ.ΠΕ). Οι τιμές των φορτίων αυτών αφορούν το συνολικό απορριπτόμενο φορτίο στη λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα Κάρλας και όχι αυτό οποίο φτάνει τελικά στη λίμνη.

#### Κτηνοτροφία:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 19:** Ρυπαντικά φορτία από κτηνοτροφική δραστηριότητα (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)

BOD (Kg/day)	TSS (Kg/day)	TN (Kg/day)	TP (Kg/day)
9,12	31,42	2,25	0,61

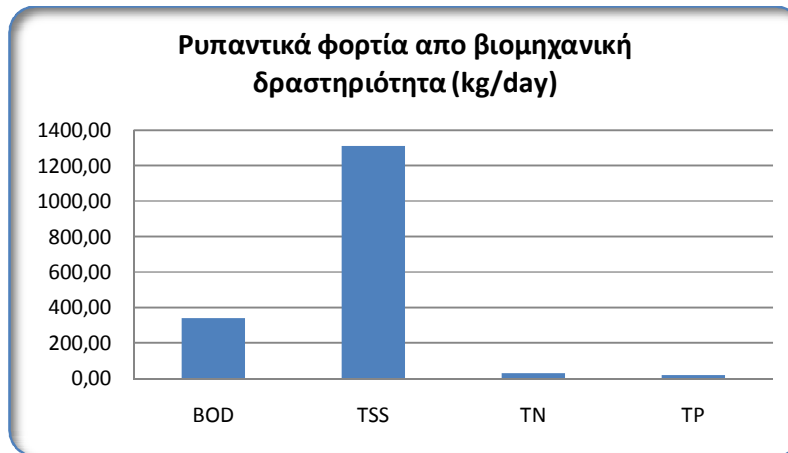


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11:** Ρυπαντικά φορτία από κτηνοτροφική δραστηριότητα

#### Βιομηχανική δραστηριότητα:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 20:** Ρυπαντικά φορτία από βιομηχανική δραστηριότητα (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)

BOD (Kg/day)	TSS (Kg/day)	TN (Kg/day)	TP (Kg/day)
337,89	1306,85	26,62	17,28

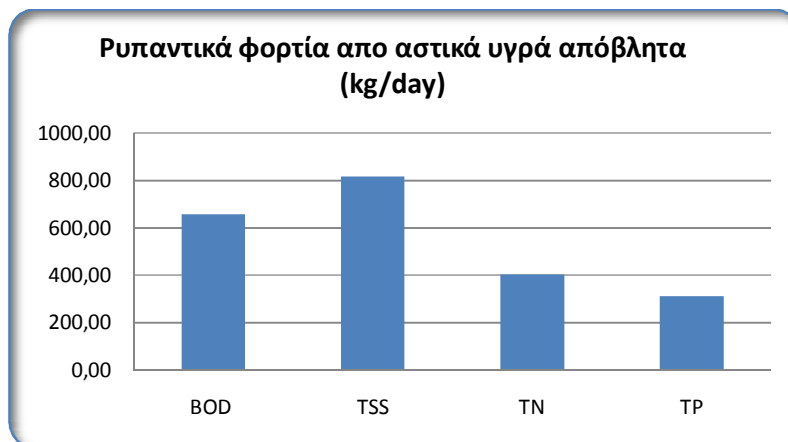


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12:** Ρυπαντικά φορτία από βιομηχανική δραστηριότητα

Διάθεση υγρών αποβλήτων:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 21:** Ρυπαντικά φορτία από αστικά υγρά απόβλητα (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)

BOD (Kg/day)	TSS (Kg/day)	TN (Kg/day)	TP (Kg/day)
658,90	816,44	402,47	310,41



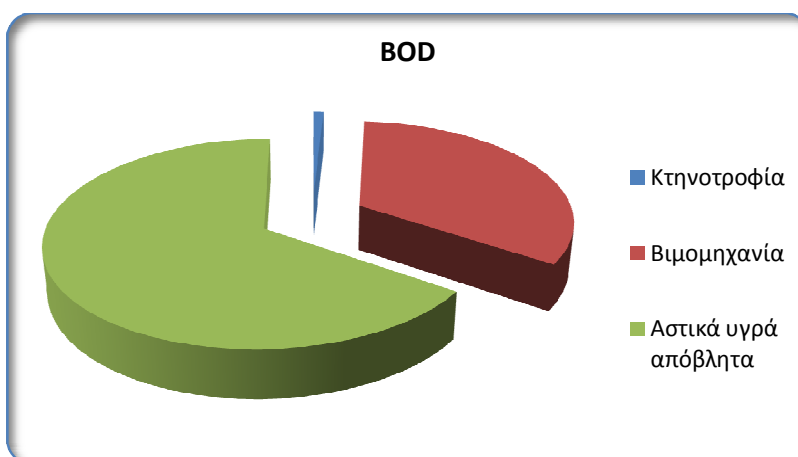
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13:** Ρυπαντικά φορτία από αστικά υγρά απόβλητα

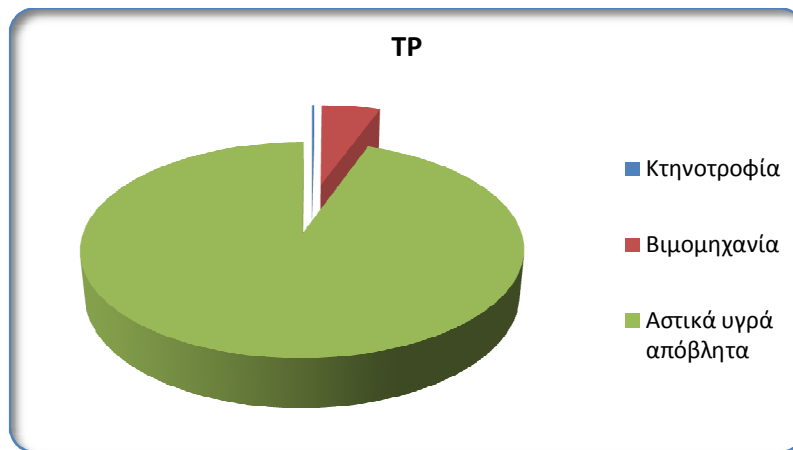
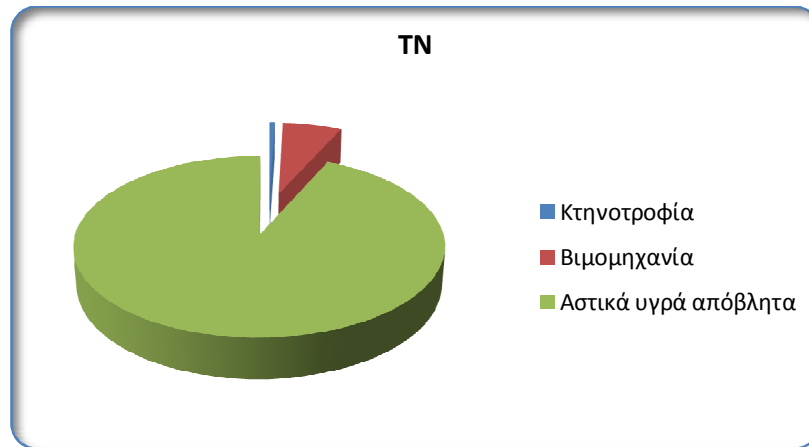
Συνολική αξιολόγηση σημειακών πηγών ρύπανσης:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 22:Συνολικά ρυπαντικά φορτία από σημειακές πηγές ρύπανσης (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)**

	<b>BOD (kg/day)</b>	<b>TN (kg/day)</b>	<b>TP (kg/day)</b>
<b>Κτηνοτροφία</b>	9.12	2.25	0.61
<b>Βιομηχανία</b>	337.89	26.62	17.28
<b>Αστικά υγρά απόβλητα</b>	658.90	402.47	310.41
<b>Σύνολο</b>	1005.92	431.33	328.31

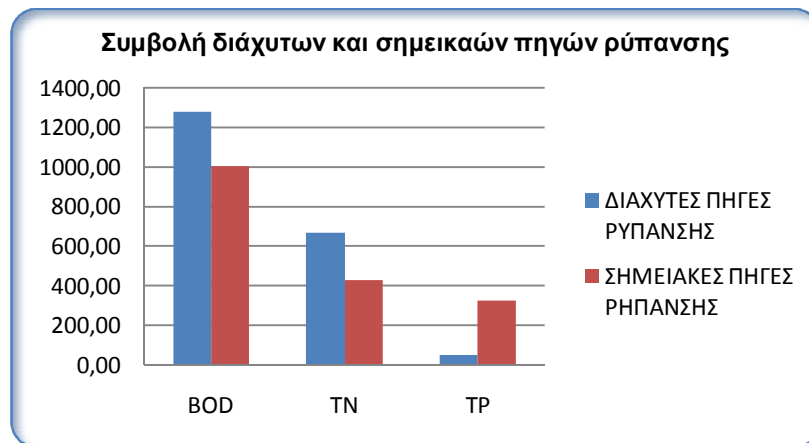
Από τα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ρυπαντικών φορτίων λόγω σημειακών πηγών ρύπανσης προέρχεται από τα υγρά αστικά απόβλητα, καθώς στην περιοχή υπάρχει η ΕΕΛ Λάρισας που εκρέει στον Πηνειό και μέσω αυτού στον ταμιευτήρα Κάρλας. Ακολουθεί η βιομηχανία με μικρότερο ποσοστό συμμετοχής, αφού η βιομηχανική δραστηριότητα είναι περιορισμένη στην περιοχή. Τέλος το ποσοστό της κτηνοτροφίας είναι πολύ μικρό διότι αναφέρεται μόνο στην σταβλισμένη κτηνοτροφία και δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός οργανωμένων κτηνοτροφικών μονάδων στην περιοχή μελέτης.





**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14,15,16:** Συγκριτικά διαγράμματα σημειακών πηγών ρύπανσης

Το μεγαλύτερο ποσοστό ρυπαντικών φορτίων προέρχεται από τις διάχυτες πηγές ρύπανσης όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στις διάχυτες πηγές ρύπανσης συμπεριλαμβάνονται η γεωργία και η διάσπαρτη κτηνοτροφία, που είναι οι κυρίαρχες δραστηριότητες στην περιοχή μελέτης.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17:** Σύγκριση συμβολής διάχυτων και σημειακών πηγών ρύπανσης

Οι εκτιμώμενες συγκεντρώσεις των ρυπαντικών φορτίων στις επιφανειακές απορροές της λεκάνης απορροής της Κάρλας είναι 17,69 mg/l BOD, 9,11 mg/l N και 0,77 mg/l P. Σύμφωνα με τα Σχέδια Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Πόταμων του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας, ως κατώτατα όρια για την αξιολόγηση της έντασης και της σημαντικότητας της πίεσης, μπορούν οι τιμές 10 mg/l BOD, 10 mg/l N και 1 mg/l P, που αντιστοιχούν σε ποιότητα τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων, κατάλληλων για απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση. Η ένταση της πίεσης αξιολογείται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 23).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 23: Αξιολόγηση έντασης πίεσης (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πίεσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)**

Ένταση πίεσης	BOD (mg/l)	N (mg/l)	P (mg/l)
<b>Πολύ Σημαντική</b>	>10	>10	>1
<b>Σημαντική</b>	Όταν δύο από τα τρία κριτήρια δεν πετυχαίνουν τις οριακές τιμές		
<b>Μεσαία</b>	Όταν ένα από τα τρία κριτήρια δεν πετυχαίνει τις οριακές τιμές		
<b>Μικρή</b>	<10	<10	<1

Στη περίπτωση της περιοχής που μελετάται η πίεση εμφανίζεται οριακά ως μεσαίας έντασης, για αυτό είναι πιο ασφαλές να θεωρήσουμε την πίεση από ρυπαντικά φορτία στη λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας ως σημαντική.

#### **4.3.3. Εκτιμώμενα ρυπαντικά φορτία από ορεινές και πεδινές υπολεκάνες**

Ο ταμειυτήρα Κάρλας εκτός από τις απορροές τις δικής του λεκάνης απορροής, δέχεται τις απορροές των ορεινών υπολεκανών με φυσική ροή μέσω των συλλεκτήρων Σ3, Σ4, Σ6 και Σ7 και τις απορροές των πεδινών υπολεκανών με άντληση με τα αντλιοστάσια αποχέτευσης DP1 και DP2. Έτσι έχουμε είσοδο ρυπαντικών φορτίων από ορεινές λεκάνες της ευρύτερης λεκάνης απορροής, είσοδο ρυπαντικών φορτίων από αρδευόμενες εκτάσεις λόγω επιφανειακής απορροής (στραγγίδια αρδεύσεων) και είσοδο ρυπαντικών φορτίων από την υπόλοιπη πεδινή έκταση.

Από τις ορεινές λεκάνες απορροής συνολικής έκτασης 540,8 km<sup>2</sup> που χαρακτηρίζονται ως δασώδεις και ορεινές, εισρέουν στην Κάρλα 81120 kg αζώτου (N) και 5408 kg φωσφόρου (P) ετησίως.

Από τις αρδευόμενες εκτάσεις λόγω της εφαρμογής λιπασμάτων, εισρέουν στον ταμιευτήρα Κάρλας 384456 kg αζώτου (N) και 11835,3 kg (P) ετησίως. Αυτή η ποσότητα κατανέμεται στο χρόνο ως εξής, 40% την περίοδο Οκτωβρίου – Μαΐου και 60% την περίοδο Μαΐου – Σεπτεμβρίου (περίοδος αρδεύσεων. Επίσης για τον υπολογισμό αυτών των ρυπαντικών φορτίων γίνεται η υπόθεση ότι μόνο το 30% του αζώτου και το 3% του φωσφόρου που εκπλένεται καταλήγει στον αποδέκτη. Οι επιφανειακές απορροές από αρδευόμενες εκτάσεις περιέχουν και ποσότητα φυτοφαρμάκων της τάξης των 2455,38 kg ετησίως, για τον υπολογισμό αυτής της ποσότητας έγινε η υπόθεση ότι μόνο το 1% των εφαρμοζόμενων φυτοφαρμάκων καταλήγει στον ταμιευτήρα.

Η έκταση των πεδινών λεκανών απορροής αν αφαιρέσουμε τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις, είναι 338 km<sup>2</sup> και χαρακτηρίζονται ως γεωργική γη – βοσκότοποι. Από αυτές τις εκτάσεις εισρέουν στον ταμιευτήρα Κάρλας 169000 kg αζώτου (N) και 25350 11835,3 kg (P) ετησίως, καθώς και 407200 kg BOD το χρόνο, λόγω κοπριάς και ούρων από την κτηνοτροφία (θεωρείται ότι το 20% της παραγόμενης ποσότητας BOD τελικά καταλήγει στον ταμιευτήρα).

#### 4.3.4. Ένταση απόληψης νερού

Οι απολείψεις ύδατος στην στη λεκάνη απορροής της Κάρλας αφορούν την κάλυψη υδρευτικών, βιομηχανικών και κυρίως αρδευτικών αναγκών. Αξίζει να αναφερθεί ότι η κατανομή της ζήτησης νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας είναι 91,4% για άρδευση, 6,3% για πόσιμο νερό, 1,3 για βιομηχανικές χρήσεις και 1% για κτηνοτροφία. Για την εκτίμηση της έντασης της πίεσης λόγω απολήψεων νερού από ένα λιμναίο υδάτινο σώμα γίνεται σύγκριση του λόγου της ετήσιας απόληψης προς τη μέση τιμή του ετήσιου όγκου απορροής υπό φυσικές συνθήκες και της θερινής απόληψης προς τη μέση τιμή του θερινού όγκου απορροής υπό φυσικές συνθήκες (ως θερινή απορροή λαμβάνεται η απορροή της περιόδου Ιουλίου – Σεπτεμβρίου). Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 24) δίνονται οι ανώτερες αποδεκτές τιμές για την αξιολόγηση της έντασης της πίεσης απόληψης. Ο τελικός χαρακτηρισμός γίνεται με βάση τον δυσμενέστερο χαρακτηρισμό.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 24 : Ανώτερες αποδεκτές τιμές για την αξιολόγηση της έντασης της πίεσης απόληψης (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)**

Ένταση πίεσης Απόληψης	Ετήσιος όγκος απολήψεων V (% της μ.τ. της ετήσιας απορροής)	Θερινός όγκος απόληψης V (% της μ.τ. της θερινής απορροής)
------------------------	---	--

<b>Αμελητέα</b>	$V < 15\%$	$V < 20\%$
<b>Χαμηλή</b>	$15\% < V < 30\%$	$20\% < V < 35\%$
<b>Μέτρια</b>	$30\% < V < 50\%$	$35\% < V < 50\%$
<b>Υψηλή</b>	$V > 50\%$	$V > 50\%$

Η φυσικοποιημένη ετήσια απορροή της λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας είναι  $35 \text{ hm}^3$ , η ετήσια απόληψη είναι μηδενική και κατά συνέπεια και ο ετήσιος όγκος απόληψης  $V$  (% της μέσης τιμής της ετήσιας απορροής). Άρα η ένταση πίεσης απόληψης είναι αμελητέα.

#### 4.4. Κατάσταση (State)

Η σημερινή κατάσταση του ταμιευτήρα Κάρλας χαρακτηρίζεται ως κακή από οικολογικής απόψεως, καθώς έχει δεχτεί και συνεχίζει να δέχεται πολυάριθμες ανθρωπογενείς πιέσεις με αποτέλεσμα τη ρύπανση του και τη διατάραξη τόσο των φυσικοχημικών όσο και των βιολογικών του χαρακτηριστικών. Η εντατική χρήση αγροχημικών, τα απόβλητα από τις βιομηχανίες ειδών διατροφής, επεξεργασίας τομάτας, τα ελαιοτριβεία και τα τυροκομεία που υπάρχουν στη περιοχή αλλά και οι κτηνοτροφικές και αστικές δραστηριότητες, έχουν ως αποτέλεσμα την είσοδο στη λίμνη σημαντικών ποσοτήτων νιτρικών και φωσφορικών αλάτων, παθογόνων μικροοργανισμών, βαρέων μετάλλων και άλλων ρυπαντικών ουσιών, την αύξηση της θολερότητας και της αγωγιμότητας, τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου κ.α.

##### 4.4.1. Φυσικοχημική κατάσταση ποιότητας νερού

Στον πίνακα (Πίνακας 25) που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές ορισμένων φυσικοχημικών παραμέτρων το έτος 2010, όπως προέκυψαν από μετρήσεις του Φορέα Διαχείρισης Περιοχής Οικοανάπτυξης Κάρλας – Μαυροβουνίου – Κεφαλόβρυσου – Βελεστίνου.

Οι μετρήσεις του Φορέα Διαχείρισης πραγματοποιήθηκαν τα έτη 2007-2010, σε δείγματα που λήφθηκαν από τα νερά της λίμνης, τους μήνες Φεβρουάριο, Μάιο, Αύγουστο και Νοέμβριο. Όπως φαίνεται από αυτές τις τιμές, η θολερότητα παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση καθώς και μια αυξητική τάση με την πάροδο των ετών, η μέγιστη τιμή του πίνακα εμφανίζεται το Νοέμβριο του 2010. Αντίθετα το PH παραμένει σταθερό στο χρόνο και δεν παρουσιάζει κάποια εποχιακή διακύμανση. Η συγκέντρωση νιτρικών επίσης φαίνεται να έχει μια έντονη διακύμανση, με τη μέγιστη τιμή να παρουσιάζεται το Μάιο του 2010. Η θολερότητα αυξάνεται σταδιακά, παρουσιάζοντας την ελάχιστη και τη μέγιστη τιμή επίσης αντίστοιχα το Νοέμβριο του



2010. Τέλος, τα νιτρώδη, η αμμωνία και η χλωροφύλλη α δεν φαίνεται να παρουσιάζουν σημαντική διακύμανση στο χρόνο, οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται επίσης πιο ζεστούς μήνες (Διαγράμματα 18 έως 21).

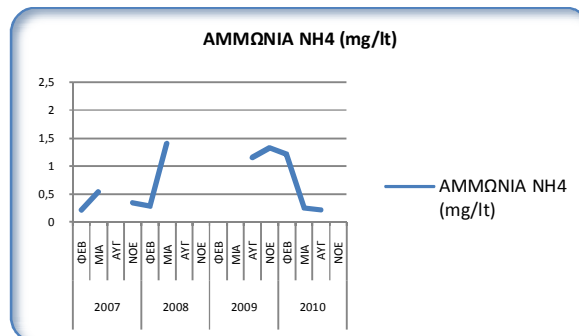
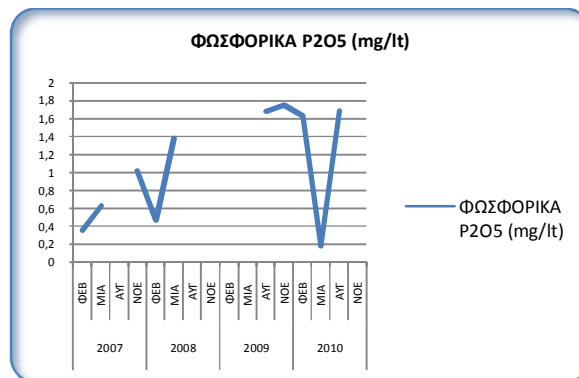
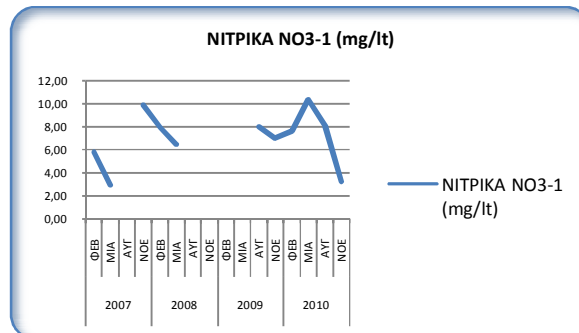
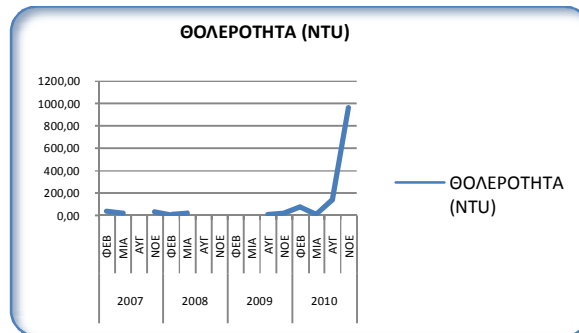
Οι υψηλές τιμές νιτρικών, φωσφορικών, αμμωνίας και χλωροφύλλης α καταδεικνύουν ευτροφικά νερά. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται επίσης απορροές γεωργικών εδαφών και κτηνοτροφικών λυμάτων. Επίσης οι αυξημένες τιμές αγωγιμότητας και χλωριόντων δείχνουν υφάλμυρα νερά.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 25: Τιμές φυσικοχημικών παραμέτρων στον ταμιευτήρα Κάρλας το 2010 (Φορέας Διαχείρισης Π.Ο.Κα.Μα.Κε.Βε.)**

	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ (°C)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ (°C)	ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ (NTU)	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΕ ΙΟΝΤΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΡΗ	ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (mg/l)	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (Ms/cm °C)
ΦΕΒ.	13,6	10,9	78	8,1	6,8	350
ΜΙΑ.	25,8	22,9	10,76	8,37	8,2	490
ΑΥΓ.	23,5	21,5	138	8,1	8,2	255
ΝΟΕ.	18,6	13,8	960	8	6,8	328

	ΝΙΤΡΙΚΑ NO3-1 (mg/l)	ΝΙΤΡΩΔΗ NO2 (mg/l)	ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ P2O5 (mg/l)	ΑΜΜΩΝΙΑ NH4 (mg/l)	ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ a (mg/m3)
ΦΕΒ.	7,64	0,77	1,63	1,22	77,97 – 525,24
ΜΙΑ.	10,36	0,86	0,18	0,25	
ΑΥΓ.	8,11	0,57	1,68	0,22	
ΝΟΕ.	3,25	0,4			

	Αιωρούμενα στερεά SS (mg/l)	BOD (mg/l O2)	Χλωριόντα CL (mg/l)	Νάτριο Na (mg/l)	Ψευδάργυρος Zn (μg/l)	Χαλκός Cu (μg/l)	Μαγγάνιο Mn (μg/l)	Χρώμιο Cr (μg/l)
ΦΕΒ.	19,4	6,36	8,85	10,34	56,69	78	65	3,48
ΜΙΑ.	11,22	18,4	8,98	14,91			66	
ΑΥΓ.	114	3,8	10,34	8,21	86,4	63,8	185	2,39
ΝΟΕ.	835	3,8	6,37	11,43	89,9	60,3	5,6	1,47



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 18,19,20 & 21: Πορεία φυσικοχημικών παραμέτρων από το 2007 ως το 2010**

Υφαλμύρνηση:

Στην περιοχή της λεκάνης απορροής της Κάρλας, κυρίως στο νότιο τμήμα της, υπάρχουν γεωτρήσεις με αλμυρά ή υφάλμυρα νερά, που δεν οφείλονται όμως σε εισροή θαλασσινού νερού. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στα εμπλουτισμένα με

άλατα νερά που είχαν εγκλωβιστεί στο καρστ σε παλαιότερες εποχές, τα οποία βρίσκονταν σε μεγάλο βάθος αλλά λόγω της συνεχούς άντλησης νερού και της μεγάλης περατότητας των μαρμάρων ανέβηκαν στο επίπεδο των γεωτρήσεων. Όσον αφορά την σημερινή κατάσταση των επιφανειακών νερών στη λίμνη, οι τιμές αλατότητας με την έναρξη της διαδικασίας πλήρωσης του ταμιευτήρα ήταν σχετικά υψηλές 7,6 – 13,2‰ (Μάρτιος – Αύγουστος 2009), αλλά στη συνέχεια λόγω της συνεχιζόμενης εισροής γλυκού νερού μειώθηκε στο 1,5‰ (Άνοιξη 2012).

#### Ταπείνωση υπόγειου υδροφορέα

Η ληστική άντληση νερού από τον υπόγειο υδροφορέα της περιοχής έχει οδηγήσει σε ραγδαία πτώση της στάθμης του υπόγειου ορίζοντα. Πριν την αποξήρανση της λίμνης βρισκόταν σε βάθος 0,5 – 3m, ενώ σήμερα έχει κατεβεί στα 250 – 350m.

#### **4.4.2.Βιολογική κατάσταση**

- Πανίδα

Τα θηλαστικά που καταγράφονται στην περιοχή μελέτης καθώς και το καθεστώς προστασίας τους, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 26):

**ΠΙΝΑΚΑΣ 26: Θηλαστικά στην περιοχή μελέτης (Φορέας Διαχείρισης Π.Ο.Κα.Μα.Κε.Βε.)**

Είδος	Κόκκινο Βιβλίο Ελλάδας	Συνθήκη της Βέρνης
Σκαντζόχοιρος		Προστατευόμενο είδος
Τυφλασπάλακας	Ελλιπείς γνώσεις	
Ασπάλακας	Ελλιπείς γνώσεις	
Χωραφομυγαλίδα		Προστατευόμενο είδος
Σπιτομυγαλίδα		Προστατευόμενο είδος
Κηπομυγαλίδα		Προστατευόμενο είδος
Βαλτομυγαλίδα	Ελλιπείς γνώσεις	Προστατευόμενο είδος
Νανομυγαλίδα		Προστατευόμενο είδος
Νυχτονόμος	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Τρανορινόλοφος	Τρωτό	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Μικρορινόλοφος	Τρωτό	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Ρινόλοφος του Blasius	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Μεσοορινόλοφος	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Τρανουχτερίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Πτερυγονυχτερίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Μικρωμυωτίδα	Τρωτό	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Ποδαρομυωτίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος

Πυρρομυτίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Τρανομυτίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Μικρονυχτοβάτης	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Νυχτοβάτης	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Λευκονυχτερίδα	Τρωτό	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Νυχτερίδα του Nathusius	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Νανονυχτερίδα	Κινδυνεύον	Προστατευόμενο είδος
Βουνονυχτερίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Μεσογειακή ωτονυχτερίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Παρδαλονυχτερίδα	Κινδυνεύον	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Μπαρμπαστέλλος	Σπάνιο	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Λάγος		Προστατευόμενο είδος
Σκίουρος		Προστατευόμενο είδος
Δενδρομυξός	Σπάνιο	Προστατευόμενο είδος
Δασομυξός	Προσωρινά Τρωτό	Προστατευόμενο είδος
Βουνομυξός		Προστατευόμενο είδος
Μικροτυφλοπόντικας	Τρωτό	
Δασοσκαπτοπόντικας		
Αρουραίος της Μεσογείου		
Σκαπτοποντικός		
Σκαπτοποντικός του Savi		
Δασοποντικός		
Κρικοποντικός		
Μαυροποντικός		
Δεκατιστής		
Σταχτοποντικός		
Σταχτοποντικός του Abbott		
Λύκος	Τρωτό	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Τσακάλι	Τρωτό	
Αλεπού		
Νυφίτσα		Προστατευόμενο είδος
Κουνάβι		Προστατευόμενο είδος
Ασβός	Προσωρινά Τρωτό	Προστατευόμενο είδος
Βίδρα	Τρωτό	Αυστηρά προστατευόμενο είδος
Αγριόγατα	Προσωρινά Κινδυνεύον	Προστατευόμενο είδος
Αγριογούρουνο		Προστατευόμενο είδος

Ελάφι	Κινδυνεύον	Προστατευόμενο είδος
Ζαρκάδι	Τρωτό	Προστατευόμενο είδος

Αντίστοιχα τα αμφίβια και τα ερπετά που βρίσκουν καταφύγιο στην περιοχή αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 27):

**ΠΙΝΑΚΑΣ 27: Ερπετά και αμφίβια στην περιοχή μελέτης (Φορέας Διαχείρισης Π.Ο.Κα.Μα.Κε.Βε.)**

Είδος	Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο	Συνθήκη της Βέρνης	Κατάσταση στην Ευρώπη
Σαλαμάνδρα		Προστατευόμενο είδος	
Χτενωτρίτυνας	Πιθανόν όχι απειλούμενο αλλά ανεπαρκή στοιχεία	Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Τρωτό
Κοινός τρίτυνας		Προστατευόμενο είδος	
Μπράσκα		Προστατευόμενο είδος	
Πρασινόφρυνος		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Σπάνιο
Κιτρινομπομπίνα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Τρωτό
Δενδροβάτραχος	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Σπάνιο
Πηλοβάτης	Πιθανόν όχι απειλούμενο αλλά ανεπαρκή στοιχεία	Προστατευόμενο είδος	
Σβελτοβάτραχος		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	
Ρυακοβάτραχος		Προστατευόμενο είδος	
Λιμνοβάτραχος		Προστατευόμενο είδος	
Βαλτοχελώνα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Τρωτό
Ποταμοχελώνα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	
Μεσογειακή χελώνα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Τρωτό
Ελληνική χελώνα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Σπάνιο

Κρασπεδοχελώνα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Σπάνιο
Κυρτοδάκτυλος	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Αυστηρά προστατευόμενο είδος	
Σιαμανίδι		Προστατευόμενο είδος	
Κονάκι		Προστατευόμενο είδος	
Τυφλίτης		Προστατευόμενο είδος	
Αβλέφαρος	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Αυστηρά προστατευόμενο είδος	
Οφιόμορος		Προστατευόμενο είδος	
Τρανόσαυρα	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Προστατευόμενο είδος	
Πρασινόσαυρα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	
Αιγίοσαυρα	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Προστατευόμενο είδος	
Τοιχόσαυρα		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	
Ταυρική γουστέτρα	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Προστατευόμενο είδος	
Τυφλίνος		Προστατευόμενο είδος	
Ερυξ		Προστατευόμενο είδος	
Δενδρογαλιά	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Προστατευόμενο είδος	
Ζαμενής		Προστατευόμενο είδος	
Σαίτα	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Προστατευόμενο είδος	
Ασινόφιδο	Πιθανόν όχι απειλούμενο αλλά ανεπαρκή στοιχεία	Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Τρωτό
Γιατρόφιδο		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Σπάνιο

Λαφίτης	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Τρωτό
Σπιτόφιδο		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	Σπάνιο
Σαπίτης		Προστατευόμενο είδος	
Νερόφιδο	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Προστατευόμενο είδος	
Ψηφιδόφιδο		Προστατευόμενο είδος	Σπάνιο
Γατίφιδο	Ενδειμικό υποείδος στη Ελλάδα, πιθανόν όχι απειλούμενο	Προστατευόμενο είδος	
Οχιά		Αυστηρά προστατευόμενο είδος	

- Ορνιθοπανίδα

Η περιοχή μελέτης είναι Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά με τον χαρακτηρισμό Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) «GR1430007 Περιοχή ταμιευτήρων πρώην Λίμνης Κάρλας». Στην περιοχή ζούσε μεγάλος αριθμός πουλιών πριν την αποξήρανση της λίμνης, ο οποίος μειώθηκε δραματικά μετά την κατασκευή της σήραγγας προς τον Παγασητικό και την αποξήρανση της Κάρλας. Το 2009 που άρχισε η εισροή υδάτων στο μεγάλο ταμιευτήρα παρατηρήθηκε ξανά αύξηση της ορνιθοπανίδας στην περιοχή αφού δημιουργήθηκαν κατάλληλα ενδιαιτήματα για τα πουλιά, έντομα, ψάρια, αμφίβια και ερπετά, καθώς και λιβάδια και υγρολίβαδα.

Όμως σήμερα η ορνιθοπανίδα της περιοχής απειλείται ξανά από ανθρωπογενείς κυρίως παράγοντες. Η περεταίρω άνοδος της στάθμης στον ταμιευτήρα θα έχει ως αποτέλεσμα την κατάκλιση των πρανών όπου φωλιάζουν πολλά είδη πουλιών. Επίσης ο υγρότοπος υποβαθμίζεται συνεχώς λόγω της υφαλίμυρσης των νερών, της ρύπανσης και της υπεράντλησης υδάτων. Η εκμηχάνιση και η εντατικοποίηση των καλλιεργειών, η καταστροφή φυτοφραχτών, δέντρων και λιβαδιών με σκοπό τη δημιουργία καλλιεργήσιμων εκτάσεων δημιουργούν πρόσθετα προβλήματα στην ορνιθοπανίδα της περιοχής. Ακόμα οι διαφόρων τύπων επεμβάσεις στον υγροβιότοπο όπως η καταστροφή των καλαμιώνων, η κατασκευή νησίδων και αμμοθινών, τα μπαζώματα κ.α. διαταράσσουν την βιοποικιλότητα της περιοχής. Τέλος, δραστηριότητες όπως αναψυχή, κυνήγι, λαθροθηρία, αλιεία, υλοτομία και



υπερβόσκηση αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για τον πληθυσμό των πουλιών στην περιοχή μελέτης.

Τα 37 είδη ορνιθοπανίδας με αξιόλογο πληθυσμό που υπάρχουν στην περιοχή παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 28).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 28: Ορνιθοπανίδα στην περιοχή μελέτης (Σχέδιο Δράσεις για τη Ζώνη Ειδικής Προστασίας, «GR1430007 Περιοχή ταμιευτήρων πρώην Λίμνης Κάρλας»)**

<b>Είδος</b>	<b>Περιγραφή</b>
Νυχτοκόρακας	Χαρακτηρίζεται ως σχεδόν απειλούμενο από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409 (Οδηγία για την προστασία των πουλιών). Είναι μεταναστευτικό είδος και έρχεται στην Ελλάδα την άνοιξη για να αναπαραχθεί. Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης φτάνει το 1% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί περίπου το 1% του εθνικού πληθυσμού.
Κρυπτοτσικνιάς	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Είναι μεταναστευτικό είδος και έρχεται στην Ελλάδα την άνοιξη για να αναπαραχθεί. Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης φτάνει το 2.8% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού της Ε.Ε, η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί το 15,5% του ελάχιστου εθνικού πληθυσμού.
Λευκοτσικνιάς	Συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409, είναι μεταναστευτικό είδος αρκετά όμως άτομα μένουν καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα σε υγροτόπους της δυτικής και της νότιας χώρας. Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης φτάνει το 1,3% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού της Ε.Ε, η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί το 33,5% του ελάχιστου εθνικού πληθυσμού.

Αργυροτσικινιάς	Συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409, πρόκειται για είδος που κυρίως διαχειμάζει στη Ελλάδα. Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης φτάνει το 1,8% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού της Ε.Ε, η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί περίπου το 1% του εθνικού πληθυσμού.
Μαυροπελαργός	Χαρακτηρίζεται ως κινδυνεύον από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Η περιοχή μελέτης αποτελεί περιοχή τροφοληψίας για τον πληθυσμό του είδους αυτού που ζει στη ευρύτερη περιοχή. Η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική της περιφέρεια διότι υπολογίζεται ότι τρέφεται από αυτή ο πληθυσμός της γειτονικής περιοχής Μαυροβουνίου – Βορείου Πηλίου που αγγίζει το 10% του εθνικού πληθυσμού.
Χαλκόκοτα	Χαρακτηρίζεται ως κρίσιμως κινδυνεύον από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Είναι μεταναστευτικό είδος και έρχεται στην Ελλάδα την άνοιξη για να αναπαραχθεί. Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης φτάνει το 1,6% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού της Ε.Ε, η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί το 5% του ελάχιστου εθνικού πληθυσμού.
Χουλιάρόπαπια	Το είδος αυτό διαχειμάζει στην Ελλάδα, ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 1,5% του ελάχιστου διαχειμάζοντος πληθυσμού της Ε.Ε.
Βαλτόπαπια	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο, ως σχεδόν απειλούμενο από τον Παγκόσμιο Κόκκινο Κατάλογο (IUCN) και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Στην περιοχή μελέτης υπολογίζεται ότι ο πληθυσμός του ανέρχεται περίπου

	στο 1% του ελάχιστου παγκόσμιου αναπαραγόμενου πληθυσμού και στο 2,7% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού της Ε.Ε. Επίσης η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί το 15% του ελάχιστου εθνικού πληθυσμού.
Αετογερακίνα	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Η περιοχή μελέτης αποτελεί περιοχή τροφοληψίας για τον πληθυσμό του είδους αυτού που ζει στη ευρύτερη περιοχή. Η περιοχή χαρακτηρίζεται σημαντική για το είδος διότι υπολογίζεται ότι τρέφεται από αυτή ο πληθυσμός της γειτονικής περιοχής Μαυροβουνίου – Βορείου Πηλίου που αγγίζει το 1% των ελάχιστων αναπαραγόμενων ζευγαριών της Ε.Ε. και το αντίστοιχο 1% σε εθνικό επίπεδο.
Κιρκινέζι	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και από τον Παγκόσμιο Κόκκινο Κατάλογο (IUCN) και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Το είδος αυτό φωλιάζει στα γύρω χωριά και τρέφεται μέσα και γύρω από τους ταμειυτήρες, σε λιβάδια, ακαλλιέργητα τμήματα και καλλιέργειες όπως σιτάρι τριφύλλι και βαμβάκι. Η περιοχή αποτελεί για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί το 37,5% του ελάχιστου εθνικού πληθυσμού και το 4.1% του αντίστοιχου ευρωπαϊκού.
Καλαμοκανάς	Συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Στην περιοχή μελέτης καταγράφεται περίπου το 2,9% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού της Ε.Ε. Η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της και φιλοξενεί το 58% του εθνικού πληθυσμού.
Νεροχελίδονο	Συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409, ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 1,9% του ελάχιστου αναπαραγόμενου

	πληθυσμού της Ε.Ε. και η περιοχή είναι για το είδος μια από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στη γεωγραφική περιφέρεια της, καθώς φιλοξενεί το 21% του ελάχιστου εθνικού πληθυσμού.
Νανοβουτιχτάρι	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 3,6% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Σκουφοβουτιχταρι	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 18,5% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Μαυροβουτιχτάρι	Στην περιοχή μελέτης εντοπίστηκε μικρός αριθμός ζευγαριών αυτού του είδους, ωστόσο θεωρείται σημαντικός γιατί το συγκεκριμένο είδος είναι σπάνιο για την Ελλάδα.
Μικροτσικνιάς	Συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409, ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 2,6% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Σταχτοτσικνιάς	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 12,9% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Πορφυροτσικνιάς	Συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409, ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 3% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Πελαργός	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 1% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Χουλιανομύτα	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Ο πληθυσμός της στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 13% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.

Βαρβάρα	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης είναι σχεδόν ίσος με τον πανελλαδικό πληθυσμό του είδους.
Σφυριχτάρι	Το είδος αυτό διαχειμάζει στη χώρα μας, ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 7,6% του ελάχιστου διαχειμάζοντος πληθυσμού Ελλάδας.
Καπακλής	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 50% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Πρασινοκέφαλη πάπια	Ο πληθυσμός της στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 25% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Ψαλίδα	Ο πληθυσμός της στην περιοχή μελέτης εκτιμάται στο 100% του αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Γκισάρι	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης εκτιμάται στο 100% του αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Νανογέρακο	Συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409, πρόκειται για είδος που διαχειμάζει στην Ελλάδα, και ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 4% του ελάχιστου διαχειμάζοντος πληθυσμού Ελλάδας.
Ορτύκι	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 1% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Φαλαρίδα	Ο πληθυσμός της στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 3,5% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Στρειδοφάγος	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 1% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Αβοκέτα	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Ο πληθυσμός του στην περιοχή

	μελέτης ανέρχεται στο 13,3% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Πετροτριλίδα	Χαρακτηρίζεται ως σχεδόν απειλούμενο από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Ο πληθυσμός της στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 11,6% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Βροχοπούλι	Το είδος αυτό διαχειμάζει στη χώρα μας, ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 38% του ελάχιστου διαχειμάζοντος πληθυσμού Ελλάδας.
Καλημάνα	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 5% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Μελισσοφάγος	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 1,1% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Γαλιάντρα	Χαρακτηρίζεται ως τρωτό από τον Ελληνικό Κόκκινο Κατάλογο και συμπεριλαμβάνεται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 79/409. Ο πληθυσμός της στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 7% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.
Αμπελουργός	Ο πληθυσμός του στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο 1% του ελάχιστου αναπαραγόμενου πληθυσμού Ελλάδας.

- Χλωρίδα

Η χλωρίδα που απαντάται στην περιοχή απαρτίζεται από τα παρακάτω είδη:

Δέντρα:

Κεφαλληνιακή ελάτη (έλατο), Σφένδαμος (μονσπεσουλανός), Σφένδαμος πεδινός (σφενδάμι), Σφένδαμος πλατανοειδής (αγριοπλάτανος), Σφένδαμος ο ψευδοπλάτανος (σφενδάμι), Ιπποκαστανιά (πικροκαστανιά), Κλήθρα κολλώδης (σκληθρο), Γαύρος βετουλοειδής (μαυρόγαυρος), Γαύρος ανατολικός (γαύρος),

Καστανιά, Κελτίς η αυστραλιανή, Κερκίς κερατοειδής (κουτσουπιά), Κυπάρισσος αιθαλής (κυπαρίσσι), Ανατολική οξυά, Δασική οξυά, Συκή κοινή (συκιά), Φράξος ο στενόφυλλος, Καρύα βασιλική (καρυδιά), Δάφνη ευγενής (δάφνη), Μηλέα χαμηλή (αγριομηλιά), Ελιά η ευρωπαϊκή, Αγριελιά (αγριελιά), Οστρυά καρπινόφυλλος (οστρυά), Πεύκη τραχεία (πεύκο), Πεύκη χαλέπιος (πεύκο), Πεύκη μαύρη (πεύκο), Πεύκη πίτυς (κουκουναριά), Πλάτανος ανατολικός, Λεύκη τρέμουσα (αγριόλευκο), Απιδέα αμυγδαλοφόρος (γκορτσιά), Πύρος (αγριαχλαδιά), Δρυς ευθύφυλλος, Πρίνος (πουρνάρι), Δρυς πλατύφυλλος (ημεράδι), Δρυς Μακεδονική, Δρυς χνωώδης (τσερνόκι), Δρυς απόδισκος (γρανίτσα), Αρία, Ιτέα λευκή (ιτιά), Ιτέα εύθραυστος, Σόρβος οικιακή (σουρβιά), Σόρβος αντιδυσεντερική (σουρβιά), Ίταμος ραγοφόρος, Φιλύρα αργυρόφυλλος (φλαμουριά), Φιλύρα πιληματώδης (φλαμουριά), Πτελεά πεδινή (καραγάτσι), Πτελεά ορεινή (τσουκνίδα).

Θάμνοι και αναρριχώμενα φυτά:

Κόμαρος (κουμαριά), Κόμαρος αγρία (αγριοκουμαριά), Πυξάρι, Καλυκοτόμη (ασπάλαθος), Κληματίς φλογώδης (αγράμπελη), Κληματίς η λευκάμπελος, Κολουτέα δενδρώδης (φούσκα), Κρανέα άρρηνη (κρανιά), Κρανέα αιματώδης (ρυζοκρανιά), Κόρυλλος αβελλάνεια (φουντουκιά), Κράταιγος, Κύτισος, Κύτισος τριχωτός (τσίναβο), Ερείκη δενδρώδης (ρείκη), Ερείκη σπονδυλωτική (σουσουρά), Φράξος όρνος (μελιός), Κισσός ελισσόμενος (κισσός), Ιληξ οξύφυλλος (αρκουδοπούρναρο), Άρκευθος κοινή (κέδρο), Άρκευθος οξύκεδρος (κέδρο), Λονικέρα η ετρουσκική, Λονικέρα η πλεγμένη (αγιόκλημα), Μύρτος κοινή (μυρτιά), Πικροδάφνη, Παλιούρος νότιος (παλιούρι), Φυλλιρέα μέση (φυλλύκι), Πιστακία λεντίσκος (σχίνος), Πιστακία τερέβινθος (κοκκορεβυθιά), Προύνος μαχαλέβιος (αγριοκερασιά), Προύνος ψευδαρμενικός (αγριοκορομηλιά), Προύνος ακανθώδης (τσαπουρνιά), Ρους βυρσοδεψική (ρουύδι), Ρους κότινος (χρυσόξυλο), Ροδή η αρουραία, Ροδή η κυνοροδή, Ροδή γλαυκή, Ροδή κοινή, Βάτος ο αδρότριχος, Βάτος ο φτελεόφυλλος, Βάτος ιδαία (βάτος), Βάτος πετραία, Ιτέα αμυγδαλόφυλλος, Ιτέα αίγειος, Ακτή μέλαινα (κουφοξυλιά), Σμίλαξ τραχύς (αρκουδόβατος), Σπάρτο σχοινοειδές (σπάρτο), Λύγος αγνός (λυγαριά), Άμπελος δασική, Άμπελος η οινόφορος (καλλιεργούμενη).

Επίσης στην περιοχή υπάρχει και πολλά είδη ποώδους βλάστησης και μυκήτων. Ο ρόλος των μυκήτων είναι πολύ σημαντικός για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας ενός οικοσυστήματος, καθώς αποσυνθέτουν τις οργανικές ουσίες που συσσωρεύονται συμβάλλοντας έτσι στην ανακύκλωση των στοιχείων και διευκολύνουν της πρόσληψη ανόργανων θρεπτικών στοιχείων από τα δέντρα αφού κάποια είδη τους συμβιώνουν με τις ρίζες των δέντρων.



- Πλαγκτόν και ιχθύες

Από μετρήσεις που έγιναν από το Σεπτέμβριο του 2009 έως το Σεπτέμβριο του 2011, βρέθηκε ότι στον ταμιευτήρα Κάρλας υπάρχει αφθονία φυτοπλαγκτού, η ύπαρξη αυτών των μικροοργανισμών σε ποσότητες πάνω από τα όρια είναι χαρακτηριστικό ευτροφικών νερών και μπορεί να είναι δυνητικά τοξικοί για τον άνθρωπο και τα ψάρια. Εντοπίστηκαν πάνω από 10 είδη φυτοπλαγκτού, 8 είδη κυανοβακτηριδίων (*Microcystis*, *Planktothrix*, *Anabaenopsis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Brachionus*), 1 πρυμνεσιόφυτο (*Prymnesium parvum*) που χαρακτηρίζεται ως ένας από τους πιο επικίνδυνους μικροοργανισμούς αφού έχει αρνητικές επιπτώσεις για τα υδάτινα οικοσυστήματα και ιδιαίτερα για τα ψάρια καθώς ενοχοποιείται για μαζικούς θανάτους ψαριών και 1 δυνομαστιγιωτό (*Pfiesteria piscicida*), καθώς και περισσότερα από 5 είδη παρασιτικών παθογόνων πρωτόζωων και μυκήτων. (Οικονομου et al 2012)

Η ιχθυοπανίδα της λίμνης είναι μειωμένη σε σχέση με της καταγραφές πριν την αποξήρανση της, δύο είδη που έχουν καταγραφεί στα νερά της είναι ο Κυπρίνος και η Πεταλούδα ή Ιταλικό.

#### **4.4.3.Μεταβολή τυπολογικών χαρακτηριστικών**

Τα τυπολογικά χαρακτηριστικά της λίμνης Κάρλας έχουν υποστεί μεγάλες αλλαγές από την περίοδο πριν την αποξήρανση μέχρι σήμερα που επιχειρείται η ανασύσταση της. Καταρχήν το βάθος της λίμνης πριν το 1940 κυμαινόταν από 4 έως 6m και η επιφάνεια της από 40 – 180km<sup>2</sup>, ενώ τα επόμενα χρόνια μέχρι την αποξήρανση της λίμνης το 1962 το βάθος μειώθηκε στα 2 με 3m και η επιφάνεια της περιορίστηκε στα 56km<sup>2</sup>. Σήμερα αντίστοιχα η στάθμη ανέρχεται στα 4,5m και η επιφάνεια στα 42km<sup>2</sup>. Επίσης η λίμνη χαρακτηριζόταν από υψηλή βιοποικιλότητα, πάνω από 1.000.000 πουλιά και 143 είδη ζούσαν στην περιοχή πριν την αποξήρανση, ο αριθμός αυτός μειώθηκε μετά την αποξήρανση σε 450.000, ακόμα η λίμνη φιλοξενούσε μεγάλο αριθμό ειδών πλαγκτού, βενθικά ασπόνδυλα και ιχθύες. Σήμερα η ποιότητα των νερών της λίμνη είναι σημαντικά επιβαρυνμένη λόγω της ανθρωπογενούς δραστηριότητας, παρουσιάζουν υψηλή αφθονία κυανοβακτηρίων, υψηλή συγκέντρωση αγωγιμότητας, θρεπτικών και χλωροφύλλης, παράγοντες που καταδεικνύουν εύτροφη λίμνη και αποτελούν σημάδι γήρανσης του οικοσυστήματος. Συνέπεια των παραπάνω είναι η μείωση της ιχθυοπανίδας και της ορνιθοπανίδας, καθώς το σύστημα δεν μπορεί να στηρίξει την βιοποικιλότητα.

#### 4.4.4. Ένταση πίεσης

Η ένταση της πίεσης σε ένα υδατικό σώμα καθορίζεται με τα κριτήρια που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 29).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 29: Κριτήρια έντασης πίεσης (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Ανάλυση Ανθρωπογενών Πίεσεων και τα των Επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα, Φεβρουάριος 2012)**

Κριτήριο	Υψηλή (H)	Μεσαία (M)	Χαμηλή (L)	Λεκάνη απορροής Κάρλας
Οικισμοί με ΕΕΛ	$N > 150.000$	$N \geq 10.000$	$N < 10.000$	L
Οικισμοί χωρίς ΕΕΛ	$N \geq 10.000$	$2000 \leq N < 10.000$	$N < 2000$	M
Αριθμός βιομηχανικών μονάδων σχετιζόμενων με απορρίψεις ουσιών προτεραιότητας	$N \geq 2$	$1 \leq N < 2$	$N = 0$	M
Αριθμός βιομηχανικών μονάδων σχετιζόμενων με απορρίψεις άλλων ουσιών	$N \geq 5$	$1 \leq N < 5$	$N = 0$	M
Αριθμός μονάδων IPPC	$N \geq 5$	$1 \leq N < 5$	$N = 0$	M
Κτηνοτροφικές μονάδες	$N \geq 5$	$1 \leq N < 5$	$N = 0$	M
Αριθμός μονάδων seveso	$N > 0$	-	$N = 0$	H
Ιχθυοκαλλιέργειες	$N \geq 3$	$1 \leq N < 3$	$N = 0$	L
Ποσοστό κάλυψης αστικής περιοχής	$50\% \leq A$	$20\% \leq A < 50\%$	$0\% \leq A < 20\%$	L
Ποσοστό κάλυψης καλλιεργήσιμων εκτάσεων	$50\% \leq A$	$20\% \leq A < 50\%$	$0\% \leq A < 20\%$	M
Φορτίο φωσφόρου από επιφανειακές Απορροές	$P > 1$	$0,1 < P \leq 1$	$0 < P \leq 0,1$	M

(gr/m <sup>2</sup> /year)				
<b>Οργανικό φορτίο και θρεπτικά στις επιφανειακές απορροές (mg/lit)</b>	Υπέρβαση των 3 ή των 2 συγκεντρώσεων	Υπέρβαση 1 εκ των 3 συγκ.	Μη υπέρβαση και των 3 συγκ.	M
<b>BOD</b>	>10	-	<=10	H
<b>N</b>	>10	-	<=10	L
<b>P</b>	>1	-	<=1	L

Με βάση τον παραπάνω πίνακα ο ταμιευτήρας Κάρλας χαρακτηρίζεται ως ένα υδάτινο σώμα «με μικρή πιθανότητα να μην πετύχει τους περιβαλλοντικούς στόχους της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά (2000/60)».

#### 4.4.5. Οικολογική κατάσταση

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 για το νερό (WFD) η οικολογική κατάσταση ενός υδατικού πόρου μπορεί να χαρακτηριστεί ως υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής και κακή. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κάποιοι δείκτες, όπως τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία (φυτοπλαγκτόν, μακρόφυτα και φυτοβένθος, πανίδα βενθικών ασπόνδυλων και ιχθυοπανίδα), τα υδρομορφολογικά στοιχεία (ποσότητα και δυναμική της ροής, βάθος, ποσότητα και μορφή υποστρώματος, επικοινωνία με τα υπόγεια ύδατα, δομή και συνθήκες παρόχθιας ζώνης κ.α.) και τα φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία (συγκεντρώσεις θρεπτικών, pH, διαλυμένο οξυγόνο, θερμοκρασία, θολερότητα, συνθετικοί ρύποι κ.α.). Για όλους αυτούς τους δείκτες εξετάζεται η απόκλιση των συνθηκών που επικρατούν σε σχέση με τις μη διαταραγμένες συνθήκες και γίνεται η κατάταξη στις παραπάνω κατηγορίες.

Το βιολογικό ποιοτικό στοιχείο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης των λιμναίων υδάτινων σωμάτων είναι το φυτοπλαγκτόν. Ο ταμιευτήρας Κάρλας ανήκει στα ιδιαίτεως τροποποιημένα ή τεχνητά συστήματα και στον τύπο L-M5/7A (Μεσογειακή Γεωγραφική Ομάδα διαβαθμονόμησης MED-GIG – άσκηση διαβαθμονόμησης της Μεσογειακής οικοπεριοχής για το φυτοπλαγκτόν). Οι ταμιευτήρες αυτού του τύπου είναι βαθιοί, μεγάλοι, σε ξηρές περιοχές, με λεκάνες απορροής <20.000 Km<sup>2</sup>, υψόμετρο 0 – 800 m, μέση ετήσια βροχόπτωση 800 mm ή θερμοκρασία 15 °C, μέσο βάθος >15 m, αλκαλικότητα <1 Meq/L και μέγεθος >0,5 Km<sup>2</sup>. Για τον τύπο αυτό δεν κατέστη δυνατή η εξαγωγή συνθηκών αναφοράς και ο καθορισμός ορίων ταξινόμησης του οικολογικού δυναμικού, λόγω έλλειψης δεδομένων.

Οι παράμετροι ταξινόμησης και τα όρια καλής/μέτριας κατάστασης για τα λιμναία υδάτινα σώματα με βάση τις φυσικοχημικές παραμέτρους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 30). Επίσης στην τελικά αξιολόγηση της κατάστασης του υδάτινου σώματος συνυπολογίζονται και η τυχόν ύπαρξη εκτός ορίων ποσότητες από τις ουσίες που περιλαμβάνονται στις λίστες Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) ειδικών ρύπων, ουσιών προτεραιότητας και ορισμένων άλλων ουσιών σύμφωνα με την ΚΥΑ ΗΠ.51354/2641/Ε103/2010.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 30: Παράμετροι ταξινόμησης και όρια καλής/μέτριας κατάστασης λιμναίων υδατικών σωμάτων (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Θεσσαλίας, Παραδοτέο: Αξιολόγηση και ταξινόμηση της ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών υδατικών συστημάτων, Φεβρουάριος 2012)**

Επίπτωση	Μετρούμενη παράμετρος	Όρια καλής/μέτριας κατάστασης
Οξυγόνωση	Διαλυμένο Οξυγόνο	70% 4 mg/l στο υπολύμνιο
Οξίνιση	Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου pH	6 - 9
Διαφάνεια	Δίσκος Secchi	4 m
Τροφική κατάσταση	Ολικός φώσφορος	30 µg/l
	Ολικό άζωτο	1 mg/l
	Αμμώνιο	0,5 mg/l
	Νιτρώδη	0,05 mg/l

Ο ταμιευτήρας Κάρλας λόγω έλλειψης επαρκών δεδομένων χαρακτηρίζεται ως άγνωστης οικολογική κατάστασης. Με βάση τις ακριβείς απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο επιφυλασσόμαστε για τον χαρακτηρισμό λόγω έλλειψης επαρκών δεδομένων. Όμως με βάση στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από το φορέα διαχείρισης που δείχνουν μείωση στο διαλυμένο οξυγόνο, αύξηση της θολερότητας, αυξημένη παρουσία θρεπτικών αλάτων (χημικές αναλύσεις 2007 -2010), ύπαρξη δυνητικά τοξικών μικροοργανισμών και μειωμένη ιχθυοπανίδα, κακή κατάσταση σε ότι αφορά τις βιοκοινότητες του φυτοπλαγκτού, μεγάλος χρόνος παραμονής των νερών, μη ολοκλήρωση των έργων φυσικού καθαρισμού των νερών που εισέρχονται στη λίμνη, εκτιμώμενα υψηλά ρυπαντικά φορτία στις τάφρους μεταφοράς νερού από τον Πηγεϊό στην λίμνη, οδηγούμαστε προς τις κατώτερες κατηγορίες (ελλιπής ή κακή) οικολογικής κατάστασης.

#### **4.5.Επιπτώσεις (Impacts)**

Η επιβαρυσμένη κατάσταση του ταμιευτήρα Κάρλας, όπως περιγράφηκε παραπάνω, έχει σημαντικές επιπτώσεις στην οικολογική ποιότητα του. Η συνεχής εισροή θρεπτικών και βαρέων μετάλλων, η αυξημένη αλατότητα κ.α, έχουν αρνητική επίδραση στη ποιότητα του νερού με αποτέλεσμα την απώλεια της ικανότητας της λίμνης να στηρίξει μια ικανοποιητική βιοποικιλότητα, την εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού, τη μικροβιακή ρύπανση και τη μείωση της αισθητικής αξίας της περιοχής.

##### **4.5.1.Ευτροφισμός**

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω αναλυτικά με πίνακες και διαγράμματα, οι διάφορες δραστηριότητες της περιοχής και κυρίως η γεωργία, η κτηνοτροφία, η βιομηχανία και οι αστικές δραστηριότητες, οδηγούν σε απόρριψη αυξημένων ποσοτήτων αζώτου και φωσφόρου στο έδαφος. Με την άρδευση και τις βροχοπτώσεις αυτή η ποσότητα αζώτου καταλήγει στον ταμιευτήρα Κάρλας, δημιουργώντας ποικίλα προβλήματα στους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς που ζουν σε αυτόν, υποβαθμίζοντας την ποιότητα των υδάτων και κατ' επέκταση βάζοντας σε κίνδυνο και την ανθρώπινη υγεία. Αυτές οι δραστηριότητες αποτελούν την πηγή της νιτρορύπανσης των υδάτων.

Το πιο σημαντικό πρόβλημα που δημιουργείται είναι ο ευτροφισμός των νερών στη λίμνη. Ευτροφισμός αποκαλείται το φαινόμενο της υπερβολικής αύξησης των φυτικών οργανισμών σε έναν υδάτινο αποδέκτη και οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλων συγκεντρώσεων θρεπτικών συστατικών όπως το άζωτο και το φώσφορο, τα άλατα των οποίων αποτελούν τροφή για το φυτοπλαγκτόν και τα υδρόβια φυτά. Οι ρυθμοί ανάπτυξης του φυτοπλαγκτού και των υδρόβιων φυτών εξαρτώνται από την παρουσία θρεπτικών συστατικών, τη θερμοκρασία και την ηλιακή ακτινοβολία. Η παρουσία των θρεπτικών συστατικών ευνοεί την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού και των υδρόβιων φυτών, όσο περισσότερο αναπτύσσονται τόσο μεγαλύτερες ποσότητες οξυγόνου καταναλώνουν με αποτέλεσμα τη μείωση της βιολογικής ποικιλίας στο οικοσύστημα και αύξηση της θολερότητας.

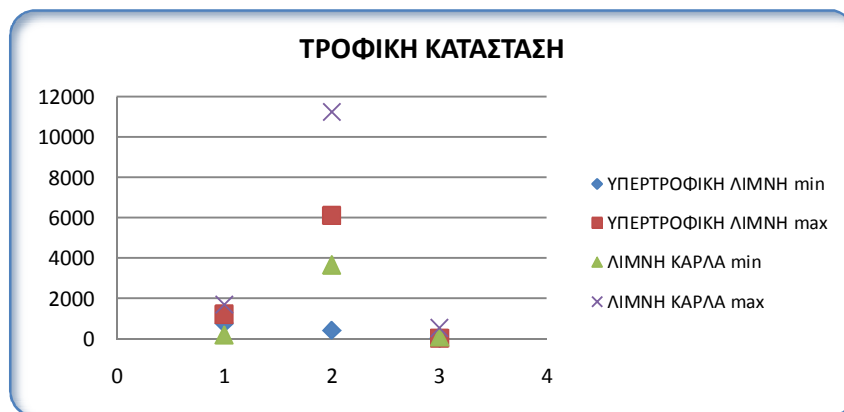
Επίσης, η μεγάλη συγκέντρωση φυτοπλαγκτού έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της ηλιακής ακτινοβολία που φτάνει στα βαθύτερα στρώματα του υδάτινου αποδέκτη λόγω της αυξημένης ύπαρξης χλωροφύλλης και άλλων χρωστικών ουσιών που παράγονται με τη φωτοσύνθεση. Αλλά και η βιομάζα που συγκεντρώνεται στο βυθό του αποδέκτη είναι περισσότερη όταν ο ρυθμός ανάπτυξης του φυτοπλαγκτού και των άλλων υδρόβιων φυτών είναι πιο έντονος. Ακόμα, η

καθαρότητα του νερού επηρεάζεται ως προς το χρώμα, τη θολερότητα, την οσμή κ.α. κάτι που πολλές φορές καθιστά το νερό ακατάλληλο για πόση και για οικιακή χρήση. Η αισθητική αξία του υδάτινου αποδέκτη όπου εμφανίζεται το πρόβλημα του ευτροφισμού μειώνεται, οι οσμές είναι έντονες πράγμα που επηρεάζει αρνητικά την τουριστική ανάπτυξη της γύρω περιοχής και πολλές φορές εμφανίζονται μαζικοί θάνατοι ψαριών.

Ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 31) σύμφωνα με τον οποίο γίνεται κατάταξη της τροφικής κατάστασης του ταμιευτήρα σύμφωνα με τον OECD (2008). Η κατάταξη γίνεται με βάση τα θρεπτικά (άζωτο, φώσφορο), τη χλωροφύλλη α και το βάθος του δίσκου Secchi, για το οποίο δεν διατίθενται στοιχεία, συνεπώς η κατάταξη θα γίνει με βάση τους άλλους τρεις παράγοντες. Με πιο έντονα γράμματα φαίνονται οι τιμές κάθε παραμέτρου για τον ταμιευτήρα Κάρλας, σύμφωνα με εκτιμήσεις από το ΣΔΛΑΠ του ΥΔ Θεσσαλίας (2012) και την παρακολούθηση των αβιοτικών παραμέτρων από τον Φορέα Διαχείρισης Π.Ο.Κα.Μα.Κε.Βε, για το έτος 2010. Οι κατηγορίες τροφικής κατάστασης είναι Ολιγοτροφική, Μεσοτροφική, Ευτροφική και Υπερτροφική, αυτές μπορούν να αντιστοιχιστούν με την υψηλή, μέτρια και καλή, φτωχή, κακή κατάσταση αντίστοιχα της Οδηγίας 2000/60 για το νερό (WFD). Η λίμνη Κάρλα είναι υπερτροφική και η ποιοτική της κατάσταση χαρακτηρίζεται ως φτωχή.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 31: Κατάταξη τροφικής κατάστασης ταμιευτήρα Κάρλας (OECD 2008)**

<b>Mg/m<sup>3</sup></b>	<b>Ολιγοτροφική</b>	<b>Μεσοτροφική</b>	<b>Ευτροφική</b>	<b>Υπερτροφική</b>
<b>Ολικός Φώσφορος</b>	3 – 17.7	10.9 – 95.6	16.2 - 386	750 – 1200 <b>770</b> (ΣΔΛΑΠ) <b>180-1680</b> (ΦΔ)
<b>Ολικό Άζωτο</b>	307 - 1630	361 - 1387	393 - 6100	<b>9110</b> (ΣΔΛΑΠ) <b>3650-11220</b> (ΦΔ)
<b>Chlorophyll a</b>	0.3 – 4.5	3 - 11	2.7 – 27.5	100 -150 <b>77,79-525,24</b> (Papadimitriou et al, 2011)
<b>Chlorophyll a (Peak Value)</b>	1.3 – 10.6	4.9 – 49.5	9.5 - 275	
<b>Βάθος του δίσκου Secchi (m)</b>	5.4 – 28.3	1.5 – 8.1	0.8 - 7	0.4 – 0.5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22: Τροφική κατάσταση λίμνης Κάρλας

#### 4.5.2.Μικροβιακή ρύπανση

Η μικροβιακή ρύπανση οφείλεται στη ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών, που είναι ικανοί να επιβιώσουν στο νερό και να διατηρήσουν τις μολυσματικές του ιδιότητες για μεγάλο χρονικό διάστημα, τέτοιοι μικροοργανισμοί είναι τα πρωτόζωα, τα κυανοβακτηρίδια κ.α. Παθογόνοι μικροοργανισμοί που εντοπίζονται στα λύματα και στα ρυπασμένα επιφανειακά νερά συνήθως προέρχονται από περιπτώματα ανθρώπων και ζώων που πάσχουν ή είναι φορείς κάποιας ασθένειας. Η χρήση νερού μολυσμένου με παθογόνα για ύδρευση, άρδευση, κολύμβηση και αλιεία εδωδιδμων οστρακόδερμων μπορεί να προκαλέσει τη μετάδοση των ασθενειών που είναι δυνατό να πάρουν την έκταση επιδημιών.

Η διαβίωση αυτών των μικροοργανισμών ευνοείται από τις αυξημένες τιμές αλατότητας της λίμνης, από την περιορισμένη ανανέωση των νερών, από τη μορφομετρία της λίμνης (επιφάνεια και βάθος) καθώς και από την κλιματική αλλαγή. Στον ταμιευτήρα Κάρλας έχουν σημειωθεί επανειλημμένα περιστατικά μαζικού θανάτου ψαριών, από το 2010 έως σήμερα εξαιτίας των αυξημένων συγκεντρώσεων πρυμνεσιόφυτων, δινομαστιγιωτών και κυανοβακτηριδίων. Η συγκέντρωση εκατομμυρίων ατόμων κυανοβακτηριδίων στο λίτρο και ο σχηματισμός άνθησης στα νερά της λίμνης προκαλεί και αισθητική ρύπανση καθώς τα νερά γίνονται πράσινα και σχηματίζεται κρούστα στην όχθη.

#### 4.5.3.Αισθητική ρύπανση

Η αισθητική ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων προκαλείται από αλλαγές στο τοπίο ως συστατικό του φυσικού περιβάλλοντος, από αλλοίωση του χρώματος και της διαύγειας του νερού, από αλλοίωση της ακτογραμμής και από στερεά απόβλητα (απορρίμματα στο νερό και την παρυδάτια περιοχή). Στην περίπτωση του

ταμιευτήρα Κάρλας έχουμε έντονη υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος λόγω των συνεχών ανθρωπογενών επεμβάσεων, ύπαρξη απορριμμάτων στην παράκτια περιοχή ή ακόμα και μέσα στο νερό καθώς στην περιοχή δεν υπάρχει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και τέλος η εμφάνιση του νερού είναι αλλοιωμένη λόγω της υψηλής θολερότητας, των αιωρούμενων στερεών και του φαινομένου του ευτροφισμού όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

#### 4.5.4.Επιπτώσεις στις φυσικοχημικές παραμέτρους

Οι συμβατικοί ρύποι όπως το οργανικό φορτίο, το άζωτο, το φώσφορο, τα νιτρικά και τα αιωρούμενα στερεά, προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις όπως ευτροφισμό, αποξυγόνωση της λίμνης, τοξικότητα σε υδρόβιους οργανισμούς και στον άνθρωπο, δημιουργία ιζημάτων, αύξηση θολερότητας και μείωση της αισθητικής αξίας. Επίσης, η παρουσία μη συμβατικών ρύπων όπως βαρέα μέταλλα (κάδμιο, χρώμιο ψευδάργυρος κ.α.), μπορούν να προκαλέσουν άμεσα ή μακροπρόθεσμα τοξική επίδραση σε υδρόβιους οργανισμούς και στον άνθρωπο, επίσης πολλά είναι ύποπτα για καρκινογένεση και τέλος τα οργανικά σύμπλοκα παρουσιάζουν βιοσυσσώρευση.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα επιτρεπόμενα όρια των φυσικοχημικών παραμέτρων σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (για ανθρώπινη κατανάλωση) και την Οδηγία 2006/44/ΕΚ (για τη διατήρηση της ζωής των ιχθύων). Στην τέταρτη στήλη παρουσιάζονται οι τιμές των παραμέτρων στον ταμιευτήρα Κάρλας σύμφωνα με τα στοιχεία του Φορέα Διαχείρισης Π.Ο.Κα.Μα.Κε.Βε.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 32: Όρια φυσικοχημικών παραμέτρων με βάση τις ΚΥΑ Υ2/2600/2001 και Οδηγία 2006/44/ΕΚ. (Α): Τα όρια για τα σολομοειδή και (Β): Τα όρια για τα κυπρινοειδή**

Φυσικοχημικές παραμέτροι (mg/l)	Όρια		Τιμές λίμνης Κάρλας (mg/l)
	Οδηγία 2006/44/ΕΚ	ΚΥΑ Υ2/2600/2001	
<b>D.O</b>	≥6mg/l (A) ≥4mg/l (B)	-	6,8 – 8,2
<b>NO<sub>3</sub></b>	-	≤50mg/l	3,25 – 10,36
<b>NO<sub>2</sub></b>	≤0,01mg/l (A) ≤0,03mg/l (B)	≤0,5mg/l	0,4 – 0,86
<b>NH<sub>4</sub></b>	≤0,04mg/l (A) ≤0,2mg/l (B)	≤0,5mg/l	0,22 – 1,22
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	-	≤5 mg/l	0,18 – 1,68
<b>BOD</b>	≤3mg/l (A) ≤6mg/l (B)	-	3,8 – 18,4
<b>TSS</b>	≤25mg/l	-	11,22 - 835



<b>ph</b>	6 - 9	6,5 – 9,5	8 – 8,37
<b>Αγωγιμότητα</b>	-	≤2500 μS/cm	225 – 490 μS/cm

Συγκρίνοντας τις τιμές του πίνακα αυτού με της τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων για τον ταμιευτήρα Κάρλας προκύπτει οι τιμές των περισσότερων παραμέτρων είναι εκτός ορίων, ακόμα και πολλαπλάσιες σε ορισμένες περιπτώσεις, με βάση και τα δύο νομικά πλαίσια. Άρα τα νερά δεν είναι κατάλληλα ούτε για τη διαβίωση των ιχθύων, ούτε για ανθρώπινη κατανάλωση.

Συμπερασματικά, ο ταμιευτήρας Κάρλας δεν μπορεί να επιτελέσει κανένα από τους σκοπού για τους οποίους δημιουργήθηκε. Οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού στη λίμνη είναι εκτός ορίων για ανθρώπινη κατανάλωση, συνεπώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ύδρευση της περιοχής του Βόλου ούτε για την άρδευση 92.500 στρ. όπως σχεδιάστηκε με αποτέλεσμα να χαθεί ο στόχος το έργο αυτό να συμβάλλει θετικά στο έντονο πρόβλημα της εξάντλησης των υδατικών πόρων της περιοχής. Επίσης, λόγω του ότι τα νερά είναι ρυπασμένα, ο ταμιευτήρας δεν μπορεί να επιτελέσει ούτε το ρόλο βιότοπου για την ορνιθοπανίδα και την ιχθυοπανίδα και πιθανόν να υπάρξει κίνδυνος και για την υπόλοιπη πανίδα της περιοχής. Τέλος, η άσχημη οσμή και εμφάνιση των νερών αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα και για τις δραστηριότητες τουρισμού και αναψυχής καθώς και για της οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.

#### 4.6.Απόκριση (Response)

Οι περιβαλλοντικοί στόχοι για τα επιφανειακά ύδατα είναι:

- Καλή οικολογική και καλή χημική κατάσταση μέχρι το 2015.
- Αποφυγή επιδείνωσης της κατάστασης.
- Παύση των εκπομπών επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας.
- Επίτευξη των στόχων των προστατευόμενων περιοχών.

Για την αντιμετώπιση της επιβαρημένης οικολογικής κατάστασης του ταμιευτήρα Κάρλας και των επιπτώσεων αυτής της κατάστασης, ώστε να επιτευχθούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι της Οδηγίας είναι αναγκαία η λήψη κατάλληλων μέτρων.

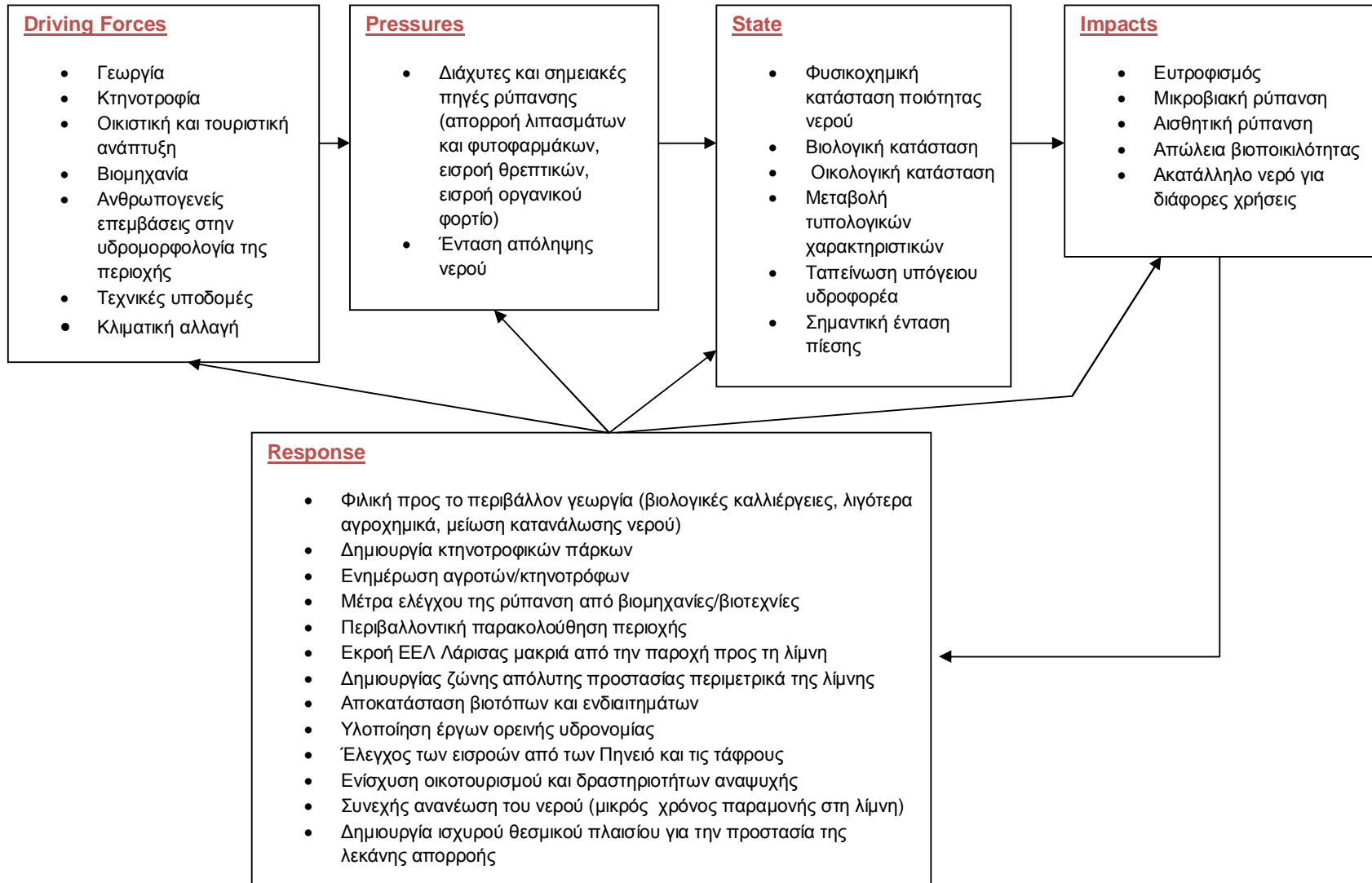
- Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην περιοχή φαίνεται να είναι η γεωργία, για αυτό επιβάλλεται η λήψη μέτρων πως μια πιο περιβαλλοντικά φιλική γεωργική δραστηριότητα. Η συνέχιση της εφαρμογής του προγράμματος για τη μείωση της νιτρορρύπανσης κρίνεται απαραίτητη, καθώς και ο εξορθολογισμός της χρήσης των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων και η εφαρμογή ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης των φυτοφαρμάκων από την

αγορά μέχρι την απόρριψη της συσκευασίας. Επίσης, η στροφή προς τις βιολογικές και ξηρικές καλλιέργειες θα συμβάλλει θετικά στην αντιμετώπιση πολλών προβλημάτων. Ακόμα, άλλα μέτρα προς αυτή την κατεύθυνση είναι ο εκσυγχρονισμός του δικτύου άρδευσης ώστε να μειωθούν οι απώλειες νερού που σήμερα φτάνουν στο 30 – 40% και η εφαρμογή μεθόδων άρδευσης με υψηλό βαθμό απόδοσης όπως η στάγδην άρδευση. Τέλος, απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα όλων των παραπάνω μέτρων είναι η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των αγροτών.

- Για τον καλύτερο έλεγχο των εκροών της κτηνοτροφίας προτείνεται η δημιουργία σύγχρονων κτηνοτροφικών πάρκων και ενημέρωση των κτηνοτρόφων για τις σύγχρονες και φιλικότερες προς το περιβάλλον μεθόδους άσκησης του επαγγέλματος τους.
- Σημαντικά ρυπαντικά φορτία προέρχονται από τις βιομηχανικές μονάδες/βιοτεχνίες, για αυτό επιβάλλεται η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών τεχνολογιών ώστε να ελέγχεται και να μειώνεται η ρύπανση που αυτές προκαλούν.
- Ένα σύστημα περιβαλλοντικής παρακολούθησης και παρακολούθησης της ρύπανσης είναι απαραίτητο να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει αποτελεσματικά στην περιοχή της λίμνης και του Πηνειού, καθώς και ένα σύστημα παρακολούθησης των εισροών τόσο από τον Πηνειό, όσο και από τις τάφρους.
- Τα επεξεργασμένα λύματα από την ΕΕΛ του Δήμου Λάρισας έχουν προκαλέσει επανειλημμένα προβλήματα στην ποιότητα του νερού για αυτό πρέπει να απομακρυνθεί η εκροή των λυμάτων από την παροχή προς τον ταμιευτήρα Κάρλας.
- Για την καλύτερη προστασία του ταμιευτήρα από κάθε τύπου ανθρώπινη δραστηριότητα προτείνεται η δημιουργία μιας ζώνης απόλυτης προστασίας περιμετρικά της λίμνης. Τα φυτά της ζώνης αυτής θα αποτελούν μια πρώτη βαθμίδα επεξεργασίας του αποστραγγιστικού νερού.
- Ακόμα η αποκατάσταση των βιοτόπων και των ενδιαιτημάτων της περιοχής είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να είναι εφικτή η στήριξη μιας σημαντικής βιοποικιλότητας.
- Η μείωση του χρόνου παραμονής του νερού στη λίμνη θα συμβάλλει θετικά στην επίλυση πολλών από τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν, ειδικά σε ότι αφορά την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού.

- Η ενίσχυση του οικότουρισμού και των δραστηριοτήτων αναψυχής, θα συμβάλει στην ανάδειξη της περιοχής, στην ευαισθητοποίηση του κοινού για την προστασία αυτού του ευαίσθητου οικοσυστήματος, αλλά και στην ενίσχυση της τοπικής οικονομίας.
- Επίσης, η υλοποίηση των έργων ορεινής υδρονομίας θα εμποδίσει την επιφανειακή διάβρωση των ορεινών λεκανών γύρω από τη λίμνη με σκοπό την αποτροπή της επιβάρυνσης της λίμνης και των συλλεκτών από μεταφορά φερτών.
- Τέλος, είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός ισχυρού θεσμικού πλαισίου προστασίας της λεκάνης απορροής, που θα καθορίζει με σαφήνεια τις αρμοδιότητες των φορέων που σχετίζονται με αυτή.

## DPSIR Ανάλυση



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η πρώην λίμνη Κάρλα αποτελούσε έναν από τους πιο σημαντικούς υδροβιότοπους της χώρας, όμως μια σειρά από λάθος πολιτικές οδήγησαν στην αποξήρανση της το 1962. Σήμερα η προσπάθεια ανασύστασης ενός μικρότερου σε έκταση ταμιευτήρα στη θέση της παλιάς λίμνης, στο πλαίσιο μιας πιο ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων, αποτελεί μοναδικό παράδειγμα σε επίπεδο Ευρώπης. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δυσκολία στην πρόβλεψη της μελλοντικής εξέλιξης του οικοσυστήματος της «νέας» λίμνης Κάρλας.

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε μια ανάλυση πιέσεων – επιπτώσεων με τη μεθοδολογία DPSIR, στο νέο και ιδιαίτερο αυτό οικοσύστημα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι παρότι πρόκειται για ένα «καινούριο» οικοσύστημα εντούτοις πολλά χαρακτηρίστηκα του παραπέμπουν σε ένα πιο γερασμένο υδάτινο οικοσύστημα (π.χ. ευτροφισμός). Η «νέα» λίμνη δέχεται υψηλά ρυπαντικά φορτία από τον ήδη επιβαρυσμένο, με θρεπτικά, οργανικό φορτίο, λιπάσματα και φυτοφάρμακα Πηνειό, καθώς και από τις λεκάνες απορροής της περιοχής που χαρακτηρίζεται από έντονη γεωργική δραστηριότητα. Επίσης, η υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα, για αρδευτικούς κυρίως σκοπούς έχει οδηγήσει σε σημαντική πτώση της στάθμης του.

Συνεπώς, η περιοχή μελέτης δέχεται σημαντικές πιέσεις, από ανθρωπογενείς δραστηριότητας, που επηρεάζουν κυρίως την ποιότητα του νερού του ταμιευτήρα Κάρλας. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι η μικροβιακή και αισθητική ρύπανση του ταμιευτήρα Κάρλας, ο χαρακτηρισμός της τροφικής του κατάστασης ως υπερτροφική, η απώλεια της ικανότητας του οικοσυστήματος να στηρίξει μια σημαντική βιοποικιλότητα και η ακαταλληλότητα του νερού του ταμιευτήρα για άρδευση, ύδρευση και για τη ζωή των ιχθύων.

Σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για το νερό Οδηγία 2000/60/EK, ο ταμιευτήρας Κάρλας κατατάσσεται στα υδάτινα σώματα «με μικρή πιθανότητα να μην πετύχουν τους περιβαλλοντικούς στόχους της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά (2000/60)», δηλαδή με μικρή πιθανότητα να μην πετύχουν καλή οικολογική και χημική κατάσταση ως το 2015. Για την οικολογική κατάσταση του ταμιευτήρα σήμερα δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία, υπάρχουν όμως σοβαρές ενδείξεις ότι πρόκειται για υδάτινο σώμα με ελλιπής ή κακή οικολογική κατάσταση. Αυτό καταδεικνύει ότι θα ήταν πιο ασφαλές να

χαρακτηριστεί ο ταμιευτήρας Κάρλας, ως ένα υδάτινο σώμα «με αξιόλογη πιθανότητα να μην πετύχει τους στόχους της Οδηγίας 2000/60».

Η κατάσταση αυτή μπορεί να είναι αναστρέψιμη, εφόσον ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Τέτοια μέτρα είναι η στροφή προς περιβαλλοντικά φιλικές μεθόδους άσκησης της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, εγκατάσταση δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας και της ποσότητας του νερού που εισέρχεται στη λίμνη, η προστασία της βιοποικιλότητας, υλοποίηση έργων ορεινής υδρονομιάς, θέσπιση ισχυρού νομικού πλαισίου προστασίας της περιοχής, ενίσχυση οικοτουρισμού και δραστηριοτήτων αναψυχής.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ananiadis I., 1956, Limnological Study of Lake Karla. *Bulletin Del' Institut. Oceanographique*. 1083, 1-19.
- Atkins P. J., Gregory J. A., Burdon D. and Elliot M., 2011, Managing the Marine Environment: Is the DPSIR Framework Holistic Enough? *System Research and Behavioral Science*, 28, 497-508.
- Benini L., Bandini V., Marraza D. and Contin A., 2009, Assessment of land use changes through an indicator-based approach: A case study from Lamone river basin in Northern Italy. *Ecological Indicators*, 10, 4-14.
- Borja A., Galbarsoro I., Solaun O., Muxika I., Tello M. E., Uriarte A. and Valencia V., 2005, The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66, 84-96.
- Giupponi C., 2005, Decision Support Systems for implementing the European Water Framework Directive: The MULINO approach. *Environmental Modelling & Software*, 22, 248-258.
- Kagalou I., Leonardos I., Anastasiadou C. and Neofytou C., 2012, The DPSIR Approach for an Integrated River Management Framework. A Preliminary Application on a Mediterranean Site (Kalamas River – NW Greece). *Water Resour Manage*, 26, 1677-1692.
- Kagalou I., 2010, Classification and management issues of Greek lakes under the European Water Framework Directive: a DPSIR approach, *Journal of Environmental Monitoring*, 12, 12, 2207-2215.
- Katsiapi M., Moustaka-Gouni M., Michaloudi E. and Kormas Ar. K., 2011, Phytoplankton and Water quality in a Mediterranean drinking-water reservoir (Marathonas Reservoir, Greece). *Environ Monit Assess*, 181, 563-575.
- Kristensen P., 2004, The DPSIR Framework. Workshop on a comprehensive/detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya.
- Laspidou C., Kakoulidis I. and Loukas A., 2011, Ecosystem Simulation Modeling of Nitrogen Dynamics in the restored lake Karla in Greece. *Desalination and Water Treatment*, 33, 61-67.
- Loukas A., Mylopoulos N., Vasiliades L., Tarnanas H., Polykretis J. and Dimitriou A., 2005, Sustainable water resources management in Pinios river Lake Karla basins,

- Thessaly, Greece, Sharing a common vision of our water resources, 6<sup>th</sup> International Conference. Menton
- Loukas A., Milopoulos N. and Vasiliades L., 2007, A Modeling System for the Evaluation of Water Resources Management strategies in Thessaly, Greece, *Water Resource and Management* 21, 1673–1702.
- Maxim L., Spangenberg H. J. and O'Connor M., 2009, Analysis of risks for biodiversity under the DPSIR Framework. *Ecological Economics*, 69, 12-23.
- Moustaka E., Mylopoulos N. and Loukas A., 2002, Assessment of the restored lake Karla operation under different hydrological and water demand scenarios, *Protection and Restoration of the Environment VI*, Skiathos, 207-216.
- Ness B., Anderberg S. and Olsson L., 2009, Structuring problems in sustainability science: The multi-level DPSIR Framework. *Geoforum*, 41, 479-488.
- Oikonomou A., Katrsiapi M., Karayianni H., Moustaka-Gouni M. and Kormas K. Ar., 2012, Plankton microorganisms coinciding with two consecutive mass fish kills in a newly reconstructed lake. *TheScientificWorldJournal*.
- Omann I., Stocker A. and Jager J., 2009, Climate change as a threat to biodiversity: An application of DPSIR approach. *Ecological Economics*, 69, 24-31.
- Papadimitriou Th., Stampouli Z. and Kagalou I., 2011, Preliminary results on the cyanotoxicity in the “new” lake Karla, 12th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece.
- Pasters R. and Solidoro C., 2011, Monitoring and Modeling for investigating driver/pressure – state/impact relationship in coastal ecosystems: Examples from the Lagoon of Venice. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 96, 22-30.
- Petalas C., Pisinaras V., Koltsida K. and Tsihrintzis V. A., 2005, The hydrological regime of the east basin of Thessaly, Greece. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology*, Rhodes island, Greece.
- Piirimae K., Pachel K. and Reihan A., 2010, Adaption of a method for involving environmental aspects in spatial planning of river basin management – a case study of Navra river basin. *Estonian Journal of Ecology*, 59, 4, 302-320.
- Sahoo G. B. and Schladow S. G., 2008, Impacts of climate change on lakes and reservoirs dynamics and restoration policies. *Sustain Sci*, 3, 189-199.
- Sidiropoulos P., Papadimitriou Th., Stabouli Z., Loukas A., Mylpoulos N. and Kagalou I., 2012, Past, present and future concepts for conservation of the re-constructed lake Karla (Thessaly- Greece). *Fresenius Envir. Bull.* Accepted.
- Skoulikidis Th. N., 2009, The environmental state of rivers in the Balkans – A review within the DPSIR Framework. *Science of the Total Environment*, 407, 2501-2516.



- Spangenberg H. J., Martinez-Alier J., Omann I., Monterroso I. and Binimelis R., 2009, The DPSIR scheme for analyzing biodiversity loss and developing preservation strategies. *Ecological Economics*, 69, 9-11.
- Wang N. and Mitsch J. W., 1999, A detailed ecosystem model of phosphorus dynamics in created riparian wetlands. *Ecological Modelling*, 126, 101-130.
- Zalidis C. G., Takavakoglou V., Panoras A., Bilas G. and Katsavouni S., 2005, Re-Establishing a Sustainable Wetland at Former Lake Karla, Greece, Using Ramsar Restoration Guidelines, *Environmental Management* 34, 875-886.
- Zalidis C, G. and Gerakis A., 1999, Evaluating Sustainability of Watershed Resources Management Through Wetland Function Analysis. *Environmental Management*, 24, 2, 193-207.
- CIS: Guidance for the analysis of Pressures and Impacts In accordance with the Water Framework Directive, Final Version 5.3, December 2002.
- European Environmental Agency: Environmental Indicators: Typology and overview, Technical report No 25, EEA 1999.
- European Environment Agency: Sustainable use and management of natural resources. EEA Report No 9/2005, Copenhagen. 72 pp. EEA 2005a
- European Environment Agency: The European Environment, State and Outlook 2005, Copenhagen. 580 pp. EEA 2005b.
- Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being - A Framework for Assessment. World resources Institute, Island, MEA 2003.
- Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 και του Π.Δ. 51/2007ΑΡ. ΕΡΓΟΥ: 2010ΣΕ07580000, (Φεβρουάριος, 2012).
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 – ΦΕΚ-892 Β'/11-7-01: Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
- Μπαρτζώκα-Τσιόμπρα Μαρία, Ψύλλος Ιωάννης 2011, Ιστορική αναδρομή της υπό επανασύσταση λίμνης Κάρλας και Επιχειρηματικό πλάνο για την ανάδειξη της περιοχής. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.
- Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, L327/1, Luxembourg.