

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ – ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Δημιουργία υγροτόπων και εγκατάσταση υδροχαρούς βλάστησης σε
εκβολικά σημεία των κυριότερων χειμάρρων
της Λίμνης Σμοκόβου»*

ΛΑΛΙΩΤΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΒΟΛΟΣ 2011

*«Δημιουργία υγροτόπων και εγκατάσταση υδροχαρούς βλάστησης σε εκβολικά
σημεία των κυριότερων χειμάρρων
της Λίμνης Σμοκόβου»*

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

- 1) **κ. Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία – Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**,
- 2) **κα Ιφιγένεια Κάγκαλου**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Υδρολογία, Λιμνολογία και Ποταμολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.
- 3) **κ. Στέργιος Βέργος**, Καθηγητής, Δασοκομία και Δασική Οικολογία, Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείριση Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΤΕΙ Λάρισας, **Μέλος**,

Αφιερώνεται με πολλή αγάπη
στους γονείς μου,
Γιώργο και Σταυρούλα
και στις αδερφές μου,
Μαρία και Εμμανουέλα
που μου συμπαραστάθηκαν.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, τον καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής μου επιτροπής, αποτελούμενη από την Επίκουρη καθηγήτρια Κάγκαλου Ιφιγένεια και τον καθηγητή κ. Στέργιο Βέργο, για τις χρήσιμες συμβουλές και την καθοδήγησή τους σε όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Κωνσταντίνο Παπαθανασίου για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά του όσον αφορά στην προμήθεια εργαστηριακού υλικού, καθώς επίσης και τον Θεόφιλο Μπρουζιώτη για την αμέριστη συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάγκη της διατήρησης των υγροτόπων τα τελευταία χρόνια είναι πολύ σημαντική μεταξύ άλλων και για λόγους διατήρησης της υγροτοπικής βιοποικιλότητας. Ένας τρόπος επίτευξης της διατήρησης της υγροτοπικής βιοποικιλότητας είναι η δημιουργία μικρών υδατοσυλλογών στα περιθώρια μεγαλύτερων υγροτόπων.

Η λίμνη Σμοκόβου ως τεχνητός υγρότοπος, του οποίου τα νερά συνεχώς παλινδρομούν, εμφανίζει ιδιαίτερα φτωχή υγροτοπική βλάστηση και κατ' επέκταση βιοποικιλότητα, ειδικά στα χειμαρρικά της σημεία. Η ζώνη μεταβολής της στάθμης της λίμνης Σμοκόβου είναι η έκταση η οποία ορίζεται μεταξύ των ισοϋψών της, των 792,0 m (στάθμη υπερχειλίσης) και 776,0 m (στάθμη υδροληψίας) και εμφανίζεται με σχεδόν πλήρη απουσία βλάστησης. Παρουσιάζεται, επομένως, άμεση ανάγκη για βελτίωση των οικολογικών της χαρακτηριστικών (ενδιαίτημα, χλωρίδα, πανίδα).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προτείνεται η δημιουργία ρηχού, τεχνητού υγροτόπου στα χειμαρρικά σημεία της λίμνης Σμοκόβου για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος λαμβάνοντας υπόψη τα φυσικά, υδρολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής έρευνας.

Αρχικά, μελετήθηκε το φυσικό περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής όσον αφορά στα φυσικά, υδρολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά και ιδιαίτερα μελετήθηκε η λεκάνη του χειμάρρου Σοφαδίτη όπου προτείνεται η δημιουργία τεχνητού υγροτόπου. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις (παροχές και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά) στον επιλεγμένο χείμαρρο, αλλά και στη λίμνη Σμοκόβου. Οι παροχές μετρήθηκαν με τη βοήθεια του ροόμετρου και της μετροταινίας, και όσον αφορά στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού, πραγματοποιήθηκε συλλογή δειγμάτων νερού δύο φορές το μήνα για χρονικό

διάστημα έξι μηνών, και πιο συγκεκριμένα από το Μάρτιο έως και τον Οκτώβριο του 2009.

Επίσης, γίνεται περιγραφή των βημάτων δημιουργίας του υγροτόπου, των δυνατοτήτων της υδρολογικής λεκάνης (ποιότητα, ποσότητα νερών) και του τύπου του υγροτόπου που μπορεί να δημιουργηθεί στην περιοχή μελέτης, μέσω βιβλιογραφικών δεδομένων.

Το συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα εργασία είναι η ανάγκη δημιουργίας στην περιοχή ενός κατάλληλου συστήματος δύο τουλάχιστον μικρών τεχνητών υγροτόπων με μόνιμη παρουσία νερού. Οι τεχνητοί υγρότοποι θα έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν τόσο την υγροτοπική βλάστηση, όσο και την υγροτοπική πανίδα. Ο πρώτος από τους δύο θα είναι κατασκευασμένος στην κοίτη του ρεύματος, ψηλότερα από τη μέγιστη στάθμη της λίμνης, ενώ ο δεύτερος υγρότοπος θα είναι κατασκευασμένος στην κοίτη του ρεύματος και σε επικοινωνία με τα νερά της λίμνης κατά την περίοδο του μέγιστου πλημμυρισμού.

Ο διαχειριστικός στόχος του πρώτου υγροτόπου είναι κυρίως η υποστήριξη της υγροτοπικής βιοποικιλότητας, μέσω της δημιουργίας κατάλληλων οικολογικών συνθηκών. Αντίστοιχα, ο διαχειριστικός στόχος του δεύτερου υγροτόπου είναι η διατήρηση μόνιμης παρουσίας νερού σχετικά σταθερής στάθμης, και κατ' επέκταση η διατήρηση της υγροτοπικής βιοποικιλότητας (χλωρίδας και πανίδας) και η δημιουργία κατάλληλου τόπου εξυπηρέτησης της ωοτοκίας των ιχθύων της λίμνης. Επομένως, προτείνεται ο εμπλουτισμός της λίμνης με είδη ιχθύων, των οποίων η αναπαραγωγή απαιτεί την ύπαρξη αυτών ακριβώς των τύπων βιοτόπων. Χαρακτηριστικά είδη τέτοιων οικολογικών απαιτήσεων είναι το γριβάδι (*Cyprinus carpio*) (Μπόμπορη και συν., 2001), είδος με εμπορική αξία και το γλήνι, είδος με οικολογική αξία (*Tinca tinca*) (Μπόμπορη και συν., 2001).

Ο σκοπός της κατασκευής του φράγματος ανάσχεσης φερτών υλικών είναι αρχικά η διατήρηση ικανοποιητικού βάθους και όγκου αποθηκευμένου νερού στον τεχνητό υγρότοπο για μεγάλο χρονικό διάστημα, η συγκράτηση των φερτών υλικών και η προσωρινή ταμίευση των υδάτων των πλημμυρικών υδατοπαροχών ώστε να μειωθεί το μέγεθος της πλημμυρικής αιχμής. Επίσης, το φράγμα θα βοηθήσει στη μείωση της έντασης ροής των νερών του χειμάρρου με τελικό στόχο τη διευκόλυνση εδραίωσης της βλάστησης των υγροτόπων.

Ο τύπος υγροτόπου που θα δημιουργηθεί, αν και τεχνητός, θα έχει σε σημαντικό βαθμό τα χαρακτηριστικά των αντίστοιχων τύπων φυσικών υγροτόπων. Ο παραλίμιος υγρότοπος που προτείνεται κατατάσσεται στον τύπο μόνιμες λιμνούλες (ponds) γλυκού νερού (μικρότερες των 80 στρεμμάτων) και μόνιμα έλη γλυκού νερού με υπερυδατική βλάστηση, των οποίων ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά, και εξαιτίας των ελωδών χαρακτηριστικών του αναμένεται να είναι ιδιαίτερα παραγωγικός και πλούσιος σε υγροτοπική βιοποικιλότητα.

Οι ρηχοί υγροτόποι είναι ιδιαίτερα παραγωγικά συστήματα. Το γεγονός αυτό είναι πολύ σημαντικό, καθώς αποτελεί ένα μέτρο της δυνατότητας αυτών των τύπων οικοσυστημάτων για παραγωγή βιομάζας (πρωτογενής και δευτερογενής παραγωγή) και κατ' επέκταση για τη διατήρηση σημαντικών πληθυσμών υδρόβιας πανίδας. Η δημιουργία τέτοιου τύπου μικρών τεχνητών υγροτόπων στο περιθώριο άλλων μεγαλύτερων έχει ως στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας του κύριου υγροτόπου, όπως στην περίπτωση της λίμνης Σμοκόβου, και μέσω αυτής την αύξηση των πληθυσμών της υγροτοπικής πανίδας. Επομένως, είναι μια καίρια διαχειριστική ενέργεια που μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τα οικολογικά χαρακτηριστικά, της φτωχής από άποψη παραγωγικότητας και βιοποικιλότητας, φραγμαλίμνης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα αντιπροσωπευτικά είδη φυτών που είναι κατάλληλα και προτείνονται για εποίκισμο στον τεχνητό υγρότοπο είναι το ψαθί, το καλάμι, τα βούρλα, το νεροσέλινο και τα σπαργάνια. Αντίστοιχα, τα αντιπροσωπευτικά είδη ιχθύων που αλιεύθηκαν από τους ερασιτέχνες ψαράδες της περιοχής είναι το *Scardinius graecus* (κοκκινοφτέρα), το *Chondrostoma nasus* (σύρτι), το *Rutilus rutilus* (τσιρώνι), το *Barbus cyclolepis* (μπριάνα), το *Barbus albanicus* (μαρίτσι) και το *Leuciscus cephalus* (κέφαλος).

Μερικά από τα παραπάνω είδη όπως το *L. cephalus* (κέφαλος ή ασπρόψαρο), το *S. graecus* (κοκκινοφτέρα) και το *B. cyclolepis* (μπριάνα), είναι είδη κατάλληλα ώστε να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό της λίμνης και των τεχνητών υγροτόπων.

Λέξεις κλειδιά: λίμνη Σμοκόβου, τεχνητός υγρότοπος, υδροχαρής βλάστηση, εμπλουτισμός.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
1.1 Υγρότοποι (wetlands).....	18
1.2. Η σημασία των μικρών υγροτόπων.....	20
1.2.1 Λειτουργίες των υγροτόπων.....	23
1.2.2 Αξίες των υγροτόπων.....	28
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	34
2.1 Γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής.....	34
2.1.2 Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου.....	35
2.1.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος.....	36
2.2 Τύποι υγροτόπων – Ταξινόμηση.....	40
2.2.1 Υδρογραφία των υγροτόπων.....	46
2.2.2 Υδρολογία των υγροτόπων.....	48
i. Το υδατικό ισοζύγιο.....	48
ii. Η υδροπερίοδος.....	49
iii. Ο ρυθμός ανανέωσης.....	50
iv. Οι ακραίες συνθήκες.....	51
2.2.3 Έδαφος και υγρότοποι.....	53
2.2.4 Βλάστηση των υγροτόπων.....	55
2.3 Γεωλογική κατάσταση.....	57
2.3.1 Φερτές ύλες και διάβρωση.....	60
2.4 Κλιματολογικές συνθήκες.....	60
2.5 Χρήσεις νερού.....	63
2.5.1 Επιφανειακά νερά - Υπόγεια νερά.....	64
2.5.2 Ύδρευση – Άρδευση.....	66

2.5.3 Οικολογική παροχή.....	69
2.6 Νομοθεσία που αφορά στην προστασία των υγροτόπων.....	70
2.7 Περιβαλλοντικοί όροι λειτουργίας του ταμιευτήρα - προτάσεις διαχείρισης.....	73
2.7.1 Οι υγροτοπικοί μας πόροι σήμερα.....	74
2.8 Μεθοδολογία.....	77
2.9 Τεχνητός υγρότοπος.....	79
2.10 Βήματα σχεδιασμού του τεχνητού υγροτόπου.....	80
2.11 Επιλογή των υπό κατάκλιση λεκανών (τεχνητών υγροτόπων).....	81
2.11.1 Επιλογή χειμάρρου για την διερεύνηση των δυνατοτήτων δημιουργίας τεχνητού υγροτόπου.....	84
2.12 Εγκατάσταση πειραματικών τεχνητών υγροτόπων στο βοτανικό κήπο Νεοχωρίου - μελλοντική πρόταση για την εγκατάσταση υγροτόπων στην λίμνη Σμοκόβου.....	84
2.13 Σχεδιασμός των τεχνητών υγροτόπων για την δημιουργία ποικιλίας ενδιαιτημάτων για φυτά και ζώα.....	94
2.13.1 Συλλογή και εγκατάσταση ειδών χλωρίδας.....	100
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	104
3.1 Λεκάνες απορροής.....	104
3.1.1 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης.....	106
i. Λεκάνη απορροής Σμοκοβίτη.....	106
ii. Λεκάνη απορροής Ρεντινιώτη.....	107
iii. Λεκάνη απορροής Ονόχωνου.....	109
iv. Λεκάνη απορροής Ονόχωνου – Ρεντινιώτη.....	110

ν. Λεκάνη απορροής Σοφαδίτη.....	111
3.2 Περιγραφή κατασκευής φράγματος ταμίευσης νερού (δημιουργία ποταμολίμνης).....	113
3.2.1 Σκοπός κατασκευής φράγματος ανάσχεσης φερτών υλικών – επιμήκυνση χρόνου ζωής ποταμολίμνης.....	120
3.2.2 Αναμενόμενη βιομάζα.....	121
3.2.2.1 Θεωρητικός υπολογισμός της πρωτογενούς και της δευτερογενούς παραγωγής.....	121
3.3 Επιλογή υδρόβιων / υδροχαρών φυτών προς εγκατάσταση – πρόβλεψη τύπου ενδιαιτήματος που θα δημιουργηθεί....	122
3.3.1 Επιλογή υδροχαρούς / δενδρώδους βλάστησης προς εγκατάσταση – πρόβλεψη τύπου ενδιαιτήματος που θα δημιουργηθεί.....	122
3.4 Προσδιορισμός ιχθυοπανίδας.....	123
3.5 Παρακολούθηση ροών – παροχών επιλεγμένου χειμάρρου ενδιαφέροντος.....	126
3.6 Προσδιορισμός των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού της φραγμαλίμνης - Αποτελέσματα μετρήσεων από τις δειγματοληψίες στους 4 σταθμούς της λίμνης Σμοκόβου.....	128
3.7 Διερεύνηση των δυνατοτήτων φυσικού εμπλουτισμού της φραγμαλίμνης της λίμνης Σμοκόβου.....	137
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	145
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	150
6. ABSTRACT.....	159
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	162

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1.1: Οι αξίες των υγροτόπων, (ΕΚΒΥ από Γεράκης, 1993)

Πίνακας 2.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος, ταμιευτήρα, υπερχειλιστή και εκκενωτή του έργου.

Πίνακας 2.2: Σύστημα ταξινόμησης τύπων υγροτόπων Γραφείου Ραμσάρ που εγκρίθηκε στην Τέταρτη Συνάντηση των Συνβαλλόμενων Μερών του Montreux το 1990 (Γεράκης και συν., 1991).

Πίνακας 2.3: Σύστημα ταξινόμησης τύπων υγροτόπων και βαθιών υδατοσυλλογών στις ΗΠΑ. (Cowardin et al., 1979)

Πίνακας 2.4: Ιδιότητες εδάφους και υποστρώματος καθώς και άλλα γνωρίσματα που επηρεάζουν τις λειτουργίες των υγροτόπων (Maltby, 1987).

Πίνακας 2.5: Σύνοψη δεδομένων επί της καθαρής πρωτογενούς παραγωγικότητας διαφόρων υγροτοπικών οικοσυστημάτων

Πίνακας 2.6: Το είδος των χειμαρρωδών φαινομένων κατά πετρολογικό σχηματισμό

Πίνακας 2.7: Μετεωρολογικά Δεδομένα (Στοιχεία ΕΜΥ).

Πίνακας 2.8: Η κατανομή του πληθυσμού στη περιοχή μελέτης

Πίνακας 2.9: Υδρευτικές ανάγκες της περιοχής (έτος 2042).

Πίνακας 2.10: Μηνιαία κατανομή ολικής ζήτησης

Πίνακας 2.11: Προτεινόμενη μηνιαία κατανομή της περιβαλλοντικής εκροής κατάντη του φράγματος (Βαβίζος και συν., 1995).

Πίνακας 2.12 : Τύπος, αριθμός ανά τύπο και εμβαδόν των υγροτόπων της Ελλάδας (Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994).

Πίνακας 2.13: Σημερινά αίτια των αλλοιώσεων των υγροτόπων της Ελλάδος προγραμμάτων αποκατάστασης (Γκατζέλια και συν., 2001).

Πίνακας 2.14: Κατάλογος υγροτοπικών λειτουργιών, οι οποίες αποτελούνε στόχο

- Πίνακας 2.15:** Κοινά είδη υδρόβιας χλωρίδας και πανίδας στην αναρρυθμιστική λίμνη Καρδίτσας.
- Πίνακας 2.16:** Απαιτήσεις σε ενδιαίτημα και άλλα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν τις παρεμβάσεις αποκατάστασης, για διάφορα είδη υδροφύτων της Κρήτης (Γκατζέλια και συν., 2001).
- Πίνακας 3.1:** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Σμοκοβίτη
- Πίνακας 3.2:** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ρεντινιώτη.
- Πίνακας 3.3:** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ονόχωνου
- Πίνακας 3.4:** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ονόχωνου- Ρεντινιώτη.
- Πίνακας 3.5:** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη
- Πίνακας 3.6:** Απαιτήσεις ενδιαίτηματος και τροφής των σημαντικότερων ομάδων αμφιβίων (Γκατζέλια και συν., 2001).
- Πίνακας 3.7:** Απαιτήσεις ενδιαίτηματος και τροφής των σημαντικότερων ομάδων υδρόβιων πτηνών (Γκατζέλια και συν., 2001).
- Πίνακας 3.8:** Απαιτήσεις σε βιοτόπους για τα διάφορα στάδια ζωής των ψαριών γλυκού νερού (Γκατζέλια και συν., 2001).
- Πίνακας 3.9:** Οι φυσικές ενότητες και τα αντιπροσωπευτικά γένη φυτών κατάλληλα για εποικισμό στον τεχνητό υγρότοπο.
- Πίνακας 3.10:** Γένη φυτών των οποίων η εγκατάσταση στον υγρότοπο είναι δυνατή.
- Πίνακας 3.11:** Συνολικός αριθμός ψαριών που αλιεύτηκαν από τους ερασιτέχνες ψαράδες.
- Πίνακας 3.12:** Μέση παροχή και μέση μηνιαία παροχή του χειμάρρου Ρεντινιώτης για το χρονικό διάστημα Μάρτιος 2009 – Οκτώβριος 2009.
- Πίνακας 3.13:** Μέση παροχή και μέση μηνιαία παροχή του χειμάρρου Ξυνιάδας για το χρονικό διάστημα Μάρτιος 2009 – Οκτώβριος 2009

Πίνακας 3.14: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας στην τεχνητή λίμνη Σμοκόβου (26/03/09).

Πίνακας 3.15: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Μαρτίου

Πίνακας 3.16: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Απριλίου.

Πίνακας 3.17: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Απριλίου.

Πίνακας 3.18: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Μαΐου 2009.

Πίνακας 3.19: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Μαΐου 2009.

Πίνακας 3.20: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Ιουνίου 2009

Πίνακας 3.21: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Ιουνίου 2009

Πίνακας 3.22: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Σεπτεμβρίου 2009.

Πίνακας 3.23: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Σεπτεμβρίου 2009.

Πίνακας 3.24: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Οκτωβρίου 2009.

Πίνακας 3.25: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Οκτωβρίου 2009

Πίνακας 3.26: Σύγκριση αποτελεσμάτων ποιοτικού ελέγχου με την ευρωπαϊκή και την ελληνική νομοθεσία.

Πίνακας 3.27: Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών (Ρόπης, 2005).

Πίνακας 3.28: Σύγκριση αποτελεσμάτων ποιοτικού ελέγχου με την ευρωπαϊκή και την ελληνική νομοθεσία.

Πίνακας 3.29: Εκτιμήσεις ρυπαντικών φορτίων που εισέρχονται στον ταμιευτήρα.

Πίνακας 3.30: Σύγκριση αποτελεσμάτων προσομοίωσης χλωροφύλλης, διαλυμένου οξυγόνου, φωσφόρου, νιτρικών και αμμωνιακού αζώτου (Ρόπης, 2005).

Πίνακας 3.31: Σύγκριση των μέγιστων τιμών των αποτελεσμάτων του Ρόπη (2005) με τα δικά μου (2009).

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 2.1: Η περιοχή μελέτης.

Εικόνα 2.2: Η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη ποταμού

Εικόνα 2.3: Ανάπτυξη φυτών του γένους Chara στη ζώνη μεταβολής της στάθμης του νερού της λίμνης Πλαστήρα.

Εικόνα 2.4: Η βόρεια όχθη της λίμνης Πλαστήρα, όπου κυρίως εντοπίζεται ο οικότοπος των φυτών του γένους Chara.

Εικόνα 2.5: Γενική άποψη του έλους Λωξάδας, νομού Καρδίτσας

Εικόνα 2.6: Η κεντρική νεροσυλλογή του έλους Λωξάδας,

Εικόνα 2.7: Μικρή νεροσυλλογή στο έλος Λωξάδας, νομού Καρδίτσας.

Εικόνα 2.8: Άποψη της αναρρυθμιστικής λίμνης Καρδίτσας.

Εικόνα 2.9: Καλαμιώνες κοντά στην όχθη της αναρρυθμιστικής λίμνης Καρδίτσας (βάθος 2 m).

Εικόνα 2.10: Πλωτοί καλαμιώνες (Γκατζέλια και συν.,2001).

Εικόνα 2.11: Φύλλο εργασίας κατά την διάρκεια λήψης στοιχείων στο πεδίο.

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Σύστημα λιμνών – ελών

Σχήμα 2.2: Σύστημα λιμνοθαλασσών

Σχήμα 2.3: Εκβολικά συστήματα και ενδιαιτήματα

Σχήμα 2.4: Θαλάσσια – παράκτια συστήματα και ενδιαιτήματα

Σχήμα 2.5: Ποτάμια συστήματα και ενδιαιτήματα

Σχήμα 2.6: Λιμναία συστήματα και ενδιαιτήματα

Σχήμα 2.7: Υγροστασιακό σύστημα και ενδιαιτήματα.

Σχήμα 2.8: Ποτάμιο σύστημα (λεκάνη απορροής).

Σχήμα 2.9: Τα βήματα δημιουργίας τεχνητού υγροτόπου

Σχήμα 2.10: Απεικόνιση των παρυφών του υγροτόπου, όταν υπάρχει πρόβλεψη για διασφάλιση της ετερογένειας των ενδιαιτημάτων (Γκατζέλια και συν., 2001).

Σχήμα 2.11: Διαμόρφωση νησίδων με εκσκαφή και επιχωμάτωση πρσανούς (Payne, 1994).

Σχήμα 2.12: Σχηματική απεικόνιση της διαδοχής των φυτικών διαπλάσεων σε σχέση με την υγρασιακή διαβάθμιση του υγροτόπου (Γκατζέλια και συν., 2001).

Σχήμα 3.1: Μοντέλο δημιουργίας συστήματος τεχνητών υγροτόπων (όπου υγρότοπος «Α»: κατασκευασμένος υγρότοπος στην κοίτη του ρεύματος, ψηλότερα από την μέγιστη στάθμη της λίμνης και υγρότοπος «Β» κατασκευασμένος υγρότοπος στην κοίτη του ρεύματος, με επικοινωνία με τα νερά της λίμνης κατά την περίοδο του μέγιστου πλημμυρισμού της λίμνης

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Υγρότοποι (wetlands)

Ο όρος υγρότοπος είναι απόδοση του αγγλικού όρου wetland και συχνά αποδίδεται και ως υγροβιότοπος. Ο όρος υποδηλώνει όλες τις μικρού βάθους συγκεντρώσεις νερού, είτε αυτές είναι στάσιμες είτε ρέουσες, καθώς επίσης και τις περιοχές των οποίων η στάθμη του υπόγειου νερού απέχει πολύ λίγο από την επιφάνεια του εδάφους. Πολλοί θεωρούν τους υγροτόπους ως τις μεταβατικές ζώνες μεταξύ των βαθιών νερών και της χέρσου.

Σύμφωνα με το άρθρο 1 της “Σύμβασης για τους Υγροτόπους Διεθνούς Σημασίας ως Ενδιαιτήματος Υδροβίων Πουλιών” (1971), η οποία είναι γνωστή και ως Σύμβαση Ραμσάρ, υγρότοποι είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη με ποώδη βλάστηση (marsh), από μη αποκλειστικώς ομβροδίατα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα (fen), από τυρφώδεις γαίες ή από νερό.

Οι περιοχές αυτές κατακλύζονται μονίμως ή προσωρινώς με νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή ρέων, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Στις περιοχές αυτές περιλαμβάνονται και εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά τη ρηχία δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα. Στη Σύμβαση Ραμσάρ αναφέρεται επίσης ότι στους υγροτόπους, μπορούν να ενταχθούν και οι παρόχθιες ή παράκτιες ζώνες που γειτονεύουν με υγρότοπους, με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές που έχουν βάθος μεγαλύτερο από έξι μέτρα, αλλά βρίσκονται μέσα στα όρια του υγρότοπου, όπως αυτός ορίζεται παραπάνω.

Στις ΗΠΑ ως υγρότοποι ορίζονται (Γεράκης και Κουτράκης, 1996) οι περιοχές που κυριαρχούνται από υδρομορφικά εδάφη και είναι κατακλυσμένες ή κορεσμένες με επιφανειακό νερό ή υπόγειο νερό σε συχνότητα και διάρκεια τέτοια, ώστε να είναι ικανές να στηρίζουν υγροτοπική κατά το πλείστον βλάστηση, η οποία

είναι προσαρμοσμένη σε συνθήκες κορεσμένου εδάφους. Σύμφωνα με τον επιστημονικό αυτό ορισμό, κριτήρια αναγνώρισης των υγροτόπων πρέπει να θεωρούνται η υδρολογική κατάσταση, ο τύπος του εδάφους και ο τύπος της βλάστησης. Ο τρόπος εφαρμογής των κριτηρίων αυτών έχει μεγάλη σημασία από άποψη νομικού πλαισίου προστασίας των υγροτόπων (Γεράκης και Κουτράκης, 1996).

Συνεπώς οι υγρότοποι αποτελούν μια αναντικατάστατη συνιστώσα για την καλή ισορροπία του περιβάλλοντος. Μεταξύ άλλων, η ύπαρξη υγρότοπων είναι καθοριστικός παράγοντας από απόψεως τοπίου, αποτελεί ζωτικό υπόστρωμα πολλών ειδών χλωρίδας και πανίδας, είναι τόπος αναψυχής, στοιχείο καθαρισμού του αέρα και ρυθμιστής των συνθηκών του κλίματος. Οι υγρότοποι αποτελούν ζώνη διατήρησης πολύτιμων και σπάνιων ειδών τόσο της πανίδας όσο και της χλωρίδας. Ειδικότερα, παρουσιάζουν μια αξιοσημείωτη θερμορυθμιστική επιρροή, καθώς σε περιπτώσεις αποξήρανσης παρατηρήθηκε αλλοίωση των κλιματικών συνθηκών της εν γένει περιοχής.

Από οικολογικής άποψης οι υγρότοποι χαρακτηρίζονται από αφθονία θρεπτικών συστατικών και οργανικών υπολειμμάτων. Ο συνδυασμός αφθονίας θρεπτικών συστατικών και ηλιακού φωτός έχει ως αποτέλεσμα την φυτική ανάπτυξη, τόσο πλαγκτονική όσο και των προσκολλημένων φυτών. Τα φυτά με την σειρά τους παρέχουν τροφή και καταφύγιο στην υδρόβια πανίδα, και συνεπώς οι υγρότοποι αποτελούν χώρο διαβίωσης, αναπαραγωγής και ανάπτυξης για μεγάλο αριθμό ζωικών ειδών, αλλά και ενδιάμεσο σταθμό παραμονής των μεταναστευτικών πουλιών. Οι μηχανισμοί που ευνοούν αυτές τις λειτουργίες στους παράκτιους υγρότοπους είναι:

- η παλιρροϊκή δράση, με την οποία διευκολύνεται η κυκλοφορία των θρεπτικών στοιχείων και η αφαίρεση των καταλοίπων,
- το μεταβλητό των φυσικών ειδών, γεγονός που εξασφαλίζει την συνέχεια της παραγωγής,
- η ανάπτυξη προσαρμογών που προκαλείται από την ποικιλία των συνθηκών, προσαρμογή η οποία εξασφαλίζει στα φυτικά και ζωικά είδη την εκμετάλλευση οποιουδήποτε τμήματος του περιβάλλοντος αυτού,
- η ευχερής διείσδυση της ηλιακής ενέργειας λόγω χαμηλής στάθμης των υδάτων,
- ο συνεχής εμπλουτισμός με θρεπτικά συστατικά που προέρχονται τόσο από τις πλημμύρες όσο και από την παλίρροια,
- ο συνεχής εφοδιασμός με ζωικούς οργανισμούς λόγω επικοινωνίας με την θάλασσα.

Καθοριστική είναι και η σημασία των υγρότοπων και για την πτερωτή πανίδα.

Πολλά είδη συνδέονται με τους υγρότοπους για λόγους αναπαραγωγής, ενώ άλλα συχνάζουν σε αυτούς συνεχώς ή κατά διαλείμματα για τροφικούς λόγους. Έτσι η επιβίωση μεγάλου μέρους των ειδών εξαρτάται από την διατήρηση των υγροτόπων. Επομένως υπάρχει ο φόβος εξαφάνισης των διαφόρων ειδών με την ελάτωση του αριθμού των υγροτόπων.

1.2 Η σημασία των μικρών υγροτόπων

Ως μικροί υγρότοποι μπορούν να οριστούν οι “μόνιμες λιμνούλες γλυκού νερού (μικρότερες των 80 στρεμμάτων) και τα μόνιμα έλη γλυκού νερού με υπερυδατική βλάστηση, των οποίων ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά” (Γεράκης και συν., 1996). Ένας μικρός υγρότοπος μπορεί να φαίνεται πως έχει, από

άποψη βιολογικής ποικιλότητας, τοπική μόνο σημασία γιατί απλώς δεν έχει μελετηθεί. Συνεπώς, ο υγρότοπος αυτός μπορεί να υποβαθμιστεί ή και να εξαφανισθεί.

Σε χώρες όπως η Ελλάδα, οι μικροί υγρότοποι:

- αποτελούν ζωτικούς σταθμούς των μεταναστευτικών πουλιών.
- λειτουργούν ως βοηθητικά καταφύγια στην ευρύτερη περιφέρεια των μεγάλων υγροτόπων, ιδιαίτερα σε ορισμένες έκτακτες περιπτώσεις (βαρυχειμωνιά, ξηρασία, κ.λπ).
- έχουν μεγάλη σημασία για τους ντόπιους πληθυσμούς ως τόποι αναψυχής, αν και πολλοί είναι μικροί και άσημοι, ιδίως σε περιοχές που βρίσκονται μακριά από τη θάλασσα. Η αξία τους για αναψυχή μπορεί να βελτιωθεί με κατάλληλες ενέργειες.
- μπορούν παράλληλα να προσφέρουν και άλλα αγαθά (π.χ. ψάρια, πόσιμο νερό για ζώα), με προσεκτική, συντηρητική χρήση (Τσιούρης και Γεράκης, 1991).

Συνεπώς, αξίζει να γίνει μια ειδική προσπάθεια διατήρησης και αναβάθμισης των μικρών υγροτόπων, που αποτελούν οάσεις για μικρούς οικισμούς των οποίων το δομημένο περιβάλλον και γενικότερα η ανάπτυξη ακολουθεί σταθερά το κακό πρότυπο των μεγάλων πόλεων (Μοδινός, 1990).

Ο σημαντικότερος όμως λόγος για τον οποίο αξίζει να διατηρηθούν οι μικροί υγρότοποι, ή όπου είναι δυνατόν να ευνοηθεί η δημιουργία τους, είναι η υποστήριξη της βιοποικιλότητας υποβαθμισμένων περιοχών ή περιοχών όπου το υγρό στοιχείο έχει εμφανιστεί σχετικά πρόσφατα (τεχνητές λίμνες) οπότε απουσιάζει σε σημαντικό βαθμό η βιολογική ποικιλότητα.

Άλλοι σημαντικοί λόγοι διατήρησης, ή εκ νέου δημιουργίας τεχνητών υγροτόπων, είναι η δημιουργία τόπων διατροφής για πολλά είδη υδρόβιας πανίδας

και η διατήρηση σπάνιων, κινδυνευόντων ή προστατευόμενων τύπων οικότοπων, και τέλος η συγκράτηση και απορρόφηση ρύπων που πιθανόν καταλήγουν στον κύριο υδάτινο αποδέκτη (λίμνη) (LIFE99NAT/GR/6480).

Στις λίμνες διακρίνονται ξεκάθαρα δύο τμήματα, το λιμναίο και το χερσαίο οικοσύστημα. Στο όριο της ξηράς με το νερό αναπτύσσεται ένα ακόμα (παρόχθιο) υποσύστημα (η ζώνη όπου υπάρχουν για παράδειγμα νούφαρα, καλάμια και βάτραχοι), το οποίο είναι πάρα πολύ ευαίσθητο σε διάφορες μεταβολές (Nebel και Right, 1981 από Σαργέντη και Χριστοφίδη, 2002).

Στην περίπτωση της λίμνης Σμοκόβου, η μεγάλη διακύμανση της στάθμης της λίμνης γίνεται απαγορευτική για την ανάπτυξη αυτού του οικοσυστήματος, με αποτέλεσμα η νεκρή ζώνη να έχει το χαρακτήρα ερημικού τοπίου (Σαργέντης και Χριστοφίδης, 2002). Η μόνη βλάστηση που παρατηρείται στη νεκρή ζώνη είναι χαμηλή βλάστηση από αγριόχορτα σε λίγα σημεία της ζώνης, που εξαρτώνται από τον προσανατολισμό της σε σχέση με τον ήλιο, την εδαφική ποιότητα και τις κλίσεις (Σαργέντης και Χριστοφίδης, 2002). Έτσι, από τη συνεχή παλινδρόμηση των νερών της λίμνης, απουσιάζει η παρόχθια βλάστηση που συναντάμε σε άλλες λίμνες. Το γεγονός ότι πρόκειται για τεχνητή λίμνη, επιτείνει το φαινόμενο της απουσίας της παρόχθιας βλάστησης.

Περιοχή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος αποτελεί η λίμνη Σμοκόβου η οποία ως νέα τεχνητή λίμνη, πέρα από τα προβλήματα που εμφανίζει (μειωμένη ιχθυοπαραγωγή, αυξομείωση της στάθμης του νερού λόγω απολήψεων, αισθητικά υποβαθμισμένο τοπίο) συνιστά -νεοσύστατο- υγροτοπικό οικοσύστημα με μειωμένη βιολογική ποικιλότητα, ειδικά στην παραλιακή ζώνη από όπου απουσιάζει η παρόχθια βλάστηση και κατ' επέκταση οι βιότοποι που αναπτύσσονται στις παραλιακές και παρόχθιες θέσεις σε άλλες, φυσικές λίμνες.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία τεχνητού υγροτόπου και η εγκατάσταση υδροχαρούς βλάστησης σε εκβολικά σημεία των κυριότερων χειμάρρων της λίμνης Σμοκόβου. Κύριος περιβαλλοντικός στόχος, όπως προαναφέρθηκε, είναι η υποστήριξη της υγροτοπικής βιοποικιλότητας αυτής της ζώνης, η οποία σε φυσικές λίμνες είναι πολύ πλούσια και στηρίζει σημαντικά την οικολογία των λιμναίων οικοσυστημάτων.

1.2.1 Λειτουργίες των υγροτόπων

Οι υγρότοποι είναι οικοσυστήματα που επιτελούν πολλαπλές φυσικές λειτουργίες. Η γνώση των λειτουργιών ενός υγροτόπου θεωρείται πρώτηιστη ανάγκη, διότι οι λειτουργίες προσδιορίζουν τις αξίες του για τον άνθρωπο και θέτουν τα πλαίσια για τη σωστή διαχείριση του υγροτοπικού οικοσυστήματος.

Σε έναν υγρότοπο μπορεί να παρατηρηθούν οι εξής λειτουργίες: εμπλουτισμός των διαφόρων υπογείων υδροφόρων στρωμάτων, τροποποίηση των πλημμυρικών φαινομένων, παγίδευση ιζημάτων, απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα, αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας, καθώς και δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Όλες αυτές οι λειτουργίες δεν απαντούν σε όλους τους υγροτόπους ή επιτελούνται σε διαφορετικό βαθμό, σε διαφορετικό χρόνο και με διαφορετικό τρόπο.

Οι λειτουργίες ενός υγροτόπου (Υγρότοποι της Ελλάδας, 1996), όπως και κάθε άλλου οικοσυστήματος, δεν είναι ανεξάρτητες αλλά επηρεάζουν η μια την άλλη. Ο κυριότερος παράγοντας που καθορίζει το πώς λειτουργεί ένας υγρότοπος είναι το υδρολογικό του κομμάτι.

1. Εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων:

Η κάθετη ή και η οριζόντια μερικές φορές κίνηση του νερού προς τον υδροφορέα προκαλεί εμπλουτισμό. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που καθορίζουν αν

θα συμβεί αυτή η λειτουργία σε έναν υγρότοπο και σε ποιο βαθμό. Κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους και του γεωλογικού υποθύματος (διηθητικότητα, διαπερατότητα) του υγροτόπου. Άλλοι παράγοντες εξίσου σημαντικοί είναι το κλίμα, η υδροπερίοδος, τα γνωρίσματα της λεκάνης απορροής, η τοποθεσία του υγροτόπου σε σχέση με άλλους, οι καλύψεις και οι χρήσεις γης. Οι ίδιοι παράγοντες καθορίζουν αν ο υγρότοπος εμπλουτίζεται με νερό από τους υδροφορείς.

2. Τροποποίηση πλημμυρικών φαινομένων:

Η ύπαρξη υγροτόπων σε μια λεκάνη απορροής μπορεί να μεταβάλλει μια πλημμύρα που προέρχεται είτε από βροχοπτώσεις είτε από το λιώσιμο του χιονιού με δύο τρόπους, πρώτον, να μειώσει το συνολικό όγκο νερού της πλημμύρας και δεύτερον να μειώσει τις πλημμυρικές αιχμές, δηλαδή να κάνει την πλημμύρα λιγότερο ορμητική. Στην περίπτωση αυτή οι υγρότοποι δρουν ως ρυθμιστικές δεξαμενές. Ο συνολικός όγκος νερού πιθανόν να μειωθεί, διότι οι υγρότοποι έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν κάποια ποσότητα του πλημμυρικού νερού. Μέρος της ποσότητας αυτής θα οδηγηθεί στη ατμόσφαιρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής ή θα εισχωρήσει στο έδαφος, όταν το υπόστρωμα επιτρέπει κάτι τέτοιο.

Η μείωση των πλημμυρικών αιχμών οφείλεται σε δύο φαινόμενα: πρώτον, στην επιβράδυνση της ταχύτητας ροής του νερού από την φυσική βλάστηση, και δεύτερον στον αποσυγχρονισμό της ροής. Αποσυγχρονισμός είναι η διεργασία κατά την οποία οι διάφοροι υγρότοποι της λεκάνης απορροής δέχονται περίπου συγχρόνως τα πλημμυρικά νερά, αλλά τα ελευθερώνουν σε διαφορετικό χρόνο προς τα χαμηλότερα μέρη της λεκάνης.

3. Παγίδευση ιζημάτων και άλλων ουσιών:

Τα νερά των χειμάρρων, των ποταμών, περιέχουν διάφορες ουσίες (παραμέτρους), τις οποίες εμείς μπορούμε να μετρήσουμε παίρνοντας δείγμα νερού, αυτές μπορεί να είναι το αμμώνιο, χρώμα του νερού, θολερότητα, συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH), νιτρικά, φωσφορικά κ.ά.. Μερικές από τις ουσίες αυτές μπορεί να επηρεάζουν αρνητικά τους οργανισμούς που διαβίουν στο νερό ενώ άλλες αποτελούν θρεπτικά στοιχεία για αυτούς (π.χ. αζωτούχες, φωσφορικές).

Υπάρχουν και τοξικές επίσης ουσίες για τους οργανισμούς όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές χημικές ουσίες. Ορισμένοι υγρότοποι που δέχονται ρέοντα νερά (π.χ. έλη, παρόχθιες περιοχές), προκαλούν μείωση της ταχύτητας ροής κυρίως όταν έχουν πυκνή βλάστηση (καλαμώνες). Αυτό διευκολύνει την καθίζηση φερτών υλικών. Ο υγρότοπος λειτουργεί ως παγίδα ιζημάτων και άλλων υλικών

4. Αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας:

Το νερό σε σύγκριση με άλλες ουσίες, έχει μοναδικές θερμικές ιδιότητες. Πρώτα απ' όλα έχει μεγάλη ειδική θερμότητα, δηλαδή χρειάζονται μεγάλα ποσά θερμότητας για να υψωθεί ή να χαμηλώσει η θερμοκρασία του. Άλλωστε όλοι γνωρίζουμε ότι το νερό δύσκολα κρυώνει και δύσκολα ζεσταίνεται. Για να εξατμισθεί ένα γραμμάριο νερού χρειάζεται πολλή περισσότερη θερμότητα από όση άλλες υγρές ουσίες. Ιδιαίτερα μεγάλη είναι και η θερμική αγωγιμότητα του νερού, το οποίο σημαίνει ότι η θερμική ενέργεια που δέχεται ένα τμήμα μιας υδατοσυλλογής μεταφέρεται πολύ γρήγορα σε όλη την υδάτινη μάζα.

Οι μοναδικές αυτές ιδιότητες του νερού καθιστούν τους ωκεανούς και τις βαθιές λίμνες αποθήκες θερμότητας, διότι τη θερμή περίοδο του έτους αποθηκεύουν θερμότητα και την απελευθερώνουν το χειμώνα. Η ίδια λειτουργία σε μικρότερο όμως βαθμό, επιτελείται στις ρηχές θαλάσσιες περιοχές, στις ρηχές λίμνες και τα έλη

ακόμα και στα υγρά εδάφη. Συνέπεια αυτής της λειτουργίας είναι ότι οι διαφορές στη θερμοκρασία του αέρα χειμώνα - θέρους και ημέρας- νύχτας είναι πολύ μικρότερες δίπλα σε περιοχές όπου κυριαρχεί το υγρό στοιχείο, απ' ότι μακριά από αυτές. Είναι γνωστό ότι οι παράκτιες περιοχές είναι θερμότερες το χειμώνα και δροσερότερες το καλοκαίρι σε σύγκριση με άλλες περιοχές που βρίσκονται μακριά από την ακτή.

5. Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα:

Η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα έχει αρχίσει να αυξάνεται τα τελευταία έτη, δραστηριότητες όπως η καύση ορυκτών για την βιομηχανία, τις μεταφορές και την θέρμανση χώρων καθώς και οι καταστροφές της φυσικής βλάστησης προκάλεσαν την έκλυση μεγάλης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Οι υγρότοποι αποτελούν περίπου το 6% της υδρόσφαιρας. Το διοξείδιο του άνθρακα έχει την ιδιότητα να επιτρέπει την είσοδο της φωτεινής ακτινοβολίας του ήλιου, αλλά εμποδίζει την έξοδο της θερμικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την γη.

6. Δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας και στήριξη τροφικών πλεγμάτων:

Στους υγροτόπους την ηλιακή ακτινοβολία δεσμεύουν ποικίλοι αυτότροφοι οργανισμοί: μικροσκοπικοί οργανισμοί και άλλοι μεγαλύτεροι που πλέουν ελεύθερα στο νερό, ριζωμένα στο υπόστρωμα, φυτά με βλαστούς που καλύπτονται μερικώς ή πλήρως από το νερό, θάμνοι και δένδρα.

Τα ταξινομικώς ανώτερα φυτά που φύονται σε υγροτόπους λέγονται υδρόβια μακρόφυτα ή υδρόβια φυτά και η βλάστηση που σχηματίζεται ονομάζεται υδρόβια βλάστηση. Οι αυτότροφοι μικροσκοπικοί οργανισμοί που αιωρούνται ελεύθερα στο νερό ονομάζονται φυτοπλαγκτόν.

Τα υδρόβια μακρόφυτα είναι υπεύθυνα για την δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την συνεπαγόμενη πρωτογενή παραγωγικότητα του υγροτοπικού

οικοσυστήματος. Ο όρος υδρόβιο μακρόφυτο, αναφέρεται γενικότερα σε μακροσκοπικές μορφές της υδρόβιας βλάστησης και περιλαμβάνει μακροφύκη, λίγα είδη βρύων και πτερίδων προσαρμοσμένα στο υδάτινο περιβάλλον όπως επίσης και αγγειόσπερμα (Παπαστεργιάδου, 1990).

Υδρόβια μακρόφυτα απαντούν σε θαλασσινά νερά (πολύ μικρός αριθμός ειδών), σε υφάλμυρα νερά (δέλτα ποταμών) και σε μικρές ή μεγάλες υδατοσυλλογές γλυκών νερών (έλη, λίμνες, ποταμούς, ρυάκια). Αναπτύσσονται κατά ζώνες στην παρόχθια περιοχή, παράλληλα με τα κράσπεδα λιμνών, ελών, τάφρων και ποταμών. Μπορεί να είναι βυθισμένα (υφυδατικά), επιπλέοντα (εφυδατικά) ή να εξέχουν πολύ από την επιφάνεια του νερού (υπερυδατικά), όπως τα φυτά που σχηματίζουν τους γνωστούς καλαμώνες. Όλα αυτά σχηματίζουν διάφορους τύπους ενδιαιτημάτων για ζωικούς οργανισμούς.

Πολύ υψηλή παραγωγικότητα δείχνουν εκείνοι οι υγρότοποι που έχουν: 1) αφθονία θρεπτικών στοιχείων, τα οποία ανανεώνονται συνεχώς από τους ποταμούς ή από παλιρροϊκά ρεύματα και 2) από μακρά περίοδο αύξησης των φυτών. Οι διαφορές μεταξύ των υγροτοπικών οικοσυστημάτων σε καθαρή πρωτογενή παραγωγικότητα είναι πολύ μεγάλες και οφείλονται κυρίως σε διαφορές στην διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Από τους παραγωγικότερους υγρότοπους είναι ορισμένα έλη γλυκού νερού με καλαμώνες.

Η καθαρή πρωτογενής παραγωγικότητα είναι η βάση της δευτερογενούς παραγωγικότητας, δηλαδή της παραγωγικότητας του οικοσυστήματος σε ετερότροφους οργανισμούς (καταναλωτές). Τρεις είναι οι κύριοι τρόποι με τους οποίους οι αυτότροφοι οργανισμοί στηρίζουν τους ετερότροφους:

- Απ' ευθείας κατανάλωση φυτών και φυκών από φυτοφάγα και σαπροφάγα ζώα,

- Κατανάλωση βιοθρυμμάτων (τεμαχίων νεκρής φυτικής ύλης),
- Παροχή σε καταναλωτές οργανισμούς, εκτός της τροφής, και ενδαιτημάτων για αναπαραγωγή, φώλιασμα, ξεκούραση και προστασία από αντίξοες συνθήκες.

1.2.2 Αξίες των υγροτόπων

Η λειτουργική ανάλυση ενός υγροτόπου είναι μια διαδικασία με την οποία διαπιστώνουμε ποιες λειτουργίες επιτελούνται σε έναν υγρότοπο και ποιος είναι ο μηχανισμός της καθεμίας. Με τον όρο αξίες εννοούμε τις υπηρεσίες και τα αγαθά που προσφέρουν οι υγρότοποι στον άνθρωπο. Για παράδειγμα οι υγρότοποι καθιστούν το κλίμα ηπιότερο, προσφέρουν νερό για ύδρευση και άρδευση, αλιεύματα, βοσκήσιμη ύλη για αγροτικά ζώα κ.λπ. Οι αξίες των υγροτόπων δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, αυτό συνεπάγεται ότι η αναβάθμιση ή η υποβάθμιση της μιας προκαλεί αντίστοιχα την αναβάθμιση ή την υποβάθμιση ενός ή περισσότερων άλλων υγροτοπικών συστημάτων.

Στον Πίνακα 1.1 που ακολουθεί συνέχεια αναφέρονται οι αξίες των υγροτόπων, που από υγρότοπο σε υγρότοπο το μέγεθος τους διαφέρει (Γεράκης, 1993). Μερικές αξίες μπορεί να λείπουν από κάποιους υγροτόπους (π.χ. η υδρευτική, η αρδευτική, η υλοτομική η υδροηλεκτρική κ.α.). έτσι καταλήγουμε στο ότι δεν υπάρχει υγρότοπος που να μην έχει αξία για όλους τους ανθρώπους.

Πίνακας 1.1: Οι αξίες των υγροτόπων, (ΕΚΒΥ από Γεράκης, 1993)

1. Βιολογική αξία	2. αμμοληπτική αξία
3. υδρευτική αξία	4. επιστημονική αξία
5. αρδευτική αξία	6. εκπαιδευτική αξία
7. αλιευτική αξία	8. πολιτιστική αξία
9. κτηνοτροφική αξία	10. αξία αναψυχής
11. θηραματική αξία	12. αντιπλημμυρική αξία
13. υλοτομική αξία	14. αντιδιαβρωτική αξία
15. υδροηλεκτρική αξία	16. αξία βελτίωσης της ποιότητας του νερού
17. αλατοληπτική αξία	18. αξία βελτίωσης του κλίματος

1. Βιολογική αξία:

Από επιστημονική άποψη η βιολογική αξία αφορά όλους τους οργανισμούς που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για την κάλυψη διάφορων αναγκών του (π.χ. ψάρια, καλάμια) όταν όμως γίνεται λόγος για θέματα που αφορούνε τη προστασία του περιβάλλοντος, τότε η βιολογική αξία ενός τόπου μια πολύ σπουδαία παράμετρο που ονομάζεται βιολογική ποικιλότητα. Ο όρος βιοποικιλότητα εκφράζει την ποικιλία των μορφών ζωής που υπάρχει σε μια περιοχή. Μπορεί να διακριθεί σε γενετική ποικιλότητα, σε ποικιλότητα ειδών και σε οικολογική ποικιλότητα (McNeely, 1998) με τον όρο γενετική ποικιλότητα εννοούμε πόσο διαφορετικά είναι τα άτομα ενός είδους. Η οικολογική ποικιλότητα αναφέρεται στις διακριτές μονάδες οργάνωσης της ζωής πάνω από το επίπεδο του πληθυσμού (π.χ. φυτοκοινωνίες) που περιέχει ένας χώρος.

Ένα είδος μπορεί να εξαφανιστεί όταν μεταβληθεί το αβιοτικό περιβάλλον στο οποίο είναι προσαρμοσμένο ή όταν εξαφανισθεί άλλο είδος από το οποίο εξαρτάται για να ολοκληρώσει τον βιολογικό του κύκλο.

Η βιοποικιλότητα των υγροτόπων αποτελεί αξιόλογο τμήμα της βιοποικιλότητας της γης. Πολλά είδη φυτών και ζώων που εξαρτώνται από υγροτόπους έχουν και άμεση οικονομική σημασία (Maltby, 1986).

Η ποικιλότητα ειδών ενός υγροτόπικου οικοσυστήματος επηρεάζεται από τους αβιοτικούς παράγοντες και κυρίως από το υδρολογικό καθεστώς, καθώς από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του νερού και του υποστρώματος. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν τόσο τη χλωρίδα όσο και τη πανίδα. Η ποικιλότητα της πανίδας ειδικότερα συνδέεται με τη χλωρίδα, με τη ποσότητα και τη δομή της βλάστησης και με τη χωροδιάταξη της φυτικής κάλυψης. Η βιοποικιλότητα ενός υγροτόπου, όπως και όλων των οικοσυστημάτων είναι το αποτέλεσμα από άπειρες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστατικών στοιχείων του οικοσυστήματος.

Οι αλληλεπιδράσεις αυτές μεταβάλλονται κατά την διάρκεια του έτους αλλά και με την πάροδο των ετών. Με τη γνώση των αλληλεπιδράσεων επιτυγχάνουμε και τη σωστή διαχείριση των υγροτόπων. Υπάρχει κίνδυνος αποτυχίας όταν η διαχείριση βασισθεί στην επίδραση μεμονωμένων παραγόντων. Ένας παράγοντας που αυξάνει την ποικιλότητα της πανίδας ενός υγροτόπου είναι οι μεταναστεύσεις ζώων και κυρίως υδρόβιων πουλιών. Έτσι η βιοποικιλότητα είναι αξία πολύ σημαντική, άρα η χρήση των άλλων αξιών θα πρέπει να ασκούνται με τρόπο που να μην θίγουν την βιοποικιλότητα.

2. Υδρευτική αξία:

Θεωρείται η πρώτη σε προτεραιότητα χρήση, αξία των υγροτόπων. Οι λίμνες και τα ποτάμια είναι οι τύποι υγροτόπων που των οποίων η υδρευτική αξία είναι ευκολότερο να χρησιμοποιηθεί. Η προστασία των υγροτόπων από την ασύνετη διαχείριση και την ρύπανση θα μπορούσε να στηριχθεί σε ένα μόνο επιχείρημα, ότι

μας προσφέρουν νερό πόσιμο τόσο άμεσα και έμμεσα μέσω του εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων.

3. Αλιευτική αξία:

Οι ελληνικοί υγρότοποι καλύπτουν μέρος των αναγκών της χώρας μας σε αλιεύματα. Εκτός από τα οικονομικά οφέλη, η αλιεία στους υγροτόπους όταν γίνεται με συνετό τρόπο, συντελεί ταυτόχρονα και στην προστασία τους. Η ύπαρξη εμπορεύσιμων ιχθυοπληθυσμών στους υγροτόπους προϋποθέτει ένα υγιές οικοσύστημα με υψηλή ποιότητα νερών και υδρόβια βλάστηση, έτσι ώστε να υπάρχει αρκετός χώρος για αναπαραγωγή. Οι κυριότεροι τύποι υγροτόπων που πληρούν τις προϋποθέσεις για να αποκτήσουν ικανοποιητικούς πληθυσμούς εμπορεύσιμων ειδών είναι οι λιμνοθάλασσες, οι λίμνες φυσικές ή τεχνητές και οι ποταμοί. Με σωστή διαχείριση του οικοσυστήματος και προσέχοντας τους ιχθυοπληθυσμούς, η παραγωγή αλιευμάτων μπορεί να είναι πολύ υψηλή.

Οι τεχνητές λίμνες που κατασκευάζονται μόνο για αποθήκευση νερού, μειονεκτούνε από ιχθυοπαραγωγικής πλευράς, διότι παρατηρείται διακύμανση της στάθμης του νερού, πράγμα που επηρεάζει τις τροφικές σχέσεις και την δυνατότητα ωοτοκίας των ψαριών. Στην Ελλάδα υπάρχουν μερικές λίμνες που παράγουν εμπορεύσιμα αλιεύματα, συνήθως είναι ολιγότροφες υδατοσυλλογές με μικρή παραγωγή, όπως για παράδειγμα η λίμνη Άγρα με 0,2 kg /στρέμμα, η τεχνητή λίμνη Ταυρωπού με 0,7 kg/στρέμμα. Εξάιρεση αποτελεί η λίμνη Κερκίνη, η οποία αν και τεχνητή, και κατασκευασμένη σε περιοχή όπου υπήρχε φυσικός υγρότοπος είναι αρκετά παραγωγική με 120 τόνοι ή 1,6 kg /στρέμμα.

Οι υγρότοποι εκτός από την αλιεία χρησιμοποιούνται και για υδατοκαλλιέργειες. Η ιχθυοπανίδα ενός υγροτόπου εκτός από την εμπορική αξία συνδέονται και με άλλες αξίες, όπως η αξία αναψυχής (ερασιτεχνική αλιεία).

Αποτελούνε επίσης τροφή για πολλά υδρόβια είδη πουλιών, που μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και πολλά απειλούμενα είδη, που η επιβίωση τους συνδέεται άμεσα με τη διατήρηση της ιχθυοπανίδας. Αντίθετα με τις χώρες της βόρειας και δυτικής Ευρώπης, των οποίων η ιχθυοπανίδα είναι εξαιρετικά φτωχή, στην Ελλάδα η ιχθυοπανίδα των γλυκών νερών θεωρείται ιδιαίτερα πλούσια. Περιλαμβάνει περίπου 105 είδη, από τα οποία 37 είναι ενδημικά της νότιας βαλκανικής χερσονήσου (Economidis, 1991). Τέτοια είδη είναι το γλανίδι (*Silurus aristotelis*) των λιμνών της Αιτωλοακαρνανίας, ο νανογωβιός (*Economidichthys trichonis*) της λίμνης Τριχωνίδας, το μικρότερο ψάρι των γλυκών νερών της Ευρώπης και ένα από τα μικρότερα σπονδυλωτά του κόσμου ο ελληνοπυγόστεος (*Pungitius hellenicus*) που βρέθηκε στις πηγές Αγίας Παρασκευής Σπερχειού, η καλαμίθρα (*Scardinius graecus*) των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης, η λιπαριά (*Alosa macedonica*) της λίμνης Βόλβης.

Συνεπώς η πλούσια ιχθυοπανίδα ενός υγροτόπου είναι ένδειξη της σωστής λειτουργίας του, και οι ψαράδες εκείνοι τουλάχιστον οι οποίοι δεν εκμεταλλεύονται την αλιευτική χρήση, είναι οι πιο σταθεροί για τη διατήρηση των υγροτόπων.

4. Κτηνοτροφική αξία:

Πολλοί υγροτόποι προσφέρουν πλούσια βοσκήσιμη ύλη για διάφορα ζώα όπως είναι τα βοοειδή και τα αιγοπρόβατα και μάλιστα για μεγάλη περίοδο του έτους. Η υπερυδατική βλάστηση είναι σπουδαία πηγή τροφής για τα ζώα, τους παρέχει μάλιστα και προστασία από αντίξοες καιρικές συνθήκες όπως σε περίοδο καύσωνα. Τα αγροτικά ζώα αποτελούν μέρος της ζωοκοινότητας των υγροτοπικών οικοσυστημάτων της Μεσογείου εδώ και πολλά χρόνια, και σαφώς έχουν επιδράσει στην δομή και στην εξέλιξη των υγροτόπων. Μια ειδική περίπτωση είναι τα

βουβάλια, που περισσότερο από κάθε άλλο αγροτικό ζώο είναι προσαρμοσμένα σε υγρό περιβάλλον, που σήμερα τα συναντάμε σε ελάχιστους υγροτόπους.

5. Αξία βελτιωτική της ποιότητας του νερού:

Σε έναν υγρότοπο μπορούν να παγιδευτούνε πολλά ακατάλληλα υλικά και ουσίες τα οποία είναι ικανά να φέρουν αλλαγή στις φυσικές, χημικές και βιοχημικές ιδιότητες του νερού των υγροτόπων. Οι υγρότοποι πολλές φορές δρύνε σαν φίλτρο, έχουν δηλαδή την ιδιότητα του αυτοκαθαρισμού, να απομακρύνουν και να εξουδετερώνουν ρύπους οι οποίοι έχουν σαν κύριο σκοπό να προκαλέσουν άμεσες ή έμμεσες βλάβες στους ίδιους τους υγροτόπους και κατ' επέκταση στους οργανισμούς που υπάρχουν γύρω από αυτό.

Οι συνηθέστεροι ρύποι που εισρέουν σε έναν υγρότοπο είναι ανθρώπινης προέλευσης ουσίες (αζωτούχες και φωσφορικές) και οργανική ύλη. Οι ρύποι αυτοί επιτείνουν το φυσικό ευτροφισμό, έτσι βαρέα μέταλλα, συνθετικές χημικές ουσίες και παθογόνοι μικροοργανισμοί είναι δυνατόν να βλάψουν τη βιοκοινότητα.

Οι υγρότοποι μπορούν να βελτιώσουν τη ποιότητα του νερού απομακρύνοντας ρύπους μέσω φυσικών διεργασιών, αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να χρησιμοποιούμε τους φυσικούς υγροτόπους μας σαν αποδέκτες αποβλήτων. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να κατασκευάζουμε τεχνητούς υγροτόπους με δυνατότητα τέτοια, στο να βελτιώνουν την ποιότητα του νερού, ώστε να χρησιμοποιούνται για επεξεργασία λυμάτων.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής

Η περιοχή της μελέτης (Εικ. 2.1) περιλαμβάνει τη λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα Σμοκόβου, που εκτείνεται στους Νομούς Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας. Η έκταση του είναι 750 km^2 . Για την ορθολογική διαχείριση του ταμιευτήρα, το ενδιαφέρον εστιάζεται αφενός στις υδρολογικές εισροές (προσφορά νερού) και αφετέρου στις χρήσεις νερού και τις υδατικές ανάγκες (ζήτηση νερού). Η προσφορά προέρχεται ανάντη του φράγματος, από την απορροή των υπολεκανών (Ρεντινιώτη και Ονόχωνου), ενώ η ζήτηση καθορίζεται από το επίπεδο ανάπτυξης των κατάντη αρδευτικών έργων, καθώς και από τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για τη διατήρηση μόνιμης ροής στην κοίτη του Σοφαδίτη και στα όρια της λίμνης.

Συνεπώς, η περιοχή μελέτης μπορεί να χωριστεί σε δύο τμήματα, το πρώτο τμήμα το οποίο ενδιαφέρει από υδρολογική σκοπιά, για την εκτίμηση των εισροών στον ταμιευτήρα και στο δεύτερο κομμάτι, το οποίο ενδιαφέρει από διαχειριστική σκοπιά για τη μελέτη, δηλαδή των χρήσεων που εξυπηρετούνται από τους υδατικούς πόρους του ταμιευτήρα.

Η περιοχή υδρολογικού ενδιαφέροντος ορίζεται από τη λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη, ανάντη του υδρομετρικού σταθμού του Κέδρου, η οποία ουσιαστικά ήταν και η μόνη θέση συστηματικού ελέγχου των επιφανειακών υδατικών πόρων της περιοχής. Ο υδρομετρικός σταθμός βρίσκεται κατάντη του φράγματος και κατά συνέπεια ελέγχει ένα ευρύτερο τμήμα σε σχέση πάντα με αυτό το οποίο συνεισφέρει μέσω της επιφανειακής απορροής, στην τροφοδοσία του ταμιευτήρα. Ο τελευταίος δέχεται τις εισροές δύο κύριων υδατορευμάτων, του Ονόχωνου και του Ρεντινιώτη, λίγο μετά την συμβολή των οποίων έχει κατασκευασθεί το φράγμα.

Οι λεκάνες απορροής των δύο υδατορευμάτων διαφοροποιούνται ως προς τα υδρολογικά χαρακτηριστικά τους και η διερεύνηση της επιμέρους διαίτας τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ειδικότερα η υπολεκάνη του Ονόχωνου, η οποία ενισχύεται από τις εκροές του οροπεδίου της Ξυνιάδας, αποτελεί ένα διαταραγμένο σύστημα, όχι μόνο επειδή κατά την αρδευτική περίοδο η έξοδος της αποστραγγιστικής τάφρου φράσσεται, αλλά και λόγω των επιβαρυνμένων ρυπαντικών φορτίων, τα οποία προέρχονται από την έκλυση των αρδευτικών εκτάσεων, υποβαθμίζοντας με τον τρόπο αυτό τη ποιοτική κατάσταση των νερών του ταμιευτήρα (Ματσούρης, 2003).



Εικόνα 2.1: Η περιοχή μελέτης.

2.1.2 Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου

Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου βρίσκεται σε απόσταση 30 χιλιομέτρων ΝΑ της Καρδίτσας και 25 Km Ν των Σοφάδων, στην θέση παλιοσταλός, στην περιοχή των κοινοτήτων Λουτροπηγής και Κτιμένης τον νομού Καρδίτσας, λίγο μετά στη συμβολή των παραποτάμων του Ονόχωνου, γνωστού και ως Πενδάμη, Κτιμενιώτη, Κουμαρορέματος ή Πεναταμύλη και του Ρεντινιώτη γνωστού ως Πατιώτη που ενισχύεται από τα υδατορεύματα της Παπούσας και του Τασορεύματος.

Σκοπός της δημιουργίας του είναι η συλλογή των νερών από τις λεκάνες απορροής των παραποτάμων αυτών για την άρδευση έκτασης 252.600 στρεμμάτων, περίπου σε πεδινές περιοχές των γύρω νομών και με αναλογία 15:8:1 περίπου. Ο ταμιευτήρας βρίσκεται σε υψόμετρο 380 m, σε περιοχή μέσης βλάστησης, με ανθρώπινες δραστηριότητες, που δεν προκαλούν σημαντική ρύπανση των νερών. Έτσι μπορεί να συμβάλλει στην τουριστική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, στη δημιουργία εκτάσεων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αναψυχής, αθλητικών εγκαταστάσεων και πιθανώς στην ανάπτυξή της ιχθυοκαλλιέργειας.

2.1.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος

Η κατασκευή των έργων άρχισε τη δεκαετία του 80, και η πλήρωση του ταμιευτήρα έγινε το 2003. Το τεχνητό φράγμα είναι λιθόριπτο και έχει μήκος 460 m περίπου και ύψος 104 m. Η χωρητικότητα της λίμνης ανέρχεται στα 237 εκ. κυβικά μέτρα νερού και η έκταση που καταλαμβάνει είναι 9000 στρέμματα. Τα νερά τα οποία συγκρατούνται μέσα στο ταμιευτήρα είναι αρκετά για την άρδευση 250.000 στρ. γεωργικών εκτάσεων.

Ο ταμιευτήρας στην ανώτατη στάθμη του έχει έκταση $8,4 \text{ km}^2$, ανώτατη στάθμη υδροληψίας είναι τα 375 m και η κατώτατη αγγίζει τα 331 m. Το μέγιστο απόθεμα του ανέρχεται στα $237,6 * 10^6 \text{ m}^3$ και η ελάχιστη στάθμη είναι $28,4 * 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως, για άρδευση. Αποτελείται από αργιλικό πυρήνα, δύο ζώνες ηθμών ανάντη και λιθόριπτα εκατέρωθεν σώματα στήριξης. Η προσαγωγός σήραγγα Λεονταρίου έχει μήκος 4.120 m, διάμετρο 3 m και μέγιστη παροχή λειτουργίας $25 \text{ m}^3/\text{s}$. Επίσης έχουν δημιουργηθεί δύο μονάδες παραγωγής ρεύματος που αποτελούνται από υδροστρόβιλους ισχύος 3 και 7 MW. Το καθαρό ύψος πτώσης των υδάτων θα είναι 88,4 και 86,9 μέτρα, ενώ η μέγιστη παροχή 3,9 και 9,2 κυβικά m/s. Αντίστοιχα η

προσδοκόμενη ενέργεια θα αγγίζει τα 30 GWH. (Πίν. 2.1: τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος (Υδροεξυγιαντική, 2001).

Πίνακας 2.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος, ταμιευτήρα, υπερχειλιστή και εκκενωτή του έργου.

Φράγμα	Ταμιευτήρας
<p>Τύπος: Λιθόρριπτο Όγκος: 3.600.000 m³ Ύψος: 104 m Υψόμετρο στέψης: 382 m Μήκος στέψης: 456 m Πλάτος στέψης: 11 m</p>	<p>Υψόμετρο στάθμης λειτουργίας: 375,0 m Υψόμετρο στάθμης υδροληψίας: 331,0 m Μέγιστο απόθεμα: 237,6 hm³ Νεκρός όγκος: 28,4 hm³ Έκταση λίμνης στην ανώτατη στάθμη: 8,4 km² Έκταση λεκάνης απορροής: 376,5 km² Μέση ετήσια απορροή: 160-175hm³ Μέση ετήσια στερεοαπορροή: 380.000 m³</p>
Υπερχειλιστής	Εκκενωτής
<p>Τύπος: ελεύθερος Μήκος: 250m Πλάτος: 8,0 m Κλίση: 52% Υψόμετρο στέψης: 375 m Υψόμετρο εξόδου: 279 m Παροχή σχεδιασμού: 2.071 m³/s</p>	<p>Σήραγγα πεταλοειδούς διατομής Διάμετρος: 5 m, μήκος 605 m Υψόμετρο εισόδου σήραγγας: 292,5 m Υψόμετρο εξόδου σήραγγας: 279 m Υψόμετρο υδροληψίας εκκενωτή: 322 m Χρόνος εκκένωσης: 20-30 ημέρες.</p>

2.2 Τύποι υγροτόπων

Η Ελλάδα έχει πολύπλοκη γεωμορφολογική συγκρότηση με τραχύ ανάγλυφο, εναλλασσόμενες γεωμορφές και ταχύτατες εξελικτικές διεργασίες, καθώς επίσης ημίξηρο κλίμα με εκδήλωση εποχιακών βροχοπτώσεων και πλημμύρων. Τα δυο αυτά στοιχεία δημιουργούν τις προϋποθέσεις ταχείας απορροής των επιφανειακών υδάτων και συχνής παγίδευσης τους στα βυθίσματα, λίμνες και έλη στα εσωτερικά βυθίσματα

μεγάλου και μικρού υψόμετρου (Δ. Μακεδονίας, Κ. Πελοποννήσου, Ηπείρου και για τα έλη Κ/Α Μακεδονίας, Θεσσαλίας, Δ. Στερεάς, Θράκης), λίμνες, έλη και λιμνοθάλασσες για τα εξωτερικά δελταικά και πεδινά-παράκτια βυθίσματα.

Δυο σημαντικοί γεωλογικοί παράγοντες εντείνουν τη πολυπλοκότητα του Ελλαδικού χώρου. Η τεκτονική με το πολύτεμαχισμό των πετρωμάτων, το σχηματισμό εξαρμάτων και βυθισμάτων και καταπόνηση αυτών. Η εξάπλωση ανθρακικών πετρωμάτων, δηλαδή ασβεστόλιθων, δολομιτών, μαρμάρων, τραβερτινών σε μεγάλες περιοχές. Τα ανθρακικά πετρώματα έχουν την ιδιότητα με την βοήθεια της τεκτονικής να επιτρέπουν την υπόγεια αποστράγγιση και να δημιουργούν τις γνωστές μορφές του Καρστ. Οι επιφανειακές καρστικές μορφές, δολίνες, ουβάλες και πόλγες είναι ιδανικά βυθίσματα για τον σχεδιασμό υδροτόπων. Οι υπόγειες μορφές δημιουργούν σημαντικούς υδροτόπους στις περιοχές ανάπτυξης καρστικών πηγών και τροφοδοσίας υπόγειων υδροφορέων. Με βάσει τα παραπάνω στοιχεία μπορεί να γίνει ταξινόμηση των υδροτόπων της Ελλάδας ως εξής (Αστάρας και συν., 2002):

- Ποταμοί και χείμαρροι με πλεξοειδή χαρακτήρα

- Λίμνες και έλη σε τεκτονικά - μη καρστικά βυθίσματα

- σε τεκτονικά - καρστικά βυθίσματα

- σε προσχωσιγενής περιοχές

- σε δελταικές περιοχές

- Λιμνοθάλασσες σε παράκτιες περιοχές

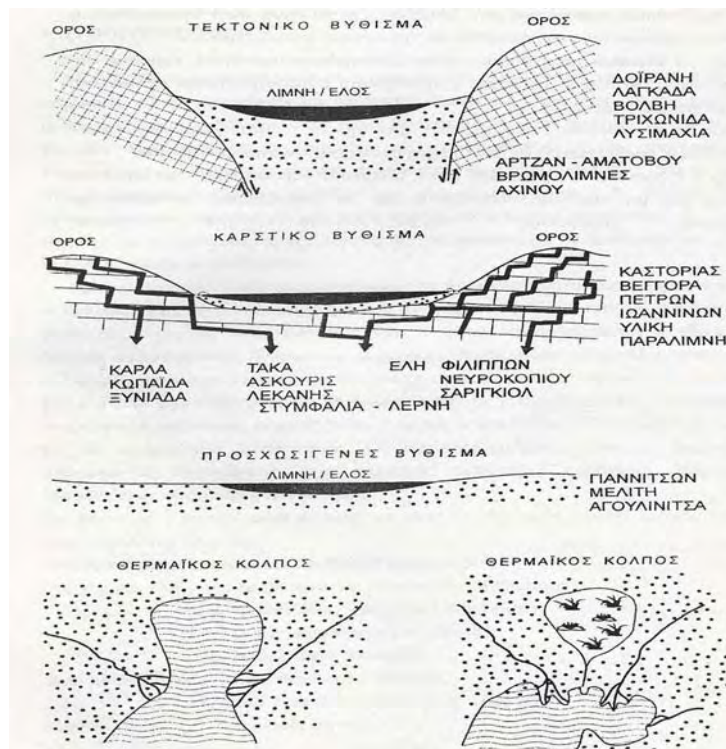
- σε δελταικές- εκβολικές περιοχές

- Πηγές τεκτονικές μη καρστικές

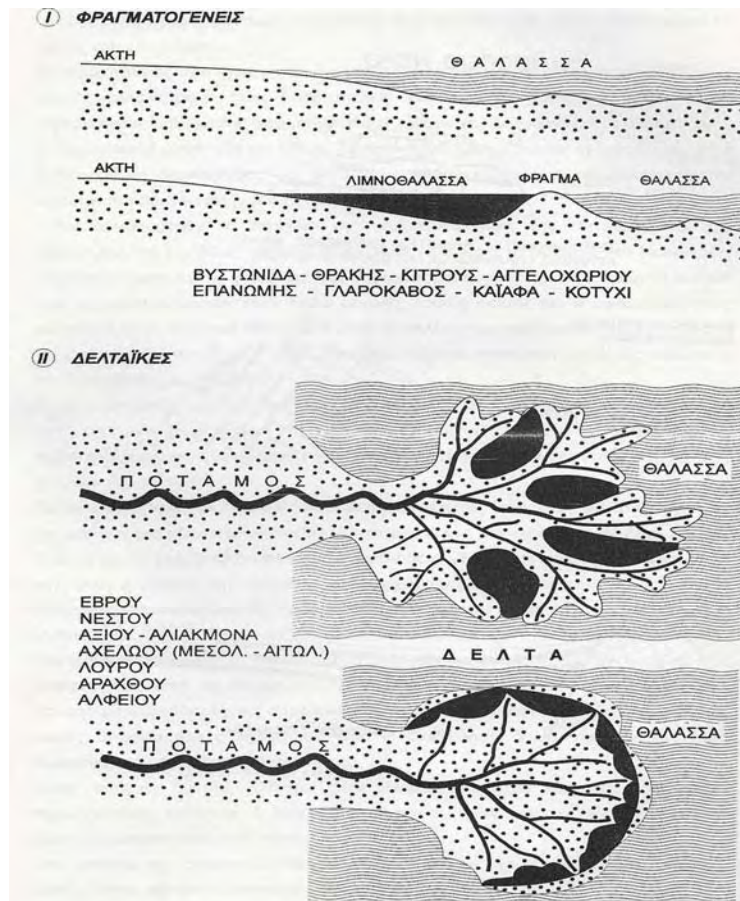
- τεκτονικές καρστικές

- πηγές ψυχρές, θερμές

Στη συνέχεια γίνεται παράθεση μερικών σχημάτων που αφορούνε στην ανάλυση των τύπων υδροτόπων στον Ελλαδικό χώρο. Έτσι στο Σχήμα 2.1 δίνονται τρεις βασικοί τύποι βυθισμάτων (τεκτονικό, καρστικό και προσχωσιγενές), μέσα από τα οποία σχηματίζονται αντίστοιχοι τύποι λιμνών της Ελλάδας με παραδείγματα. Στο Σχήμα 2.2 δίνονται δυο βασικά συστήματα λιμνοθαλασσών (φραγματογενείς και δελταικές) με αντίστοιχες αναφορές από την Ελλάδα (Αστάρας και συν., 2002).



Σχήμα 2.1: Σύστημα λιμνών – ελών



Σχήμα 2.2: Σύστημα λιμνοθαλασσών

- Ταξινόμηση υγροτόπων

Όσο δύσκολο είναι να οριστούν οι υγρότοποι, άλλο τόσο δύσκολο είναι και να ταξινομηθούν. Επειδή όμως η ταξινόμηση έχει πολύ σημαντικό ρόλο στη κατανόηση των υγροτόπων και του τρόπου που λειτουργούν αυτοί, κρίνεται σκόπιμη η αναφορά σε δύο συστήματα ταξινόμησης.

- Το σύστημα του Γραφείου Ramsor (συνάντηση Montreux, 1990), (Πίν. 2.2)
- Το σύστημα των Cowardin et al., 1979 που ισχύει στις ΗΠΑ, (Πίν. 2.3)

Πίνακας 2.2: Σύστημα ταξινόμησης τύπων υγροτόπων Γραφείου Ραμσάρ που εγκρίθηκε στην Τέταρτη Συνάντηση των Συνβαλλόμενων Μερών του Montreux το 1990 (Γεράκης και συν., 1991).

<p>ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Μόνιμα θαλάσσια ύδατα βάθους μικρότερου των έξι μέτρων κατά τη ρηχία. 2. Υποπαλιρρικές υδρόβιες στρωμένες. 3. Κοραλλιογενείς ύφαλοι. 4. Βραχώδεις θαλάσσιες ακτές. 5. Αμμώδεις, χαλικώδεις και κροκαλώδεις παραλίες. 6. Εκβολικά ύδατα: τα μόνιμα ύδατα των εκβολών και τα εκβολικά συστήματα των δέλτα 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Διαπαλιρρικά ιλύωδη, αμμώδη και αλατούχα πεδία. 8. Διαπαλιρρικά έλη. 9. Διαπαλιρρικοί δασωμένοι υγρότοποι. 10. Υφάλμυρες έως αλμυρές λιμνοθάλασσες με μια ή περισσότερες, σχετικά στενές, διόδους επικοινωνίας με την θάλασσα. 11. Αβαθείς λίμνες και έλη γλυκού νερού της παράκτιας ζώνης.
<p>ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ποταμοί και ρυάκια με συνεχή ροή όλο το έτος. 2. Ποταμοί και ρυάκια με ασυνεχή ροή (ρέουν μόνο ένα διάστημα του έτους, κάθε έτος ή ανά μερικά έτη). 3. Εσωτερικά δέλτα (μόνιμα). 4. Ποτάμιες πλημμυρογενείς πεδιάδες. 5. Μόνιμες λίμνες γλυκού νερού (μεγαλύτερες των 80 στρεμμάτων). 6. Εποχικές λίμνες γλυκού νερού (μεγαλύτερες των 80 στρεμμάτων), λίμνες πλημμυρογενών πεδιάδων. 7. Μόνιμες και εποχικές υφάλμυρες, αλμυρές ή αλκαλικές λίμνες, πλημμυρογενή πεδία και έλη. 8. Μόνιμες λιμνούλες (ponds) γλυκού νερού (μικρότερες των 80 στρεμμάτων) και μόνιμα έλη γλυκού νερού με υπερυδατική βλάστηση, των οποίων ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά. 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Εποχικές λιμνούλες (ponds) γλυκού νερού (μικρότερες των 80 στρεμμάτων) και εποχικά έλη γλυκού νερού των οποίων ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά. 10. Έλη με θάμνους. Έλη γλυκού νερού στα οποία κυριαρχεί θαμνώδης βλάστηση. Ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά. 11. Δάσος σε έλος γλυκού νερού. Εποχικός κατακλυζόμενο δάσος, έλος με αραιό δενδρόνα (wooded swamp). Ο πυθμένας τους αποτελείται από ανόργανα υλικά. 12. Τυρφώδεις γαίες (τυρφώνες). Έλη με τυρφώδη πυθμένα, αποκλειστικός ή μη ομβροδίαιτα, με θάμνους ή χωρίς θάμνους. 13. Δασωμένες τυρφώδεις γαίες, δάσος σε έλος με τυρφώδη πυθμένα. 14. Αλπικοί υγρότοποι και υγρότοποι τούνδρας. 15. Πηγές γλυκού νερού, οάσεις. 16. Γεωθερμικοί υγρότοποι.
<p>ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Περιοχές αποθήκευσης νερού (ταμειυτήρες) που δημιουργούνται με φράγματα ή άλλα εμπόδια της ροής νερού ή εσκαφές. 2. Λιμνούλες αγροκτημάτων για άρδευση φυτών και εξασφάλιση νερού σε ζώα, καθώς και μικρές δεξαμενές (μικρότερες των 80 στρεμμάτων) 3. Λιμνούλες υδατοκαλλιέργειών. 4. Υγρότοποι από εκμετάλλευση αλατιού: τηγάνια αλυκών, αλυκές. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Υγρότοποι από εκσκαφές σε λατομεία και ορυχεία. 6. Υγρότοποι που δημιουργούνται για επεξεργασία λυμάτων. 7. Υγρότοποι αρδευόμενων γαιών (ορυζώνες, διώρυγες, τάφροι). 8. Εποχικός κατακλυζόμενες καλλιεργούμενες γαίες.

Το σύστημα ταξινόμησης τύπων υγροτόπων και βαθιών υδατοσυλλογών, που ισχύει στις ΗΠΑ (Cowardin et al., 1979), έχει την ακόλουθη δομή:

- Σύστημα: αναφέρεται στο βασικό χαρακτηριστικό των υγροτόπων, π.χ. θαλάσσιος, ποτάμιος, λιμναίος.
- Υποσύστημα: αναφέρεται στις υδρολογικές διαφορές του συστήματος, π.χ. υποπαλιρροϊκό- διαπαλιρροϊκό, συνεχούς ροής- ασυνεχούς ροής.
- Τάξη: αναφέρεται στις υδρολογικές διαφορές του συστήματος, π.χ. βραχώδης πυθμένας - χαλαρός πυθμένας, ύφαλος - θαμνώδης-δασωμένος πυθμένας.
- Υπόταξη: αναφέρεται κυρίως στην διαφορά της βλάστησης.
- Τύπος: αναφέρεται στην κύρια μορφή ζωής.

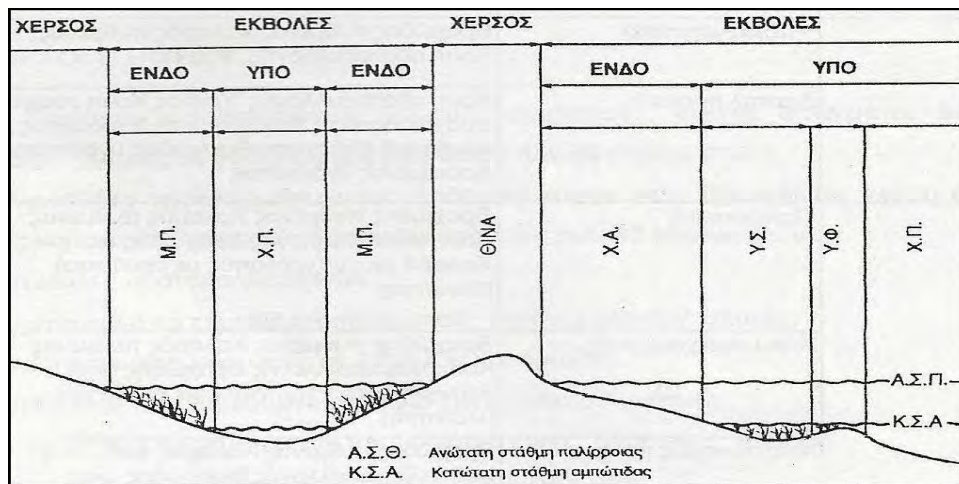
Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζεται το σύστημα των Cowardin et al., (1979), με το σύστημα, το υποσύστημα και την τάξη που αρκούν για να χαρακτηρίσουν τους υγροτόπους.

Πίνακας 2.3: Σύστημα ταξινόμησης τύπων υγροτόπων και βαθιών υδατοσυλλογών στις ΗΠΑ. (Cowardin et al., 1979).

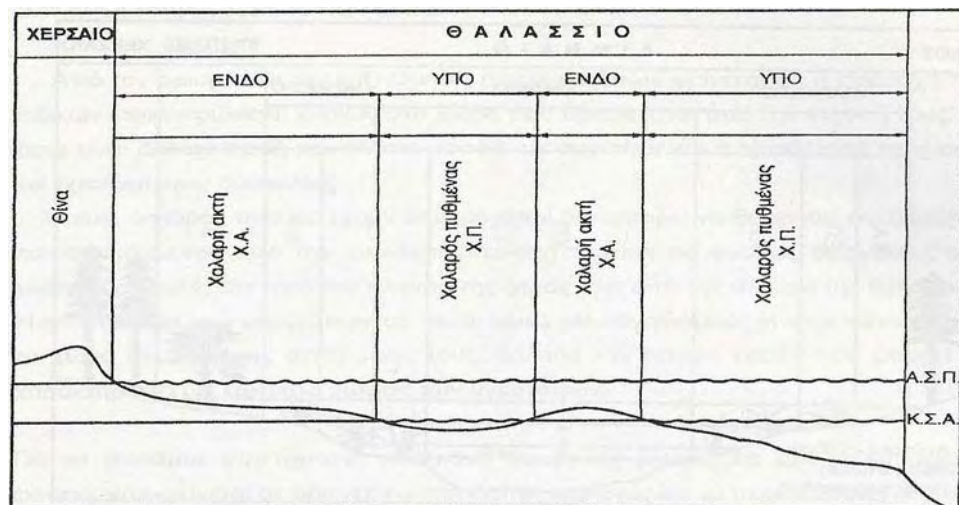
Σύστημα	Υποσύστημα	Τάξη
Θαλάσσιο	Υποπαλιρροιακό διαπαλιρροιακό	Βραχώδης πυθμένας, χαλαρός πυθμένας, κοίτη υδατοσυλλογής, ύφαλος Κοίτη υδατοσυλλογής, ύφαλος, βραχώδης ακτή, χαλαρή ακτή
Υποπαλιρροιακό	Υποπαλιρροιακό διαπαλιρροιακό	Βραχώδης πυθμένας, χαλαρός πυθμένας, κοίτη υδατοσυλλογής, ύφαλος Κοίτη υδατοσυλλογής, ύφαλος, κοίτη ρυακίου, βραχώδης ακτή, χαλαρή ακτή, υγρότοπος με εφυδατική βλάστηση, θαμνώδης υγρότοπος, δασωμένος υγρότοπος
Ποτάμιο	Παλιρροιακό Κάτω συνεχούς ροής Άνω συνεχούς ροής	Βραχώδης πυθμένας, χαλαρός πυθμένας, κοίτη υδατοσυλλογής, βραχώδης ακτή, χαλαρή ακτή, υγρότοπος με εφυδατική βλάστηση Βραχώδης πυθμένας, χαλαρός πυθμένας, κοίτη υδατοσυλλογής, βραχώδης ακτή, χαλαρή ακτή, υγρότοπος με εφυδατική βλάστηση Βραχώδης πυθμένας, χαλαρός πυθμένας, κοίτη υδατοσυλλογής, βραχώδης ακτή, χαλαρή ακτή
Λιμναίο	Λιμνητικό παράκτιο	Βραχώδης πυθμένας, χαλαρός πυθμένας Βραχώδης πυθμένας, χαλαρός πυθμένας, κοίτη υδατοσυλλογής, βραχώδης ακτή, χαλαρή ακτή, υγρότοπος με εφυδατική βλάστηση
υγροστασιακό		Βραχώδης και χαλαρός πυθμένας, κοίτη υδατοσυλλογής, χαλαρή ακτή, υγρότοπος με βρύα

Από την μελέτη των δύο συστημάτων ταξινόμησης προκύπτει ότι το πιο ουσιαστικό στοιχείο των υγροτόπων είναι η υδρολογική συμπεριφορά, η οποία εκφράζεται ως η μεταβολή της στάθμης του νερού στους υγροτόπους. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα σχήματα από τη ταξινόμηση των Cowardin et al (1979), ώστε να γίνει κατανοητή η σημασία της συμπεριφοράς αυτής (Σχ. 2.3 έως 2.7).

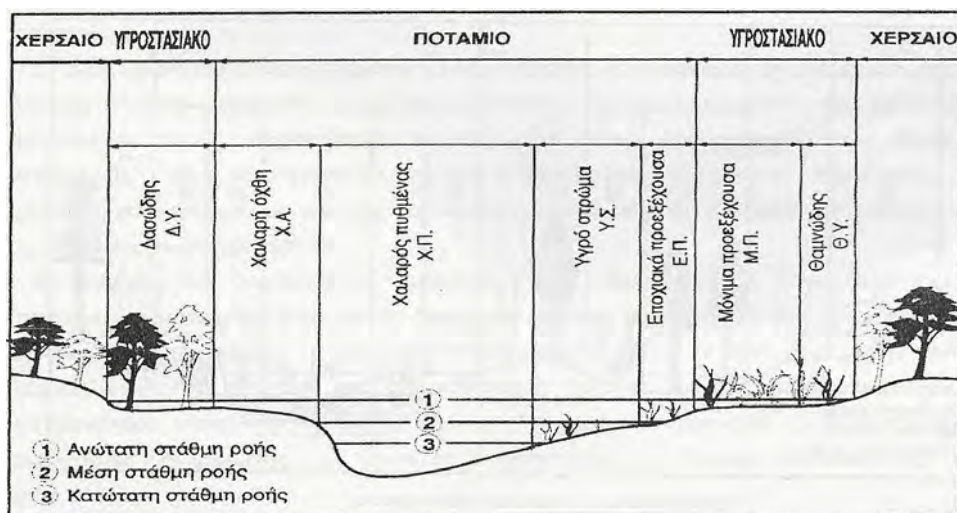
Όπως φαίνεται στα σχήματα αυτά, η στάθμη του νερού στον εγγύτερο και ευρύτερο χώρο του υγροτόπου καθορίζει κυρίως την ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών, που αποτελούν το βασικό στοιχείο των ενδιαιτημάτων (habitat).



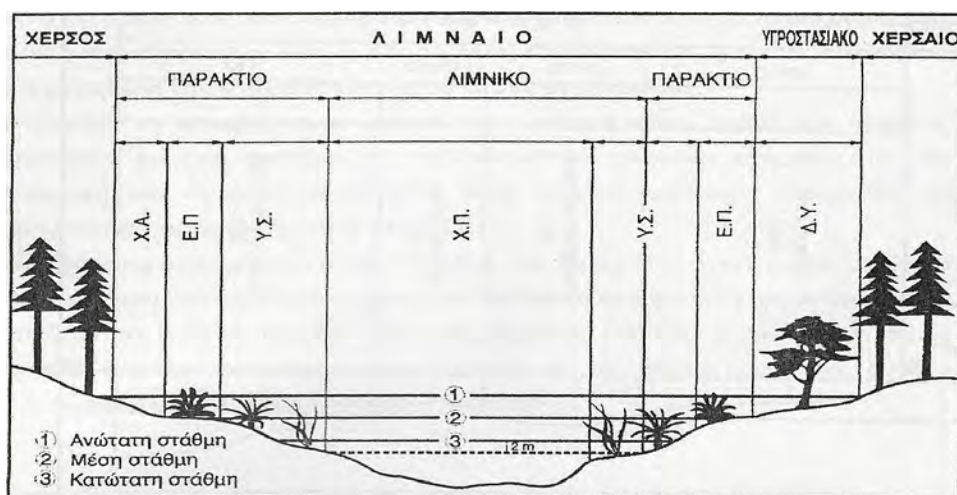
Σχήμα 2.3: Εκβολικά συστήματα και ενδιαιτήματα



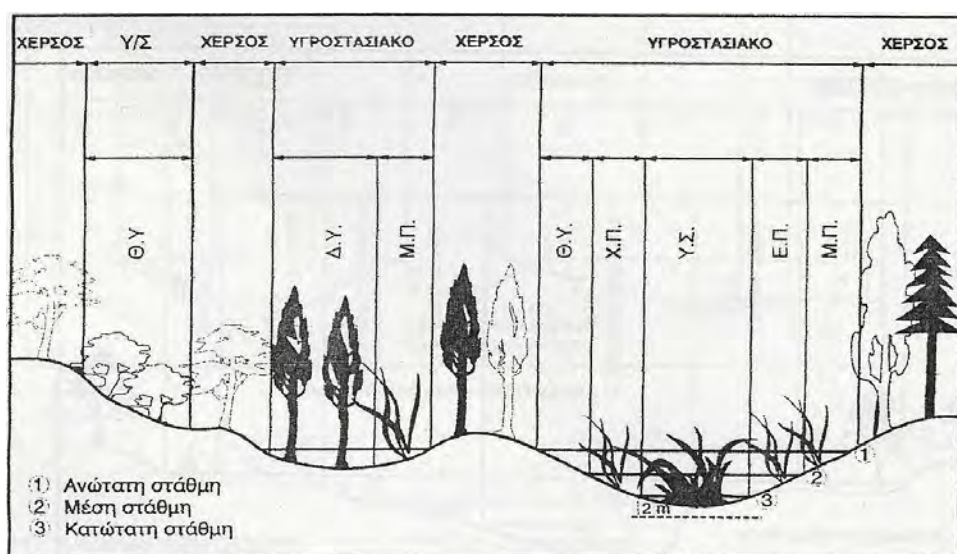
Σχήμα 2.4: Θαλάσσια – παράκτια συστήματα και ενδιαιτήματα



Σχήμα 2.5: Ποτάμια συστήματα και ενδιαιτήματα



Σχήμα 2.6: Λιμναία συστήματα και ενδιαιτήματα.



Σχήμα 2.7: Υγροστασιακό σύστημα και ενδιαιτήματα.

2.2.1 Υδρογραφία των υγροτόπων

Από τον ορισμό και τη ταξινόμηση των υγροτόπων φαίνεται ότι η προσοχή επικεντρώνεται κυρίως στο χώρο που οριοθετείται από την έκτασή τους. Τα όρια είναι άλλοτε σαφή σε έναν υγρότοπο και άλλοτε ασαφή, με αποτέλεσμα η οριοθέτησή τους να έχει πάντα δυσκολίες, χώρος που κατέχουν οι υγρότοποι δεν μπορεί να θεωρηθεί ανεξάρτητος από την ευρύτερη περιοχή του και τις φυσικές διεργασίες που γίνονται σε αυτή, είτε από την πλευρά της ξηράς είτε από την πλευρά της θάλασσας. Η τροφοδοσία των υγροτόπων σε νερό, υλικά και οργανισμούς γίνεται πάντοτε από το χώρο της λεκάνης απορροής τους (Αστάρας και συν., 2002).

Για τα ποτάμια συστήματα η λεκάνη απορροής μπορεί να έχει πολύ μεγάλη έκταση, να εκτείνεται σε ορεινές και απρόσιτες περιοχές και να περιλαμβάνει εκτάσεις πολλών κρατών (Δούναβης, Ρήνος, Έβρος). Επομένως οι ποτάμιοι υγρότοποι (κοίτες, δέλτα λιμνών, λιμνοθάλασσες κ.λ.π.) έχουν άμεση εξάρτηση από τις διεργασίες που γίνονται στις λεκάνες απορροής τους και πρέπει να θεωρηθούν ως οι τελικοί κρίκοι μιας φυσικής αλυσίδας, η οποία λειτουργεί κατά ενιαίο τρόπο.

Στο Σχήμα 2.8 δίνεται ένα παράδειγμα της υδρογραφικής συγκρότησης ενός ποτάμιου υγροτόπου, στον οποίο διακρίνονται τρεις βασικές περιοχές (Αστάρας και συν., 2002).

Η λεκάνη απορροής στην υψηλότερη ζώνη ανάγλυφου, στην οποία εξαπλώνονται οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου για να συγκεντρώσουν το επιφανειακό υλικό και τα φερτά υλικά. Στην περίπτωση αυτή επικρατούν καταστροφικές διεργασίες διάβρωσης, οι οποίες προσφέρουν το υλικό τροφοδοσίας των υγροτόπων.

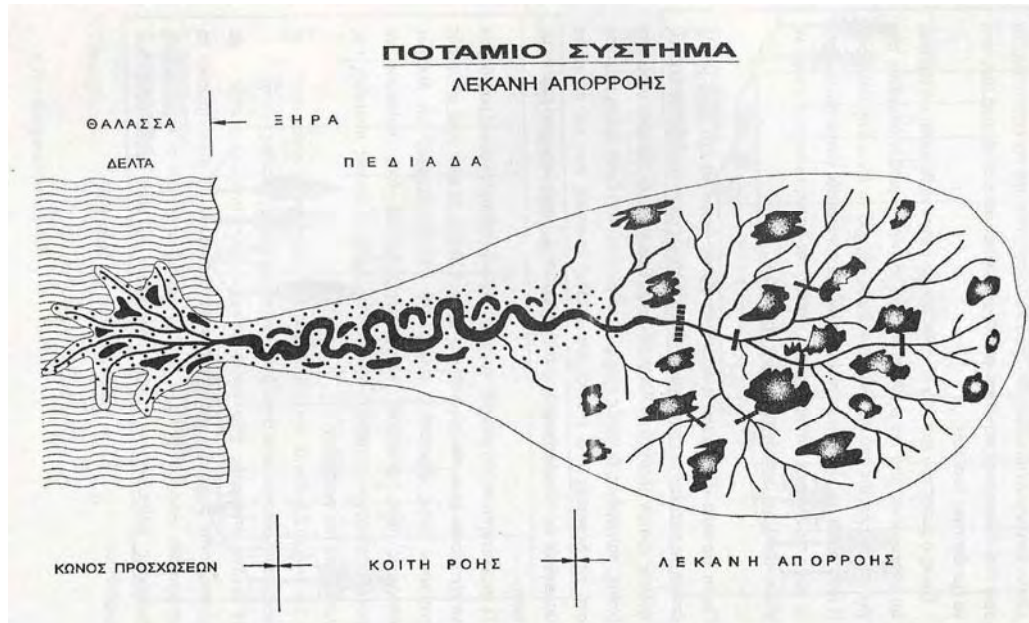
Η κοίτη ροής του χαμηλού ανάγλυφου ζώνη, στην οποία ρέει ο κεντρικός κλάδος του ποταμού (κύρια κοίτη) με πλεξοειδή μορφή. Πρόκειται για περιοχή

μεταφοράς νερού και υλικών με εκδηλώσεις πλημμυρών, αλλαγών πορείας της κοίτης, σχηματισμού παραποτάμιων λιμνών και ελών. Στην περιοχή αυτή οι καταστροφικές και δημιουργικές διεργασίες ισορροπούν.

Ο κώνος προσχώσεων στην οποία εκβάλλει ο ποταμός στον παραθαλάσσιο ή παραλίμνιο χώρο, όπου και αποθέτει νερό και υλικά. Οι προσχώσεις σχηματίζουν προεξοχές συνήθως μέσα στο υδάτινο σύστημα με διάφορες εκβολικές μορφές και επιφανειακές μορφές δέλτα. Εκεί παρατηρείται διασπορά του ποταμού σε πολύκλαδο σύστημα κοιτών διασποράς με προεξοχές προς την υδάτινη λεκάνη, με εσωτερικές λίμνες και εξωτερικές λιμνοθάλασσες.

Για τα λιμναία και υδροστατικά συστήματα η λεκάνη απορροής συνήθως περιβάλλει τους υδροτόπους (λίμνες και έλη) και συγκροτείται από το δίκτυο των ποταμών, των χειμάρρων και των ρευμάτων που εκβάλουν σε αυτούς. Το δίκτυο αυτό τροφοδοτεί τους υδροτόπους σε νερό και υλικά σε ετήσια βάση και για το λόγο αυτό καθορίζει το σύνολο των λειτουργιών τους.

Επομένως βασικό στοιχείο των υδροτοπικών συστημάτων αποτελούν η λεκάνη απορροής τους και το υδρογραφικό δίκτυο που αναπτύσσεται μέσα σε αυτή και που τους τροφοδοτεί με νερό και υλικά. Εκτός όμως από το επιφανειακό δίκτυο των ποταμών, των χειμάρρων και των ρευμάτων υπάρχει και το υπόγειο δίκτυο αγωγών και υδροφόρων στρωμάτων που τροφοδοτεί τους υδροτόπους.



Σχήμα 2.8: Ποτάμιο σύστημα (λεκάνη απορροής).

2.2.2 Υδρολογία των υγροτόπων

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε βασικά στοιχεία υδρολογίας των υγροτόπων θα αναφερθούμε σε τέσσερις υδρολογικούς παραμέτρους (Αστάρας και συν., 2002):

- i. Το υδατικό ισοζύγιο
- ii. Η υδροπερίοδος
- iii. Ο ρυθμός ανανέωσης
- iv. Οι ακραίες συνθήκες

- Το υδατικό ισοζύγιο

Η λειτουργία κάθε υγροτόπου βασίζεται στο υδατικό του ισοζύγιο, δηλαδή στην είσοδο και την έξοδο νερού από αυτόν με τέτοιο τρόπο: που να το διατηρούν σε κατάσταση ισορροπίας (εισροές- εκροές). Το υδατικό ισοζύγιο αφορά τη μεταβολή του όγκου του νερού των υγροτόπων ανά μονάδα χρόνου και εκφράζεται συνήθως

στα όρια του υδρολογικού έτους (Οκτώβριος- Σεπτέμβριος) σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\Delta v = (P-I) + S_i - G \pm T \pm H$$

Όπου: Δv Η μεταβολή όγκου νερών υγροτόπου

P Κατακρημνίσματα ελεύθερης επιφάνειας

I Εξάτμιση

S Εισροές από τη λεκάνη απορροής (επιφανειακές και υπόγειες)

G Εκροές από υγρότοπο (επιφανειακές και υπόγειες)

T Εισροές – εκροές παλιρροϊκού νερού

H Εισροές – εκροές ανθρώπινων δραστηριοτήτων

- Υδροπερίοδος

Η υδροπερίοδος εκφράζει την χρονική διακύμανση της στάθμης του νερού των υγροτόπων και μετράτε με σταθμογράφους. Η παρακολούθηση των διακυμάνσεων της στάθμης μας δίνει τη δυνατότητα να εκτιμήσουμε τις εισροές, τις εκροές, τις απώλειες νερού στους υγροτόπους και την δυνατότητα γνώσης των αλλαγών στο βάθος του νερού, στην έκταση της επιφάνειας και στο μέγεθος του όγκου του υγροτόπου. Οι παράμετροι αυτές είναι πολύ σημαντικές διότι καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό και τις βιολογικές διεργασίες που γίνονται στο χώρο των υγροτόπων.

Η παρακολούθηση της μεταβολής της στάθμης των υγροτόπων πρέπει να γίνεται από αυτοματοποιημένα συστήματα γιατί η έγκαιρη γνώση στην αντιμετώπιση κρίσιμων καταστάσεων, που αφορούν σε ολόκληρο το υγροτοπικό και οικολογικό σύστημα αλλά και στον άνθρωπο για την καλή διαχείριση των υγροτόπων.

- Ρυθμός ανανέωσης

Αποτελεί κριτήριο της ικανότητας των υγροτόπων να διατηρούνται σε καλή κατάσταση ή να υποβαθμίζονται. Η ανανέωση του νερού είναι βασικός όρος υγείας των υγροτόπων, ενώ η έλλειψη ανανέωσης οδηγεί σε στασιμότητα, ευτροφισμό και υποβάθμιση.

Γενικά ο ρυθμός ανανέωσης (Tα) των υγροτόπων προκύπτει από το πηλίκο του συνολικού όγκου των εισροών (ΣQ) νερού ή εκροών από αυτούς (SQ) προς τον όγκο του νερού που περιέχουν (V).

$$T = \Sigma Q / V \text{ ή } T = SQ / V$$

Με το απλό αυτό τρόπο μπορεί να προκύψει ένας καθαρός αριθμός ο οποίος μας δείχνει πόσες φορές ανά έτος (υδρολογικό) γίνεται η ανανέωση του νερού κάθε υγροτόπου. Π.χ. για τη λίμνη Κερκίνη της οποίας ο μέγιστος όγκος νερού είναι $411 * 106 \text{ m}^3$ και στην οποία εισρέουν όγκοι νερού του ποταμού Στρυμόνα περί τα $2500 * 106 \text{ m}^3$ ετησίως, ο ρυθμός ανανέωσης είναι: $2500 * 106 / 411 * 106 = 6,08$ φορές ετησίως. Δηλαδή το νερό στη λίμνη Κερκίνη ανανεώνεται 6 φορές ετησίως. Αυτό δείχνει και την καλή περιβαλλοντική κατάσταση της. Για να γίνει μια πιο ρεαλιστική προσέγγιση του ζητήματος της ανανέωσης, θα πρέπει να γίνεται συνδυασμός εισροών ανά μήνα ή ανά εποχή και όγκων την λίμνης το μήνα. Μια τέτοια προσέγγιση για την λίμνη Κερκίνη έδειξε ότι η ανανέωση του νερού της λίμνης γίνεται 16 φορές ετησίως και όχι 6 φορές που προκύπτει από το γενικό υπολογισμό. (Ψιλοβίκος και συν., 1993).

Επίσης έδειξε ότι η ανανέωση του νερού κατά τους θερινούς μήνες είναι ανύπαρκτη ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες είναι πολύ μεγάλη. Σε υγροτόπους όπου ο ρυθμός ανανέωσης είναι μικρός, επέρχεται η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και σε περίπτωση που αυτοί δέχονται ρυπαντικά φορτία, οδηγούνται με συσσωρευτική διαδικασία σε καταστροφή.

- Ακραίες συνθήκες

Στους υγροτόπους με τον όρο ακραίες συνθήκες περιλαμβάνονται δύο καταστάσεις, οι πλημμύρες και οι καταστάσεις λειψυδρίας (ξηρασίας). Οι οποίες δημιουργούν στον υγροτόπους κλονισμό (sock) και οδηγούν σε σοβαρές καταστροφές τα υγροτοπικά συστήματα.

Οι πλημμύρες εκδηλώνονται με αιφνίδιο τρόπο, έχουν περιορισμένη διάρκεια και το μέγεθος τους εξαρτάται από την περίοδο επανάληψής τους. Μικρές πλημμύρες έχουν περίοδο επανάληψης μικρή που κυμαίνεται από 1 έως 10 έτη, μεσαίες πλημμύρες έχουν μεγαλύτερη περίοδο επανάληψης 20-30 έτη και μεγάλες πλημμύρες έχουν μεγάλη περίοδο επανάληψης 50-100 έτη. Για τον σχεδιασμό και την κατασκευή έργων σε υγροτόπους (γεφυρών, φραγμάτων, οδών) γίνονται εκτιμήσεις για πλημμύρες με περίοδο επανάληψης 50, 100, 200, 500 ετών ανάλογα με την σημασία των έργων.

Εκτός από τους μεγάλους όγκους νερού που εισέρχονται στους υγροτόπους κατά τις πλημμύρες, εισέρχονται ταυτόχρονα και μεγάλοι όγκοι φερτών υλικών, οι οποίοι τους προσχώνουν και μειώνουν τον όγκο τους, δηλαδή συντομεύουν τον χρόνο ζωής τους. Αν παρατηρήσουμε στα υδρογραφήματα των πλημμυρικών επεισοδίων θα διαπιστώσουμε ότι στα αρχικά στάδια του χρόνου εκδήλωσης τους φθάνουν οι μεγαλύτεροι όγκοι νερού. Οι όγκοι αυτοί απορροφούνται από τον υγρότοπο και εκρέουν στην συνέχεια αργά προς το περιβάλλον. Από την άποψη αυτή, οι υγρότοποι προσφέρουν τις καλύτερες συνθήκες αντιπλημμυρικής προστασίας των περιοχών που βρίσκονται. Όμως η απότομη εισροή μεγάλων όγκων νερού στους υγροτόπους απειλεί να διαταράξει τις ισορροπίες τους, να προκαλέσει πρόσχωση, να δημιουργήσει ζημιές στον παράκτιο χώρο τους ακόμα και να καταστρέψει τους ίδιους

τους υγροτόπους. Εκτιμάται ότι υγρότοποι, οι οποίοι κατέχουν επιφάνεια ίση με το 15% της λεκάνης απορροής τους μειώνουν κατά 65% τον πλημμυρικό κίνδυνο.

Η λειψυδρία είναι αντίθετη έννοια αυτής της πλημμύρας, χαρακτηρίζεται από μακροχρόνια μείωση των εισροών νερού στους υγροτόπους, η οποία οφείλεται κατά κανόνα σε κλιματικούς παράγοντες αλλά και σε ανθρώπινες παρεμβάσεις. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες παρατηρείται μείωση των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα, το γεγονός αυτό έχει δημιουργήσει έντονα φαινόμενα λειψυδρίας και έχει οδηγήσει πολλά υγροτοπικά συστήματα (πηγές, υδροφορείς, έλη) σε ξήρανση ή σε δραματική μείωση των παροχών και των όγκων νερού. Στις περισσότερες λίμνες παρατηρείται σοβαρή υποβάθμιση λόγω της μείωσης του ρυθμού ανανέωσης του νερού και της διατήρησης των οικοσυστημάτων.

Σε περιπτώσεις λειψυδρίας οι υγρότοποι είναι τα μοναδικά συστήματα που μπορούν να διασώσουν το περιβάλλον, τη ζωή και τον άνθρωπο, αφού διαθέτουν τους υδατικούς τους πόρους για τη κάλυψη των αναγκών τους θα πρέπει όμως να γίνεται σωστή διαχείριση για να μην οδηγηθούν στην καταστροφή. Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η λειψυδρία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των εισροών στους υγροτόπους της τάξης του 50% του κανονικού ετησίου όγκου νερού και χρονικά μπορεί να προκαλέσει για μεγάλο διάστημα, μέχρι να αποκατασταθούν οι κλιματικές συνθήκες.

Επομένως ο ρόλος των υγροτόπων στην διατήρηση της ισορροπίας της φύσης και του περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα σημαντικός όπου εκδηλώνονται ακραία φαινόμενα. Πολλές φορές είναι σωτήριος τόσο για την φύση όσο και για τον άνθρωπο

2.2.3 Έδαφος και υγρότοποι

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των υγροτοπικών συστημάτων είναι το έδαφος, οι παράμετροι του οποίου καθορίζουν το είδος των μικροοργανισμών και της βλάστησης που αναπτύσσονται σε αυτό. Το έδαφος παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία τύπων, όπως προκύπτει από τα υφιστάμενα συστήματα ταξινόμησης (Soil Taxonomy), τα οποία λαμβάνουν υπόψη τα μορφολογικά και λοιπά χαρακτηριστικά του. Επίσης η χαρτογράφηση των εδαφών της γύρω περιοχής από τους υγροτόπους προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για το ρόλο τους στη δημιουργία, διατήρηση και εξέλιξη τους. Ο Maltby et al., (1987) συνόψισε τις λειτουργίες των υγροτόπων οι οποίες επηρεάζονται από τις ιδιότητες του εδάφους και του υποστρώματος. Στο Πίνακα 2.4 που ακολουθεί καταγράφονται οι λειτουργίες και οι ιδιότητες αντίστοιχα.

Πίνακας 2.4: Ιδιότητες εδάφους και υποστρώματος καθώς και άλλα γνωρίσματα που επηρεάζουν τις λειτουργίες των υγροτόπων (Maltby et al., 1987).

Λειτουργία	Ιδιότητες
Μεταβολές του υπόγειου νερού	Υφή, διαπερατότητα.
Αλλοίωση πλημμυρικής ροής	Υφή, μικροανάγλυφο, κατακράτηση νερού.
Σταθεροποίηση ιζημάτων και ακτών	Υφή δομή, οργ. ουσία, μικροανάγλυφο.
Κατακράτηση ιζημάτων και τοξικών ουσιών	Υφή, ορυκτά αργίλου, pH, οξειδοαναγωγικό δυναμικό, οργ. ουσία.
Απομάκρυνση και μετασχηματισμός θρεπτικών στοιχείων	Υφή, περιεκτικότητα σε Fe και Al, pH, οξειδοαναγωγικό δυναμικό, μικροβιόκοσμος, οργ. ουσία.
Εκροές παραγόμενων οργανικών υλικών και υποστήριξη τροφικού πλέγματος	Χημικές ιδιότητες, μικροβιόκοσμος, μακροβιόκοσμος, οργανική ουσία.
Ποικιλότητα και αφθονία υδροβίων οργανισμών	Υφή και χημικές ιδιότητες υποστρώματος.
Ποικιλότητα και αφθονία άγριας πανίδας	Εδαφική υγρασία και χημικές ιδιότητες εδάφους.
Ενεργητική αναψυχή	Υφή, φαινόμενο ειδικό βάρος εδάφους.
Παθητική αναψυχή, μοναδικότητα, φυσική κληρονομιά	Χημικές ιδιότητες εδάφους, βιόκοσμος, γύρη, απολιθώματα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται περιληπτικά οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ εδάφους και υδροτόπου:

- Εμπλουτισμός και απώλεια υπόγειου νερού
- Το πορώδες, η διαπερατότητα, η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ταχύτητα ροής και τους ολικούς όγκους νερού σε κάθε υδροτοπικό σύστημα.
- Τροποποίηση της πλημμυρικής ροής
- Οι ιδιότητες του εδάφους (υφή και δομή) μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της ταχύτητας ροής, στην αύξηση της αποθήκευσης του πλημμυρικού νερού, στην αύξηση των αντιστάσεων λόγω τριβής και στην ομαλότερη εξέλιξη των πλημμυρικών επεισοδίων.
- Σταθεροποίηση ιζημάτων και συγκράτηση αυτών
- Η μηχανική και χημική σύσταση του εδάφους καθορίζουν την ικανότητα του να αντιστέκεται στην διάβρωση της ροής του νερού, των κυμάτων και των ρευμάτων που δημιουργούνται στο χώρο των υδροτόπων. Επομένως το σταθερό ή ασταθές έδαφος παίζει σημαντικό ρόλο στον τρόπο λειτουργίας και εξέλιξης των υδροτόπων. Επίσης ρυθμίζει τον τρόπο παγίδευσης και κατακράτησης ιζημάτων είτε άμεσα είτε έμμεσα (μέσω της βλάστησης).
- Κατακράτηση ιζημάτων και τοξικών ουσιών
- Στα υλικά του εδάφους μεταφέρονται και κατακρατούνται οι θρεπτικές και τοξικές ουσίες που μεταφέρονται με το νερό και τα ιζήματα από την λεκάνη απορροής των υδροτόπων. Οι ουσίες αυτές με το πέρασμα του χρόνου μπορούν να απομακρυνθούν, να αποδομηθούν ή να παγιδευτούν στο έδαφος. Ο χούμος έχει αυξημένη ικανότητα προσρόφησης θρεπτικών στοιχείων και τοξικών.

- Μεταφορά προϊόντων φωτοσυνθέσεως και τροφική αλυσίδα
- Το έδαφος επηρεάζει το είδος της οργανικής ουσίας που παράγεται, καθώς και το ρυθμό αποικοδόμησης της. Σε ένα όξινο έδαφος ή με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο η αποικοδόμηση καθυστερεί, η οργανική ουσία συσσωρεύεται, η παραγωγικότητα μειώνεται και οι ρυθμοί μεταφοράς προϊόντων αποικοδόμησης είναι χαμηλοί. Έτσι επηρεάζονται αρνητικά οι άλλοι οργανισμοί που έχουν ανάγκη τα προϊόντα αυτά και υποβαθμίζεται και ο υγρότοπος.
- Ποικιλότητα και αφθονία υδρόβιων οργανισμών
- Τα οστρακοειδή και τα ψάρια βρίσκουν στο έδαφος τρόπους για να λαμβάνουν την τροφή τους, για κατοικία, για απόκρυψη και διατήρηση σε ακραίες συνθήκες. Τα αμμώδη εδάφη είναι ευνοϊκότερα από τα αργιλικά. Επίσης τα φυτά υδροχαρή και υδρόβια εξαρτώνται κατά κανόνα από το είδος του εδάφους πάνω στο οποίο αναπτύσσονται.
- Ποικιλότητα και αφθονία άγριας πανίδας
- Στις περισσότερες εικόνες των υγροτόπων υπάρχουν ζώα και κυρίως πτηνά που με το ράμφος τους βυθίζονται στη λάσπη και στο έδαφος για να βρουν τροφή (ασπόνδυλα ζώα). Η αφθονία και η ποικιλία της τροφής καθορίζονται από τις ιδιότητες του εδάφους, γεγονός που συμβάλλει στην ποικιλότητα και αφθονία, αντίστοιχα της άγριας πανίδας.

2.2.4 Βλάστηση υγροτόπων

Οι υγρότοποι είναι τα πιο παραγωγικά συστήματα (φυσικά) του πλανήτη μας και η παραγωγικότητα αυτή βασίζεται στην ανάπτυξη του πρώτου αυτότροφου

τιμήματος του συστήματος που είναι η βλάστηση. Γενικά στο χώρο των υγροτόπων η βλάστηση ανήκει σε δύο κατηγορίες (Ασάρας και συν., 2002).

Υδροφιλη (υδροχαρής): βρίσκεται μέσα στο νερό σε όλο τον κύκλο της ζωής του και περιλαμβάνει

- βυθισμένα ριζόφυτα (*Potamogetan, Chara, Elodea*)
- Ριζόφυτα με επιπλέοντα φύλλα (*Nymphaea*), νούφαρα
- Πλευστόφυλλα (*Lemna, Caratothyllum, Utricularia, Salviria*)

Υγροτοπική: μερικώς βυθισμένη, μέρος του κύκλου ζωής βρίσκεται μέσα στο νερό και περιλαμβάνει

- Βρυοειδή (*Sphagnum, Scorpidium, Calliergonella*)
- Πλευστόφυτα (*Eichornia, Pistia*)
- Ελόφυτα (*Phragmites, Typha, Sagittaria, Spargonium*) καλάμια, ψαθιά, βούρλα
- Φανερόφυτα (*Salix, Alnuw, Taxodium*) Θάμνοι, Ιτιές κ.α..

Επομένως η βλάστηση αποτελεί τη βάση του τροφικού πλέγματος, αφού μετατρέπει μέσω της φωτοσύνθεσης τις ανόργανες ουσίες σε οργανικές και προσφέρει τροφή και ενέργεια στους υπόλοιπους οργανισμούς. Προσφέρει επίσης χώρο για αναπαραγωγή, κατοικία και προστασία σε όλους τους ζωικούς οργανισμούς που βρίσκονται στους υγροτόπους. Στον Πίνακα 2.5 δίνονται ορισμένα στοιχεία για τη καθαρή πρωτογενή παραγωγικότητα των υγροτόπων. Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο της βλάστησης είναι η ικανότητα που έχει να κατακρατεί και να αποικοδομεί ρυπαντικά φορτία μέσω των φυσικών διεργασιών, που συμβαίνουν στο ριζικό σύστημα αλλά και σε ολόκληρο το φυτικό σύστημα.

Τα καλάμια (*Phragmites*) έχουν αποδειχτεί ότι συμβάλλουν σημαντικά στον καθαρισμό του νερού των υγροτόπων και έχουν χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο σε καθαρισμό νερού τεχνητών υγροτόπων ή λυμάτων ή αποβλήτων.

Πίνακας 2.5: Σύνοψη δεδομένων επί της καθαρής πρωτογενούς παραγωγικότητας διαφόρων υγροτοπικών οικοσυστημάτων.

Υγροτοπικό οικοσύστημα	Ετήσια καθαρή πρωτογενής παραγωγικότητα g/m ²
Έλη με τυρφώδη υπόστρωμα	250 – 1000
Υδατοσυλλογές γλυκού νερού (φυτά βυθισμένα)	200 – 2000
Υδατοσυλλογές γλυκού νερού (φυτά με επιπλέοντα φύλλα)	400 – 2000
Παρόχθια δάση πλατύφυλλων	500 – 1700
Υδατοσυλλογές κυριαρχούμενες από θαλάσσια γρασίδια	350 – 3000
Έλη τύπου mangrove	800 – 2000
Έλη κυριαρχούμενα από <i>Taxodium distichum</i>	800 – 2200
Αλοέλη	300 – 6000
Υδατοσυλλογές γλυκού νερού κυριαρχούμενες από ελόφυτα	350 – 6000
Έλη κυριαρχούμενα από <i>Cyperus papyrus</i>	3000 – 12000

2.3 Γεωλογική κατάσταση

Η περιοχή του ταμειυτήρα χωρίζεται σε δύο μέρη: στον κλάδο του Ονόχωνου, με διεύθυνση από τα ανατολικά και στον κλάδο του Ρεντινιώτη προς τα Δυτικά με κύρια διεύθυνση από το νότο προς το βορρά.

Γεωλογικώς, ο κλάδος του Ονόχωνου αποτελείται κυρίως από περιδοτική, ηφαιστειακά πετρώματα και μεσοζωικά ιζήματα. Ο κλάδος του Ρεντινιώτη εκτείνεται σε τριαδικό φλύσχη και στα ανάντη του παρουσιάζονται εμφανίσεις κρητιδικού ασβεστόλιθου.

Κατά το σύστημα ζωνών του Aubouin, η περιοχή του έργου θα μπορούσε να ταξινομηθεί στην υπερπινδική ζώνη, διότι τόσο τεκτονικός, όσο και στρωματογραφικώς, συνδυάζονται εδώ τα χαρακτηριστικά των ζωνών Πίνδου και Υπερπελαγονικής. Σύμφωνα με την ομαδοποίηση (Πίν. 2.6) των γνωστών πετρωμάτων σε χειμμαρικούς πετρολογικούς σχηματισμούς, αναλόγως με το είδος και την ένταση των χειμμαρικών φαινομένων τα οποία εμφανίζουν (Kotoulas, 1972), έχουμε:

Πίνακας 2.6: Το είδος των χειμαρρώδων φαινομένων κατά πετρολογικό σχηματισμό.

	Πετρολογικός σχηματισμός	Ένδειξη	Χειμαρρώδη φαινόμενα
1.	Προσχωσιγενής	A	Αυλακωτή, μικρή χαραδρωτική πρηνική και περιορισμένη επιφανειακή διάβρωση.
2.	Φλυσχικός	F	Χαρακτηριστικό του γνώρισμα οι ολισθήσεις και κάθε είδους διαβρώσεις, απουσία αποσαθρώσεων.
3.	Σχιστολιθικός	G	Ολισθήσεις, διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις.
4.	Νεογενής	S	Έντονη χαραδρωτή, φαραγωτή και πρηνική διάβρωση καθώς και γεωκαταρεύσεις από υποσκαφές πρηνών.
5.	Ασβεστολιθικός	K	Εμφανίζει κυρίως έντονες αποσαθρώσεις και κατακρημνίσεις των αποσαθρωμάτων, καθώς και επιφανειακή διάβρωση.
6.	Κρυσταλλοπυριγενής	M	Εμφανίζει σχεδόν όλους τους τύπους χειμμαρικών φαινομένων (διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις) εκτός από τις γεωλισθήσεις.

Από την παραπάνω κατάταξη των πετρωμάτων προκύπτουν τα εξής:

1. Ο προσχωσιγενής σχηματισμός περιλαμβάνει τα καλλιεργούμενα εδάφη προσχωσιγενών, πεδινών ή ημιπεδινών περιοχών.
2. Ο φλυσχικός σχηματισμός περιλαμβάνει το σχηματισμό του φλύσχη.

3. Ο σχιστολιθικός σχηματισμός περιλαμβάνει τους σχιστόλιθους. Άρα οι παραπάνω πετρολογικοί σχηματισμοί συγκροτούνται από ομοιογενή από γενετική άποψη πετρώματα
4. Ο νεογενής σχηματισμός (S), περιλαμβάνει τα εξής: άμμοι, άργιλοι, μάργες, κροκαλώδη, κροκαλοπαγή, λατυπόση, ψαμμίτες, ψαμμόλιθους, μαλασσικά ιζήματα. Κατά συνέπεια, μπορούμε να τον διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες:
 Sa: λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις: άμμοι, άργιλοι, μάργες κ.α.
 Sb: ψαμμίτες, μολασσικά ιζήματα.
5. Ο ασβεστολιθικός σχηματισμός, ο οποίος παίρνει το ονόμα του από τα κυριαρχούντα πετρώματα στο χώρο του, δηλαδή οι ασβεστόλιθοι. Αποτελείται κυρίως από δολομίτες, μάρμαρα και κερατόλιθους. Κατά συνέπεια, τον διακρίνουμε σε δύο υποκατηγορίες:
 Ka : ασβεστόλιθοι, δολομίτες και κερατόλιθοι.
 Kb : μάρμαρα ή κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι.
6. Ο κρυσταλλοπυριγενής σχηματισμός περιλαμβάνει τους γνεύσιους, τους γρανίτες, τους πρασινίτες, τους βασάλτες και διορίτες. Συνεπώς διακρίνουμε τρεις υποκατηγορίες:
 Mo: όξινα πυριγενή όπως είναι γρανίτης, γρανοδιορίτης, μουζονίτης κ.α.
 Mb: βασικά πυριγενή, όπως διαβάσες, δοκίτες, περιδοτίτες κ.α.
 Mγ: οπού ανήκουν οι γνεύσιοι- αμφιβολίτες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στην περιοχή έρευνας διακρίνουμε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες πετρωμάτων:

1. προσχωσιγενής πετρολογικός σχηματισμός
2. κρυσταλλοπυριγενής πετρολογικός σχηματισμός (οφειόλιθοι)

3. φλυσχικός
4. νεογενής πετρολογικός σχηματισμός

Τα ποσοστά για τις πιο πάνω κατηγορίες πετρωμάτων στην περιοχή έρευνας είναι 10-25% , 4-8%, 3-8%, 14-25% αντιστοίχως (Κωτούλας, 1996).

2.3.1 Φερτές ύλες και διάβρωση

Μέχρι στιγμής είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι δεν έχουμε γίνει μετρήσεις στερεοπαροχών, επομένως δεν έχουμε σημαντικά στοιχεία τα οποία να μας δείχνουν την σπουδαιότητα της διάβρωσης. Ένας τρόπος αρκετά σημαντικός για να μπορέσουμε να εξακριβώσουμε το μέγεθος των φερτών υλών είναι να γίνει σύγκριση με άλλες λεκάνες απορροής, καθώς και με μορφολογικά, γεωλογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά (Στάθης και Σαπουντζής, 2002). Έτσι παρατηρούμε ότι:

- το δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Σμοκόβου αποτελείται από λόφους με ισχνή βλάστηση, η οποία δε μπορεί σε καμιά περίπτωση να εμποδίσει τη διάβρωση των απότομων πλαγιών. Έτσι υπολογίζεται ετήσια διάβρωση της τάξεως των 2 mm
- στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης, δεδομένου ότι η πεδιάδα της Ξυνιάδας χρησιμεύει σαν λεκάνη κατακάθισης των νερών των γύρω λόφων, οι στερεοπαροχές θεωρούνται αμελητέες.

2.4 Κλιματολογικές συνθήκες

Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κλίμα της. Οι κλιματικοί παράγοντες έχουν μεγάλη σπουδαιότητα όχι μόνο για τα επιφανειακά χαρακτηριστικά ενός τόπου, αλλά συμβάλλουν, επίσης στη διαμόρφωση του υπόγειου υδάτινου δυναμικού του. Η ποσότητα και η κατανομή των

ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή, χαλάζι, χιόνι), η θερμοκρασία, η υγρασία, η εξάτμιση και οι άνεμοι είναι τα κυριότερα από τα μετεωρολογικά στοιχεία που προσδιορίζουν το κλίμα ενός τόπου. Το κλίμα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την γεωγραφική θέση κάθε περιοχής. Από τους γεωγραφικούς παράγοντες, καθοριστικούς για τη διαμόρφωση του κλίματος, είναι ο ρόλος του ανάγλυφου και της βλάστησης που φύεται σε αυτό (Κωτούλας, 1996).

Οι μεσογειακές χώρες έχουν ως γνωστό ιδιαίτερο γενικό τύπο κλίματος. Έτσι και η χώρα μας χαρακτηρίζεται από κλίμα θερμό και ξηρό το καλοκαίρι και αντίστοιχα υγρό και ψυχρό χειμώνα. Η μακρά περίοδος της ανομβρίας του θέρους επιβάλλει την αναζήτηση, την ανάπτυξη και την αξιοποίηση του συνολικού υδάτινου δυναμικού της χώρας μας, γεγονός απαραίτητο για τη γεωργία και τις λοιπές χρήσεις την εποχή αυτή. Έτσι τα κύρια κλιματολογικά χαρακτηριστικά (μικροκλίμα) της περιοχής της τεχνητής λίμνης πλαστήρα, είναι βροχεροί χειμερινοί μήνες με μικρές χιονοπτώσεις και ήπιοι ξηροί καλοκαιρινοί μήνες.

Στο βροχομετρικό σταθμό της Ρεντίνας, ο οποίος βρίσκεται μέσα στη λεκάνη απορροής, υψομέτρου 900 m, για μια σειρά μετρήσεων 30 ετών, καταγράφηκε μέση ετήσια βροχόπτωση 1400 mm, με ελάχιστη 464 mm, και μέγιστη 2462 mm.

Από τις καταγραφείσες θερμοκρασίες του σταθμού Φουρνά, που βρίσκεται πολύ κοντά στη λεκάνη του Σμοκόβου, προκύπτει μέση ετήσια θερμοκρασία 10,7 °C, με μέγιστη 13,7 °C και ελάχιστη 10,2 °C. Η μέση μηνιαία σχετική υγρασία έχει μέγιστη τιμή 90 % το Νοέμβριο και ελάχιστη 50% τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.

Η μέση ετήσια εξάτμιση στο υψόμετρο του ταμιευτήρα είναι της τάξης των 900 mm, με μέγιστο μηνιαίο όριο τα 180 mm και παρατηρείται κατά τον μήνα Ιούλιο. Οι απώλειες εξάτμισης σε σχέση με λοιπούς διακινούμενους όγκους είναι μικρές. Έτσι οι απώλειες από τον ταμιευτήρα δεν μπορούν να ξεπεράσουν τα $4 \cdot 10^6$

m³ (ΥΔΡΟΜΕΤ, 1983). Σημαντικός σταθμός της περιοχής επίσης είναι ο μετεωρολογικός σταθμός του Δομοκού, ο οποίος υπάγεται στην Ε.Μ.Υ. και λειτουργεί από το 1950. Για το σταθμό αυτό είναι διαθέσιμα σε μηνιαία κλίμακα τα δείγματα μέσης θερμοκρασίας από το 1979 έως το 1996, σχετικής υγρασίας από το 1970 έως το 1996 και νέφωσης από το 1991 έως το 1996 (Ξανθοπούλου και συν., 1997).

Σύμφωνα με κλιματολογικά δεδομένα του σταθμού Καρδίτσας (Πίν. 2.7, ΕΜΥ), η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής είναι 15 και το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος ξεπερνά τους 22. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ενώ οι πιο ψυχροί ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία εκτιμάται σε 65% και η μέση ετήσια βροχόπτωση σε 540μμ (Κουτσογιάννης και συν., 2001). Οι πιο βροχεροί μήνες είναι ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος ενώ οι πιο ξηροί ο Ιούνιος και ο Ιούλιος. Συνηθισμένες είναι οι χιονοπτώσεις ιδιαίτερα στο ορεινό δυτικό τμήμα του νομού. Οι περισσότερες από αυτές παρατηρούνται τους μήνες του Ιανουαρίου και του Φεβρουαρίου. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών χιονιού είναι 3. Τέλος από τον Φεβρουάριο έως τον Απρίλιο συχνές είναι και οι χαλαζοπτώσεις. Χαρακτηριστικό επίσης της περιοχής είναι η συχνή εμφάνιση παγετών κατά την περίοδο Νοεμβρίου- Απριλίου. Σε μέση ετήσια βάση οι ημέρες παγετού κυμαίνονται γύρω στις 34.

Πίνακας 2.7: Μετεωρολογικά Δεδομένα (Στοιχεία ΕΜΥ).

Μέση μηνιαία θερμοκρασία στο σταθμό Δομοκού													
Υδρ. Έτος	Ο.	Ν.	Δ.	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Έτ.
1969-70						9.1	14.8		22.0	23.9	24.7	20.3	
1970-71	14.5	11.6	6.4	6.1	4.3	6.6	11.8	19.1	23.2	22.6		18.3	
1971-72		10.5	6.8	4.0	4.4	8.9	13.5			23.5	23.0	18.8	
1972-73	11.3	11.1	3.6	2.9	5.9	4.8	11.7	19.7	21.8	25.1	22.2	20.5	13.4
1973-74	14.8	9.0	6.3	3.6	6.3	7.6	10.0	16.4	21.8	24.5	23.7	20.3	13.7
1974-75	16.1	9.5	5.9	4.8	3.3	10.3	13.6	18.2	21.1	23.8	22.3	21.7	14.2
1975-76	14.7	8.4	4.9	6.2	3.7	6.7	12.8	15.8	20.4	23.1	20.9	19.4	13.1
1976-77	15.2	9.7	5.8	5.4	11	10.3	12.9	19.4	23.1	26.2	24.8	18.3	15.2
1977-78	14.0	12.4	4.0	2.7	7.2	9.2	11.6	17.0	23.0	24.9	24.0	18.1	14.0
1978-79	12.6	7.4	8.1	4.8	6.4	10.8	10.8	17.4	23.3	23.6	23.3	20.6	14.1
1979-80	13.5	10.1	7.6	2.7	4.1	7.9	10.7	15.2	21.9	25.4	23.9	20.1	13.6
1980-81	16.0	12.5	6.5	1.9	4.7	11.3	13.1	16.1	24.3	23.6	23.3	20.7	14.5
1981-82	17.7	7.9	8.3	5.4	2.5	6.9	10.8	16.2	23.5	23.9	24.3	21.3	14.1
1982-83	14.8	8.3	7.0	5.2	2.9	8.2	14.8	18.7	19.2	23.5	22.2	19.2	13.7
1983-84	12.9	7.4	5.1	5.8	3.9	6.0	9.1	17.5	20.8	23.5	21.5	20.9	12.9
1984-85	17.9	9.6	4.2	4.5	3.0	6.3	14.0	18.9	22.5	24.2	24.5	20.1	14.1
1985-86	12.6	11.2	7.9	5.9	5.4	6.9	14.4	16.7	21.5	23.6	24.7	20.6	14.3
1986-87	14.4	7.5	4.0	5.7	5.7	3.8	11.2	15.2	21.9	25.7	23.5	23.2	13.5
1987-88	12.7	9.6	6.2	6.4	5.3	7.7	11.3	17.8	23.2	26.3	25.3	20.8	14.4
1988-89	13.9	5.5	4.2	3.6	6.4	10.1	15.3	16.0	20.7	21.5	23.9	20.4	13.5
1989-90	13.6	9.3	6.1	3.8	7.3	11.5	13.7	17.0	22.5	25.2	23.1	20.0	14.4
1990-91	15.7	11.3	5.0	7.3	8.5	11.3	13.5	17.4	24.8	26.6	26.1	22.0	15.8
1991-92	18.3	13.0	6.1	4.6	4.5	7.4	13.1	15	21.3	22.4	25.0	19.5	14.2
1992-93	18.6	11.1	3.9	4.7	2.1	7.7	12.9	16.9	22.9	24.9	25.1	20.9	14.3
1993-94	17.8	6.4	8.3	6.9	4.8	10.8	13.6	18.8	22.9	24.7	26.2	24.4	15.5
1994-95	15.8	8.5	5.8		8.9	8.2	12.2	17.9	24.6	24.4	23.0	20.5	
1995-96	13.3	6.9	7.4	3.3		3.7	11.1	20.4	24.3	25.4	24.7	19.3	
1996-97	12.7	11.5	8.0										
Μέση τιμή	14.8	9.5	6.1	4.7	5.3	8.1	12.5	17.4	22.4	24.3	23.8	20.4	14.1
Τυπ. απόκ.	2.0	2.0	1.5	1.4	2.1	2.2	1.6	1.5	1.4	1.2	1.3	1.4	0.7

2.5 Χρήσεις νερού

Το διαχειριστικό ενδιαφέρον καλύπτει όλους τους δυνητικούς χρήστες των υδατικών πόρων του ταμιευτήρα Σμοκόβου. Περιλαμβάνει, σε πρώτη προτεραιότητα, τη διατήρηση μιας ελάχιστης ροής κατάντη του φράγματος για περιβαλλοντικούς λόγους και ακολούθως, ένα πλήθος χρήσεων, καταναλωτικών και μη, και συγκεκριμένα την άρδευση των 250.000 στρεμμάτων της πλήρους ανάπτυξης των αρδευτικών δικτύων, την ύδρευση οικισμών που προβλέπεται να εξυπηρετούνται από τον ταμιευτήρα, την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και τουριστικές

δραστηριότητες που αναμένεται να αναπτυχθούν στην περιοχή. Επιπλέον, σε μεταβατικό στάδιο, θα εξυπηρετεί και γεωργικές δραστηριότητες κατά μήκος του Σοφαδίτη, μέσω της ενισχυμένης περιβαλλοντικής παροχής.

2.5.1 Επιφανειακά νερά

Για την κατασκευή του φράγματος έγινε εκτίμηση του υδάτινου δυναμικού του Σοφαδίτη με βάση τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού του Κέδρου. Ο σταθμός αυτός λειτούργησε υπό την εποπτεία του τότε Υπουργείου Δημοσίων Έργων (ΥΠΔΕ) από το 1960 μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980, οπότε και ξεκίνησαν οι εργασίες κατασκευής του φράγματος. Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες η μέση ετήσια παροχή στη θέση του σταθμού εκτιμήθηκε στα $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ περίπου.

Διάφοροι υπολογισμοί που έγιναν κατά το παρελθόν έδιναν μια μέση ετήσια εισροή στον ταμιευτήρα από 160 έως 180 hm^3 . Σε μια πιο πρόσφατη υδρολογική ανάλυση η ίδια παράμετρος υπολογίσθηκε στα 174,4 και 160,2 hm^3 για το κανονικό και το δυσμενές σενάριο αντίστοιχα. Από τους υπολογισμούς προέκυψε ότι η ονομαστική ετήσια απόληψη ανέρχεται στα 156,8 και 147,4 hm^3 για το κανονικό και δυσμενές σενάριο αντίστοιχα. Ωστόσο από τις παραπάνω απολήξιμες ποσότητες θα πρέπει να αφαιρεθούν 15-20 hm^3 για τον εμπλουτισμό των κατάντη του Κέδρου προσχωματικών υδροφορέων, ενώ αν συνυπολογιστούν και οι απώλειες εξάτμισης από τον ταμιευτήρα και οι απώλειες κατά την προσαγωγή, αναμένεται μια συνολική μείωση της απολήξιμης ποσότητας κατά 20-25 hm^3 (Κουτσογιάννης και συν., 2001).

- Υπόγεια νερά

Η ορεινή λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος δε παρουσιάζει ενδιαφέρον από πλευράς εκμετάλλευσης των υπόγειων υδατικών πόρων, ενώ η έλλειψη αξιόλογων πηγών δείχνει ότι το υπόγειο δυναμικό της περιοχής είναι περιορισμένο.

Εξαίρεση αποτελεί το οροπέδιο της Ξυνιάδας, όπου έχουν διανοιχθεί αρκετές αρδευτικές γεωτρήσεις. Ωστόσο, στην περιοχή παρατηρείται σταθερή ταπείνωση του υδροφόρου ορίζοντα, που τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι σε ένα διάστημα τριάντα περίπου ετών, τα βάθη των γεωτρήσεων αυξήθηκαν σημαντικά, ενώ η απόδοσή τους κρίνεται επισφαλής. Εξαίρεση αποτελούν οι γεωτρήσεις του Αγίου Στεφάνου, στο ΝΑ άκρο του οροπεδίου που χαρακτηρίζεται από αξιόλογη υπόγεια υδροφορία.

Όσον αφορά στα υπόγεια νερά της περιοχής ανάπτυξης των αρδευτικών έργων Σμοκόβου, υπάρχει ένα μεγάλος αριθμός μη καταγεγραμμένων γεωτρήσεων, οι οποίες λειτουργούν άναρχα, με δυσμενείς συνέπειες στον υπόγειο υδροφορέα. Αναμένεται ότι η σταδιακή κατάργησή τους, λόγω της ανάπτυξης του κλειστού αρδευτικού δικτύου και των προσωρινών έργων, παράλληλα με την λήψη μέτρων απαγόρευσης της έκδοσης νέων αδειών ή και τη διακοπή λειτουργίας παλιών γεωτρήσεων για περιβαλλοντικούς λόγους, θα συμβάλουν στην άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεων.

Έτσι στην περιοχή του νομού αναπτύσσονται οι παρακάτω υδροφορείς (Μαρίνος, 1995):

- Οι κώνοι Πορταϊκού – Παμίσου – Πηγειού, στο βορειοδυτικό τμήμα του νομού με υψηλού δυναμικού φρεάτιο υδροφορέα, που τροφοδοτείται από τις διηθήσεις των τριών αυτών ποταμών αλλά και από την κατείσδυση της βροχής, ενώ μέρος των διηθήσεων επανέρχεται στην επιφάνεια μέσω μεγάλων αλλουβιακών πηγών.

- Ο κώνος του Σοφαδίτη, στον ομώνυμο ποταμό, με υψηλού δυναμικού φρεάτιο υδροφορέα, που μεταπίπτει σε υπό πίεση και τροφοδοτείται από τις διηθήσεις του ποταμού.
- Το υπόλοιπο της πεδιάδας, με πολλούς υπό πίεση υδροφορείς που τροφοδοτούνται κυρίως από τους κώνους των παραποτάμων του πηνειού, με βραδύτατο όμως ρυθμό, γεγονός που δυσχαιρένει την επαναπλήρωση των ποσοτήτων που αντλούνται.

2.5.2 Υδρευση

Ο ταμιευτήρας Σμοκόβου θα εξυπηρετεί εκτός από τις αρδευτικές και τις υδρευτικές ανάγκες των πεδινών οικισμών της περιοχής. Για το σκοπό αυτό εκπονήθηκε από την εταιρεία ΡΟΙΚΟΣ η προμελέτη η οποία αφορά στην ύδρευση της ανατολικής πλευράς του νομού Καρδίτσας (Μπολούγαρης και Τσίτσης, 2002), τα κύρια συμπεράσματα της οποίας δίνονται παρακάτω. Ο ταμιευτήρας ο οποίος εξετάζεται καλύπτει την ανατολική πλευρά του νομού Καρδίτσας και με βάση τα υψόμετρα της περιοχής μπορεί να καλύψει την υδρευτική ζήτηση 55 συνολικά οικισμών των δήμων Ταμασίου, Μενελαΐδας, Καλλιφωνίου, Σοφάδων, Άρνης, Παλαμά και Φύλλου. Ο υπολογισμός των υδρευτικών αναγκών έγινε για τις ακόλουθες κατηγορίες χρήσεων: οικιακή χρήση, πότισμα ιδιωτικών κήπων, δημοτική χρήση, κτηνοτροφική, βιομηχανική και πυροσβεστική χρήση. Στις εκτιμήσεις θεωρήθηκε ένας επιπρόσθετος όγκος νερού που αναφέρεται στις απώλειες των δικτύων μεταφοράς και διανομής. Οι μελετητές κατέληξαν στα ακόλουθα μεγέθη σχεδιασμού (Πίν. 2.8) :

- ο Πληθυσμός μελέτης (έτος 2042) 55.000 κάτοικοι.
- ο Μέση ετήσια ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 250 L.

- ο Μέση χειμερινή ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 200 L.
- ο Μέση θερινή ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 310 L.
- ο Μέγιστη θερινή ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 375 L.

Στο Πίνακα 2.9 δίνονται οι μέσες ετήσιες και μέγιστες θερινές ζητήσεις ανά Δήμο, ενώ στο Πίνακα 2.10. δίνονται οι μηνιαίες υδρευτικές ανάγκες για όλη τη περιοχή.

Πίνακας 2.8: Η κατανομή του πληθυσμού στη περιοχή μελέτης (Ε.Σ.Υ.Ε, 2001).

Δήμος	Ποσοστό %	2001	2021	2042
Ταμασίου	9.5	4072	4275	5225
Μενελαΐδας	6.0	27111	2700	3300
Καλλιφωνίου	8.0	3246	3600	4400
Σοφάδων	32.0	12215	14400	17600
Άρνης	7.5	3299	3375	4125
Παλαμά	27.0	10050	12150	14850
Φύλλου	10.0	4043	4500	5500
Σύνολο	100	39626	45000	55000

Πίνακας 2.9: Υδρευτικές ανάγκες της περιοχής (έτος 2042)

Δήμος	Μέση ετήσια (m ³)	Μέγιστη θερινή (m ³)
Ταμασίου	1182	1773
Μενελαΐδας	404	606
Καλλιφωνίου	869	1304
Σοφάδων	4400	6600
Άρνης	1031	1547
Παλαμά	3713	5569
Φύλλου	1375	2063
Σύνολο	12974	19462

Πίνακας 2.10: Μηνιαία κατανομή ολικής ζήτησης.

Μήνας	Τιμή
Οκτώβριος	330.000
Νοέμβριος	330.000
Δεκέμβριος	330.000
Ιανουάριος	330.000
Φεβρουάριος	330.000
Απρίλιος	512.000
Μάιος	512.000
Ιούνιος	512.000
Ιούλιος	619.000
Αύγουστος	512.000
Σεπτέμβριος	512.000

- Άρδευση

Ο νομός Καρδίτσας διαθέτει περίπου 700.000 στρέμματα αρδεύσιμης γεωργικής γης τα οποία, όπως συμβαίνει και για το σύνολο της θεσσαλικής πεδιάδας βρίσκονται υπό καθεστώς έλλειψης νερού (Κουκουβίνος και συν., 1999). Έτσι όχι μόνο δεν είναι δυνατή η επέκταση των αρδεύσεων αλλά και δεν ικανοποιούνται οι πραγματικές ανάγκες των ήδη αρδευόμενων εκτάσεων.

Ο κώνος Πηνειού - Πορταϊκού έχει τη δυνατότητα ικανοποίησης των υδατικών αναγκών της κοντινής περιοχής, η υπόλοιπη έκταση όμως έχει πολύ μικρές δυνατότητες ανάπτυξης λόγω εξάντλησης των επιφανειακών αλλά και λόγω του φτωχού υδροφόρου ορίζοντα. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό της περιοχής είναι πως τα φαινόμενα υπεράντλησης είναι πολλά και συγκεκριμένα. Οι αρχικές παροχές γεωτρήσεων από 150 m³/s έχουν μειωθεί κατά 50% στις ζώνες πλούσιας υδροφορίας (δηλαδή αυτές του κώνου Πορταϊκού- Πηνειού και κατάντη της θέσεως του φράγματος του Σμοκόβου), ενώ στις υπόλοιπες έχουν πέσει κάτω των 40 m³/s. Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα πως οι περιοχές του νομού Καρδίτσας είναι αδύνατον να αρδευτούν από τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους της περιοχής.

Οι γεωργικές εκτάσεις του νομού Καρδίτσας παρουσιάζονται ως εξής σε km²:

Συνολική έκταση : 1251,5

Γεωργική έκταση : 934,7

Έκταση καλλιεργειών : 925,3

Αγρανάπαυση : 9,5

Αρδευόμενη έκταση καλλιεργειών : 685,7

Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι από τις παραπάνω καλλιέργειες ένα ποσοστό της τάξης του 75% αποτελείται από σιτηρά και βαμβάκι. Οι αρδευόμενες εκτάσεις, αρδεύονται ανεπαρκώς με μια μέση ετήσια κατανάλωση νερού της τάξεως των 310 m³/στρέμμα (περίπου η μισή ποσότητα από την θεωρητικά απαιτούμενη). Η ανεπαρκής άρδευση σημαίνει κυρίως τη διακοπή των αρδεύσεων κατά τη καλοκαιρινή περίοδο, φαινόμενο που οδηγεί σε κατακόρυφη πτώση της απόδοσης συγκεκριμένων καλλιεργειών (με απαιτήσεις σε νερό) όπως είναι το βαμβάκι ή το καλαμπόκι. Άρα λοιπόν κρίνεται ακόμα επιτακτικότερη η ανάγκη της εξασφάλισης επιπρόσθετων ποσοτήτων αρδευτικού νερού αλλά ταυτόχρονα και μια ορθή διαχείριση των προς διάθεση υδατικών πόρων (Κουτσογιάννης και συν., 2001).

2. 5.3 Οικολογική παροχή

Το σημαντικότερο περιβαλλοντικό μέτρο που αφορά στη λειτουργία του ταμιευτήρα αναφέρεται στη διατήρηση μιας ελάχιστης ροής κατάντη του φράγματος, που θα διοχετεύεται μέσω της σήραγγας του εκκενωτή. Με βάση την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) του έργου (Βαβίζος και συν., 1995), η οικολογική εκροή που θα διοχετεύεται την περίοδο Απριλίου-Σεπτεμβρίου, φτάνοντας αθροιστικά στα 10.0 hm³, προβλέπεται να ακολουθεί τη κατανομή του Πίνακα 2.11 εξασφαλίζοντας μια θερινή παροχή στον κώνο του Σοφαδίτη που θα κυμαίνεται από 0.7 έως 1.1 m³/s.

Πίνακας 2.11: Προτεινόμενη μηνιαία κατανομή της περιβαλλοντικής εκροής κατάντη του φράγματος (Βαβίζος και συν., 1995).

Μήνας	Όγκος εκροής (hm ³)
Απρίλιος	0.26
Μάιος	1.76
Ιούνιος	2.43
Ιούλιος	2.93
Αύγουστος	1.84
Σεπτέμβριος	1.84
Σύνολο	10.00

Από τη ποσότητα νερού που θα διατίθεται κατάντη του φράγματος ως οικολογική παροχή, ένα ποσοστό της τάξης του 15-25% εκτιμάται ότι θα διηθείται, εμπλουτίζοντας τον υπόγειο υδροφορέα. Σε μεταβατικό στάδιο, η παραπάνω παροχή προβλέπεται να είναι αυξημένη, με τη πλεονάζουσα ποσότητα να είναι διαθέσιμη για την άρδευση των παραποτάμιων περιοχών του Σοφαδίτη, μέσω επιφανειακών απολήψεων. Συνεπώς, για το διάστημα μερικής μόνο ανάπτυξης του αρδευτικού δικτύου Σμοκόβου, τίθεται το ζήτημα της συνδυασμένης αρδευτικής αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού του ταμιευτήρα, δηλαδή τόσο μέσω της σήραγγας Λεονταρίου προς τη περιοχή των αρδευτικών έργων, μόνιμων και προσωρινών, όσο και μέσω της σήραγγας του εκκενωτή, προς τον Σοφαδίτη.

Η παροχή αυτή προσμετράτε στις χρήσεις και κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για το περιβάλλον, καθώς η αυξημένη, σε σχέση με την πρόβλεψη της ΜΠΕ, παροχέτευση νερού προς το Σοφαδίτη θα συμβάλει στην ουσιαστική αύξηση των διηθήσεων προς τον υδροφορέα.

2.6 Νομοθεσία που αφορά στην προστασία των υγροτόπων

Η ελληνική νομοθεσία για τη προστασία της φύσης περιλαμβάνει κάποιους νόμους που μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες, και αφορούνε την

προστασία ειδών, τη προστασία ειδών και ενδιαιτημάτων και τη διαχείριση του φυσικού χώρου και των πόρων (Λαζαρέτου, 1995).

- Ν. 1650/1986: προστασία του περιβάλλοντος.
- Ν. 2055/1992: κυρώνει την σύμβαση διεθνούς εμπορίας απειλούμενων ειδών της άγριας πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας (Σύμβαση CITES).
- Ν. 1469/1950: τόποι ιστορικοί και ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.
- Ν.Δ. 966/1971: εθνικοί δρυμοί, αισθητικά δάση και διατηρητέα μνημεία της φύσης.
- Ν.Δ. 191/1974: κυρώνει τη διεθνή Σύμβαση Ραμσάρ που υπογράφηκε από την Ελλάδα στις 2.2.1971.
- Ν. 177/1975: καταφύγια θηραμάτων.
- Ν. 1335/1986: κυρώνει τη διεθνή Σύμβαση Βέρνης για τη διατήρηση της άγριας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης.
- Ν. 2204/1994: κυρώνει τη σύμβαση για τη βιολογική ποικιλότητα που υπογράφηκε στο Ρίο ντε Τζανέιρο στις 5.7.1992, και την απόφαση 93/409/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.
- Ν. 998/1979: προστασία δασών και δασικών εκτάσεων.
- Ν. 1337/1983: επέκταση πολεοδομικών σχεδίων και πολεοδομικής ανάπτυξης.
- Ν. 1739/1987: διαχείριση υδατικών πόρων.

Πολύ σημαντική είναι η έκδοση δύο Κοινοτικών Οδηγιών, της 79/409/ΕΟΚ για τη διατήρηση των άγριων πουλιών και της 92/43/ΕΟΚ για τη διατήρηση των φυσικών ενδιαιτημάτων και των ειδών άγριας πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας. Το νομικό αυτό πλαίσιο συμπληρώνεται από διάφορες άλλες κανονιστικές πράξεις που αφορούν την απόθεση αποβλήτων, απαγορεύσεις κυνηγιού κ.λ.π. Κατά καιρούς εκδίδονται Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις και Προεδρικά Διατάγματα για τους

υγροτόπους του καταλόγου Ραμσάρ, που καθορίζουν τα όρια των προστατευμένων ζωνών και τα διαχειριστικά μέτρα.

Η Σύμβαση Ραμσάρ που ως το τέλος του 1995 είχε υπογραφεί από 90 χώρες, είναι η μόνη διεθνής σύμβαση που αφορά υγροτόπους. Η Ελλάδα ήταν από τις πρώτες χώρες που υπέγραψαν τη σύμβαση του Ramsar και δέχτηκε τις οδηγίες της Ε.Ε. (409/79) και συμβάσεις (Βέρνης, Βαρκελώνης κ.ά.). Επίσης τα τελευταία τριάντα χρόνια προσπάθησε να προστατέψει και να διατηρήσει τα υγροτοπικά συστήματα βάσει της νομοθεσίας. Οι υγρότοποι της Ελλάδας που συμπεριλήφθηκαν στη σύμβαση του Ραμσάρ θεωρείται ότι έχουν διεθνή σημασία, ιδιαίτερα για τη πτηνοπανίδα, είναι οι ακόλουθοι:

1. Δέλτα Νέστου
2. Αμβρακικός κόλπος
3. Λίμνη μητρικού- θρακικές λίμνες
4. Λίμνη Κερκίνη
5. Λίμνη Βιστωνίδα
6. Δέλτα Αξιού- Λουδία- Αλιάκμονα
7. Δέλτα Έβρου
8. Λίμνη Κοτύχι- δάσος Στροφυλιάς
9. Λίμνη Κορώνεια και Βόλβη
10. Λιμνοθάλασσα Μεσολογίου
11. Λίμνη μικρή Πρέσπα

Επιπλέον η Σύμβαση Ραμσάρ επιβάλλει τη προστασία όχι μόνο των υγροτόπων διεθνούς σημασίας αλλά και των υγροτόπων κάθε συμβαλλόμενου κράτους. Κριτήριο για την αναγνώριση ενός υγροτόπου ως διεθνούς σημασίας δεν είναι μόνο η υδρόβια μεταναστευτική ορνιθοπανίδα του αλλά και διάφορα άλλα

γνωρίσματα. Στην Ελλάδα το νομικό πλαίσιο προστασίας της φύσης αλλά και των υδροτόπων, είναι σύμφωνα με τους επιστήμονες, αρκετά ικανοποιητικό. Αντίθετα, η εφαρμογή τους δεν είναι ικανοποιητική, υπάρχει πρόοδος, αλλά απέχει πολύ από το να αναχαιτίσει τις αυξανόμενες απόπειρες καταστροφών. Σε άλλες χώρες όπως η Δανία, το νομικό πλαίσιο προστασίας της φύσης είναι ισχυρό, αλλά η προστασία είναι αποτελεσματική, αυτό συμβαίνει διότι οι Δανοί πολίτες είναι πολύ ευαίσθητοι στην διατήρηση της φύσης.

2.7 Περιβαλλοντικοί όροι λειτουργίας του ταμιευτήρα- προτάσεις διαχείρισης

Στα πλαίσια της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου και των συναφών έργων (Βαβίζος και συν., 1995), προτείνεται μια δέσμη διατάξεων και μέτρων που αφορούν στη λειτουργία των έργων και αλλά και το πλαίσιο διαχείρισης των υδατικών πόρων. Το σημαντικότερο μέτρο που αφορά στην λειτουργία του ταμιευτήρα αναφέρεται στη διατήρηση μιας ελάχιστης ροής κατάντη του φράγματος, που θα διοχετεύεται μέσω της σήραγγας του εκκενωτή κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου. Η ρυθμιζόμενη αυτή εκροή που σε ετήσια κλίμακα φτάνει τα $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, προβλέπεται να ακολουθεί τη κατανομή του πίνακα 2.11. Έτσι θα εξασφαλίζεται θερινή παροχή διήθησης προς τον κώνο του Σοφαδίτη και θα κυμαίνεται από 0,7-1,1 m^3/s .

Η παροχή αυτή που είναι σαφώς μεγαλύτερη από την υφιστάμενη θερινή παροχή του ποταμού, θα εξυπηρετεί τόσο στην προστασία των παρόχθιων οικοσυστημάτων, όσο και στην εξασφάλιση φερτών υλών στη κοίτη του ποταμού, κατάντη του φράγματος. Από τη ποσότητα νερού που διατίθεται προς τα κατάντη του φράγματος ως ελάχιστη παροχή, ένα ποσοστό 15-22% διηθείται εμπλουτίζοντας έτσι τον υπόγειο υδροφορέα. Σε μεταβατικό στάδιο, η παραπάνω παροχή προβλέπεται να

είναι αυξημένη, με τη πλεονάζουσα ποσότητα να είναι διαθέσιμη για την άρδευση των παραποτάμιων περιοχών του Σοφαδίτη μέσω των επιφανειακών απολήψεων.

Συνεπώς προτείνεται να συνδυαστεί η αρδευτική αξιοποίηση του υδάτινου δυναμικού του ταμιευτήρα, μέσω της σήραγγας Λεονταρίου προς τη περιοχή των αρδευτικών έργων όσο και μέσω της σήραγγας του εκκενωτή προς το Σοφαδίτη. Η παροχή αυτή κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για το περιβάλλον καθώς η αυξημένη παροχέτευση νερού, σύμφωνα με την Μ.Π.Ε., θα συμβάλλει ουσιαστικά στην αύξηση των διηθήσεων προς τον υδροφορέα.

2.7.1 Οι υγροτοπικοί μας πόροι σήμερα

Οι απώλειες της πατρίδας μας σε υγροτόπους είναι πράγματι μεγάλες. Το ίδιο φαινόμενο βέβαια παρατηρείται σε όλες τις χώρες του κόσμου. Παρόλα αυτά ο υγροτοπικός πλούτος που παραμένει στην Ελλάδα είναι αξιόλογος τόσο σε έκταση όσο και σε ποιότητα. Μια πρώτη εικόνα έδωσε η απογραφή του 1981 από τον Δωρικό (περιλάμβανε 115 υγροτόπους), μια δεύτερη απογραφή, που στηρίχθηκε σχεδόν αποκλειστικά στην βιβλιογραφία, έγινε μετά από 20 έτη και αποτέλεσμα της ήταν ένας απλός κατάλογος ονομάτων και τοποθεσιών που περιλάμβανε 263 υγροτόπους (Γεράκης και Τσιούρης, 1991).

Η τελευταία απογραφή πραγματοποιήθηκε το 1992-93 (Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994) από το ΕΚΒΥ με την υποστήριξη των κεντρικών και νομαρχιακών υπηρεσιών του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και του Υπουργείου Γεωργίας καθώς και με την συνεργασία ειδικών επιστημόνων. Η απογραφή του ΕΚΒΥ αποκαλύπτει την εξαίσια εικόνα αυτού του κομματιού της φυσικής μας κληρονομιάς το οποίο συντέλεσε στην διαμόρφωση του πολιτισμού μας.

Οι υγρότοποι της Ελλάδος πλησιάζουν τους 400, καλύπτοντας συνολικά έκταση 2.000.000 στρεμμάτων, η έκταση αυτή δεν περιλαμβάνει τις κοίτες των ποταμών. Είναι πολύ πιθανό κάποιοι μικροί υγρότοποι να έχουν πέσει θύματα αποξήρανσης (π.χ. της Χαλκιδικής, της Αργολίδας) ή να υπάρχουν και άλλοι πολύ μικροί που να μην σημειώθηκαν κατά την απογραφή.

Οι Ζαλίδης και Μαντζαβέλας (1994), αναφέρουν τους τύπους υγροτόπων, τους αριθμούς ανά τύπο υγροτόπων και τα εμβαδά των υγροτόπων της Ελλάδας, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.12. Ακολουθεί ο Πίνακας 2.13 που αναφέρει τα σημερινά αίτια αλλοιώσεων των υγροτόπων της Ελλάδος.

Πίνακας 2.12 : Τύπος, αριθμός ανά τύπο και εμβαδόν των υγροτόπων της Ελλάδας

(Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994).

Τύπος υγροτόπου	Αριθμός ανά τύπο	% Συνολικού αριθμού	Εμβαδόν (στρέμματα)	% Συνολικού εμβαδού	Μήκος (KM)
Δέλτα	12	3,2	680.300	33,58	-
Έλη	75	19,8	58.326	2,88	-
Λίμνες	56	14,8	597.673	29,50	-
Λιμνοθάλασσες	60	15,9	287.665	14,20	-
Πηγές	17	4,5	1331	0,06	-
Εκβολές	42	11,1	42.646	2,10	-
Τεχνητές λίμνες	25	6,6	358.235	17,68	-
Ποταμοί	91	24,1	-	-	4.268
Σύνολο	378	100	2.026.176	100	4.268

Πίνακας 2.13: Σημερινά αίτια των αλλοιώσεων των υγροτόπων της Ελλάδος.

Άμεσα	Έμμεσα
<ul style="list-style-type: none"> • Στερεά και υγρά απόβλητα οικισμών, μεταποιητικών και κτηνοτροφικών μονάδων • Έλλειψη διαχείρισης καλαμιώνων ή εσφαλμένη διαχείριση τους • Υπεράντληση νερών του υγροτόπου ή υπόγειων νερών κοντά στον υγρότοπο • Ανεξέλεγκτο κυνήγι • Εκχέρσωση παρόχθιας βλάστησης • Υπερβόσκηση • Αποξήρανση • Επιχωματώσεις • Αμμοληψίες • Γεωργικά ατυχήματα (αθέλητη ρήξη γεωργικών φαρμάκων από πλύση ψεκαστήρων, ψεκασμούς κλπ.) • Υπεραλίευση • Καταστροφή χώρων αναπαραγωγής ψαριών • Παρεμπόδιση οδών διέλευσης ψαριών • Αλλαγή της αλατότητας του νερού • Εγκαταστάσεις εντατικών υδατοκαλλιεργειών • Κατασκευές εγγειοβελτιωτικών έργων • Εμπλουτισμός με ξενικά είδη • Παραθεριστικοί οικισμοί και ξενοδοχεία • Ανεξέλεγκτος οικολογικός τουρισμός • Διάνοιξη δρόμων 	<ul style="list-style-type: none"> • Καταστροφές φυσικής βλάστησης της λεκάνης απορροής από πυρκαγιές, υπερβόσκηση, λαθροϋλοτομία, λατομεία, εσφαλμένη διαχείριση. • Εισροή γεωργικών ρύπων από μη αρδευόμενες περιοχές • Εισροή γεωργικών ρύπων από αρδευόμενες περιοχές μέσω του στραγγιστικού δικτύου • Μεταβολή υδρολογικού καθεστώτος από επεμβάσεις (φράγματα, υπεράντληση υπόγειων νερών) σε άλλες περιοχές με τις οποίες συνδέεται υδρολογικά ο υγρότοπος • Παραμέληση συντήρησης αναβαθμίδων στα απρανή • Διάθεση στερεών και υγρών αποβλήτων σε χείμαρρους • Λιπάσματα και φυτοφάρμακα από τις γεωργικές καλλιέργειες

2.8 Μεθοδολογία

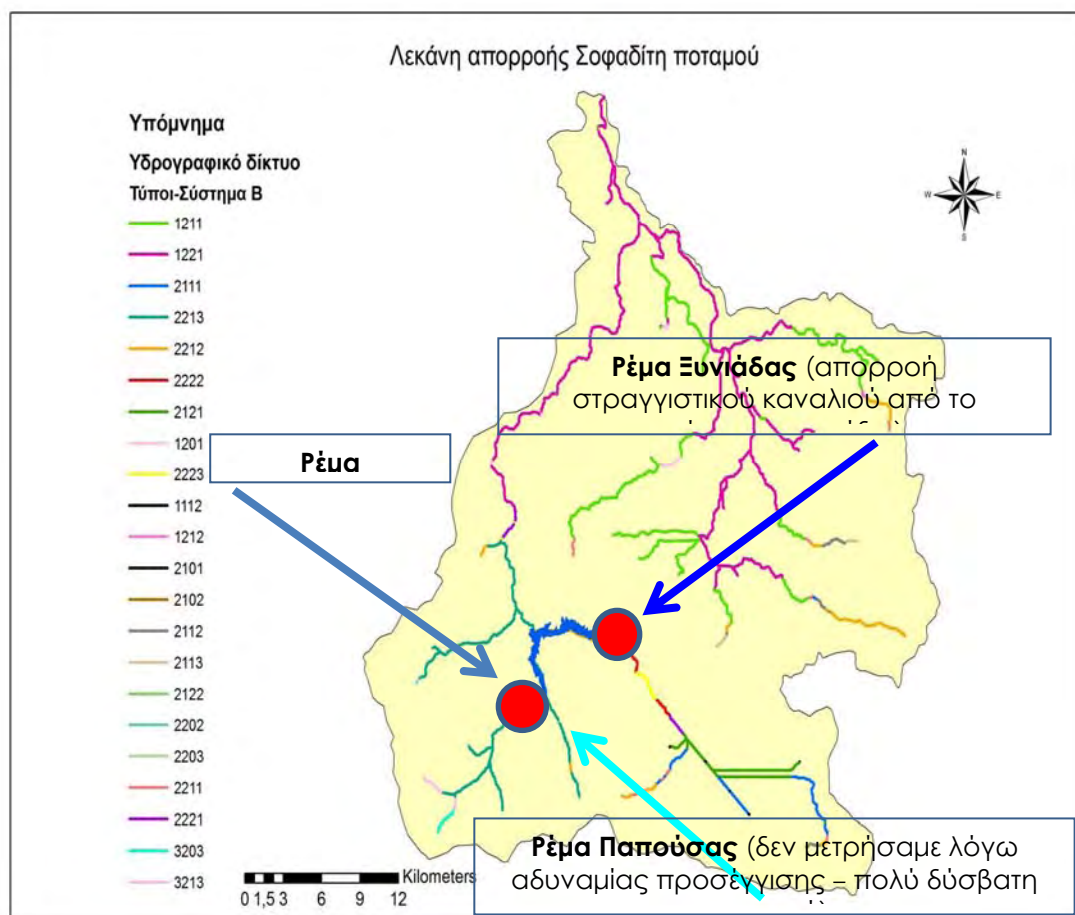
Η μεθοδολογία παρακολούθησης της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου περιλαμβάνει : τη χωρική κατανομή των σταθμών δειγματοληψίας και τη συχνότητα των δειγματοληψιών καθώς την επιλογή των παραμέτρων που θα μετρούνται. Σε συνεργασία με τον επιβλέπων καθηγητή μου ορίσαμε τα σημεία από τα οποία θα γίνεται η συλλογή δείγματος του νερού, καθορίσαμε δηλαδή τα σημεία εκείνα όπου το ποτάμι συνδέεται με την τεχνητή λίμνη, και μάλιστα τα σημεία εκείνα των ποταμών που παρουσιάζουνε μια αυξημένη ροή πριν έρθουνε σε επαφή με τα νερά της λίμνης.

Στη συνέχεια ορίσαμε να παίρνουμε δείγματα νερού μία φορά το μήνα, εξαιτίας το ότι η περιοχή είναι αρκετά δύσβατη, η πρώτη θέση βρίσκεται στη νότια πλευρά, εκεί όπου το ρέμα Ρεντινιώτης απορρέει στη λίμνη Σμοκόβου, με τα δείγματα νερού μετρούσαμε τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού της λίμνης αλλά και του ποταμού, η δεύτερη θέση βρίσκεται ανάντη του φράγματος, δηλαδή στο ρέμα της Ξυνιάδας, (απορροή στραγγιστικού καναλιού από το ομώνυμο οροπέδιο), και με την χρήση του ροόμετρου θα μετρώ και τη παροχή του κάθε ρέματος.

Οι δύο παραπάνω σταθμοί είναι τα πιο κατάλληλα σημεία που προτείνονται για την δημιουργία των υγροτόπων. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικ. 2.2) παρουσιάζεται η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη ποταμού, καθώς και οι θέσεις του ρέματος του Ρεντινιώτη και της Ξυνιάδας (ρέματα στα οποία πραγματοποιήθηκε μέτρηση της παροχής, με την βοήθεια του ροόμετρου).

Οι σταθμοί τοποθέτησης των μόνιμων μετρήσεων ποιότητας που προτείνονται για την τεχνητή λίμνη είναι τέσσερις. Έτσι θα προσπαθήσω ο αριθμός των μετρήσεων να είναι επαρκής, ώστε η μελέτη να καλύψει τις αντιπροσωπευτικές τουλάχιστον θέσεις της λίμνης,

- σταθμός 1: ρέμα Ρεντινιώτης.
- σταθμός 2: λίμνη Σμοκόβου.
- σταθμός 3: ρέμα Ξυνιάδας (απορροή στραγγιστικού καναλιού, από το ομώνυμο οροπέδιο) 1^ο σημείο.
- σταθμός 4: ρέμα Ξυνιάδας (απορροή στραγγιστικού καναλιού, από το ομώνυμο οροπέδιο) 2^ο σημείο κοντά στο φράγμα.



Εικόνα 2.2: Η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη ποταμού

2.9 Τεχνητός υγρότοπος

Αν και η βιβλιογραφία για την κατασκευή μικρών τεχνητών υγροτόπων με σκοπούς αρδευτικούς ή επεξεργασίας λυμάτων είναι αρκετά πλούσια, εντούτοις, για την δημιουργία υγροτόπων με κύριο σκοπό την βελτίωση του περιβάλλοντος (αύξηση βιοποικιλότητας, βελτίωση ενδιαιτημάτων), η σχετική βιβλιογραφία είναι μάλλον φτωχή. Η κατασκευή ενός τεχνητού υγροτόπου, είναι μια αρκετά σύνθετη διαδικασία, που απαιτεί τον επιτυχή συνδυασμό πολλών παραμέτρων και την αξιοποίηση δεδομένων τόσο επιστημονικών, όσο και δεδομένων που προέρχονται από εμπειρικές παρατηρήσεις, οι οποίες δεν είναι πάντοτε διαθέσιμες.

Οι τεχνητές λίμνες είναι η σπουδαιότερη κατηγορία τεχνητών υγροτόπων της Ελλάδας τόσο από την άποψη της έκτασης που καλύπτουν όσο και από την άποψη του αριθμού και των αξιών που έχουν αποκτήσει. Ονομάζονται και τεχνητοί ταμιευτήρες. Η λέξη ταμιευτήρας δείχνει και τους περιορισμένους αρχικά σκοπούς που είχαν τεθεί κατά τον σχεδιασμό και την διαχείριση τους. Οι σκοποί αυτοί ήταν να αποταμιεύσουν νερό ποταμών, ρυακιών ή και χειμάρρων ώστε να αποκτήσουν οι ταμιευτήρες αξία αντιπλημμυρική, υδρευτική, αρδευτική, υδροηλεκτρική ή ακόμα το συνδυασμό όλων αυτών των αξιών, ενώ τα μικρού μεγέθους φράγματα που κατασκευάστηκαν σε πολλούς ορεινούς χειμαρροπόταμους της χώρας μας έχουν ως κύριο στόχο τη προστασία από τη προσχωσιγενή δύναμη του νερού.

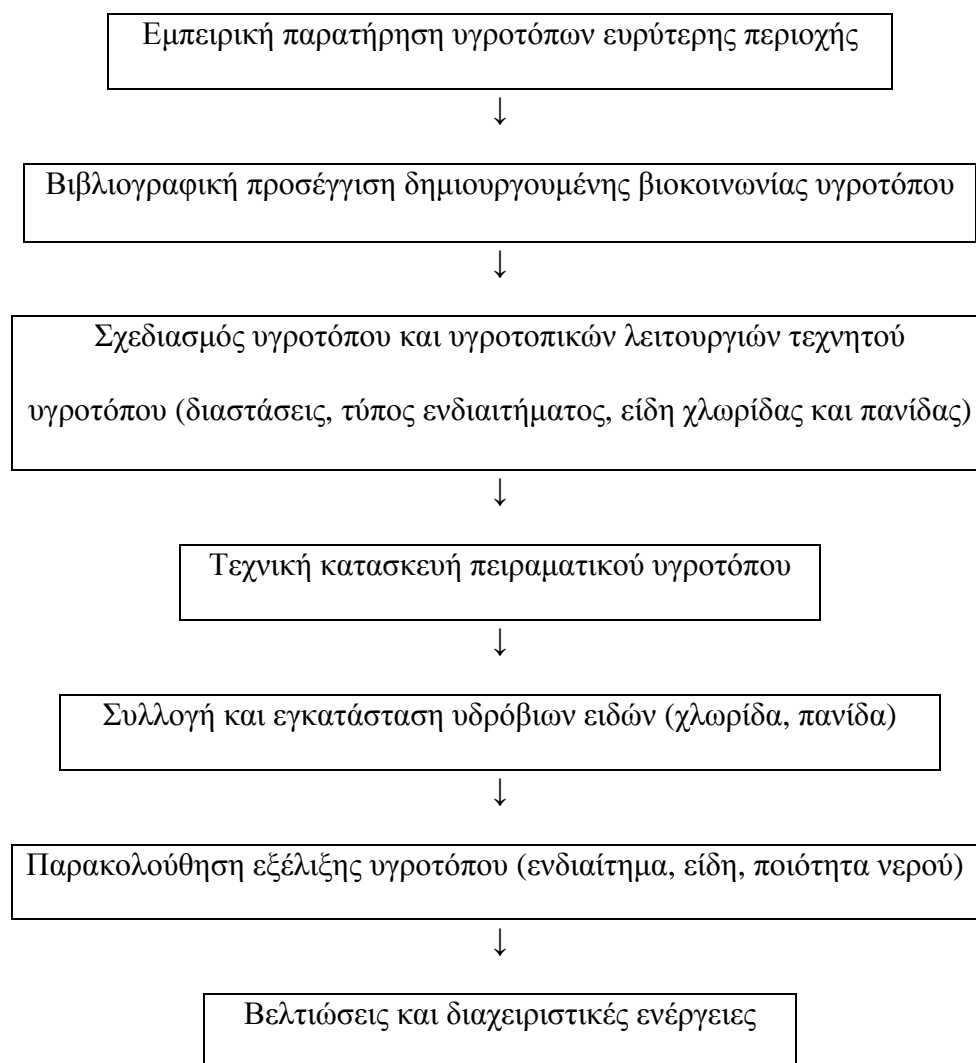
Σήμερα στις ανάγκες αυτές περιλαμβάνεται και η ανάγκη να διατηρούνται τα υγροτοπικά οικοσυστήματα που οι τεχνητές λίμνες συντηρούν. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου απαιτείται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση έργων που στοχεύουν στην βελτίωση σε μία ή σε περισσότερες από τις παραμέτρους. Όταν τα έργα αφορούνε υγρότοπο που ήδη υπάρχει αλλά είναι υποβαθμισμένος, τότε γίνεται λόγος για αποκατάσταση του υγροτόπου (restoration), μέσω ημιφυσικών (εμπλουτισμός

υπαρχόντων ή εκλιπόντων ειδών, ευνόηση παρόχθιας βλάστησης, κ.λ.π.) ή τεχνητών παρεμβάσεων (κατασκευή φράγματος για αύξηση του βάθους νερού, κ.λ.π.) ενώ παράλληλα μπορεί ένα έργο να αφορά την εκ νέου δημιουργία τεχνητού υγροτόπου, σε θέση που ποτέ δεν υπήρχε.

Είναι όμως γεγονός ότι οι περισσότερες τεχνητές λίμνες στηρίζουν λιγότερο ή περισσότερο πολύτιμα υγροτοπικά οικοσυστήματα και έχουν αποκτήσει με τη πάροδο του χρόνου και άλλες άξιες, π.χ. βιολογική, αλιευτική, αναψυχής, οι οποίες δεν ήταν απόρροια ηθελημένου σχεδιασμού αλλά παρέμβασης της φύσης. σε αντίθεση με αυτό, ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία μικρών τεχνητών υγροτόπων στα χειμαρρικά σημεία της Λίμνης Σμοκόβου, περιγράφοντας το σχεδιασμό και τα βήματα ενός μικρού τεχνητού υγροτόπου με κύριο διαχειριστικό στόχο την υποστήριξη της βιολογικής ποικιλότητας (ενδιαιτήματος, χλωρίδας, πανίδας). Στις επόμενες σελίδες περιγράφονται μερικές βασικές ενέργειες που μπορούν να υιοθετηθούν στο σχεδιασμό των τεχνητών υγροτόπων προκειμένου να υποστηριχθεί η βιολογική ποικιλότητα.

2.10 Βήματα σχεδιασμού τεχνητού υγροτόπου

Για την εξυπηρέτηση των σκοπών της παρούσας έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία και παρατηρήσεις από την λειτουργία μικρού πιλοτικού τεχνητού υγροτόπου στο Βοτανικό Κήπο Νεοχωρίου. Η πορεία των βημάτων δημιουργίας του τεχνητού υγροτόπου, περιγράφεται συνοπτικά στο Σχήμα 2.9 (Μπρουζιώτης, 2007).



Σχήμα 2.9: Τα βήματα δημιουργίας τεχνητού υγροτόπου

2.11 Επιλογή των υπό κατάκλιση λεκανών (τεχνητών υγροτόπων) .

Με βάση τη παραπάνω συζήτηση, αποφασίστηκε να εγκατασταθούν τρεις μικροί τεχνητοί υγρότοποι στο χώρο του Βοτανικού Κήπου (υψόμετρο 800 m). Η έναρξη λειτουργίας αυτών έγινε τον Ιούνιο του 1999 και διατηρούνται μέχρι και σήμερα (Μπρουζιώτης, 2007).

Αποφασίστηκε να δημιουργηθούν τρεις μικρού μεγέθους και όχι μια μεγαλύτερη και ενιαία, με βάση το σκεπτικό ότι αυτές θα μπορούσαν να

διαφοροποιηθούν (φυσικά ή τεχνητά) κατά τις μεταξύ τους, ως προς τον τύπο του ενδαιτήματος. Επιπλέον θα ήταν μικρότερα τα τεχνικά προβλήματα (όγκοι εκσκαφής, πλήρωση με νερό). Τέλος αποφασίσθηκε να δημιουργηθούν με μικρή χρονική διαφορά η μια από την άλλη, έτσι ώστε η αποκτηθείσα εμπειρία από κάθε προηγούμενη να αξιοποιείται κατάλληλα, με σκοπό τη βελτίωση της μεθοδολογίας της επόμενης (Μπρουζιώτης, 2007).

Στο επόμενο βήμα πρέπει να γίνεται λόγος για τη διαστασιολόγηση των τεχνητών υγροτόπων.

Η διαστασιολόγηση των υπό δημιουργία τεχνητών υγροτόπων στηρίχθηκε αρχικά στις ανάγκες (περιβαλλοντικές, λειτουργικές) που έπρεπε αυτοί να καλύπτουν. Συγκεκριμένα: επαρκής επιφάνεια νερού για την ικανοποιητική οξυγόνωση του νερού, επαρκής όγκος και βάθος νερού προκειμένου αυτό να διατηρεί ικανοποιητικό αριθμό υδρόβιων ζώων και παράλληλα να μην παγώνει σε απαγορευτικό βαθμό για την επιβίωση των υδρόβιων οργανισμών. Κατάλληλη σχέση βάθους- επιφάνειας προκειμένου να επιτυγχάνεται ικανοποιητική οξυγόνωση στο σύνολο της μάζας του νερού, επαρκές μήκος επαφής νερού- στεριάς για την εγκατάσταση της παρόχθιας βλάστησης.

Κατά την δημιουργία επίσης των μικρών τεχνητών υγροτόπων, για την ομαλή μετάβαση από τα αβαθή τμήματα των οχθών έως τα βαθύτερα των λεκανών, έπρεπε να δοθεί προσοχή στο να υπάρχουν ομαλές κλίσεις των πρανών ώστε να υπάρχουν κατάλληλοι τόποι για την ανάπτυξη πολλών διαφορετικών ειδών υδρόβιων και υδροχαρών φυτών που το καθένα φυσικά έχει τις δικές του απαιτήσεις, ως προς το βάθος νερού, στο οποίο εποικίζει καλύτερα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τους υγροτόπους, φυσικούς ή τεχνητούς, για το λόγο η παραλιακή ζώνη παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ποικιλία φυτικών και ζωικών οργανισμών και αυτό διότι η ζώνη αυτή

παρουσιάζει προστασία, περιβάλλον κατάλληλο για να προσκολληθούν οι οργανισμοί, τροφή και διαλυμένες ουσίες.

Συμπερασματικά, για την υποβοήθηση της ζωής (φυτικής ή ζωικής) σε έναν τεχνητό υγρότοπο, ο σημαντικότερος ίσως διαχειριστικός στόχος (Πίνακας 2.14: κατάλογος υγροτοπικών λειτουργιών, οι οποίες αποτελούνε στόχο προγραμμάτων αποκατάστασης) είναι η δημιουργία ποικιλίας ενδαιτημάτων και, μέσω αυτών, η υποστήριξη υδρόβιων ειδών χλωρίδας και πανίδας, και ουσιαστικά η υποστήριξη της υγροτοπικής βιοποικιλότητας (LIFE 00ENV/GR/000685).

Πίνακας 2.14: Κατάλογος υγροτοπικών λειτουργιών, οι οποίες αποτελούνε στόχο προγραμμάτων αποκατάστασης (Γκατζέλια και συν., 2001).

Κατηγορία λειτουργιών	Λειτουργία υγροτόπων
Υδρολογία	Εμπλουτισμός υδροφορέων
	Έλεγχος πλημμύρων
	Σταθεροποίηση ακτών
Ποιότητα νερού	Κατακράτηση ιζημάτων / τοξικών ρύπων
	Απομάκρυνση /μετασχηματισμός θρεπτικών στοιχείων
Βιοποικιλότητα	Δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας και στήριξη τροφικών αλυσίδων
	Παροχή ποικιλίας ενδαιτημάτων
	Υποστήριξη ειδών χλωρίδας και πανίδας

Η δημιουργία των κατάλληλων προϋποθέσεων εγκατάστασης υδρόβιας και παρυδάτιας βλάστησης (βλ. παραπάνω) δημιουργεί ταυτόχρονα και τα κατάλληλα ενδαιτήματα για την υγροτοπική πανίδα.

2.11.1 Επιλογή χειμάρρου για την διερεύνηση των δυνατοτήτων δημιουργίας τεχνητού υγροτόπου

Η επιλογή του ρέματος Ρεντινιώτη ως πεδίου εφαρμογής της διερεύνησης των δυνατοτήτων δημιουργίας τεχνητού υγροτόπου, στηρίχθηκε σε μια σειρά κριτηρίων:

- υπάρχουν διαθέσιμα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία για τον συγκεκριμένο χείμαρρο.
- είναι ο χείμαρρος που απορρέει στη λίμνη Σμοκόβου.
- παρουσιάζει σχετικά μόνιμη παροχή, εκτός της θερινής περιόδου που ενδέχεται να είναι άνυδρος, οπότε αν το σενάριο δημιουργίας τεχνητού υγροτόπου είναι βιώσιμο γι' αυτόν, τότε θα μπορεί να εφαρμοστεί με ασφάλεια και σε άλλους μεγαλύτερους.
- απουσιάζουν τα ψάρια από αυτόν, άρα δεν θα υπάρξουν αρνητικές συνέπειες σε περίπτωση μελλοντικής κατασκευής φραγμάτων.
- το εκβολικό του τμήμα είναι αρκετά απομονωμένο, δύσβατη μάλιστα περιοχή, και έτσι ένας μελλοντικός υγρότοπος στη θέση αυτή, θα ήταν αρκετά προστατευμένος από ανθρωπογενείς κυρίως οχλήσεις.

2.12 Εγκατάσταση πειραματικών τεχνητών υγροτόπων στο βοτανικό κήπο Νεοχωρίου – μελλοντική πρόταση για την εγκατάσταση υγροτόπων στην λίμνη Σμοκόβου.

Δεν υπάρχει προηγούμενο στην προσπάθεια δημιουργίας τεχνητών υγροτόπων στην περιοχή λίμνης Σμοκόβου, εκτός της περίπτωσης του μικρού πειραματικού υγροτόπου στο χώρο του Βοτανικού Κήπου Νεοχωρίου (LIFE99NAT/GR/6480), σκοπός του οποίου ήταν η παρακολούθηση της απόδοσης του στην επεξεργασία υγρών λυμάτων (φυσικό σύστημα καθαρισμού). Οι λόγοι δημιουργίας του παραπάνω

τύπου υγροτόπου ξεφεύγουν από τους σκοπούς της παρούσας έρευνας που είναι δημιουργία υγροτοπικού συστήματος με κύριο στόχο την υποστήριξη της υγροτοπικής βιολογικής ποικιλότητας. Υπάρχει όμως μια περίπτωση δημιουργίας μικρού τεχνητού υγροτόπου στον ίδιο χώρο (Βοτανικός Κήπος Νεοχωρίου), με σκοπό αρχικά εκπαιδευτικό και στη συνέχεια ερευνητικό, η εμπειρία του οποίου αποτελεί σημαντικό βοήθημα στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας αλλά και γενικότερα στο σχεδιασμό των βημάτων πραγματοποίησης παρόμοιων εγχειρημάτων στο μέλλον, δεδομένου ότι συνήθως δεν υπάρχουν διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα, κρίνεται απαραίτητο να εντοπιστούν κατάλληλοι φυσικοί τόποι οι οποίοι μπορούν να χρησιμεύσουν ως μέτρο σύγκρισης (Ζαλίδης και συν., 2002).

Η δημιουργία του τεχνητού υγροτόπου στο Βοτανικό Κήπο Νεοχωρίου στη περιοχή της λίμνης Πλαστήρας πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας του κύριου Μπρουζιώτη Θεόφιλου με τίτλο: έρευνα των δυνατοτήτων κατασκευής τεχνητού υγροβιότοπου στη ζώνη μεταβολής της στάθμης του νερού της λίμνης Ν. Πλαστήρα. Η εμπειρία από τη δημιουργία του τεχνητού υγροτόπου στο Βοτανικό Κήπο αναλύεται παρακάτω:

Η ιδέα για τη δημιουργία ενός τεχνητού υγροτόπου προέκυψε αρχικά από την ανάγκη βελτίωσης των υποδομών του Βοτανικού Κήπου Νεοχωρίου προκειμένου να εξυπηρετηθεί καλύτερα το έργο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ενημέρωσης που επί σειρά ετών διεξάγεται στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο του. Αρχικά λοιπόν, οι στόχοι του έργου ήταν κυρίως εκπαιδευτικού χαρακτήρα. Έτσι δημιουργήθηκαν τρεις μικροί τεχνητοί υγρότοποι, οι οποίοι τέθηκαν σε λειτουργία τον Ιούνιο του 1999. Με τη πάροδο του χρόνου όμως αναδείχτηκε η αναγκαιότητα (LIFE99NAT/GR/6480, Μπόμπορη και συν., Γκουρβέλου και συν., 2001) της δημιουργίας στην ευρύτερη περιοχή ενός αριθμού υγροτοπικών πυρήνων με κύριους

σκοπούς όχι τόσο την επίδειξη και εκπαίδευση όσο την αύξηση της βιοποικιλότητας της περιοχής και τη γενικότερη προστασία και διατήρηση προστατευόμενων υγροτοπικών ειδών ενδιαφέροντος (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) όπως των υδρόβιων φυτών του γένους *Chara* (Εικ. 2.3), που εντοπίζονται στις αβαθείς θέσεις στο βόρειο κυρίως τμήμα της λίμνης Ν. Πλαστήρα (Εικ. 2.4).



Εικόνα 2.3: Ανάπτυξη φυτών του γένους *Chara* στη ζώνη μεταβολής της στάθμης του νερού της λίμνης Πλαστήρα .



Εικόνα 2.4: Η βόρεια όχθη της λίμνης Πλαστήρα, όπου κυρίως εντοπίζεται ο οικοτόπος των φυτών του γένους *Chara*.

Εξέλιξη της πορείας δημιουργίας του τεχνητού υγροτόπου: για τη δημιουργία του μικρού τεχνητού υγροτόπου ακολουθήθηκε μια διαδικασία απλών βημάτων που στηρίχθηκε, αρχικά τουλάχιστον, στην εμπειρική παρατήρηση παρόμοιων τύπων μικρών υγροτόπων. Πρόκειται για φυσικούς υγροτόπους της ευρύτερης περιοχής (δάσος Κατούνας Ν. Τρικάλων, Λωξιάδας Ν. Καρδίτσας, έλος Μεταμόρφωσης Ν. Καρδίτσας, εποχικές διάσπαρτες νεροσυλλογές στο Ν. Καρδίτσας), ή τεχνητούς υγροτόπους (αναρρυθμιστική λίμνη Καρδίτσας) οι οποίοι υφίστανται τόσο σε αρκετά μεγάλα υψόμετρα (Κατούνας: 1.200 m) όσο και σε μικρά υψόμετρα (Μεταμόρφωσης 70 m), από προσωπικές – εμπειρικές – παρατηρήσεις του κυρίου Μπρουζιώτη Θεόφιλο. Καταβλήθηκε προσπάθεια να κρατηθούν οι αναλογίες, δηλαδή το μέγεθος, τύπος οικοτόπου, σύνδεση ειδών χλωρίδας και πανίδας, μεταξύ του τύπου των παρατηρούμενων φυσικών υγροτόπων και του σχεδιαζόμενου τεχνητού υγροτόπου, στο χώρο του Βοτανικού Κήπου Νεοχωρίου.

Οι υγρότοποι που χρησιμοποιήθηκαν ως αρχικά μοντέλα, εξαιτίας του σημαντικά διαφορετικού υψομετρικού εύρους που απαντώνται, υποδηλώνουν τη προσαρμοστικότητα παρόμοιου τύπου ενδιαιτημάτων και κατ' επέκταση, των δυνατοτήτων ύπαρξης μικρών υγροτόπων σε ένα ευρύ υψομετρικό φάσμα.

Έτσι και στη περίπτωση δημιουργίας τεχνητών υγροτόπων στην λίμνη Σμοκόβου γίνεται σύνδεση ειδών χλωρίδας και πανίδας, μεταξύ του τύπου των παρατηρούμενων φυσικών υγροτόπων και του σχεδιαζόμενου τεχνητού υγροτόπου στο χώρο του Βοτανικού Κήπου με τα είδη χλωρίδας και πανίδας που επικρατούνε στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης Σμοκόβου.

Τα γενικά χαρακτηριστικά μερικών από τους προαναφερόμενους φυσικούς υγροτόπους, παρουσιάζονται παρακάτω (ANKA AE, 2001).

Υγρότοπος Λωξάδας: βρίσκεται σε υψόμετρο περίπου 150 m στις παρυφές της οροσειράς των Αγράφων, σε μικρό κλειστό λεκανοπέδιο, πλησίον του δημοτικού διαμερίσματος Λωξάδας του Ν. Καρδίτσας (Εικ. 2.5). Το ανάγλυφο του εδάφους επιτρέπει την ύπαρξη μιας κύριας υδατοσυλλογής στο χαμηλότερο τμήμα του υγροτόπου και 2-3 μικρότερων σε θέσεις ανάντη αυτής, όπου η διαμόρφωση του εδάφους παρουσιάζει κλιμάκωση (πεζούλες). Η μεγαλύτερη νεροσυλλογή έχει έκταση 1 στρέμμα, μέγιστο βάθος 0,7 m ενώ το μέσο βάθος κυμαίνεται στα 0,3 – 0,4 m (Εικ. 2.6).

Οι μικρότερες υδατοσυλλογές περιορίζονται σε λίγα μόνο τετραγωνικά μέτρα ή λίγες δεκάδες τετραγωνικών μέτρων (Εικ. 2.7). Η τροφοδοσία του υγροτόπου με νερό γίνεται μέσω μικρών εποχικών νεροσυρμών, οι οποίες κατά τους θερινούς μήνες ξηραίνονται. Παλαιότερα η έκταση που καταλάμβανε το υγρό στοιχείο ήταν υπερδιπλάσια, αλλά έχει πλέον περιοριστεί εξαιτίας στραγγιστικού καναλιού που ανοίχτηκε στο κάτω τμήμα της κύριας υδατοσυλλογής. Στο διάκενο χώρο μεταξύ των υδατοσυλλογών, που μπορεί να χαρακτηριστεί ως υγρολίβαδο, φύεται δενδρώδης βλάστηση ιτιάς και πλατάνου.



Εικόνα 2.5: Γενική άποψη του έλους Λωξάδας, νομού Καρδίτσας.



Εικόνα 2.6: Η κεντρική νεροσυλλογή του έλους Λωξάδας,



Εικόνα 2.7: Μικρή νεροσυλλογή στο έλος Λωξάδας, νομού Καρδίτσας.

Το σύνολο του υγροτόπου, έκτασης περίπου 10 στρεμμάτων, συνίστανται από μικρές εναλλασσόμενες εκτάσεις υδατοσυλλογών και υγρολίβαδου. Εκτός από την δενδρώδη βλάστηση φύονται και ορισμένα, περιορισμένα σε ποικιλία ειδών ποώδη υδρόβια ή υδροχαρή (Τσινόπουλος, 2007) φυτά: τα *Typha domingensis* (ψαθί), *Ranunculus saniculifolius* (νεραγκούλα), *Juncus inflexus* (βούρλο), είναι οι επικρατέστερες μορφές. Κατά τη πρώιμη εαρινή περίοδο (Μάρτιος – Απρίλιος) αναπτύσσονται σημαντικά και τα χλωροφύκη (*Spirogyra sp.*), προκαλώντας « άνθιση» του νερού. Άλλα υδροχαρή μακρόφυτα που εμφανίζονται στον υγρότοπο

είναι τα : *Amblysterium riparium*, *Myosotis arvensis arvensis*, *Lamium purpureum* και *Orchis laxiflora laxiflora* (Τσινόπουλος, 2007). Τα χλωροφύκη φαίνεται πως αποτελούν σημαντικό διατροφικό παράγοντα για τους τρίτωνες που διαβιούν στον υγρότοπο (βλ. παρακάτω).

Τα υδρόβια σπονδυλόζωα που απαντώνται στον υγρότοπο είναι : *Rana balcanica* (νεροβάτραχος), *Rana dalmatina* (καφέ βάτραχος), *Triturus cristatus* (τρίτωνες), *Natrix Natrix* (νερόφιδο), *Emys orbicularis* (νεροχελώνα), *Mayremys caspica* (νεροχελώνα). Η ιχθυοπανίδα απουσιάζει εντελώς και αυτό γιατί κατά την θερινή περίοδο (Ιούνιος – Σεπτέμβριος) οι νεροσυλλογές αποξηραίνονται για να επαναπληρωθούν με τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου.

Αν και απουσιάζει η ιχθυοπανίδα για λόγους που αναφέραμε παραπάνω, η βιοποικιλότητα του συγκεκριμένου υγροτόπου φαίνεται να είναι αρκετά υψηλή παρόλη την περιορισμένη έκταση του. Αυτό μπορεί ίσως να αποδοθεί στη ποικιλία του τοπίου (βαθμιδωτές πεζούλες, εναλλαγές υδατοσυλλογών / υγρολίβαδου) που δημιουργεί μεγάλη διαβάθμιση μικροθέσεων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στην καθεμιά από αυτές.

Αναρρυθμιστική λίμνη Καρδίτσας: πρόκειται για τεχνητό υγροτοπικό σύστημα το οποίο κατασκευάστηκε ταυτόχρονα με το φράγμα της λίμνης Ν. Πλαστήρα με σκοπό την λειτουργία της ως δεξαμενή καθίζησης, στο προστάδιο πριν τη παροχέτευση του νερού στο διυλιστήριο της Καρδίτσας (περιοχή Μητρόπολης) για καθαρισμό και απολύμανση προκειμένου να καταστεί πόσιμο (Εικ. 2.8).



Εικόνα 2.8: Αποψη της αναρρυθμιστικής λίμνης Καρδίτσας.



Εικόνα 2.9: Καλαμιώνες κοντά στην όχθη της αναρρυθμιστικής λίμνης Καρδίτσας
(βάθος 2 m).

Τροφοδοτείται με νερό από τη λίμνη Πλαστήρα μέσω τσιμεντένιου αγωγού διαμέτρου 2,10 m. Ένα μέρος του νερού με το οποίο πληρώνεται χρησιμοποιείται για την ύδρευση ενώ, ειδικά την θερινή περίοδο το μεγαλύτερο μέρος του νερού παροχετεύεται με υπερχειλίση στο αρδευτικό δίκτυο του νομού για πότισμα των καλλιεργειών. Λόγω της συχνής χρήσης του νερού της, η αναρρυθμιστική λίμνη παρουσιάζει υψηλό βαθμό ανανέωσης του νερού. Προσομοιάζουν έτσι τα

χαρακτηριστικά της με τον υπό μελέτη τεχνητό υγρότοπο, ο οποίος μεγάλο μέρος του έτους θα τροφοδοτείται, μέσω του ρέματος Νεοχωρίου, συνεχώς με νερό (εκτός της θερινής περιόδου, οπότε οι παροχές μειώνονται). Στην αναρρυθμιστική λίμνη (Εικ. 2.9) βρίσκουν καταφύγιο αρκετά είδη υδρόβιων πουλιών (Μπόμπορη και συν.,, 2001), αλλά και μερικά άλλα είδη όπως: ψάρια αμφίβια, πολλά ασπόνδυλα και διάφορα υδρόβια μακρόφυτα. Να σημειωθεί ότι λόγω της τροφοδοσίας της με το νερό που προέρχεται από την λίμνη Πλαστήρα, «εμβολιάζεται» συνεχώς με υδρόβιους οργανισμούς (φυτικούς, ζωικούς) από αυτή. Στον Πίνακα 2.15 αναφέρονται τα πιο κοινά είδη που εμφανίζονται στον υγρότοπο.

Πίνακας 2.15: Κοινά είδη υδρόβιας χλωρίδας και πανίδας στην αναρρυθμιστική λίμνη

Καρδίτσας.

Ποώδης βλάστηση	<i>Arrium sp.</i> (Νεροσέλινο): αναπτύσσει πολύ καλές φυτοκοινωνίες στο δυτικό τμήμα της λίμνης, κοντά στους καλαμιώνες και τις συστάδες ιτιάς.
	<i>Phragmites australis</i> (Καλάμι): αναπτύσσει πολύ καλές συστάδες (καλαμιώνες) στα ρηχά του δυτικού τμήματος της λίμνης σε εναλλαγή με τα τμήματα με νεροσέλινο (παρατηρήθηκε συστάδα έως και το βάθος των 2+ m). Αναπτύσσεται σε αργιλώδες υπόστρωμα.
	<i>Chara sp.</i> (χαρώδες): κυριαρχεί σε όλη σχεδόν την έκταση των βαθύτερων τμημάτων της λίμνης, έως και το μέγιστο βάθος της (6 m) κοντά στο σημείο υδροληψίας προς την πλευρά του διωλιστηρίου.
	<i>Myriophyllum sp.</i> : κυριαρχεί στη νότια και ανατολική πλευρά των όχθων της λίμνης.
	<i>Lythrum sp.</i> : μεμονωμένα άτομα στις όχθες της δυτικής και νότιας πλευράς.
	<i>Lippia citriodora</i> (Λουίζα): μεμονωμένα άτομα στις όχθες τουλάχιστον της νότιας πλευράς.
	<i>Lapathum sp</i> (Λάπαθο, Λάπατο): μεμονωμένα άτομα στις όχθες τουλάχιστον της νότιας πλευράς.
Δενδρώδης βλάστηση	<i>Salix sp.</i> (Ιτιά): παρόχθια, κυρίως στο δυτικό τμήμα της λίμνης, όπου δημιουργεί μικρές συστάδες δενδρώδους βλάστησης.
Πανίδα	<i>Barbus albanicus</i> (ιχθύς):αρκετά μεγάλος πληθυσμός
	<i>Lepomis gibosus</i> (ιχθύς)κάμποσα ώριμα άτομα και ορισμένα μικρά κοπάδια γόνου, κοντά στις όχθες της λίμνης.
	<i>Dreissena sp.</i> (δίθυρο μαλάκιο): πολλά εδραιωμένα στις πέτρες του βυθού και στα στηρικτικά συρματοκιβώτια των πρανών της τεχνητής λίμνης και γενικά σε θέσεις με σταθερό υπόστρωμα
	<i>Egretta garzetta</i> (μικρός λευκός ερωδιός): παρατηρήθηκε μικρό κοπάδι (20-30 άτομα), στα δέντρα περιμετρικά της λίμνης.
	<i>Podiceps sp.</i> (Βουτηχτάρι): πολύ καλοί πληθυσμοί
	<i>Anas sp.</i> (αγριόπαπια): μικροί πληθυσμοί
	<i>Cygnus olor</i> (Βουβόκυκνος): μικροί πληθυσμοί, ειδικά κατά τη χειμερινή περίοδο

Η περίπτωση της αναρρυθμιστικής λίμνης Καρδίτσας, αποτελεί πολύ καλό παράδειγμα λειτουργικότητας τεχνητού υγροτόπου, γιατί:

- Έχει εξασφαλισμένη ποσότητα νερού καλής ποιότητας λόγω της συνεχούς τροφοδοσίας της από τη λίμνη Πλαστήρα.

- Δέχεται μεταφορά ζωντανών οργανισμών (φυτοπλαγκτόν, υδρόβια μακρόφυτα, ψάρια, άλλους ασπόνδυλους οργανισμούς) από την λίμνη Ν. Πλαστήρα, οπότε οι πληθυσμοί της δεν κινδυνεύουν από πλήρη εξαφάνιση κάποιων ειδών εξαιτίας φυσικών ή ανθρωπογενών περιβαλλοντικών πιέσεων (όπως π.χ. : από αποξήρανση).
- Αναπτύσσει δική της επιπλέον ζωή, λόγω των διαφόρων ειδών (υδρόβια πουλιά, αμφίβια, κ.λ.π.) που βρίσκουν καταφύγιο και τόπο διατροφής σε αυτή, ειδικά τη χειμερινή περίοδο.
- Το πρόβλημα είναι η χρήση της για την ύδρευση και άρδευση του νομού Καρδίτσας, εξαιτίας των οποίων δεν υφίσταται διαχείριση ως υγροτοπικό οικοσύστημα αλλά ως αποθήκη νερού (λιμνοδεξαμενή).

2.13 Σχεδιασμός των τεχνητών υγροτόπων για την δημιουργία ποικιλίας ενδιαιτημάτων για φυτά και για ζώα.

Σκοπός των παρεμβάσεων είναι η δημιουργία υγροτοπικών συνθηκών, οι οποίες θα δημιουργήσουν τις προϋποθέσεις εγκατάστασης υδρόβιας και παρυδάτιας βλάστησης και ταυτόχρονα η δημιουργία και διατήρηση κατάλληλων ενδιαιτημάτων για την υγροτοπική πανίδα της ευρύτερης περιοχής. Το σύστημα που θα προκύψει με το τρόπο αυτό θα είναι ημιφυσικό, θα διαχειρίζεται δηλαδή από τον άνθρωπο αλλά θα είναι σε θέση να αυτορυθμίζεται και να διατηρεί τις εσωτερικές του λειτουργίες και διεργασίες.

Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά ορισμένες τεχνικές παρεμβάσεις που μπορούν να υλοποιούνται σε τεχνητούς υγροτόπους για την υποστήριξη της υδρόβιας ζωής:

Ετερογένεια του συστήματος : θεωρείται απαραίτητος ο σχεδιασμός με στόχο τη μεγιστοποίηση της ετερογένειας του υδροσυστήματος (Σχ. 2.10) έτσι ώστε να επιτελείται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό η λειτουργία της στήριξης των τροφικών αλυσίδων. Μετά τη φάση σχεδιασμού πρέπει οπωσδήποτε να εκπονηθεί σχέδιο διαχείρισης και λειτουργίας του υγροτόπου, ώστε η περιβαλλοντική του κατάσταση να παρακολουθείται σε μόνιμη βάση και να λαμβάνονται τα κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα για τη διασφάλιση των λειτουργιών του συστήματος (Γκατζέλια και συν., 2001).

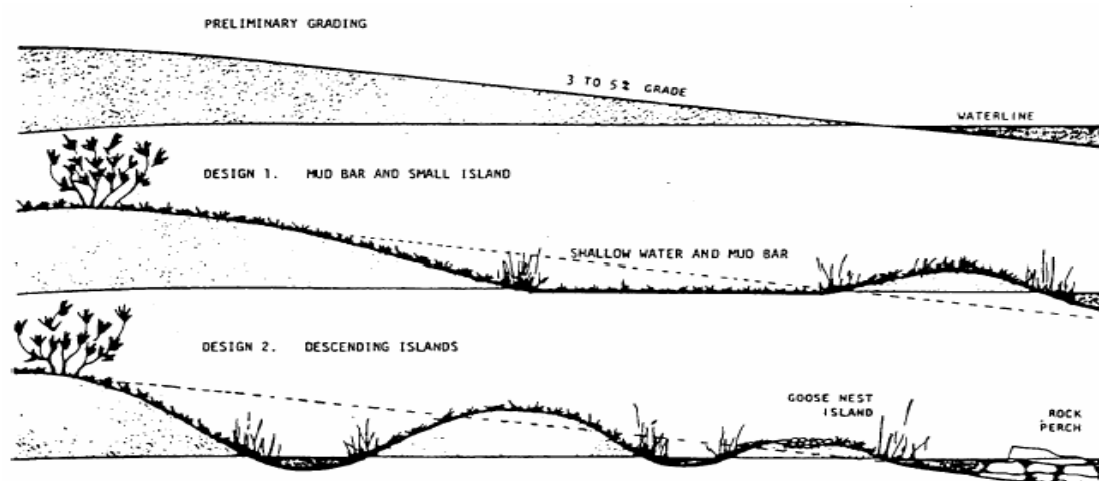


Σχήμα 2.10: Απεικόνιση των παρυφών του υγροτόπου, όταν υπάρχει πρόβλεψη για διασφάλιση της ετερογένειας των ενδιαιτημάτων (Γκατζέλια και συν., 2001).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θεωρείται επιθυμητή η μεγιστοποίηση της ετερογένειας του σχεδιαζόμενου τεχνητού υγροτόπου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό με την εκσκαφή των όχθων του υγροτόπου σε σχήμα «δαντελωτό», ώστε να δημιουργηθεί το μέγιστο μήκος «ακμής», δηλαδή διαχωριστικής γραμμής μεταξύ υδάτινου περιβάλλοντος και χέρσου. Επίσης μπορεί

να δοθεί περισσότερη προσοχή ώστε οι κλίσεις των πρανών του υγροτόπου να είναι μικρές και να διασφαλίζεται έτσι η ομαλή διαβάθμιση των διαφόρων βαθών του υγροτόπου αλλά καθώς επίσης και η δημιουργία εκτεταμένων ρηχών θέσεων περιμετρικά του υγροτόπου. Η σκοπιμότητα αυτού είναι η υποβοήθηση της εγκατάστασης της παρόχθιας και της υπερυδατικής βλάστησης, ανάλογα με το ύψος του κάθε φυτικού είδους. Συμπερασματικά, θεωρείται απαραίτητος ο σχεδιασμός με στόχο τη μεγιστοποίηση της ετερογένειας του συστήματος έτσι ώστε να επιτελείται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό η λειτουργία στήριξης των τροφικών αλυσίδων (Γκατζέλια και συν., 2001).

Τεχνητές νησίδες : οι τεχνητές νησίδες (Σχ. 2.11) είναι κατασκευές που τοποθετούνται σε υγροτόπους, φυσικούς ή τεχνητούς, με σκοπό την αύξηση της διαθεσιμότητας χώρου φωλιάσματος και κουρνιάσματος – ξεκούρασης της ορνιθοπανίδας που επισκέπτεται ή παραμένει στην περιοχή και τη μείωση της θήρευσης (Γκατζέλια και συν., 2001).



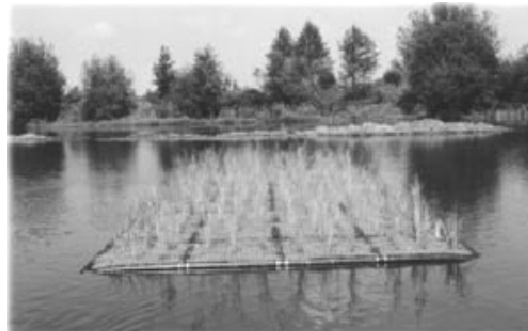
Σχήμα 2.11: Διαμόρφωση νησίδων με εκσκαφή και επιχωμάτωση πρανούς (Payne, 1994).

Κατά τη διεξαγωγή των εργασιών διαμόρφωσης τεχνητών νησίδων σε παρόχθιες θέσεις (π.χ. σε μια λίμνη) είναι δυνατό, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα να δημιουργηθούν ρηχές υδατοσυλλογές, πλάτους 2 – 3 και βάθους έως 1,5, απομονωμένες από το κύριο υδάτινο σώμα, αλλά πολύ κοντά σε αυτό. Αυτές μπορούν να δημιουργηθούν σε θέσεις όπου η κλίση των πρανών είναι πολύ μικρή. Η τροφοδοσία τους με νερό μπορεί να γίνει είτε με τα νερά της βροχής είτε από τη διάχυση του νερού του παρακείμενου υδάτινου σώματος μέσω του εδάφους. Σκοπός της δημιουργίας τέτοιων μικρών υδατοσυλλογών είναι η ευνόηση της αναπαραγωγής των αμφιβίων.

Σχεδίες : η τοποθέτηση σχεδίων σε υγροτόπους έχει ως σκοπό την αύξηση των ασφαλών χώρων ξεκούρασης και φωλεοποίησης για την ορνιθοπανίδα. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε υγροτόπους με έντονη και μη περιοδική αυξομείωση της στάθμης των υδάτων, όταν η κατασκευή τεχνητών νησίδων δεν είναι πρακτική. Αποτελούν επίσης λύση σε περιπτώσεις υγροτόπων με μεγάλο βάθος και απότομες κλίσεις (όπως είναι πολλές τεχνητές υδατοσυλλογές) όπου δε σχηματίζονται φυσικές διαπλάσεις παρόχθιας υγροτοπικής βλάστησης. Επιπλέον, όταν τοποθετηθούν σε απόσταση από την ακτή, προσφέρουν και ασφάλεια από χερσαίους θηρευτές (Γκατζέλια και συν., 2001).

Πλωτοί καλαμώνες : μια εναλλακτική κατασκευή σχεδίας είναι και οι πλωτοί καλαμώνες (Εικ. 2.10). Αυτές οι κατασκευές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε τεχνητούς υγροτόπους που δεν έχουν φυσικό υπόστρωμα (όπως είναι οι λιμνοδεξαμενές), με αποτέλεσμα να μη μπορεί να εγκατασταθεί υγροτοπική βλάστηση καθώς και σε εκείνους που δεν έχουν εκτεταμένα ρηγά νερά (<2μ.) ή εκείνους που η ετήσια διακύμανση της στάθμης ξεπερνά τα 2 m. Οι πλωτοί καλαμώνες αυξάνουν την ποικιλία των διαθέσιμων βιοτόπων ενός υγροτόπου με αποτέλεσμα να προσελκύουν

περισσότερες ομάδες πανίδας. Συγκεκριμένα προσφέρουν κατάλληλους βιοτόπους για αμφίβια και ασπόνδυλα αλλά και για την διαχείμαση και αναπαραγωγή ψαριών και την φωλεοποίηση πουλιών. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απομόνωση του υγροτόπου από την όχληση της γύρω περιοχής και για την βελτίωση της ποιότητας των νερών, καθώς δεσμεύουν τα αιωρούμενα σωματίδια και τους ρύπους (Γκατζέλια και συν., 2001.).



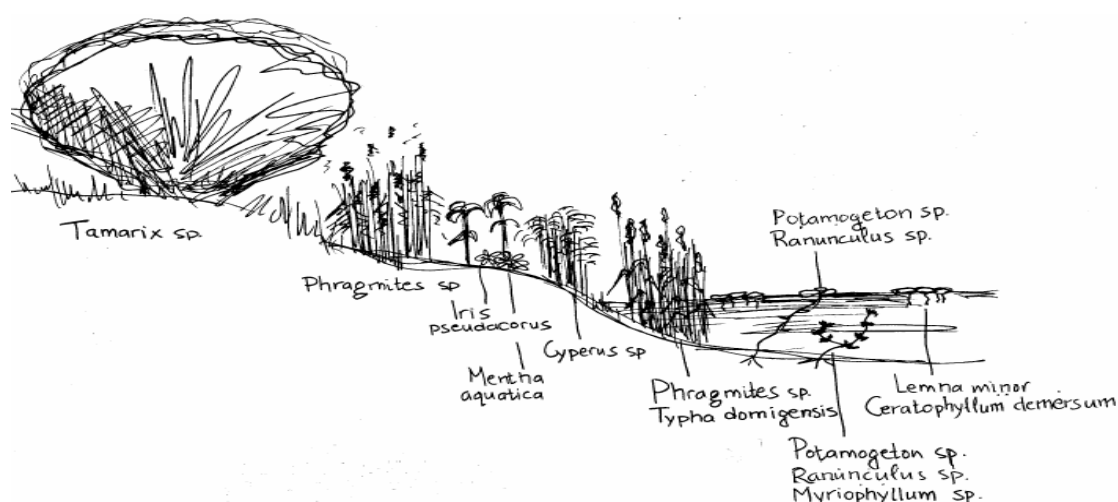
Εικόνα 2.10: Πλωτοί καλαμιώνες

(Γκατζέλια και συν., 2001.).

Αν και οι κατασκευές όπως οι πλωτές εξέδρες και οι πλωτοί καλαμιώνες που περιγράφηκαν παραπάνω είναι κατάλληλες για την υποβοήθηση της υδρόβιας βλάστησης σε υγροτόπους φτωχούς σε υγροτοπική βλάστηση, αποτελούν κατασκευές που απαιτούν ειδική φροντίδα – έστω και σε αραιά χρονικά διαστήματα- και δεν ενδείκνυται για περιοχές στις οποίες απουσιάζει ένας καλά συγκροτημένος

διαχειριστικός φορέας. Μπορούν όμως να εφαρμοστούν μελλοντικά για τη περαιτέρω βελτίωση των οικολογικών χαρακτηριστικών ενός τεχνητού υγροτόπου, εφόσον συντρέχει η ανάγκη για οικολογική βελτίωση και αφού δημιουργηθούν οι κατάλληλες προϋποθέσεις (οικονομικές, έμπυχο επιστημονικό δυναμικό)

Υγροτοπική βλάστηση : από τα σημαντικότερα συστατικά ενός υγροτοπικού συστήματος είναι η βλάστηση (Σχ. 2.12), αφού παίζει σημαντικό και πολλαπλό ρόλο στην λειτουργία του. Η βλάστηση συντελεί ουσιαστικά στη συγκράτηση των πρηνών και στη μείωση της διάβρωσης, δρώντας έτσι προστατευτικά στη διατήρηση του συστήματος. Αποτελεί όμως και σημαντικό στοιχείο για πολλά είδη πανίδας, τα οποία χρησιμοποιούν τη βλάστηση για να τραφούν, να αναπαραχθούν, να αναπαυθούν ή να προστατευθούν. Οι διαπλάσεις υδρόβιας βλάστησης είναι ενδεικτικές των συνθηκών του περιβάλλοντος, αφού συνήθως διαφοροποιούνται σε διακριτές ενότητες ανάλογα με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του νερού και του εδαφικού υποστρώματος. Τα φυτά συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας του νερού, μέσω της δέσμευσης θρεπτικών και άλλων συστατικών. Έχουν επίσης την ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου (Γκατζέλια και συν., 2001).



Σχήμα 2.12: Σχηματική απεικόνιση της διαδοχής των φυτικών διαπλάσεων σε σχέση με την υγρασιακή διαβάθμιση του υγροτόπου (Γκατζέλια και συν., 2001).

2.13.1 Συλλογή και εγκατάσταση ειδών χλωρίδας

Για την εξεύρεση, συλλογή και εγκατάσταση κατάλληλων ειδών υδρόβιας βλάστησης, απαιτεί μια σειρά επισκέψεων στο πεδίο, προκειμένου να εντοπιστούν οι κατάλληλοι τόποι από τους οποίους θα μπορούσε να γίνουν φυτοληψίες. Η έρευνα για τον εντοπισμό των κατάλληλων τόπων δεν περιορίστηκε στην περιοχή της λίμνης Σμοκόβου, αλλά επεκτάθηκε και σε άλλες περιοχές του νομού Καρδίτσας (ορεινές ή πεδινές). Τα φυτά που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό των τεχνητών υγροτόπων, θα πρέπει να γίνει η συλλογή τους από ενδιαιτήματα στα οποία εμφανίζανε ροή από ελάχιστη έως και μεγαλύτερη, για το λόγο ότι τα είδη που εντοπίζονται εκεί, είναι ευπροσάρμοστα σε συνθήκες με την παρουσία της ροής (Γκατζέλια και συν., 2001)

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, ελεγχθήκαν οι τύποι ενδιαιτημάτων και γενικότερα το εύρος συνθηκών (Πίν. 2.16) στα οποία αυτά απαντώνται προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος αποτυχίας ως προς την ορθή επιλογή των ειδών. Έτσι με την εγκατάσταση των υδρόβιων φυτών, εξασφαλίζονται κατάλληλες συνθήκες για τον εποικισμό, την προστασία της υδρόβιας πανίδας καθώς και την δημιουργία θέσεων παραγωγής τροφής (ωοτοκία μικρότερων ασπόνδυλων) για τους μεγαλύτερους ασπόνδυλους ή σπονδυλωτούς οργανισμούς που θα εποίκιζαν τους υγροτόπους.

Το φυτικό είδος που προτείνεται και εκτιμάτε ως το πλέον κατάλληλο είναι το ψαθί (*Typha sp.*). Στην διπλωματική εργασία « έρευνα των δυνατοτήτων κατασκευής τεχνητού υγροβιότοπου στη ζώνη μεταβολής της στάθμης του νερού της λίμνης Ν. Πλαστήρα» το συγκεκριμένο είδος ευνοήθηκε για γρήγορο εποικισμό.

Οι λόγοι της επιλογής του συγκεκριμένου είδους ήταν:

- αναπτύσσεται σε αρκετό ύψος πάνω από την επιφάνεια του νερού, δημιουργώντας κατάλληλες μικροθέσεις για την φιλοξενία πληθώρας υδρόβιων ζωικών οργανισμών αλλά και οργανισμών που ο κύκλος ζωής τους σχετίζεται με νερό.
- ήταν σε φυσική κατάσταση στους υγροτόπους, πολύ συχνά σχηματίζει πυκνές συστάδες (ψαθόνες), ευνοώντας την κάλυψη και τη διαβίωση των υδρόβιων οργανισμών.
- εμφανίζει πολύ υψηλό ρυθμό εξάπλωσης (με αποφυάδες) και εποικίζει γρήγορα σημαντικές εκτάσεις των τόπων όπου εγκαθίσταται.
- παράγει μεγάλο αριθμό σπερμάτων τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλή βλαστική ικανότητα.

Παράλληλα με την εγκατάσταση των ατόμων του γένους *Tyrha*, θα μπορούσε να μεταφερθεί στους υγροτόπους και μια ποσότητα του είδους *Lemma minor* (νεροφακή). Το συγκεκριμένο είδος θεωρείτε επιθυμητό, για το λόγο ότι είναι επιπλέον φυτική μορφή, πολύ μικρού μεγέθους και ελάχιστων θρεπτικών απαιτήσεων, η οποία σχηματίζει επιπλέοντες χλοοτάπητες.

Στην παρούσα εργασία η σκοπιμότητα του είδους αυτού είναι η μερική σκίαση του νερού των υγροτόπων που προσφέρει, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του νερού και η δημιουργία δυσμενών συνθηκών για τους όποιους υδρόβιους οργανισμούς θα φιλοξενούσαν οι υγρότοποι, ειδικά κατά το πρώτο διάστημα δημιουργίας των υγροτόπων.

Τα κυριότερα φυτικά είδη που συλλέχθηκαν σε διάφορες υγροτοπικές θέσεις του νομού Καρδίτσας με σκοπό την μεταφορά τους στους τεχνητούς υγροτόπους είναι:

- *Typha sp* (ψαθί)
- *Phragmites australis* (καλάμι)
- *Arundo donax* (καλάμι)
- *Sparganium sp.* (σπαργάνιο)
- *Cyperus sp.* (κύπερη)
- *Iris pseudacorus* (ίριδα των βάλτων)
- *Myriophyllum sp.* (μυριόφυλλο)
- *Keratophyllum sp.* (κερατόφυλλο)
- *Lythrum salicaria*
- *Sagittaria sp.* (σαγγιτάρια)
- *Potamogeton sp.* (ποταμογείτονας)
- *Ranunculus sp.* (νεραγκούλα)
- *Apium sp.* (νεροσέλινο)
- *Lemna sp.* (νεροφακή)
- *Chara vulgaris* (χαρώδες)

Πίνακας 2.16: Απαιτήσεις σε ενδιαίτημα και άλλα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν τις παρεμβάσεις αποκατάστασης, για διάφορα είδη υδροφύτων της Κρήτης (Γκατζέλια και συν., 2001).

Είδος φυτού	Τύπος	Υπόστρωμα	Κλίση όχθης	Χημική σύσταση	Αντοχή στη σκιά/ ενόχληση	Αντοχή στη διάβρωση	Παρατηρήσεις
<i>Iris pseudacorus</i>	Υπερυδατικό	Άργιλος – ιλύς	>30	Ουδέτερο αλκαλικό	Μέτρια - μεγάλη	Μεγάλη	Αισθητική αξία
<i>Phragmites australis</i>	Υπερυδατικό	Άργιλος – ιλύς - τύρφη	>30	Ουδέτερο αλκαλικό	Μέτρια - μεγάλη	Μέτρια	Επεκτατικό είδος, αισθητική αξία, πολ/ζεται εύκολα με ριζώματα ή τμήματα στελεχών
<i>Typha domingensis</i>	Υπερυδατικό	Άργιλος – ιλύς	>30	Ουδέτερο αλκαλικό	Μικρή - μεγάλη	Μέτρια	Επεκτατικό είδος, αισθητική αξία
<i>Juncus sp.</i>	Υπερυδατικό	Άργιλος – ιλύς - τύρφη - άμμος	30 – 60	Ουδέτερο αλκαλικό	Μικρή - μεγάλη	Μέτρια	Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρο
<i>Cyperus sp.</i>	Υπερυδατικό	Άργιλος – ιλύς - τύρφη	30 – 60	Όξινο αλκαλικό	Μικρή - μεγάλη	Μεγάλη	Αισθητική αξία
<i>Carex sp.</i>		Άργιλος – ιλύς - τύρφη	30 – 60	Όξινο αλκαλικό	Μικρή - μεγάλη	Μεγάλη	Πολλαπλασιάζεται εύκολα με ριζώματα
<i>Ranunculus sp.</i>	Υπερυδατικό	Άργιλος – ιλύς - χαλίκι		Ουδέτερο αλκαλικό	Μικρή - μεγάλη		Αισθητική αξία
<i>Potamogeton sp.</i>	Εφυδατικό – υφυδατικό	Άργιλος – ιλύς – άμμος - χαλίκι		Ουδέτερο αλκαλικό	Μέτρια - μεγάλη		Επεκτατικό (ανάλογα με το είδος)
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Υφυδατικό	Άργιλος – ιλύς - χαλίκι		Αλκαλικό	Μέτρια - μεγάλη		Επεκτατικό είδος
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Πλευστόφυτο	Άργιλος – ιλύς		Ουδέτερο αλκαλικό	Μεγάλη – μεγάλη		Επεκτατικό είδος, αισθητική αξία, ανθίζει κάτω από το νερό
<i>Lemma minor</i>	Πλευστόφυτο	Άργιλος – ιλύς		Ουδέτερο αλκαλικό	Καθόλου - μεγάλη		Εποικιστικό, επεκτατικό είδος, επικρατεί στην επιφάνεια του νερού

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Λεκάνες απορροής

Το φράγμα Σμοκόβου βρίσκεται επάνω στο χείμαρρο Σοφαδίτη, έναν από τους πολυάριθμους παραπόταμους του Πηνειού ποταμού της Θεσσαλίας, στην ορεινή ζώνη του Νομού Καρδίτσας. Ο ταμιευτήρας τοποθετείται στη συμβολή δύο ρεμάτων, του Ρεντινιώτικου στα νότια και του Ονόχωνου στα ανατολικά, από τα οποία σχηματίζεται ο Σοφαδίτης, που μέσω του Ενιπέα καταλήγει στο Πηνειό. Συνεπώς ο ταμιευτήρας τροφοδοτείται από τις επιφανειακές απορροές δύο διακριτών υπολεκανών, που διαφέρουν ως προς τα φυσικά τους χαρακτηριστικά και η μελέτη τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η συνολική λεκάνη τροφοδοσίας του ταμιευτήρα έχει έκταση 376.5km^2 και μέσο υψόμετρο 619 m (Ε.Υ.Δ.Ε. Αχελώου και Υδροξυγιαντική, 1995).

Ο Ρεντινιώτικος, που έχει και την μεγαλύτερη υδροφορία, διατηρεί μόνιμη ροή όλο τον χρόνο αν και οι θερινές παροχές είναι εμφανώς μικρότερες σε σχέση με αυτές της υγρής περιόδου. Η υπολεκάνη του Ρεντινιώτικου, έκτασης 150 km^2 και μέσου υψομέτρου 743 m, χαρακτηρίζεται από μεγάλα υψόμετρα, έντονες κλίσεις, αρκετά πυκνή δασώδη βλάστηση και κυριαρχία των αδιαπέραστων γεωλογικών σχηματισμών. Στη συγκεκριμένη λεκάνη δε φαίνεται να αναπτύσσονται αξιόλογες πηγές και συνεπώς η τροφοδοσία του ποταμού οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην επιφανειακή απορροή, που κατά την εαρινή περίοδο ενισχύεται από τη τήξη του χιονιού.

Ο Ονόχωνος τροφοδοτείται από τα νερά της τοπικής του λεκάνης, καθώς και από την αποστράγγιση του οροπεδίου Ξυνιάδας έκτασης 80 km^2 . Τα επιφανειακά νερά της Ξυνιάδας συγκεντρώνονται σε μία κύρια αποστραγγιστική τάφρο και μέσω μιας τεχνητής χωμάτινης διώρυγας διοχετεύονται στον Ονόχωνο. Με τον τρόπο αυτό η συνολική απορρέουσα επιφάνεια φτάνει τα 232 km^2 , ενώ το μέσο υψόμετρο της ανέρχεται στα 543 m. Η ημιορεινή λεκάνη του Ονόχωνου χαρακτηρίζεται από

μέτριες κλίσεις, πυκνή θαμνώδη βλάστηση και κυριαρχία αδιαπέραστων γεωλογικών σχηματισμών, με εξαίρεση το νότιο ορεινό τμήμα της όπου αναπτύσσονται κρητιδικοί ασβεστόλιθοι μέτριας περατότητας.

Η λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα Σμοκόβου (δεν συμπεριλαμβάνεται σε αυτή η λεκάνη απορροής του Σμοκοβίτη, εκτάσεως 118 Km²), έχει έκταση 382 km². μορφολογικώς μπορεί να διαχωριστεί σε δύο τμήματα, στην πεδιάδα της Ξυνιάδας με συνολική έκταση που καλύπτει επιφάνεια 80 km² περίπου, και την ορεινή περιοχή του δυτικού τμήματος.

Η θέση του φράγματος, βρίσκεται λίγο μετά την συμβολή των παραποτάμων Ονόχωνου που αποστραγγίζει το ανατολικό τμήμα της λεκάνης (περιοχή Ξυνιάδας, Κτιμένης), και Ρεντινιώτη που αποστραγγίζει το ορεινό της δυτικής περιοχής της λεκάνης, (Ρεντίνα, Λουτροπηγή). Και τα δυο αυτά υδατορεύματα μαζί σχηματίζουν τον Σοφαδίτη ποταμό. Όσο αφορά την περιοχή της Ξυνιάδας, αξίζει να αναφέρουμε ότι αναπτύσσεται χαμηλή βλάστηση και είναι εμφανής η κυριαρχία των ασβεστολιθικών σχηματισμών. Η περιοχή αυτή είναι φτωχή σε υδάτινους πόρους, επιφανειακούς και υπόγειους.

3.1.2 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης

i. Λεκάνη απορροής Σμοκοβίτη

Έκταση λεκάνης: $F = 118 \text{ km}^2$ (Αυγουστίνος, 2006).

Σχήμα της λεκάνης: καλός δείκτης του σχήματος της λεκάνης είναι ο βαθμός στρωγγυλομορφίας που βρίσκεται από τον εξής τύπο: F / U

Όπου F : το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

U : το μήκος περιμέτρου της λεκάνης απορροής είναι 44.39 Km

Ο βαθμός στρωγγυλομορφίας είναι : $F / U = 2.66 \text{ km}^2 / \text{km}$

Υψομετρία της λεκάνης: $H_{\min} = 220 \text{ m}$ $H_{\max} = 1260 \text{ m}$

Για να υπολογίσουμε το μέσο υψόμετρο (Πίν. 3.1) χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο:

$$H_m = \Sigma (I * H) / \Sigma I$$

Όπου H_m : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (Km).

I : Το μήκος των χωροσταθμικών καμπύλων (km).

H : υψόμετρο χωροσταθμικών καμπύλων (km).

Πίνακας 3.1: Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Σμοκοβίτη.

Αρ. χωροσταθμικών	Μήκος χωροσταθμικών (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικών (km)	$I * H$ (Km^2)
2	-	0,2	-
4	33,35	0,4	13,34
6	47,15	0,6	28,29
8	37,95	0,8	30,36
10	13,80	1,0	13,80
12	12,65	1,2	15,18
	$\Sigma(I) = 144,90$		$\Sigma(I*H) = 100,97$

Άρα, $H_m = 696 \text{ m}$

Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$J = \Delta H * \Sigma I / F$, Όπου:

J : μέση κλίση λεκάνης (%)

ΔH : Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (Km)

ΣI : Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (km)

F : Εμβαδό λεκάνης (Km²)

J = 0,245 ή 24,5%

Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο:

$S = \Sigma (I * J) / \Sigma$, Όπου :

S: η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (km)

J: η κλίση του παραπάνω τμήματος $J = \Delta H * 100 / I$ (%), S= 5,1%

i. Λεκάνη απορροής Ρεντινιώτη

Έκταση της λεκάνης: F = 150 Km² (Αυγουστίνος, 2006).

Σχήμα της λεκάνης: U = 57,97 Km

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι: F / U = 2,59 Km² / Km

Υψομετρία της λεκάνης: Hmin = 330 m Hmax = 1250 m

Το υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ρεντινιώτη παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί.

Πίνακας 3.2: Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ρεντινιώτη.

Αρ. χωροσταθμικών	Μήκος χωροσταθμικών (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικών (km)	I * H (Km ²)
2	-	-	-
4	6,90	0,4	2,76
6	69,0	0,6	41,40
8	64,4	0,8	51,52

10	13,8	1,0	13,80
12	10,35	1,2	12,42
	$\Sigma(I) = 164,45$		$\Sigma(I * H) = 121,9$

Άρα $H_m = 741 \text{ m}$

Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$$J = \Delta H * \Sigma I / F, \text{ Όπου:}$$

J: μέση κλίση της λεκάνης (%)

ΔH : Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (km)

ΣI : Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km)

F: Εμβαδό λεκάνης (km^2)

$$J = 0,219 \text{ ή } 21,9 \%$$

Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο:

$$S = \Sigma (I * J) / \Sigma, \text{ Όπου:}$$

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος $J = \Delta H * 100 / I$ (%), $S = 0,0548$ ή 5,48 %

ii. Λεκάνη απορροής Ονόχωνου

Έκταση της λεκάνης: $F = 232 \text{ Km}^2$ (Αυγουστίνος, 2006).

Σχήμα της λεκάνης: $U = 79,35 \text{ Km}$

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι: $F / U = 2,92 \text{ Km}^2 / \text{Km}$

Υψομετρία της λεκάνης: $H_{\min} = 350 \text{ m}$ $H_{\max} = 800 \text{ m}$

Το υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ονόχωνου παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.3 που ακολουθεί.

Πίνακας 3.3: Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ονόχωνου.

Αρ. χωροσταθμικών	Μήκος χωροσταθμικών (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικών (km)	$I * H$ (Km ²)
2	-	-	-
4	38,20	0,4	15,28
6	64,40	0,6	38,64
8	9,90	0,8	7,92
10	-	1,0	-
12	-	1,2	-
	$\Sigma (I) = 112,5$		$\Sigma(I * H) = 61,84$

Άρα $H_m = 550 \text{ m}$

Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$$J = \Delta H * \Sigma I / F, \text{ Όπου:}$$

J: μέση κλίση της λεκάνης (%)

ΔH : Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (km)

ΣI : Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km)

F: Εμβαδό λεκάνης (km²)

$$J = 0,096 \text{ ή } 9,6 \%$$

Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο:

$$S = \Sigma (I * J) / \Sigma, \text{ Όπου:}$$

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος $J = \Delta H * 100 / I$ (%), $S = 0,0178$ ή $1,78$

iii. Λεκάνη απορροής Ονόχωνου – Ρεντινιώτη

Έκταση της λεκάνης: $F = 382 \text{ Km}^2$ (Αυγουστίνος, 2006).

Σχήμα της λεκάνης: $U = 120,52 \text{ Km}$

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι: $F / U = 3,17 \text{ Km}^2 / \text{Km}$

Υψομετρία της λεκάνης: $H_{\min} = 330 \text{ m}$, $H_{\max} = 1250 \text{ m}$

Για να υπολογίσουμε το μέσο υψόμετρο (Πίν. 3.4) χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο:

$$H_m = \Sigma (I * H) / \Sigma I$$

Όπου H_m : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (Km).

I: Το μήκος των χωροσταθμικών καμπύλων (km).

H: υψόμετρο χωροσταθμικών καμπύλων (km).

Πίνακας 3.4: Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ονόχωνου- Ρεντινιώτη.

Αρ. χωροσταθμικών	Μήκος χωροσταθμικών (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικών (km)	$I * H$ (Km^2)
2	-	-	-
4	45,10	0,4	18,04
6	133,40	0,6	80,04
8	74,30	0,8	59,44
10	13,80	1,0	13,8
12	10,35	1,2	12,42
	$\Sigma (I) = 276,95$		$\Sigma(I * H) = 183,74$

Άρα $H_m = 663 \text{ m}$

Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$J = \Delta H * \Sigma I / F$, Όπου:

J: μέση κλίση της λεκάνης (%)

ΔΗ: Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (km)

ΣΙ: Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km), F: Εμβαδό λεκάνης (km²)

$J = 0,145$ ή $14,5 \%$

Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο:

$S = \Sigma (I * J) / \Sigma$, Όπου:

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος $J = \Delta H * 100 / I$ (%), $S = 0,0434$ ή $4,34 \%$

iv. Λεκάνη απορροής Σοφαδίτη

Έκταση της λεκάνης: $F = 500 \text{ Km}^2$ (Αυγουστίνος, 2006).

Σχήμα της λεκάνης: $U = 151,11 \text{ Km}$

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι: $F / U = 3,30 \text{ Km}^2 / \text{Km}$

Υψομετρία της λεκάνης: $H_{\min} = 220 \text{ m}$, $H_{\max} = 1260 \text{ m}$

Για να υπολογίσουμε το μέσο υψόμετρο (Πίν. 3.5) χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο:

$H_m = \Sigma (I * H) / \Sigma I$

Όπου H_m : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (Km).

I: Το μήκος των χωροσταθμικών καμπύλων (km).

H: υψόμετρο χωροσταθμικών καμπύλων (km).

Πίνακας 3.5: Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη.

Αρ. χωροσταθμικό v	Μήκος χωροσταθμικό v (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικό v (km)	$I * H$ (Km ²)
2	-	-	-
4	78,45	0,4	31,38
6	180,55	0,6	108,33

8	112,25	0,8	89,8
10	27,60	1,0	27,60
12	23,00	1,2	27,60
	$\Sigma (I) = 421,85$		$\Sigma(I * H) = 284,71$

Άρα $H_m = 675 \text{ m}$

Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$$J = \Delta H * \Sigma I / F, \text{ Όπου:}$$

J: μέση κλίση της λεκάνης (%)

ΔH : Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (km)

ΣI : Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km)

F: Εμβαδό λεκάνης (km^2)

$$J = 0,168 \text{ ή } 16,8 \%$$

Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο:

$$S = \Sigma (I * J) / \Sigma I, \text{ Όπου:}$$

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος $J = \Delta H * 100 / I$ (%), $S = 0,011$ ή 1,1%

3.2 Περιγραφή κατασκευής φράγματος ταμίευσης νερού (δημιουργία ποταμολίμνης).

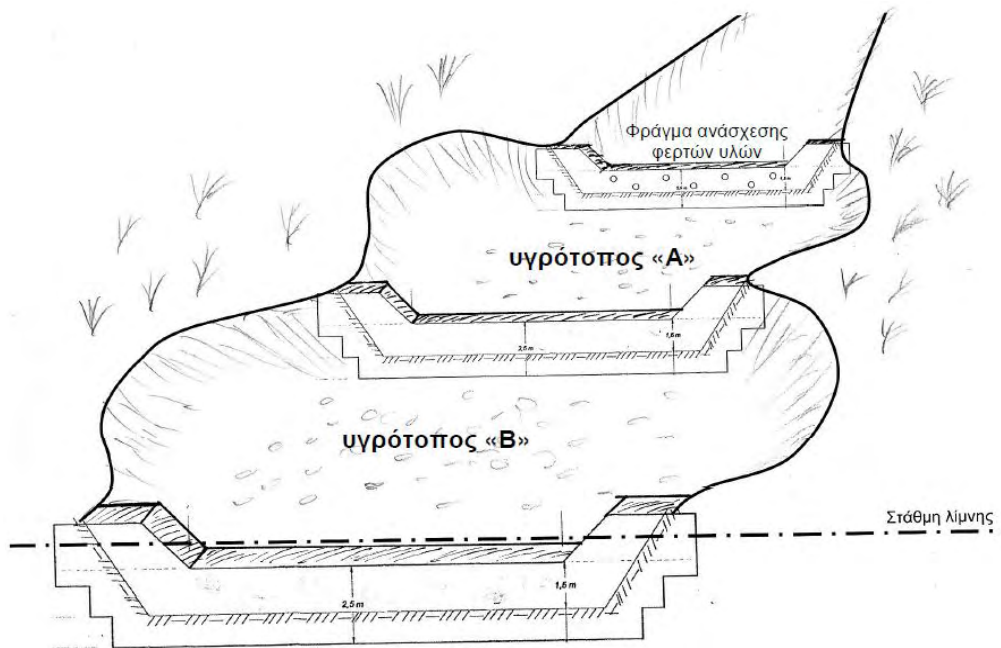
Ο τύπος του τεχνητού υγροτόπου που μπορεί να δημιουργηθεί, εξαρτάται από δύο κυρίως παράγοντες: α) τη διαθέσιμη ποσότητα νερού στη λεκάνη του υπό μελέτη ρεύματος κατά την περίοδο της χαμηλής παροχής (δηλαδή τη θερινή περίοδο) και β)

τους κύριους διαχειριστικούς στόχους που θα τεθούν. Παρακάτω αναλύεται το σκεπτικό με βάση το οποίο επιλέγεται το κυριότερο σενάριο σχετικά με τον τύπο τεχνητού υγροτόπου που προτείνεται για δημιουργία, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Σχετικά με τον (α) παράγοντα: η διαθέσιμη ποσότητα νερού του ρεύματος Ρεντινιώτη κατά τη περίοδο των χαμηλών παροχών είναι μικρή, ενώ κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου (Ιούλιος – Αύγουστος) μηδενίζεται (προσωπικές παρατηρήσεις). Επομένως το μέγεθος και ο τύπος του υπό μελέτη τεχνητού υγροτόπου με βάση αυτό το παράγοντα θα πρέπει να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους αυτό τον περιορισμό. Το μέγεθος και η τεχνική της κατασκευής του πρέπει να επιτρέπουν τη διατήρησή του σε καλή κατάσταση ακόμα και κατά την περίοδο ξηρασίας.

Σχετικά με τον (β) παράγοντα: οι κύριοι διαχειριστικοί στόχοι επίσης θα καθορίσουν επίσης σε σημαντικό βαθμό το τύπο και το τρόπο κατασκευής του υγροτόπου που θα προταθεί για κατασκευή. Εξαιτίας των περιορισμένων παροχών κατά τη θερινή περίοδο, υπάρχει κίνδυνος κατάρρευσης του υδροτοπικού συστήματος εξαιτίας της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού ή από μια ολοκληρωτική αποξήρανση.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται ως σενάριο η υιοθέτηση μιας σειράς (συστήματος) δυο τουλάχιστον γειτονικών και συνεχόμενων υγροτόπων (Σχ. 3.1) κατά μήκος της κύριας κοίτης του ρεύματος, με διαφορετικό διαχειριστικό στόχο για το καθένα: ο υγρότοπος «Α» θα είναι κατασκευασμένος στην κοίτη του ρεύματος, σε θέση υψηλότερη από την μέγιστη στάθμη της λίμνης ενώ ο υγρότοπος «Β» θα είναι επίσης κατασκευασμένος στην κοίτη του ρεύματος, θα επικοινωνεί όμως με τα νερά της λίμνης κατά την περίοδο του μέγιστου πλημμυρισμού της.



Σχήμα 3.1: Μοντέλο δημιουργίας συστήματος τεχνητών υγροτόπων (όπου υγρότοπος «Α»:

κατασκευασμένος υγρότοπος στην κοίτη του ρεύματος, ψηλότερα από την μέγιστη στάθμη της λίμνης και υγρότοπος «Β» κατασκευασμένος υγρότοπος στην κοίτη του ρεύματος, με επικοινωνία με τα νερά της λίμνης κατά την περίοδο του μέγιστου πλημμυρισμού της λίμνης).

Ο αριθμός του παραπάνω συστήματος θα μπορούσε να αυξηθεί (σε τρεις ή και περισσότερους) εφόσον εκτιμηθεί μελλοντικά ότι η κατάλληλη διαθέσιμη έκταση της περιοχής επαρκεί γι' αυτό το σκοπό. Ο Διαχειριστικός στόχος του υγροτόπου «Α»: είναι κυρίως η υποστήριξη της υγροτοπικής βιοποικιλότητας μέσω της δημιουργίας κατάλληλων οικολογικών συνθηκών. Συγκεκριμένα η εξασφάλιση της μόνιμης παρουσίας νερού, σχετικά σταθερής στάθμης, στον υγρότοπο «Α», θα μπορεί να διατηρεί την εφυδατική και υφυδατική βλάστηση και μέσω του διατηρούμενου υγροτοπικού ενδιαίτηματος, να ευνοείται η διατήρηση της υγροτοπικής πανίδας, κυρίως των αμφιβίων, ερπετών και υδρόβιων πτηνών (Πυροβέτση, 1986).

Στους Πίνακες 3.6 και 3.7 που ακολουθούνε περιγράφονται εν συντομία οι απαιτήσεις σε ποιότητα ενδιαιτήματος για την διαβίωση των σημαντικότερων ομάδων αμφιβίων και υδρόβιων πτηνών.

Ως βάση για το σχεδιασμό των επιμέρους χαρακτηριστικών και του τρόπου δημιουργίας της τεχνητής υδατοσυλλογής μπορεί να χρησιμεύσει η εμπειρία από την δημιουργία και την λειτουργία των υγροτόπων στο Βοτανικό Κήπου Νεοχωρίου.

Πίνακας 3.6: Απαιτήσεις ενδιαιτήματος και τροφής των σημαντικότερων ομάδων αμφιβίων
(Γκατζέλια και συν., 2001).

Ομάδα αμφιβίων	Βάθος νερού	Τροφή	Ενδιαίτημα αναζήτησης τροφής	Ενδιαίτημα καταφυγίου	Ενδιαίτημα διαχείμασης	Ενδιαίτημα ωοαπόθεσης
Φρύνοι	Μέχρι 2m	Ασπόνδυλα	Γειτονικές λιβαδικές εκτάσεις, υγρές παρόχθιες εκτάσεις και γυμνές όχθες	Μικρές περιφερειακές υδατοσυλλογές	Κάτω από πέτρες σε πιο ξηρές περιοχές	Σε υδρόφυτα μικρών απομονωμένων υδατοσυλλογών ή μικρούς κοιλίσκους μεγαλύτερων υδατοσυλλογών
Βάτραχοι	<0,15 m	Ασπόνδυλα	Γειτονικές λιβαδικές εκτάσεις, υγρές παρόχθιες εκτάσεις και γυμνές όχθες	Μικρές περιφερειακές υδατοσυλλογές	Στο νερό	Στο υπόστρωμα του πυθμένα μικρών απομονωμένων υδατοσυλλογών ή μικρούς κοιλίσκους μεγαλύτερων υδατοσυλλογών
Τρίτωνες	< 0,5 m	Ασπόνδυλα	Γειτονικές λιβαδικές εκτάσεις, υγρές παρόχθιες εκτάσεις και γυμνές όχθες	Μικρές περιφερειακές υδατοσυλλογές	Κάτω από πέτρες σε υγρές περιοχές	Σε υδρόφυτα μικρών απομονωμένων υδατοσυλλογών ή μικρούς κοιλίσκους μεγαλύτερων υδατοσυλλογών

Πίνακας 3.7: Απαιτήσεις ενδιαίτηματος και τροφής των σημαντικότερων ομάδων υδρόβιων πτηνών (Γκατζέλια και συν., 2001).

Ομάδα Πτηνών	Βάθος νερού	Τροφή	Ενδιαίτημα αναζήτησης τροφής	Ενδιαίτημα καταφυγίου/ διαχείμασης	Ενδιαίτημα φωλεοποίησης
Πελεκανόμορφα	Μέχρι και 1m	Ψάρια	Επιφάνεια νερού	Απομονωμένες νησίδες με ποώδη φυτική βλάστηση	Υπερυδατική βλάστηση
Χαραδριόμορφα (παρυδάτια)	Μερικά εκατοστά	Ασπόνδυλα	Αμμώδεις ή λασπώδεις ρηχές εκτάσεις, παρυφές και όρια βλάστησης		Αραιή ποώδης βλάστηση και υπόστρωμα με χαλίκια και βότσαλα
Ερωδιόμορφα	Μέχρι 0,3m	Ψάρια και αμφίβια	Ανοιχτές ρηχές εκτάσεις, υγρά λιβάδια και παρυφές υδρόβιας βλάστησης	Παρόχθια δενδροθαμνώδης βλάστηση ή συστάδες υπερυδατικής βλάστησης	Δενδρώδης παρόχθια βλάστηση
Πάπιες (επιφανείας)	< 0,40 m	Ασπόνδυλα (αναπαραγωγική περίοδο), υδρόβια φυτά (υπόλοιπο χρόνο)	Επιφάνεια νερού, γυμνές παρόχθιες εκτάσεις και φύλλωμα υδροφύτων	Απομονωμένες νησίδες με ποώδη φυτική κάλυψη	Απομονωμένες νησίδες με ποώδη φυτική κάλυψη
Βουτόπαπιες	0,5 - 2,5 m	Ασπόνδυλα (αναπαραγωγική περίοδο), υδρόβια φυτά (υπόλοιπο χρόνο)	Επιφάνεια νερού, γυμνές παρόχθιες εκτάσεις και φύλλωμα υδροφύτων	Απομονωμένες νησίδες με ποώδη φυτική κάλυψη	Απομονωμένες νησίδες με ποώδη φυτική κάλυψη
Κύκνοι	Μέχρι και 1m	Υδρόβια και χερσαία ποώδης βλάστηση	Επιφάνεια νερού, γυμνές παρόχθιες εκτάσεις και φύλλωμα υδροφύτων και παρόχθια ποώδης βλάστηση	Απομονωμένες νησίδες με ποώδη φυτική κάλυψη	Απομονωμένες νησίδες με ποώδη φυτική κάλυψη

Εξαιτίας του γεγονότος της ξηρασίας του χειμάρρου κατά τη θερινή περίοδο και για την ελαχιστοποίηση των απωλειών του νερού από τον υγρότοπο για την χρονική αυτή περίοδο προτείνεται ο πυθμένας του τεχνητού υγροτόπου «Α» να στεγανοποιηθεί πλήρως με την τοποθέτηση αδιαπέρατης μεμβράνης πολυαιθυλενίου

ή πολυπροπυλενίου. Εναλλακτικά μετά την εκσκαφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργιλόχωμα, υλικό πιο φιλικό στο περιβάλλον, για την εξασφάλιση της στεγανότητας του πυθμένα. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να μηδενιστούν οι απώλειες λόγω διήθησης και να εξασφαλιστεί η διατήρηση επαρκούς ποσότητας νερού στον υγρότοπο «Α» κατά την θερινή περίοδο.

Διαχειριστικός στόχος του υγροτόπου «Β»:

Στην παραλιακή ζώνη της λίμνης Σμοκόβου, απουσιάζει η παρόχθια βλάστηση και κατά συνέπεια οι τόποι ωοτοκίας των λιμνόβιων ειδών ιχθύων. Από την άλλη μεριά, η συνεχής διακύμανση της στάθμης της λίμνης και εν γένει των φραγμαλιμνών άλλοτε αποκαλύπτει και άλλοτε καλύπτει τα αυγά που έχουν αποθεθεί στη παρόχθια ζώνη. Έτσι όμως η εκκόλαψη των αυγών έχει μερική ή και καμία επιτυχία. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στη μη σταθεροποίηση των πληθυσμών των ψαριών και από αναπαραγωγικής πλευράς. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η παραγωγή των φραγμαλιμνών παραμένει χαμηλή (Μπόμπορη και συν., 2001), έτσι θα πρέπει να βελτιωθούν οι συνθήκες ωοαπόθεσης και εκκόλαψης ώστε η αναπαραγωγή να είναι επιτυχέστερη (Μπόμπορη και συν., 2001).

Προτείνεται λοιπόν ο κύριος διαχειριστικός στόχος του υγροτόπου «Β» να είναι, πέρα από τη γενική υποστήριξη της υγροτοπικής βιοποικιλότητας (χλωριδικής, πανιδικής), λόγω της δημιουργία κατάλληλων οικολογικών συνθηκών (διατήρηση υγροτοπικής βλάστησης, μόνιμη παρουσία νερού σχετικά σταθερής στάθμης) να είναι η δημιουργία κατάλληλου τόπου εξυπηρέτησης της ωοτοκίας των ιχθύων της λίμνης και ειδικά των ειδών που θεωρούνται προστατευόμενα (Οδηγία 92/43 ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης). Από τα είδη ιχθύων που διαβιούν στη λίμνη, τα περισσότερα είναι λιμνόφιλα ή δυνητικά λιμνόφιλα, οπότε η δημιουργία ενός παραλίμνιου υγροτόπου

με λιμναία οικολογικά χαρακτηριστικά και με σταθερή παρουσία υδρόβιας βλάστησης, θα εξυπηρετούσε κατά πολύ τον αναπαραγωγικό τους κύκλο.

Ο Πίνακας 3.8 που ακολουθεί, αναφέρει τις απαιτήσεις σε βιοτόπους για τα διάφορα στάδια ζωής των ψαριών γλυκού νερού (Γκατζέλια και συν., 2001).

Πίνακας 3.8: Απαιτήσεις σε βιοτόπους για τα διάφορα στάδια ζωής των ψαριών γλυκού νερού (Γκατζέλια και συν., 2001).

Στάδιο ανάπτυξης	Βάθος (cm)	Υπόστρωμα
Γόνος	10 – 30	Φυτά
Νεαρά άτομα	30 – 70	Ιλύς / λάσπη / άμμος
Ωριμα άτομα	50 – 100	Λάσπη / άμμος / χαλίκι
Αναπαραγωγή	20 – 80	Λάσπη / άμμος

Από το παραπάνω πίνακα καταλαβαίνουμε ότι εάν ευνοηθεί η ανάπτυξη και η επέκταση της υδρόβιας βλάστησης στα ρηχά της παραλίμνιας ζώνης, αυτό θα έχει θετικό αντίκτυπο στη διατήρηση του γόνου των ιχθύων της λίμνης. Η δημιουργία του υγροτόπου που θα διατηρεί την υγροτοπική βλάστηση και θα έχει άμεση επικοινωνία με τη λίμνη, τουλάχιστον για μια περίοδο του έτους, θα ευνοήσει σημαντικά τους ιχθυοπληθυσμούς της λίμνης.

Επίσης εάν αυτός ο τύπος του υγροτόπου επεκταθεί σε περισσότερες θέσεις περιμετρικά της λίμνης, θα μπορούσαν ενδεχομένως να γίνουν περαιτέρω εμπλουτισμοί της λίμνης με είδη ιχθύων, των οποίων η αναπαραγωγή απαιτεί την ύπαρξη αυτών ακριβώς των τύπων βιοτόπων. Χαρακτηριστικό είδος τέτοιων οικολογικών απαιτήσεων είναι το γριβάδι (*Cyprinus carpio*) (Μπόμπορη και συν., 2001), είδος με εμπορική αξία για τα γλυκά νερά. Ένα άλλο είδος με οικολογική αξία,

αλλά όχι τόσο εμπορική, ως κατάλληλο συνοδό είδος για ένα ισορροπημένο σύστημα είναι το γλήνι (*Tinca tinca*) (Μπόμπορη και συν., 2001).

3.2.1 Σκοπός κατασκευής φράγματος ανάσχεσης φερτών υλικών – επιμήκυνση του χρόνου ζωής της ποταμολίμνης.

Για τη διατήρηση ικανοποιητικού βάθους και όγκου αποθηκευμένου νερού στο τεχνητό υγρότοπο για μεγάλο χρονικό διάστημα, κρίνεται σκόπιμη η κατασκευή ενός φράγματος ανάσχεσης φερτών υλικών στα ανάντη της θέσης του υγροτόπου (Σχ. 3.1). Το φράγμα έχει σαν σκοπό τη συγκράτηση των φερτών υλικών στην προσωρινή ταμίευση των υδάτων των πλημμυρικών υδατοπαροχών, ώστε να μειωθεί το μέγεθος της πλημμυρικής αιχμής.

Ο σκοπός που επιδιώκει το φράγμα επιβάλλει τη δυνατότητα της καλής στράγγισης του χώρου ταμίευσης με τη πρόβλεψη επαρκών υδατοχετών. Η προσωρινή συγκράτηση των πλημμυρικών αιχμών επιτυγχάνεται με την αύξηση του αριθμού των υδατοχετών και τη διεύρυνση τους, ώστε η υδατοσυγκράτηση να λειτουργεί κυρίως κατά τις αυξημένες υδατοπαροχές, ενώ τα χαμηλά ύδατα να διαρρέουν χωρίς κώλυμα στο φράγμα (Φασούλας, 2001).

Επομένως εκτός από τη συγκράτηση των φερτών υλικών, άλλη λειτουργική σημασία του φράγματος ανάσχεσης είναι η μείωση της έντασης της ροής των νερών του χειμάρρου κατά τις πλημμυρικές αιχμές, ώστε να κοπεί η παρασυρτική δύναμη του νερού, με τελικό στόχο τη διευκόλυνση εδραίωσης τύπου βλάστησης με λιμνόβια χαρακτηριστικά ενώ ταυτόχρονα θα επιτρέπει τα χαμηλά ύδατα να φτάνουν χωρίς εμπόδια στη λεκάνη του υγροτόπου.

Το φράγμα ανάσχεσης θα ακολουθεί τα πρότυπα κατασκευής φραγμάτων αυτού του τύπου (χωρίς να δημιουργεί ποταμολίμνη πίσω του) και θα υποβοηθά την

μακροβιότητα του κατάντη τεχνητού υγροτόπου, αποτρέποντας την πρόωρη πρόσχωση του. Η διατήρηση ικανού όγκου / βάθους νερού για μεγάλο χρονικό διάστημα, θα εξασφαλίσει τη διατήρηση των υγροτοπικών λειτουργιών και της υγροτοπικής βιοποικιλότητας όπως περιγράφηκε και προηγουμένως.

3.2.2 Αναμενόμενη βιομάζα

Σημαντικός παράγοντας για την εκτίμηση των δυνατοτήτων του δημιουργούμενου τεχνητού υγροτόπου στη διατήρηση υδρόβιας πανίδας, είναι ο υπολογισμός της βιομάζας που αναμένεται να αναπτυχθεί στο σύστημα. Ο υπολογισμός της πρωτογενούς και της δευτερογενούς παραγωγής είναι ένα μέτρο γι' αυτό.

3.2.2.1 Θεωρητικός υπολογισμός της πρωτογενούς και της δευτερογενούς παραγωγής

Από την βιβλιογραφία μπορεί να γίνει μια πρώτη προσέγγιση της αναμενόμενης πρωτογενούς και δευτερογενούς παραγωγής του τεχνητού υγροτόπου και κατ' επέκταση η εκτίμηση της παραγωγικότητας του τεχνητού οικοσυστήματος. Αυτό είναι σημαντικό γιατί αποτελεί ένα μέτρο της δυναμικότητας και δυνατότητας του οικοσυστήματος στο να συντηρεί τους υδρόβιας πανίδας.

Μια πρώτη προσέγγιση μπορεί να γίνει με βάση τα βιβλιογραφικά στοιχεία για την παραγωγή των υγροτόπων (wetlands) γενικά, εκφρασμένη σε gr βιομάζας/m²/έτος και η οποία είναι ίση με 2.000 gr /m² /έτος, τιμή η οποία είναι πολύ υψηλότερη από τα οικοσυστήματα των λιμνών και ποταμών (250 gr / m²/ έτος) (Στάμου, 1987).

3.3. Επιλογή υδρόβιων / υδροχαρών φυτών προς εγκατάσταση – πρόβλεψη τύπου ενδιαιτήματος που θα δημιουργηθεί

Τα αντιπροσωπευτικά γένη φυτών των οποίων η εγκατάσταση είναι δυνατή και επιθυμητή αναφέρονται στον Πίνακα 3.9.

Πίνακας 3.9: Οι φυσικές ενότητες και τα αντιπροσωπευτικά γένη φυτών κατάλληλα για εποικισμό στον τεχνητό υγρότοπο.

Ενότητα βλάστησης	Αντιπροσωπευτικά γένη βλάστησης	Θέση εγκατάστασης
Υπερδατική	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ψαθί (<i>Typha sp.</i>) ▪ Καλάμι (<i>Phragmites sp.</i>) ▪ Βούρλα (<i>Juncus sp.</i>) 	Σε όλη την έκταση του υγρού στοιχείου έως το βάθος του 1m περίπου
Πλευστόφυτα	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Lemna sp.</i> 	Σε όλη την έκταση του υγρού στοιχείου
Υφυδατική – εφυδατική	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Potamogeton sp.</i> ▪ <i>Myriophyllum sp.</i> 	Σε όλη την έκταση του υγρού στοιχείου με βάθος μεγαλύτερο του 1 m
Ποώδης	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Διάφορα είδη του είδους <i>Trifolium</i> 	Θέσεις εποχικά κατακλυζόμενες

Ο παραπάνω κατάλογος περιλαμβάνει μια πρώτη επιλογή φυτών που κρίνεται ότι μπορούν να εγκατασταθούν στην περιοχή. Οπωσδήποτε όμως αυτά πρέπει να προέρχονται από ήδη υπάρχοντα είδη στην ευρύτερη περιοχή έρευνας, ώστε να μην υπάρξει εισαγωγή ξένων ειδών προς το οικοσύστημα.

3.3.1 Επιλογή υδροχαρούς δεινδρώδους βλάστησης προς εγκατάσταση και πρόβλεψη τύπου ενδιαιτήματος που θα δημιουργηθεί.

Εκτός από την εγκατάσταση στον τεχνητό υγρότοπο υδρόβιας ποώδους βλάστησης επιθυμητή είναι και η εγκατάσταση δεινδρώδους υδροχαρούς βλάστησης,

περιμετρικά του υγροτόπου ή και στο όριο του υγρού στοιχείου. Στη περίπτωση αυτή οι κύριοι διαχειριστικοί στόχοι είναι η αύξηση της βιοποικιλότητας μέσω της δημιουργίας θέσεων απόκρυψης για μικρά είδη θηλαστικών (π.χ. βίδρας) και η δημιουργία προϋποθέσεων για το φώλιασμα των υδρόβιων πτηνών. Άλλοι διαχειριστικοί στόχοι είναι η σταθεροποίηση των πρανών του υγροτόπου, η μερική σκίαση του υγρού στοιχείου και η σχετική απομόνωση του υγροτόπου από εξωτερικές οχλήσεις. Στο Πίνακα 3.10 αναφέρονται μερικά από τα γένη των δένδρων και θάμνων που μπορούν να εγκατασταθούν στον υγρότοπο.

Πίνακας 3.10: Γένη φυτών των οποίων η εγκατάσταση στον υγρότοπο είναι δυνατή.

Δενδρώδης – θαμνώδης βλάστησης των γενών	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Salix</i> ○ <i>Vitex</i> ○ <i>Alnus.</i> ○ <i>Platanus</i> ○ <i>Populus</i> 	Περιμετρικά του υγρού στοιχείου έως και το όριο του νερού
--	--	---

3.4 Προσδιορισμός της ιχθυοπανίδας

Σύμφωνα με την μεταπτυχιακή εργασία « διερεύνηση των δυνατοτήτων φυσικού εμπλουτισμού της φραγμαλίμνης Σμοκόβου, νομού Καρδίτσας προς εκμετάλλευση της» (Ανδρέου, 2009) πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού της λίμνης Σμοκόβου και δειγματοληψίες της ιχθυοπανίδας που διαβιεί σε αυτήν.

Με την βοήθεια των ερασιτεχνών ψαράδων της περιοχής συλλέχθηκαν ψάρια από την φραγμαλίμνη Σμοκόβου στις 25 Μαΐου 2008 με μανώμενα δίχτυα μήκους 100 m και μάτι διχτύου 12-14 mm. Στον Πίνακα 3.11 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το υγρό βάρος (σε g), το σταθερό μήκος (σε cm) και το συνολικό μήκος (σε cm) για κάθε είδος ιχθύος που πάρθηκε δείγμα. Στο

παράρτημα I δίνονται αναλυτικά τα μορφομετρικά στοιχεία για κάθε άτομο ιχθύος που αλιεύτηκε.

Πίνακας 3.11: Συνολικός αριθμός ψαριών που αλιεύτηκαν από τους ερασιτέχνες ψαράδες.

Είδος	Αριθμός ατόμων	Ποσοστό (%) στο σύνολο της ιχθυοπανίδας	Υγρό βάρος (g)	Σταθερό μήκος (cm)	Συνολικό μήκος (cm)
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινοφτέρα)	8	29,63	25,57 – 34,80	10,19 – 11,19	12,36 – 13,75
<i>Chondrostoma nasus</i> (σύρτι)	2	7,41	37,64 – 69,03	13,52 – 16,7	16,4 – 19,8
<i>Rutilus rutilus</i> (τσιρώνι)	6	22,22	35,29 – 48,20	12,4 – 13,61	14,6 – 16,3
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	7	25,92	32,39 – 118,0	11,49 – 17,4	14,0 – 20,5
<i>Barbus altbanicus</i> (μαρίτσι)	2	7,41	32,8 – 64,29	12,07 – 14,63	14,32 – 17,3
<i>Leuciscus cephalus</i> (Κέφαλος)	2	7,41	4,680 – 4,540	29,2 – 29,3	33,4 – 33,8

Συνολικά αλιεύθηκαν 27 ψάρια και συγκεκριμένα 8 άτομα του είδους *S. graecus* (κοκκινοφτέρα), 2 άτομα του είδους *C. nasus* (σύρτι), 6 άτομα του είδους *R. rutilus* (τσιρώνι), 7 άτομα του είδους *B. cyclolepis* (μπριάνα), 2 άτομα του είδους *B. altbanicus* (μαρίτσι) και 2 άτομα του είδους *L. cephalus* (κέφαλος).

Το συνολικό μήκος των ατόμων του είδους *S. graecus* (κοκκινοφτέρα) κυμάνθηκε από 12,36 cm έως 13,75 cm, με μέσο όρο 12,96 cm. Το σταθερό μήκος των ατόμων του είδους κυμάνθηκε 10,19 cm έως 11,2 cm. Το υγρό βάρος των ατόμων του είδους αυτού κυμάνθηκε από 22,294 g έως 34,806 g.

Το συνολικό μήκος των ατόμων του είδους *C. nasus* (σύρτι) κυμάνθηκε από 14 cm έως 14,32 cm. Το σταθερό μήκος των ατόμων του είδους κυμάνθηκε από 13,52 cm έως 16,7 cm. Το υγρό βάρος των είδους αυτού κυμάνθηκε από 37,639cm έως 69,034 cm.

Στα άτομα του είδους *R. rutilus* (τσιρώνι) το συνολικό μήκος τους κυμάνθηκε από 14,6 cm έως 16,3 cm με μέσο όρο 15,67 cm. Το σταθερό μήκος τους κυμάνθηκε από 12,4 – 13,6 cm και το υγρό βάρος τους από 35,298 – 48,2 g.

Στα άτομα του είδους *B. cyclolepis* (μπριάνα) κυμάνθηκε από 14 – 20,5 cm με μέσο όρο 62,86 cm. Το σταθερό μήκος των ατόμων αυτών κυμάνθηκε από 11,49 – 16,7 cm και το υγρό βάρος κυμάνθηκε μεταξύ 32,395 – 118,009 g.

Το συνολικό μήκος των ατόμων του είδους *B. albanicus* (μαρίτσι) κυμάνθηκε από 14,32 – 17,3 cm. Το σταθερό μήκος κυμάνθηκε από 12,07 – 14,63 cm και το υγρό βάρος από 32,802 – 64,291 g.

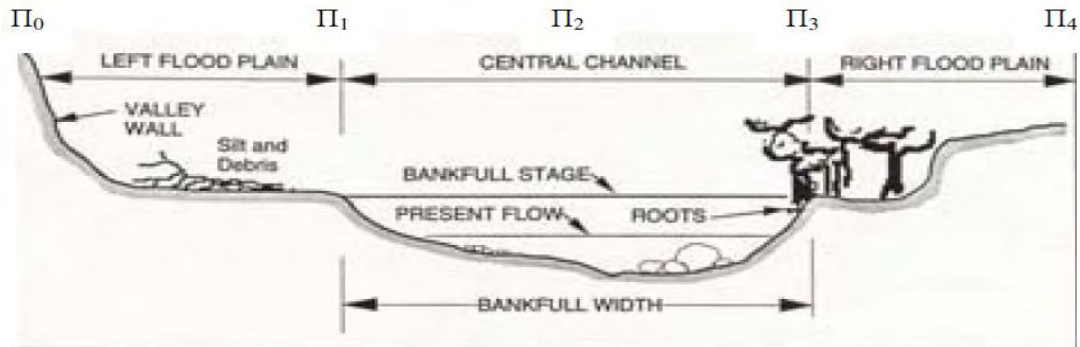
Τέλος το συνολικό μήκος των ατόμων του είδους *L. cephalus* (κέφαλος) κυμάνθηκε από 33,4 – 33,8 cm το σταθερό τους μήκος από 29,2 – 29,3 cm και το υγρό βάρος τους από 4540 – 4680 g.

Τα συγκεκριμένα είδη ιχθύων που αλιεύθηκαν από τους ψαράδες της περιοχής, μπορούν να αποτελέσουν μια πολύ καλή μελλοντική πρόταση εμπλουτισμού της λίμνης Σμοκόβου, γεγονός που θα βοηθήσει την αύξηση της αλιευτικής δραστηριότητας, είτε σε εμπορική κλίμακα είτε σε επίπεδο αλιείας αναψυχής, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους κατοίκους της περιοχής να συμπεριλάβουν τα υψηλής διατροφικής αξίας αλιεύματα στο καθημερινό διαιτολόγιο τους ή ακόμα και να προσφέρει ένα συμπληρωματικό εισόδημα στους κατοίκους της περιοχής.

3.5 Παρακολούθηση ροών – παροχών επιλεγμένου χειμάρρου ενδιαφέροντος.

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε το ακόλουθο φύλλο εργασίας (Εικ. 2.11). Οι μετρήσεις που λήφθηκαν κατά την διάρκεια της περιόδου

Μάρτιος 2009 – Οκτώβριος 2009 παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν (Πίν. 3.12 και 3.13).



Ημερομηνία μέτρησης:			Μέτρηση μηνός:		
Συνολικό πλάτος ποταμού cm:			Συνολική παροχή:		
Σημεία:	Π0	Π1	Π2	Π3	Π4
Πλάτος cm					
Βάθος cm					
Ροή m/ sec					
Καιρός (βροχή, άνεμος, ηλιοφάνεια)					
Διαφάνεια νερού (διαυγές / θολό)					

Εικόνα 2.11: Φύλλο εργασίας κατά την διάρκεια λήψης στοιχείων στο πεδίο.

Πίνακας 3.12: Μέση παροχή και μέση μηνιαία παροχή του χειμάρρου Ρεντινιώτης για το χρονικό διάστημα Μάρτιος 2009 – Οκτώβριος 2009.

	Μέση μηνιαία παροχή	Μηνιαία παροχή
Μέτρηση μηνός: Μαρτίου 2009		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 7 m	0,8768 m ³ /sec	2.272.665,6 m ³
Μέτρηση μηνός: Απριλίου		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 6,60 m	0,87897 m ³ /sec	2.278.290,0 m ³
Μέτρηση μηνός: Μάιος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 6,50 m	0,73403 m ³ /sec	1.902.605,7 m ³

Μέτρηση μηνός: Ιούνιος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 5,60 m	0 m ³ /sec	0 m ³
Μέτρηση μηνός: Ιούλιος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 0,0 m	0 m ³ /sec	0 m ³
Μέτρηση μηνός: Αύγουστος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 0,0 m	0 m ³ /sec	0 m ³
Μέτρηση μηνός: Σεπτέμβριος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 5,50 m	0,1835 m ³ /sec	475.632 m ³
Μέτρηση μηνός: Οκτώβριος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 5,50 m	1,587 m ³ /sec	4.113.504 m ³

Πίνακας 3.13: Μέση παροχή και μέση μηνιαία παροχή του χειμάρρου Ξυνιάδας για το χρονικό διάστημα Μάρτιος 2009 – Οκτώβριος 2009

	Μέση μηνιαία παροχή	Μηνιαία παροχή
Μέτρηση μηνός: Μαρτίου 2009		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 6,50 m	0,4715 m ³ /sec	1.222.192,8 m ³
Μέτρηση μηνός: Απριλίου		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 6,50m	0,5397 m ³ /sec	1.399.032 m ³
Μέτρηση μηνός: Μάιος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 5,50 m	0,6319 m ³ /sec	1.638.014,4 m ³
Μέτρηση μηνός: Ιούνιος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 4,40 m	0 m ³ /sec	0 m ³
Μέτρηση μηνός: Ιούλιος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 0,0 m	0 m ³ /sec	0 m ³
Μέτρηση μηνός: Αύγουστος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 0,0 m	0 m ³ /sec	0 m ³
Μέτρηση μηνός: Σεπτέμβριος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 5,50 m	0,2245 m ³ /sec	581.904 m ³
Μέτρηση μηνός: Οκτώβριος		
Συνολικό (μέσο) πλάτος ποταμού: 5,70 m	0,4194 m ³ /sec	108.708 m ³

3.6 Προσδιορισμός των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού της φραγμαλίμνης - Αποτελέσματα μετρήσεων από τις δειγματοληψίες στους τέσσερις σταθμούς της λίμνης Σμοκόβου.

1. Τα αποτελέσματα της πρώτης συλλογής δείγματος νερού έδειξαν στον 1^ο σταθμό το αμμώνιο να είναι 0,10 mg/l, το χρώμα 5 Pt-Co, η αγωγιμότητα 443 μσ/cm, το pH 7,78, τα νιτρικά 1,6 mg/l, τα νιτρώδη 0,007 mg/l και τα φωσφορικά 0,012 mg/l.

Στο 2^ο σταθμό τα αποτελέσματα έδειξαν τιμές μικρότερες σε σύγκριση με τις τιμές του 1^{ου} σταθμού εκτός από τα νιτρώδη και το pH που παρουσιάζουν μια μικρή αύξηση. Επομένως έχουμε το αμμώνιο να είναι 0,09 mg/l, το χρώμα 4 Pt-Co, η αγωγιμότητα 425 μσ/cm, το pH 7,82, τα νιτρικά 1,5 mg/l, τα νιτρώδη 0,009 mg/l και τα φωσφορικά 0,011 mg/l.

Στον 3^ο σταθμό το αμμώνιο είναι 0,12 mg/l, το χρώμα 57 Pt-Co, η αγωγιμότητα 1065 μσ/cm, το pH 8,32, τα νιτρικά 12,7 mg/l, τα νιτρώδη 0,093 mg/l και τα φωσφορικά 0,058 mg/l, όπως βλέπουμε οι τιμές παρουσιάζουνε μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς. (Πίν. 3.14, Πίν. 3.15).

Στον 4^ο σταθμό το αμμώνιο είναι 0,07 mg/l, το χρώμα 63 Pt-Co, η αγωγιμότητα 1003 μσ/cm, το pH 8,24, τα νιτρικά 7,1 mg/l, τα νιτρώδη 0,046 mg/l και τα φωσφορικά 0,083 mg/l, όπως βλέπουμε οι τιμές παρουσιάζουνε μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς. (Πίν. 3.14, Πίν. 3.15)

Τα αποτελέσματα της δεύτερης συλλογής δείγματος νερού είναι σχεδόν ίδια με τα αποτελέσματα της ίδιας δειγματοληψίας.

Πίνακας 3.14: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας στην τεχνητή λίμνη Σμοκόβου (26/03/09).

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο (mg/l)	0,10	0,09	0,12	0,07
Χρώμα	5	4	57	63
Αγωγιμότητα	443	425	1065	1003
pH	7,78	7,82	8,32	8,24
Νιτρικά (mg/l,NO ₃)	1.6	1.5	12.7	7.1

Νιτρώδη(mg/l,NO ₂)	0.007	0.009	0.093	0.046
Φωσφορικά(mg/l,PO ₄)	0.012	0.011	0.058	0.083

Πίνακας 3.15: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Μαρτίου.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο (mg/l)	0,09	0,09	0,10	0,07
Χρώμα	4	4	55	60
Αγωγιμότητα	447	428	1070	1010
pH	7,79	7,85	8,34	8,35
Νιτρικά (mg/l,NO ₃)	1.8	1.9	12.0	7.0
Νιτρώδη(mg/l,NO ₂)	0.007	0.008	0.093	0.046
Φωσφορικά(mg/l,PO ₄)	0.012	0.012	0.058	0.083

2. Τα αποτελέσματα της δεύτερης συλλογής δείγματος νερού έδειξαν στον 1^ο σταθμό το αμμώνιο να είναι 0,18 mg/l, το χρώμα 20 Pt-Co, η αγωγιμότητα 493 μς/cm, το pH 7,35, τα νιτρικά 4,2 mg/l, τα νιτρώδη 0,009 mg/l και τα φωσφορικά 0,014 mg/l.

Στο 2^ο σταθμό τα αποτελέσματα έδειξαν το αμμώνιο να είναι 0,012 mg/l, το χρώμα 4 Pt-Co, η αγωγιμότητα 443 μς/cm, το pH 7,42, τα νιτρικά 3,1 mg/l, τα νιτρώδη 0,008 mg/l και τα φωσφορικά 0,012 mg/l.

Στον 3^ο σταθμό το αμμώνιο είναι 0,09 mg/l, το χρώμα 26 Pt-Co, η αγωγιμότητα 980 μς/cm, το pH 8,00, τα νιτρικά 15,3 mg/l, τα νιτρώδη 0,055 mg/l και τα φωσφορικά 0,164 mg/l, όπως βλέπουμε οι τιμές παρουσιάζουνε μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς.

Στον 4^ο σταθμό το αμμώνιο είναι 0,14 mg/l, το χρώμα 44 Pt-Co, η αγωγιμότητα 1004 μς/cm, το pH 8,02, τα νιτρικά 17,1 mg/l, τα νιτρώδη 0,042 mg/l

και τα φωσφορικά 0,175 mg/l, όπως βλέπουμε οι τιμές παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς.

Μικρές διακυμάνσεις παρατηρούνται μεταξύ των δύο δειγματοληψιών του μήνα Απριλίου. (Πίν. 3.16, Πίν.3.17).

Πίνακας 3.16: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Απριλίου.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο	0,18	0,12	0,09	0,14
Χρώμα	20	4	26	44
Θολερότητα	<1			
Αγωγιμότητα	493	443	980	1004
pH	7,35	7,42	8,00	8,02
Νιτρικά (NO ₃)	4,2	3,1	15,3	17,1
Νιτρώδη(NO ₂)	0,009	0,008	0,055	0,042
Φωσφορικά(PO ₄)	0,014	0,012	0,164	0,175

Πίνακας 3.17: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Απριλίου.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο	0,19	0,15	0,09	0,14
Χρώμα	19	4	4	44
Θολερότητα	<1			
Αγωγιμότητα	495	444	899	1010
pH	6,90	7,40	7,58	8,02
Νιτρικά (NO ₃)	4,5	3,3	6,9	17,1
Νιτρώδη(NO ₂)	0,009	0,008	0,011	0,042
Φωσφορικά(PO ₄)	0,014	0,012	0,051	0,175

Παρατηρήσεις:

Δείγματα νερού με παρεμφερή χαρακτηριστικά στη θέση 3 και 4 υψηλότερες συγκεντρώσεις δεικτών ρύπανσης (νιτρικά, νιτρώδη, πεντοξείδιο φωσφόρου, αγωγιμότητα) εν σχέση προς την ομάδα των δειγμάτων από τις θέσεις 1 και 2.

Ειδικότερα, τα δείγματα 1 και 2 παρότι εμφανίζουν μία σχετική διακύμανση παραμετρικών τιμών αντιπροσωπεύουν γενικώς νερά τα οποία μπορούν να γίνουν

κατάλληλα για πόση ύστερα από ενδεδειγμένη επεξεργασία που να περιλαμβάνει ταχεία διύλιση (φιλτράρισμα) και απολύμανση (χλωρίωση). (Πίν. 3.16, Πίν. 3.17)

3. Τα αποτελέσματα της τρίτης συλλογής δείγματος νερού έδειξαν υψηλή τιμή μονάδων χρώματος, έτσι στον 1^ο σταθμό το χρώμα 77 Pt-Co, η αγωγιμότητα 732 $\mu\text{S}/\text{cm}$, το pH 8,25, τα νιτρικά 5,2 mg/l, τα νιτρώδη 0,025 mg/l και τα φωσφορικά 0,154 mg/l.

Στο 2^ο σταθμό τα αποτελέσματα έδειξαν το χρώμα 480 Pt-Co, την αγωγιμότητα 729 $\mu\text{S}/\text{cm}$, το pH 8,18, τα νιτρικά 6,7 mg/l, τα νιτρώδη 0,019 mg/l και τα φωσφορικά 0,125 mg/l.

Μικρές διακυμάνσεις παρατηρούνται μεταξύ των δύο δειγματοληψιών του μήνα Μαΐου, με αυξημένες τιμές κατά την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας και ειδικότερα στο αμμώνιο. (Πίν. 3.18, Πίν. 3.19)

Πίνακας 3.18: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Μαΐου 2009.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2
Αμμώνιο	-	-
Χρώμα	77	480
Θολερότητα	<1	
Αγωγιμότητα	732	729
pH	8,25	8,18
Νιτρικά (NO ₃)	5,2	6,7
Νιτρώδη(NO ₂)	0,025	0,019
Φωσφορικά(PO ₄)	0,154	0,125

Πίνακας 3.19: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Μαΐου 2009.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2
Αμμώνιο	-	-
Χρώμα	70	477
Θολερότητα	15	24
Αγωγιμότητα	729	710
pH	8,19	8,17
Νιτρικά (NO ₃)	4,2	5,6
Νιτρώδη(NO ₂)	0,020	0,017
Φωσφορικά(PO ₄)	0,149	0,120

Παρατηρήσεις:

Δείγματα νερού όμοιας υδροφορίας με υψηλή τιμή μονάδων χρώματος οφειλόμενου σε αντιστοίχως υψηλή τιμή συγκέντρωσης αλάτων σιδήρου, χωρίς άλλους δείκτες που να δείχνουν ρύπανση ιδιαίτερης φύσης και έντασης (Πίν. 3.18, 3.19).

4. Τα αποτελέσματα της τέταρτης συλλογής δείγματος νερού έδειξαν στον 1^ο σταθμό το αμμώνιο 0,46 mg/l, το χρώμα 13 Pt-Co, η αγωγιμότητα 904 μσ/cm, το pH 8,15, τα νιτρικά 3,6 mg/l, τα νιτρώδη 0,020 mg/l και τα φωσφορικά 0,405 mg/l.

Στο 2^ο σταθμό τα αποτελέσματα έδειξαν το αμμώνιο 0,16 mg/l, το χρώμα <1 Pt-Co, την αγωγιμότητα 501 μσ/cm, το pH 7,71, τα νιτρικά 2,1 mg/l, τα νιτρώδη 0,211 mg/l και τα φωσφορικά 0,081 mg/l.

Μικρές διακυμάνσεις παρατηρούνται μεταξύ των δύο δειγματοληψιών του μήνα Ιουνίου, με αυξημένες τιμές όλες τις παραμέτρους κατά την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας. (Πίν. 3.20, Πίν. 3.21).

Πίνακας 3.20: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Ιουνίου 2009.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2
Αμμώνιο	0,46	0,16
Χρώμα	13	<1
Θολερότητα		<1
Αγωγιμότητα	904	501
pH	8,15	7,71
Νιτρικά (NO ₃)	3,6	2,1
Νιτρώδη(NO ₂)	0,020	0,013

Φωσφορικά(PO ₄)	0,405	0,211
-----------------------------	-------	-------

Πίνακας 3.21: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Ιουνίου 2009

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2
Αμμώνιο	0,19	0,54
Χρώμα	<1	18
Θολερότητα	<1	
Αγωγιμότητα	488	952
pH	7,70	7,85
Νιτρικά (NO ₃)	2,4	2,4
Νιτρώδη(NO ₂)	0,014	0,022
Φωσφορικά(PO ₄)	0,058	0,410

Παρατηρήσεις: Δείγματα νερού της αυτής υδροφορίας, πολύ διαυγή, χωρίς ενδείξεις ευτροφισμού (Πίν. 3.20, Πίν. 3.21).

5. Τα αποτελέσματα του Σεπτεμβρίου έδειξαν σε όλους τους σταθμούς το αμμώνιο <0,05, στον 1^ο σταθμό το χρώμα <1 Pt-Co, η αγωγιμότητα 448 μς/cm, το pH 6,98, τα νιτρικά 1,3 mg/l, τα νιτρώδη 0,016 mg/l και τα φωσφορικά 0,009 mg/l.

Στο 2^ο σταθμό τα αποτελέσματα έδειξαν το χρώμα <1 Pt-Co, την αγωγιμότητα 437 μς/cm, το pH 7,15, τα νιτρικά 1,9 mg/l, τα νιτρώδη 0,013 mg/l και τα φωσφορικά 0,007 mg/l.

Στον 3^ο σταθμό το χρώμα είναι 74 Pt-Co, η αγωγιμότητα 1343 μς/cm, το pH 8,17, τα νιτρικά 9,7 mg/l, τα νιτρώδη 0,018 mg/l και τα φωσφορικά 0,153 mg/l, όπως βλέπουμε οι παράμετροι στο 3^ο και στο 4^ο σταθμό παρουσιάζουν μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς.

Στον 4^ο σταθμό το χρώμα είναι 78 Pt-Co, η αγωγιμότητα 1222 μς/cm, το pH 8,25, τα νιτρικά 8,9 mg/l, τα νιτρώδη 0,018 mg/l και τα φωσφορικά 0,120 mg/l.

Παρατηρούνται διακυμάνσεις μεταξύ των δύο δειγματοληψιών του μήνα Σεπτεμβρίου, με μεγαλύτερες τιμές στη δεύτερη μέτρηση στις παραμέτρους:

αγωγιμότητα και pH, ενώ στη πρώτη μέτρηση, μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στα νιτρικά, στα νιτρώδη και τα φωσφορικά. (Πίν. 3.22, Πίν. 3.23).

Πίνακας 3.22: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Σεπτεμβρίου 2009.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο	<0,05			
Χρώμα (Pt- Co)	<1	<1	74	78
Θολότητα (μονάδες NTU)	<1			
Αγωγιμότητα (στους 20°C)	448	437	1343	1222
pH	6,98	7,15	8,17	8,25
Νιτρικά (NO ₃)	1,3	1,9	9,7	8,9
Νιτρώδη (NO ₂)	0,016	0,013	0,018	0,018
Φωσφορικά (PO ₄)	0,009	0,007	0,153	0,120

Πίνακας 3.23: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Σεπτεμβρίου 2009.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο	<0,05			
Χρώμα (Pt- Co)	<1	<1	74	78
Θολότητα (μονάδες NTU)	<1			
Αγωγιμότητα (στους 20°C)	434	432	1396	1413
pH	7,72	7,76	8,23	8,20
Νιτρικά (NO ₃)	1,5	2,8	10,4	9,5
Νιτρώδη (NO ₂)	0,021	0,011	0,012	0,018
Φωσφορικά (PO ₄)	0,019	0,006	0,170	0,123

Παρατηρήσεις:

Δείγματα με παρόμοια χαρακτηριστικά στις θέσεις 1 και 2, με μικρότερες τιμές αγωγιμότητας, φωσφορικών και μικροβιολογικών δεικτών σε σχέση με αυτές των δειγμάτων στις θέσεις 3 και 4 (Πίν. 3.22, Πίν. 3.23).

6. Τα αποτελέσματα του Οκτωβρίου έδειξαν στον 1^ο σταθμό το αμμώνιο 0,48, το χρώμα 11 Pt-Co, η αγωγιμότητα 901 $\mu\text{S}/\text{cm}$, το pH 8,18, τα νιτρικά 3,8 mg/l, τα νιτρώδη 0,019 mg/l και τα φωσφορικά 0,420 mg/l.

Στον 2^ο σταθμό το αμμώνιο είναι 0,18, το χρώμα είναι <1 Pt-Co, η αγωγιμότητα 504 $\mu\text{S}/\text{cm}$, το pH 7,69, τα νιτρικά 2,0 mg/l, τα νιτρώδη 0,014 mg/l και τα φωσφορικά 0,220 mg/l.

Στον 3^ο σταθμό αμμώνιο είναι 0,17, το χρώμα είναι 74 Pt-Co, η αγωγιμότητα 491 $\mu\text{S}/\text{cm}$, το pH 7,67, τα νιτρικά 2,5 mg/l, τα νιτρώδη 0,015 mg/l και τα φωσφορικά 0,065 mg/l, όπως βλέπουμε οι παράμετροι στο 3^ο σταθμό παρουσιάζουν μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς.

Στον 4^ο σταθμό αμμώνιο είναι 0,51, το χρώμα είναι 14 Pt-Co, η αγωγιμότητα 962 $\mu\text{S}/\text{cm}$, το pH 7,77, τα νιτρικά 2,3 mg/l, τα νιτρώδη 0,021 mg/l και τα φωσφορικά 0,440 mg/l, όπως βλέπουμε οι παράμετροι στο 3^ο σταθμό παρουσιάζουν μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς.

Παρατηρούνται διακυμάνσεις μεταξύ των δύο δειγματοληψιών του μήνα Οκτωβρίου, με μεγαλύτερες τιμές στη δεύτερη μέτρηση στις παραμέτρους: αγωγιμότητα και pH, ενώ στη πρώτη μέτρηση, μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στα νιτρικά και τα φωσφορικά. (Πίν. 3.24, Πίν. 3.25).

Πίνακας 3.24: Αποτελέσματα πρώτης δειγματοληψίας του Οκτωβρίου 2009.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο	0,48	0,18	0,17	0,51
Χρώμα (Pt- Co)	11	<1	74	14
Θολότητα (μονάδες NTU)	<1			
Αγωγιμότητα (στους 20 ^ο c)	901	504	491	962
pH	8,18	7,69	7,67	7,77
Νιτρικά (NO ₃)	3,8	2,0	2,5	2,3

Νιτρώδη (NO ₂)	0,019	0,014	0,015	0,021
Φωσφορικά (PO ₄)	0,420	0,220	0,065	0,440

Πίνακας 3.25: Αποτελέσματα δεύτερης δειγματοληψίας του Οκτωβρίου 2009.

Παράμετρος	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4
Αμμώνιο	<0,05			
Χρώμα (Pt- Co)	<1	<1	60	72
Θολότητα (μονάδες NTU)	<1			
Αγωγιμότητα (στους 20 ^o C)	422	428	1356	1408
pH	7,69	7,74	8,11	8,14
Νιτρικά (NO ₃)	1,9	2,2	10,1	9,3
Νιτρώδη (NO ₂)	0,019	0,014	0,016	0,019
Φωσφορικά (PO ₄)	0,012	0,008	0,174	0,131

Παρατηρήσεις:

Δείγματα με παρόμοια χαρακτηριστικά στις θέσεις 3 και 4, με υψηλότερες τιμές αγωγιμότητας, φωσφορικών και μικροβιολογικών δεικτών σε σχέση με αυτές των δειγμάτων στις θέσεις 1 και 2 (Πίν. 3.24, 3.25).

Στο Πίνακα 3.26, που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές κάθε παραμέτρου και οι παραμετρικές τιμές όπως αυτές καθορίζονται από την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 περί ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και της οδηγίας 98/93/ΕΚ του Συμβουλίου της Ε.Ε.. Σαν συμπέρασμα προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή της κάθε παραμέτρου ξεχωριστά δεν ξεπερνάει την παραμετρική τιμή, όπως αυτή καθορίζεται.

Πίνακας 3.26: Σύγκριση αποτελεσμάτων ποιοτικού ελέγχου με την ευρωπαϊκή και την ελληνική νομοθεσία.

Ενδεικτικές παράμετροι	Μέγιστη τιμή	Παραμετρική τιμή
Θολότητα (NTU)	<1	Οργανοληπτικός αποδεκτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)	8,35	6,5-9,5

Αγωγιμότητα (μS/cm)	1408	2500
Αμμωνία (mg/l)	0,48	0,5
Δοκιμή παρουσίας-απουσίας για κολοβακτήρια	Θετική	Αρνητική
Χημικοί παράμετροι		
Νιτρώδη (mg/l)	0,046	0,5
Νιτρικά (mg/l)	10,4	50
Φωσφορικά (mg/l)	0,440	5
Χρώμα (μg/l)	48	50
Μικροβιολογικές παράμετροι		
Δοκιμή παρουσίας- απουσίας για E.coli 37°C/100ml	Θετική	Αρνητική
Δοκιμή παρουσίας- απουσίας για εντερόκοκκο 37°C/100ml	Θετική	Αρνητική

3.7 Διερεύνηση των δυνατοτήτων φυσικού εμπλουτισμού της φραγμαλίμνης Σμοκόβου.

Σύμφωνα με τη μελέτη που έγινε από τον Ρόπη (2005) το νερό της λίμνης Σμοκόβου σχεδιάζεται να χρησιμοποιηθεί τόσο κυρίως ως αρδευτικό αλλά μελετάται και η χρήση του ως πόσιμο. Οι αρμόδιες υπηρεσίες του νομού παρακολουθούν ανά τακτά χρονικά διαστήματα τις βασικές παραμέτρους της ποιότητας του. Από τα στοιχεία που προέκυψαν από την περιοδική παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων του ταμιευτήρα Σμοκόβου, τα τελευταία χρόνια, προκύπτει ότι τα νερά της λίμνης μπορούν να χαρακτηριστούν ως πολύ καλής ποιότητας (Ρόπης, 2005). Άρα μπορεί να διατεθεί ως πόσιμο μετά από τη κατάλληλη επεξεργασία (διήθηση και απολύμανση). Πιο αναλυτικά οι βασικότερες παράμετροι που εξετάστηκαν από τη τοπική υπηρεσία ύδρευσης παρουσιάζονται στο Πίνακα 3.27.

Στο Πίνακα 3.28 παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές κάθε παραμέτρου και οι παραμετρικές τιμές όπως αυτές καθορίζονται από την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 περί ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και της οδηγίας 98/93/EK του Συμβουλίου της Ε.Ε.

Ο Ρόπης (2005) εκτίμησε τα φορτία αζώτου και φωσφόρου τα οποία εισέρχονται κάθε χρόνο στον ταμιευτήρα από μη σημειακές πηγές, που οφείλονται στις διάφορες δραστηριότητες που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής του. Η προσέγγιση των ποσοτήτων των θρεπτικών που εισέρχονται στην λίμνη πραγματοποιήθηκε με βάση κυρίως, τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας από την απογραφή του 2001. Με βάση τα στοιχεία αυτά, εκτιμήθηκαν οι χρήσεις γης καθώς και ο πληθυσμός των μόνιμων κατοίκων στη λεκάνη απορροής. Στη συνέχεια υπολογίσθηκαν οι ποσότητες αζώτου και φωσφόρου οι οποίες εισέρχονται σε ετήσια βάση στον ταμιευτήρα. Στις εκτιμήσεις λήφθηκε υπόψη η εφαρμογή πρότυπων μεθόδων για τον περιορισμό της νιτρορύπανσης από τις γεωργικές καλλιέργειες, με βάση την αντίστοιχη Κοινοτική Οδηγία. Στο Πίνακα 3.29 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των ρυπαντικών φορτίων που εισέρχονται στον ταμιευτήρα (Ρόπης, 2005).

Πίνακας 3.27: Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών (Ρόπης, 2005).

	04/02/04	28/09/04	27/01/05	21/03/05	05/04/05	16/06/05
Ενδεικτικές Παράμετροι						
Θολερότητα (ntu)	5,6	1,1	1,5	2,5	-	2,5
Συγκλιντρωση ιόντων υδρογόνου (ph)	8,1	8,25	8,5	8,6	7,91	8,65

Αγωγιμότητα (Ms/cm)	516	618	566	542	497	513
Διαλυμένα στερεά (mg/l)	258	309	283	271	0,09	256
Αμμωνία (mg/l)	0,026	0,026	0,06	0,03	92	0,04
Σίδηρος (mg/l)	24	40	21	16	12	13
Μαγγάνιο (mg/l)	65	84	58	32	55	30
Χλωριούχα (mg/l)	4,12	3,6	3	3,6	-	4,4
Θειικά (mg/l)	42,1	58,3	48	48	-	51,6
Σκληρότητα(mg/l)	26	270	325	310	-	270
Ασβέστιο (mg/l)	76,1	72,1	68,1	52,1	-	48,1
Μαγνήσιο (mg/l)	16,8	21,5	37,15	43,15	-	35,94
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)	11,8	10,1				
Δόκιμη παρουσίας-απουσίας για κολοβακτήρια	θετική					
Χημικοί παράμετροι						
Νιτρώδη (mg/l)	0	0,01	0,01	0,02	0	0,5
Νιτρικά (mg/l)	1,9	4,75	0,9	1,01	1,4	0,44
Φωσφορικά (mg/l)	0,15	0,098	0,38	0,12	0,6	0,06
Χαλκός (mg/l)	0	0,21	0	0,06	0	0,05
Κυανιούχα (mg/l)	<5	<5	<5	<5	-	<5
Χρώμιο (mg/l)	<10	<10	<10	<10	-	<10
Νικέλιο (mg/l)	11	11	7	8	10	6

Πίνακας 3.28: Σύγκριση αποτελεσμάτων ποιοτικού ελέγχου με την ευρωπαϊκή και την ελληνική νομοθεσία.

Ενδεικτικές παράμετροι	Μέγιστη τιμή	Παραμετρική τιμή
Θολότητα (NTU)	5,6	Οργανοληπτικός αποδεκτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής

Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)	8,65	6,5-9,5
Αγωγιμότητα (μS/cm)	618	2500
Διαλυμένα στερεά (mg/Lt)	309	500
Αμμωνία (mg/Lt)	0,09	0,5
Σίδηρος (μg/Lt)	92	200
Μαγγάνιο (μg/Lt)	84	50
Χλωριούχα (mg/Lt)	4,4	250
Θειικά (mg/Lt)	58,3	250
Σκληρότητα (mg/Lt)	325	
Ασβέστιο (mg/Lt)	76,1	
Μαγνήσιο (mg/Lt)	43,15	50
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/Lt)	11,8	
Δοκιμή παρουσίας-απουσίας για κολοβακτήρια	θετική	Αρνητική
Χημικοί παράμετροι		
Νιτρώδη (mg/Lt)	0,5	0,5
Νιτρικά (mg/Lt)	4,75	50
Φωσφορικά (mg/Lt)	0,6	5
Χαλκός (mg/Lt)	0,21	2
Κυανιούχα (μg/Lt)	0	10
Χρώμο (μg/Lt)	0	50
Νικέλιο (μg/Lt)	11	20
Μικροβιολογικές παράμετροι		
Δοκιμή παρουσίας- απουσίας για E.coli 37°C/100ml	θετική	Αρνητική
Δοκιμή παρουσίας- απουσίας για εντερόκοκκο 37°C/100ml	θετική	Αρνητική

Πίνακας 3.29: Εκτιμήσεις ρυπαντικών φορτίων που εισέρχονται στον ταμειωτήρα.

	Άζωτο (N) (kg/έτος)	Φώσφορος (P) (kg/έτος)
Αστικές περιοχές	6,100	2,440
Καλλιέργειες	112,065	8,765
Βοσκότοποι	11,750	1,175
Δάση	73,460	2,448
Νερά	640	32
Σύνολο	354,906	14,860

Στα πλαίσια της εργασίας του Ρόπη (2005), έγινε διερεύνηση της ποιότητας των υδάτων της λίμνης Σμοκόβου με εφαρμογή μοντέλων προσομοίωσης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο ευτροφισμού Aquatox. Πρόκειται για ένα μοντέλο γενικού οικολογικού ρίσκου, το οποίο προσομοιώνει την εξέλιξη της συγκέντρωσης και τις επιπτώσεις, τόσο από τη παρουσία συντηρητικών ρύπων, όπως τα θρεπτικά και τα ιζήματα, όσο και από την επίδραση τοξικών χημικών στο

οικοσύστημα. Η χρήση του συστήνεται για ποταμούς, λίμνες, λιμνοθάλασσες και ταμιευτήρες.

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης προέκυψε πως κατά τη λειτουργία του ταμιευτήρα, στη μικρότερη από τις ελάχιστες στάθμες που εξετάστηκαν, αυξάνεται η συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου, των νιτρικών και των φωσφορικών, ενώ οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου και της χλωροφύλλης (Πίν. 3.30), παρά την διακύμανση της στάθμης παραμένουν αμετάβλητες. Τους θερινούς μήνες παρατηρούνται οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης και διαλυμένου οξυγόνου. Ο Ρόπης (2005) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ποιότητα των υδάτων του ταμιευτήρα είναι πολύ καλή, πράγμα που αποδεικνύεται από τις χαμηλές ποσότητες θρεπτικών και χλωροφύλλης. Ακόμη και τους θερινούς μήνες κατά τους οποίους εμφανίζονται οι μέγιστες τιμές, αυτές δεν είναι ανησυχητικές για επιβλαβή ευτροφισμό των υδάτων. Το ίδιο ισχύει και για τη διακύμανση της στάθμης του ταμιευτήρα.

Αν και το σενάριο ελάχιστης στάθμης στα 346 m δείχνει σημαντικές αποκλίσεις στα διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού, οι τιμές των θρεπτικών αλάτων παραμένουν αρκετά χαμηλές. Επίσης με βάση τις τιμές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης, οι οποίες είναι μικρότερες από 5,0 mg/l, ο ταμιευτήρας μπορεί να χαρακτηριστεί ως πολύ καλής ποιότητας. Πρέπει όμως να ειπωθεί ότι ο ταμιευτήρας λειτουργεί μόνο τέσσερα χρόνια περίπου και βρίσκεται σε περιοχή όπου οι χρήσεις γης δεν επιτρέπουν την μαζική ρύπανση του.

Σύμφωνα με το Πίνακα 3.31 όπου γίνεται σύγκριση των μέγιστων τιμών των αποτελεσμάτων του Ρόπη (2005) με τα δικά μου (2009), παρατηρούμε ότι η θολότητα είναι μεγαλύτερη του 1 και στις δύο μετρήσεις. Η θολότητα παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή στα αποτελέσματα του Ρόπη(2005) σε σχέση με τα δικά μου (2009), το pH, η

αγωγιμότητα αλλά και η αμμωνία παρουσιάζουν σχεδόν ίδιες τιμές. Μεγαλύτερες διακυμάνσεις παρατηρούμε στις χημικές παραμέτρους, όπως τα νιτρώδη που έχουν τιμή 0,019 mg/lt ενώ στις μετρήσεις του 2005 τα νιτρώδη είχαν τιμή 0,5 mg/l. Το ίδιο συμβαίνει με τα νιτρικά, τα φωσφορικά και το χρώμα. Τέλος παρατηρούμε ίδια αποτελέσματα στις μικροβιολογικές παραμέτρους, που αφορά την δοκιμή παρουσίας-απουσίας για E.coli, όπου είναι θετικά και στις δύο μετρήσεις.

Πίνακας 3.30: Σύγκριση αποτελεσμάτων προσομοίωσης χλωροφύλλης, διαλυμένου οξυγόνου, φωσφόρου, νιτρικών και αμμωνιακού αζώτου (Ρόπης, 2005).

Χαρακτηριστικές τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης (mg/l)							
Στάθμη (m)	346	347	348	349	350	351	352
Ημερομηνίες		11/10/04	18/06/05	23/02/06	31/10/06	08/07/07	14/03/08

δειγματοληψίας	04/02/04						
Μέγιστη τιμή (mg/l)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Ελάχιστη τιμή(mg/l)	0	0	0	0	0	0	0
M.O.	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Χαρακτηριστικές τιμές συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου (mg/l)							
Μέγιστη τιμή (mg/l)	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
Ελάχιστη τιμή(mg/l)	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33
M.O.	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66
Χαρακτηριστικές τιμές συγκέντρωσης φωσφόρου (mg/l)							
Μέγιστη τιμή (mg/l)	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,2
Ελάχιστη τιμή(mg/l)	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1
M.O.	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15
Χαρακτηριστικές τιμές συγκέντρωσης νιτρικών (mg/l)							
Μέγιστη τιμή (mg/l)	1,54	1,57	1,6	1,63	1,66	1,69	1,72
Ελάχιστη τιμή(mg/l)	0,64	0,67	0,71	0,75	0,78	0,83	0,87
M.O.	1,06	1,09	1,13	1,17	1,21	1,26	1,3
Χαρακτηριστικές τιμές συγκέντρωσης αμμωνιακού αζώτου (mg/l)							
Μέγιστη τιμή (mg/l)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Ελάχιστη τιμή(mg/l)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09

Ο Πίνακας 3.30 μας δείχνει ότι η συγκέντρωση χλωροφύλλης, διαλυμένου οξυγόνου, φωσφόρου, νιτρικών και αμμωνιακού αζώτου, ακόμα και στην στάθμη των 8 m παραμένουν σταθερές.

Πίνακας 3.31: Σύγκριση των μέγιστων τιμών των αποτελεσμάτων του Ρόπη (2005) με τα δικά μου (2009).

Ενδεικτικές παράμετροι	Μέγιστη τιμή (δικά μου)	Μέγιστη τιμή (Ρόπη 05)
Θολότητα (NTU)	<1	5,6
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (ph)	8,15	8,65

Αγωγιμότητα (μS/cm)	729	618
Αμμωνία (mg/l)	0,09	0,09
Δοκιμή παρουσίας-απουσίας για κολοβακτήρια	θετική	Θετική
Χημικοί παράμετροι		
Νιτρώδη (mg/l)	0,019	0,5
Νιτρικά (mg/l)	8,1	4,74
Φωσφορικά (mg/l)	0,207	0,6
Χρώμα (μg/l)	48	0
Μικροβιολογικές παράμετροι		
Δοκιμή παρουσίας- απουσίας για E.coli 37°C/100ml	θετική	Θετική
Δοκιμή παρουσίας- απουσίας για εντερόκοκκο 37°C/100ml	θετική	Θετική

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ορεινές φραγμαλίμνες, όπως η λίμνη Σμοκόβου αλλά και η λίμνη Ν. Πλαστήρα, που βρίσκονται στο νομό Καρδίτσας είναι υδάτινα οικοσυστήματα τα οποία δεν έχουν καλά δομημένες βιοκοινότητες. Το γεγονός αυτό τις καθιστά

οικοσυστήματα με μειωμένη βιοποικιλότητα και χαμηλή παραγωγικότητα. Αυτά τα μειονεκτήματα των τεχνητών λιμνών, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής διαχείρισης, είναι ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν με κατάλληλες διαχειριστικές ενέργειες.

Μέχρι σήμερα, η επικρατούσα διαχειριστική άποψη όλων αυτών των δημιουργουμένων τεχνητών υγροτόπων είναι περισσότερο υπέρ της τεχνικής τους αντιμετώπισης, ως ταμιευτήρες νερού, ενώ σε μικρότερο βαθμό λαμβάνεται υπόψη η περιβαλλοντική τους διάσταση, δηλαδή ως βιότοποι. Υπάρχει, επομένως, μια πραγματική ανάγκη όλοι αυτοί οι υγρότοποι να προσεγγιστούν με πιο οικολογική διάθεση, ειδικά αν λάβουμε υπόψη μας ότι μετά την δεκαετία του '30 έχουν εξαφανιστεί σε σημαντικό βαθμό τα υγροτοπικά οικοσυστήματα των ελών και των ρηχών λιμνών.

Η παρούσα εργασία απαντά εν μέρει στο πρόβλημα της βελτίωσης των παραπάνω τεχνητών υγροτόπων (λιμνών), δίνοντας ένα μεθοδολογικό εργαλείο εφαρμογής για τη βελτίωση των οικολογικών χαρακτηριστικών τους και την αύξηση της βιοποικιλότητας τους, μέσω της δημιουργίας μικρών υγροτοπικών πυρήνων στις όχθες των μεγαλύτερων τεχνητών υγροτόπων.

Γενικά ένας τεχνητός υγρότοπος αποτελεί λύση ανάγκης, διότι δεν μπορεί εύκολα να αντισταθμίσει τις λειτουργίες ενός φυσικού (Τακαβάκογλου και συν., 2002), ωστόσο είναι δυνατό να δημιουργηθούν τεχνητοί υγρότοποι που θα υποκαθιστούν σε σημαντικό βαθμό τις λειτουργίες των φυσικών και περισσότερο τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Γίνεται συνεπώς κατανοητό ότι η σημασία της διατήρησης ή και επέκτασης τέτοιων τύπων υγροτόπων, με κύριο διαχειριστικό στόχο τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, είναι πολύ μεγάλη.

Παράλληλα, μελλοντικός σκοπός των έργων αυτών θα μπορούσε να είναι και η δημιουργία τόπων τροφοληψίας για πολλές ομάδες υδρόβιων ειδών ζώων (αμφιβίων, ερπετών, πτηνών, θηλαστικών). Αξίζει να αναφερθεί ότι στη λίμνη Σμοκόβου, ως τεχνητού (αρδευτικού και υδρευτικού χαρακτήρα) έργου της οποίας η διαχείριση των νερών αποσκοπεί κυρίως στη κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών, απουσιάζει η παρόχθια υδροχαρής βλάστηση και κατά συνέπεια οι παρόχθιοι τύποι οικοτόπων που θα μπορούσαν να επιτελέσουν τις παραπάνω περιβαλλοντικές λειτουργίες. Αιτία αυτού του φαινομένου είναι η απόληψη μεγάλου όγκου νερού από την λίμνη, ειδικά κατά την θερινή περίοδο. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι η δημιουργία υγροτοπικών πυρήνων σε χειμαρρικά σημεία της λίμνης Σμοκόβου, τα οποία δεν θα ακολουθούν την εποχική παλινδρόμηση (εναλλαγή φάσης πλημμυρισμού και ξηρασίας) των όχθων της λίμνης θα δημιουργήσει τους όρους για βελτίωση του βιοτικού περιβάλλοντος της περιοχής, ειδικά της ζώνης που πραγματοποιείται η παρούσα εργασία.

Οι ρηχοί υγρότοποι, όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο είναι ιδιαίτερα παραγωγικά συστήματα. Το γεγονός αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί αποτελεί ένα μέτρο αξιολόγησης της δυνατότητας αυτών των τύπων οικοσυστημάτων για παραγωγή βιομάζας (πρωτογενής και δευτερογενής παραγωγή) και κατ' επέκταση για τη διατήρηση σημαντικών πληθυσμών ειδών υδρόβιας πανίδας. Επομένως η δημιουργία τέτοιου τύπου μικρών τεχνητών υγροτόπων στο περιθώριο άλλων μεγαλύτερων με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας του κύριου υγροτόπου, όπως στη περίπτωση της λίμνης Σμοκόβου, και μέσω αυτής την αύξηση των πληθυσμών της υγροτοπικής πανίδας, είναι μια καίρια διαχειριστική ενέργεια που μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τα οικολογικά χαρακτηριστικά της φτωχής, από άποψη παραγωγικότητας και της βιοποικιλότητας, της φραγμαλίμνης.

Η προτεινόμενη δημιουργία σταθερών και ρηχών υγροτοπικών συστημάτων θα ευνοήσει την ανάπτυξη και διατήρηση τόσο της παρόχθιας βλάστησης όσο και τη διατήρηση ενός σημαντικού αριθμού υδρόβιας πανίδας. Με άλλα λόγια θα βοηθηθεί η βιολογική ποικιλότητα της περιοχής στο σύνολο της. Η γενικότερη μελλοντική κατασκευή τέτοιων υγροτόπων, μέσω της κατασκευής μικρών φραγμάτων σε παραλίμνιες θέσεις και κυρίως στην εκβολή των χειμαρροποτάμων της λεκάνης απορροής της λίμνης, θα ευνοήσει εκτός των άλλων και τη διατήρηση του οικοτόπου. Αυτό επιτυγχάνεται με χαρώδεις (γένος: *Chara*) σχηματισμούς που εντοπίζονται στη λίμνη Σμοκόβου, η διατήρηση του οποίου είναι ιδιαίτερα επιθυμητή για τη περιβαλλοντική διατήρηση της περιοχής ενδιαφέροντος, όπως και τη διατήρηση άλλων ειδών (ιχθύων, κ.λ.π.). Η δημιουργία ενός συνόλου παραλίμνιων τεχνητών υγροτόπων στη λίμνη Σμοκόβου δίνει τη δυνατότητα στο να συντηρηθεί, παρά τη συνεχή παλινδρόμηση των νερών, μεγαλύτερη ποικιλία βενθοπανίδας με σκοπό εκτός από την ευνόηση της βιοποικιλότητας, την εξυπηρέτηση και την καλύτερη θρέψη των ιχθυοπληθυσμών της λίμνης.

Είναι προφανές ότι εάν ευνοηθεί η ανάπτυξη και η επέκταση της υδρόβιας βλάστησης (εφυδατικής, υφυδατικής, παρόχθιας) στα ρηχά της παραλίμνιας ζώνης, αυτό θα έχει θετικό αντίκτυπο στη διατήρηση του γόνου των ιχθύων της λίμνης, γεγονός που θα βοηθήσει την αύξηση της αλιευτικής δραστηριότητας, είτε σε εμπορική κλίμακα είτε σε επίπεδο αλιείας αναψυχής, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους κατοίκους της περιοχής να συμπεριλάβουν τα υψηλής διατροφικής αξίας αλιεύματα στο καθημερινό διαιτολόγιο τους ή ακόμα και να προσφέρει ένα συμπληρωματικό εισόδημα στους κατοίκους της περιοχής.

Η δημιουργία ενός σταθερού υγροτοπικού πυρήνα που θα διατηρεί την υγροτοπική βλάστηση, ώστε να μην καταστρέφεται εποχικά από τη συνεχή

παλινδρόμηση των όχθων της, και θα έχει άμεση επικοινωνία με τη παρακείμενη λίμνη, τουλάχιστον για μια περίοδο του έτους, θα ευνοήσει σημαντικά τους ιχθυοπληθυσμούς της λίμνης. Παράλληλα με τη διατήρηση της υγροτοπικής βλάστησης, και κατά συνέπεια της διατήρησης ενός τόπου ωοαπόθεσης, η σημασία του υγροτόπου αποκτά πολλαπλό ρόλο και για την επιβίωση του γόνου των ιχθύων αλλά και για τη δημιουργία καταφυγίου που θα βρίσκουν σε αυτήν. Επίσης εάν αυτός ο τύπος τεχνητού βιοτόπου επεκταθεί σε περισσότερες θέσεις περιμετρικά της λίμνης, τότε προτείνεται εμπλουτισμός της λίμνης με είδη ιχθύων των οποίων η αναπαραγωγή απαιτεί την ύπαρξη αυτών των τύπων βιοτόπων ως τόπων για αναπαραγωγή.

Όταν έχουμε δημιουργία τέτοιων έργων (τεχνητοί υγρότοποι) με πολλούς περιβαλλοντικούς σκοπούς, για τα οποία η σχετική βιβλιογραφία και εμπειρία είναι μάλλον φτωχή, θα ήταν ίσως προτιμότερο η εφαρμογή των έργων αυτών να ξεκινούσε από μικρούς χειμαρροπόταμους, όπως στη παρούσα εργασία. Συνεπώς, η αποκτηθείσα εμπειρία θα μπορούσε να εφαρμοστεί με περισσότερη ασφάλεια και γνώση και σε μεγαλύτερους χειμαρροπόταμους χωρίς τον κίνδυνο πρόκλησης απρόβλεπτων περιβαλλοντικών οχλήσεων (π.χ. παρεμπόδιση της μετακίνησης κάποιων ειδών ψαριών).

Συνοψίζοντας, τα περιβαλλοντικά οφέλη και οι σκοπιμότητες για την περιοχή έρευνας θα είναι:

- Κατά θέσεις βελτίωση του βιοτόπου της λίμνης (αύξηση ετερογένειας των ενδιαιτημάτων)
- Αύξηση της υγροτοπικής ποικιλότητας

- Αύξηση της συνολικής παραγωγής τροφής για την υποστήριξη του τροφικού πλέγματος του υγροτόπου της λίμνης και ιδιαίτερα της ιχθυοπανίδας και ορνιθοπανίδας
- Δημιουργία τόπων φωλιάσματος και ωοτοκίας υδρόβιων ειδών πανίδας
- Απορρόφηση ρύπων του νερού μέσω της δέσμευσής τους από την υγροτοπική βλάστηση
- Μείωση των προσχώσεων μέσω των έργων ανάσχεσης φερτών υλών που προβλέπονται κατά τη δημιουργία του τεχνητού υγροτόπου

Συμπερασματικά, η δημιουργία τεχνητού υγροτόπου σε χειμαρρικά σημεία της λίμνης Σμοκόβου φαίνεται να είναι απολύτως εφικτή. Ο τύπος υγροτόπου που θα δημιουργηθεί, αν και τεχνητός, θα έχει σε σημαντικό βαθμό τα χαρακτηριστικά των αντίστοιχων τύπων φυσικών υγροτόπων. Ο παραλίμιος υγρότοπος που προτείνεται κατατάσσεται στον τύπο “μόνιμες λιμνούλες (ponds) γλυκού νερού (μικρότερες των 80 στρεμμάτων) και μόνιμα έλη γλυκού νερού με υπερυδατική βλάστηση, των οποίων ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά”, και εξαιτίας των ελωδών χαρακτηριστικών του αναμένεται να είναι ιδιαίτερα παραγωγικός και πλούσιος σε υγροτοπική βιοποικιλότητα.

5. Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

- **Arnold, E. N. and Burton J. A. (1978).** A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. Collins, London..
- **Cowardin, L.M., Carter V., Golet F.C., LaRoe E.T. (1979).** Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/1998/classwet/classwet.htm>
- **Economidis, P.S. (1991).** Checklist of freshwater fishes of Greece (recent status of threats and protection). Hellenic Society for the Protection of Nature, special publication: 48..
- **Gasc, J. P., Cabela A., Crnobrnja- Isailovic J., Dolmen D., Grossenbacher K., Hattner P., Lescure J., Martens H., Martinez Rica J. P., Maurin H., Oliveira M. E., Sofianidou T. S., Veith M. and Zuiderwijk A. (1997).** Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Societas Europaea Herpetologica & Museum National d' Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris: 496.
- **Kotoulas, D. (1972).** Die Wiidbache Sudddeutschlands und Griechenlands. Teil 1. Baricht mr. 25. Munchen.
- **Maltby, E. (1986).** Waterlogged Wealth: An Earthscan, International Institute for Environment and Development, 15:200-209.
- **Maltby, L., Calow P., Cosgrove M. and Pindar L. (1987).** Actaptation to acidification in aquatic invertebrates; speculation and preliminary observations. Annales Societatis Zoologicae de la Societe Royale Belge, 17 (1):105–115.

- **McNeely, J.A. (1998).** The problems with concentrating on species when the world is thinking about biodiversity. International Seminar on Species Conservation, Leiden, Netherlands: 17 March 1998.
- **Payne, F. N. (1991).** Techniques for wildlife habitat management of wetlands. McGraw-Hill, Inc., Biological Resource Management Series: 549.

Ελληνική βιβλιογραφία

- **Αναπτυξιακή Καρδίτσας Α.Ε. (ΑΝΚΑ Α.Ε.) και ΕΠΕΜ Α.Ε. (2001).**
Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα Ν. Καρδίτσας.
- **Ανδρέου, Μ. (2009).** Διερεύνηση των δυνατοτήτων φυσικού εμπλουτισμού της φραγμαλίμνης του Σμοκόβου, Νομού Καρδίτσας προς εκμετάλλευση της, Προπτυχιακά Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος – Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- **Αστάρης, Θ., Βαβλιάκης Ε., Ψιλοβίκος Α. και Αλμπανάκης Κ. (2002).**
Φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Σημειώσεις από τις παραδόσεις των μαθημάτων Τομές Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- **Αυγουστίνος, Α. (2006).** Ολοκληρωμένη διαχείριση του υδάτινου δυναμικού της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος.
- **Βαβίζος, Γ., Ζαννάκη Κ., Ζαφειρόπουλος Δ. και Ζαχάρωφ Ι. (1995).**
Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και επανορθωτικών μέτρων από την κατασκευή και λειτουργία του φράγματος Σμοκόβου και συναφών έργων. Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Αθήνα.
- **Βέργος, Σ. (2010).** Αντιπλημμυρική προστασία Ν. Καρδίτσας, Διευθέτηση λεκανών απορροής των ποταμών Καλέντζη και Καράμπαλη. Πρακτικά 2^{ου} αναπτυξιακού συνεδρίου Ν. Καρδίτσας, Καρδίτσα 2010.

- **Γεράκης, Π.Α. (1993).** Υγρότοποι. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων. Θέρμη: σ. 24.
- **Γεράκης, Π.Α. και Κουτράκης Ε.Θ. (1996).** Ελληνικοί Υγρότοποι. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (Ε.Κ.Β.Υ.) και Εμπορική Τράπεζα της Ελλάδος. Αθήνα: σ. 382.
- **Γεράκης, Π. Α. και Τσιουρής Σ. Ε. (1991).** Υγρότοποι της Ελλάδος: Αξίες, αλλοιώσεις και προστασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σ. 27.
- **Γκατζέλια, Α., Δημαλέξης Α., Δημητρακόπουλος Ν., Πορτόλου Δ., Ανδρίτσου Σ., Σκανδαλή Κ., Δρετάκης Μ., Νικολακάκης Μ., Φασουλάς Χ., Μάντζιου Γ., Τίγκιλης Γ., Φουρναράκη Χ. και Σταματάκη Ε., (2001).** Σχέδιο παρεμβάσεων διαχείρισης – αποκατάστασης του οικοσυστήματος ταμιευτήρα Μπραμιανών. Προκαταρκτική μελέτη. Πρόγραμμα LIFE00ENV/GR/000685. Μεσογειακοί υγρότοποι και ταμιευτήρες: επιδεικτική διαχείριση πολλαπλών σκοπών στις υδατοσυλλογές της Κρήτης.
- **Γκουρβέλου, Ε., Βέργος Σ., Δημαλέξης Α., Θεοφιλόπουλος Γ., Κυριαζοπούλου Ι. και Στεφανίδης Π. (2001).** Ειδικό Διαχειριστικό Σχέδιο για την προστασία των παρόχθιων οικοσυστημάτων περιοχής λίμνης Ταυρωπού. Πρόγραμμα LIFE99NAT/GR/6480.
- **Δωρικός, Σ. (1981).** Βασικοί υγρότοποι της χώρας. Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Υπηρεσία Χωροταξίας και Περιβάλλοντος, Υπουργείο Συντονισμού. Αθήνα.
- **Επιστημονική Επιτροπή Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (Ε.Ε.Δ.Υ.Π.) (1995).** Το Φράγμα Σμοκόβου. Τεχνική Έκθεση.

- **Ε.Σ.Υ.Ε. (2001).** Στοιχεία απογραφών πληθυσμού ετών 1981, 1991. Απόψεις των δήμων της περιοχής σχετικά με την εξέλιξη του πληθυσμού.
- **Ε.Υ.Δ.Ε. Αχελώου και Υδροξυγιαντική (1995).** Οριστική Μελέτη Αρδευτικού Έργου Σοφαδίτη.
- **Ζαλίδης, Γ.Χ., Crisman T.L. και Γεράκης Π.Α. (2002).** Αποκατάσταση Μεσογειακών Υγροτόπων. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Αθήνα και Ε.Κ.Β.Υ., Θέρμη: σ. 286.
- **Ζαλίδης, Γ. Χ. και Μαντζαβέλας Α. (1994).** Απογραφή των Ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (Ε.Κ.Β.Υ.), Θεσσαλονίκη.
- **Καρανδεινός, Μ. και Παράσχη Α. (1992).** Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Σπονδυλοζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση. Ελλάδα.
- **Κουκουβίνος, Α. και Ρόζος Ε. (1999).** Εκσυγχρονισμός του πρωτογενούς αρχείου δεδομένων επιφανειακής και υπόγειας υδρολογίας του Υπουργείου Γεωργίας στη Θεσσαλία. Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Τελική Έκθεση. Αθήνα, Ιανουάριος.
- **Κουτσογιάννης, Δ., Ευστρατιάδης Α. και Μάμασης Ν. (2001).** Μελέτη υδατικών συστημάτων. Στο: Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσης του στη λεκάνη του Αχελώου και τη Θεσσαλία - Συμπληρωματική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων εκτροπής Αχελώου προς την Θεσσαλία. Υπουργείο

Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων – Υδροεξυγιαντική.
Αθήνα.

- **Κωτούλας, Δ. (1996).** Υδρολογία – Υδραυλική.
- **Λαζαρέτου, Θ. (1995).** Η νομική προστασία των υγροβιότοπων στην Ελλάδα.
Εκδόσεις Α. Σακκούλα, Αθήνα – Κομοτηνή.
- **LIFE99NAT/GR/6480 (1999 – 2003).** Εφαρμογή διαχειριστικών δράσεων στην περιοχή λίμνης Ταυρωπού. Τελική έκθεση του Προγράμματος.
- **Μαρίνος, Π. (1995).** Υδρογεωλογική μελέτη, Κεφ 7 της μελέτης υδατικών συστημάτων, Συνολική Μελέτη Περιβαλλοντικών της Εκτροπής Αχελώου, Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα.
- **Ματσούρης, Α. (2003).** Διερεύνηση του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης νερού της περιοχής της Καρδίτσας με χρήση του λογισμικού MIKE BASIN. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- **Μοδινός, Μ. (1990).** Τοπογραφίες - Οικολογική θεώρηση του Ελληνικού περιφερειακού χώρου.
- **Μπόμπορη, Δ., Μιχαλούδη Ε., Οικονομίδης Ν. και Μπρουζιώτης Θ. (2001).** Εφαρμογή Ειδικού Διαχειριστικού Σχεδίου για τη διατήρηση του κοινοτικού ενδιαφέροντος οικότοπου σκληρών ολιγο-μεσοτροφικών νερών με βενθική βλάστηση χαροειδών και την προστασία του από σημειακές πηγές ρύπανσης του νερού. Πρόγραμμα LIFE99NAT/GR/6480.

- **Μπρουζιώτης, Θ. (2007).** Έρευνα των δυνατοτήτων κατασκευής τεχνητού υγροβιότοπου στη ζώνη μεταβολής της στάθμης του νερού της λίμνης Ν. Πλαστήρα. Μεταπτυχιακή Εργασία, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- **Μπουλούγαρης, Β. και Τσίτσης Α. (2002).** Ύδρευση ανατολικής πλευράς νομού Καρδίτσας. Προκαταρκτική Μελέτη. Ανάδοχος Ρουκός Α.Ε. Σύμβουλοι Μηχανικοί. Δεκέμβριος.
- **Ξανθοπούλου, Ε., Μάμασης Ν. και Αναστασοπούλου Π. (1997).** Αναβάθμιση και Επικαιροποίηση της Υδρολογικής Πληροφορίας της Θεσσαλίας. Στο: Επικαιροποίηση Υδρομετεωρολογικών Δεδομένων (Τεύχ. 1). Τομέας Υδατικών Πόρων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- **Οδηγία 92/43 (ΕΟΚ) των οικοτόπων (Natura 2000).** Διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας.
- **Παμπέρης, Λ. (1997).** Οι πεταλούδες της Ελλάδας. Μπάστας-Πλέσσα. Αθήνα.
- **Παπαστεργιάδου, Σ.Ε. (1990).** Φυτοκοινωνιολογική και Οικολογική Μελέτη των Υδρόβιων Μακροφύτων (Υδροφύτων) στη Βόρειο Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή. Επιστημονική Επετηρίδα, Παράρτημα Αρ. 24. Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- **Πυροβέτση, Μ. (1986).** Σημειώσεις διαχείρισης και προστασίας οικοσυστημάτων. Τομέας Οικολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

- **Ρόπης, Κ. (2005).** Διερεύνηση της ποιότητας των υδάτων της λίμνης Σμοκόβου, Μεταπτυχιακή Εργασία. Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα. .
- **Σαργέντης, Γ.Φ. και Χριστοφίδης Α. (2002).** Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της λίμνης Πλαστήρα. Τεύχος 4: Το τοπίο της λίμνης. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- **Στάθης, Δ. και Σαπουντζής Μ. (2002).** Εκτίμηση του στερεοφορτίου λεκάνης απορροής στη θέση κατασκευής του φράγματος ταμίευσης νερού. 10^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Μάιος 2002.
- **Στάμου, Γ.Π. (1987).** Σημειώσεις Οικολογίας. Τομέας Οικολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- **Τακαβάκογλου, Β., Ζαλίδης Γ.Χ., Αναστασιάδης Ε.Θ. και Πανώρας Α. (2002).** Η προσέγγιση της αποκατάστασης σε επίπεδο λεκάνης απορροής για τους ποταμούς της Μεσογείου: η περίπτωση του Αξιού. Σελ. 175-188.
- **Τσινόπουλος, Θ. (2007).** Οικολογική μελέτη και καταγραφή υγροτοπικής βλάστησης σε υγρότοπους του νομού Καρδίτσας, Διπλωματική Εργασία. Τομέας Οικολογίας-Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας. Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- **Υγρότοποι της Ελλάδας (1996).** Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων, Αθήνα.
- **Υδρολογική μελέτη του Σοφαδίτη (1983).** Υπουργείο Δημοσίων Έργων (ΥΠ.Δ.Ε.). Αθήνα.
- **Υδρομέτ, Υδροηλεκτρική και Τετράκυς Ε.Π.Ε. (1983).** Υδρολογική Μελέτη στα πλαίσια της Οριστικής Μελέτης του αρδευτικού έργου Σοφαδίτη.

- **Υδροξυγιαντική (2001).** Το φράγμα Σμοκόβου, Αθήνα..
- **Φασούλας, Χ. (2001).** Οι Γεωλογικές παράμετροι στο θέμα της διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της Κρήτης. Στο: Νότιο Αιγαίο - Κρήτη - Κύπρος: Συνεργασία για την ανάπτυξη και το Περιβάλλον, Ηράκλειο, σελ. 177 - 190.
- **Ψιλοβίκος, Α.Α. και Ιωάννου Σ.Α. (1993).** Ανανέωση των ποταμών στο χώρο που περιβάλλει το Β. Αιγαίο Πέλαγος σε σχέση προς τις μεταπλειοκαινικές τεκτονικές και κλιματικές αλλαγές. Δελ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρεία, XXVIII/1, 473-484, Αθήνα.

6. ABSTRACT

In recent years, the maintenance of wetlands has been an urgent necessity for several reasons, such as for the reservation of the wetland biodiversity. One of the way that this can be achieved by the creation of small and shallow water- collections on the margins of larger wetlands.

Since Lake Smokovo is an artificial wetland and its water are continually retrograding, it appears especially poor concerning wetland vegetation and biodiversity in general. This is more intense at the change zone of lake's water level. The change zone of the water level of Smokovo's lake is the area between the equally high of 792,0 m (overflowing level) and 776,0 m (water sampling level), and is appeared with almost complete absence of vegetation (dead area). Smokovo's is lake presents consequently, an urgent necessity for improvement of its ecological characteristics (habitats, flora and fauna).

With the present research, the creation of a shallow artificial wetland in the change zone of lake's water level is proposed, offering in this way, a solution to the above problem, relying on the physical, hydrological and ecological characteristics of the research area. The natural environment of the wide area of the lake was studied, concerning the physical, hydrological and ecological and quality characteristics. The Sofaditis' stream basin was especially studied and it is the place which the artificial wetland creation is proposed for. In situ measurements (physicochemical characteristics and supplies) and registrations have taken place both on Lake Smokovo and on the selected Sofaditis stream in the area. The supplies were measured using flow meters and measure tapes, and as far as the physicochemical characteristics of the water is concerned, two water samplings were conducted each month for a period of six months, from March 2009 until October 2009.

The step chain that has to be followed has been studied. The possibilities of the basin (water quality and quantity) and the wetland type that can be created in the research area have also been studied, according to the data that have resulted and the literature data. The result of this research is that the creation of a suitable system of at least two small artificial wetlands with a permanent water presence is possible. The artificial wetlands could support both the wetland vegetation and fauna. Therefore, building two adjacent artificial wetlands is strongly suggested. One of them will be constructed in the bed of the stream above from the highest point of lake level, while the other one will be setup in the bed of the stream too, in connection to the lake during peak flood tide time (Picture 4.1).

The first wetland's maintenance main goal is to support wetland biodiversity through creating the appropriate ecological conditions. The second wetland's maintenance main goal is to establish permanent water presence of steady level and moreover to preserve the wetland biodiversity (flora and fauna) and create a suitable venue in order to serve the lake fish egg-laying process. As a result, it is recommended to enrich the lake fauna by supplying it with different kinds of fish whose reproduction demands the very existence of these specific type of wetlands. Such species with ecological characteristics is the *Cyprinus carpio* (Μπόμπορη et al, 2001), fish of market value too, and *Tinca tinca*, fish with ecological value also.

The aim of building a dam that stops the steady flowing of raw materials is initially to preserve stored water of satisfactory depth and volume, in the artificial wetland for long time, to contain raw materials and to store the flow tide's water, temporarily, in order to decrease the flow tide volume. This dam will also help in reducing the flow intensity of the stream water so as to facilitate wetlands' vegetation to get consolidated. The characteristics of the newly developed artificial wetland will

be very similar with the respective natural wetlands' characteristics. The more similar type of natural wetlands that have characteristics assimilated to these of the artificial wetlands in the form that they are propose, are: permanent fresh water ponds (smaller than 80 acres) and permanent fresh water marshes with overwater vegetation, that their bottom is constituted by inorganic materials.

Shallow wetlands are highly productive systems. This is very important as it shows what these types of eco systems are capable of. They are capable of producing biomass and preserving important numbers of wetland fauna species. Creating little artificial wetlands of this type on the fringe of bigger ones, aims at increasing the productivity of the main wetland as in the Lake Smokovo case, and through this process to increase the population of the wetland fauna. As a result this is an important act of management that can improve a great deal the ecological characteristics of a poor dam-lake in terms of productivity and biodiversity.

According to this, cross section species of flora that are suitable and therefore proposed for colonizing the artificial wetland (Table 4.9) are straws, reeds, bulrushes and the watercelery. Respectively, cross-section fish species that fished from amateur fishermen of the area are registered in chart 3.13, where each one's percentage is presented as far as the wetlands' fish fauna is concerned. Some of them are the *Leuciscus cephalus*, the *Scardiniud graecus* and the *Barbus cyclolepis*, species that are suitable for the enrichment of the lake and the artificial wetlands.

Keywords: Lake Smokovo, artificial wetland, biodiversity, wetland vegetation, enrichment.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1: Συνολικός αριθμός ψαριών δειγματοληψίας ιχθυοπανίδας

Είδος	Υγρό βάρος (g)	Συνολικό μήκος (cm)	Σταθερό μήκος (cm)
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	25,96	12,57	10,59
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	34,81	13,75	11,30
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	33,92	13,62	11,19
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	30,04	12,82	10,69
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	25,57	12,36	10,59
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	23,94	12,97	10,74
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	22,29	12,43	10,19
<i>Scardinius graecus</i> (κοκκινόφτερα)	29,74	13,21	10,88
<i>Chondrostoma nasus</i> (σύρτι)	37,64	16,40	13,52
<i>Chondrostoma nasus</i> (σύρτι)	69,03	19,80	16,70
<i>Rutilus rutilus</i> (τσιρώνη)	45,31	16,30	13,37
<i>Rutilus rutilus</i> (τσιρώνη)	46,75	16,30	13,60
<i>Rutilus rutilus</i> (τσιρώνη)	47,64	16,00	13,61
<i>Rutilus rutilus</i> (τσιρώνη)	35,30	14,71	12,51
<i>Rutilus rutilus</i> (τσιρώνη)	48,20	16,10	13,57
<i>Rutilus rutilus</i> (τσιρώνη)	39,40	14,60	12,40
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	110,53	19,60	17,40
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	118,01	20,50	16,70
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	93,62	15,80	13,60
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	42,64	16,00	13,60
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	38,11	14,55	12,58
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	32,40	14,00	11,49
<i>Barbus cyclolepis</i> (μπριάνα)	33,37	14,78	12,47
<i>Barbus altbanicus</i> (μαρίτσι)	64,29	17,30	14,63
<i>Barbus altbanicus</i> (μαρίτσι)	32,80	14,32	12,07
<i>Leuciscus cephalus</i> (κέφαλος)	4680	33,40	29,30
<i>Leuciscus cephalus</i> (κέφαλος)	4540	33,80	29,20

Πίνακας 2: Ταχα ασπόνδυλων και τύπος των οικοτόπων τους

Taxa	Τύπος οικοτόπου
<i>Κολεόπτερα</i>	
Malachiidae	
<i>Malachius bipustulatus</i>	6220, 5420
Coccinelidae	
<i>Psyllobora (Thea) vigintiduopunctata</i>	6220, 5420
<i>Coccinella septempunctata</i>	6220, 5420
Cerambycidae	
<i>Agapanthia</i> sp.	6220
<i>Purpuricenus koehleri</i>	6220
Scarabeidae	
<i>Cetonia aurata</i>	6220, 5420
<i>Phylopertha horticola</i>	6220, 5420
<i>Oxythyrea funesta</i>	6220, 5420
Chrysomelidae	
<i>Chrysomela</i> sp.	6220, 5420
<i>Clytra quadripunctata</i>	6220, 5420
Staphylinidae	
<i>Paederus riparius</i>	72A0
Cleridae	
<i>Trichodes alvearius</i>	6220, 5420
Geotrupidae	6220, 5420
Curculionidae	6220, 5420
Carabidae	6220, 5420
Catopidae	6220
Buprestidae	6220, 5420
Tenebrionidae	6220, 5420
Oedemeridae	6220, 5420
<i>Oedemera</i> sp.	6220, 5420
Elateridae	6220, 5420

Cantharidae	6220, 5420
Mordellidae	6220
Λεπιδόπτερα	
Lycanidae	
<i>Lycæna phlaeas</i>	6220, 5420, 72A0
<i>Plebejus pylaon</i>	6220, 5420, 72A0
<i>Polyommatus eroides</i>	6220, 5420, 72A0
Nymphalidae	
<i>Melitæa trivialis</i>	6220
Οδοντόγναθα	
Coenagriidae	
<i>Coenagrion</i> sp.	3150, 3290, 72A0
<i>Ishnura elegans</i>	3150, 3290, 72A0
Libellulidae	3150, 3290, 72A0
Ημίπτερα	6220, 5420
Ορθόπτερα	
Acrididae	6220,5420
Tettigoniidae	6220,5420
Λίπτερα	6220,5420, 72A0
Αράχνες	6220,5420, 72A0
Βδελλοειδή	3150, 3290
Μαλάκια	
<i>Lindholmiola lens</i>	5420
Planorbidae	
<i>Gyraulus</i> sp.	3150, 3290
Αμφίποδα	3150, 3290
Δεκάποδα (Βραχύουρα)	3150, 3290
προν. λεπιδόπτερον	
προν. οδοντόγναθων	3150, 3290

Τύποι οικοτόπων:

3150: Ευτροφικές φυσικές λίμνες με βλάστηση τύπου Magnopotamion ή Hydrocharition

3290: Ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή

5420: Φρύγανα με *Sarcopoterium spinosum*

6220: Ψευδοστέπες με γράστεις και ετήσιες πόες (Thero-Brachypodietea)

72A0: Καλαμώνες

Πίνακας 3: Ταχα ασπόνδυλων και το καθεστώς προστασίας τους

Taxa	Οδηγία 92/43/ΕΕ Παρ. II	Αιτία Ενδιαφέροντος
<i>Κολεόπτερα</i>		
Malachiidae		
<i>Malachius bipustulatus</i>	0	
Coccinellidae		
<i>Psyllobora (Thea) vigintiduopunctata</i>	0	
<i>Coccinella septempunctata</i>	0	
Cerambycidae		
<i>Agapanthia</i> sp.	0	
<i>Purpuricenus kaehleri</i>	0	
Scarabeidae		
<i>Cetonia aurata</i>	0	
<i>Phylopertha horticola</i>	0	
<i>Oxythrea funesta</i>	0	
Chrysomelidae		
<i>Chrysomela</i> sp.	0	
<i>Clytra quadripunctata</i>	0	
Staphylinidae		
<i>Paederus riparius</i>	0	
Cleridae		
<i>Trichodes alvearius</i>	0	
Geotrupidae		
Curculionidae		
Carabidae		
Catopidae		
Buprestidae		
Tenebrionidae		
Oedemeridae		
<i>Oedemera</i> sp.	0	
Elateridae		
Cantharidae		
Mordellidae		
Λεπιδόπτερα		
Lycanidae		
<i>Lycena phlaeas</i>	0	
<i>Plebejus pylaon</i>	0	E, Z, H(R)
<i>Polyommatus eroides</i>	0	H(R)
Nymphalidae		
<i>Melitaea trivia</i>	0	
Οδοντόγναθα		
Coenagriidae		
<i>Coenagrion</i> sp.	0	
<i>Ishnura elegans</i>	0	
Libellulidae		
Ημίπτερα		

Taxa	<i>Οδηγία</i> 92/43/ΕΕ Παρ. ΙΙ	<i>Αιτία</i> Ενδιαφέροντος
Ορθόπτερα		
Acrididae		
Tettigoniidae		
Λίπτερα		
Αράχνες		
Βδελλοειδή		
Μαλάκια		
<i>Lindholmiola lens</i>	Ο	
Planorbidae		
<i>Gyraulus</i> sp.	Ο	
Αμφίποδα		
Δεκάποδα (Βραχύουρα)		
προν. Λεπιδόπτερον		
προν. Οδοντόγναθων		

N: Αναφέρεται στο Παράρτημα ΙΙ της Οδηγίας 92/43/ΕΕ

Ο: Δεν αναφέρεται στο Παράρτημα ΙΙ της Οδηγίας 92/43/ΕΕ

Αιτία ενδιαφέροντος: Β: Ενδημικό είδος, Γ: Διεθνείς Συμβάσεις (Βέρνης, Βόννης), Δ: Προεδρικό Διάταγμα 67/81, Ε: CORINE-Biotopes project, Ζ: Koomen and Helsdingen 1993, Listing of biotopes according to their significance for invertebrates. Council of Europe, T-PVS(93)43, Η: Heath 1981, Threatened Rhopalocera (butterflies) of Europe, Council of Europe, Nature and Environment No23, (R): σπάνιο είδος.

Πίνακας 4: Είδη Λεπιδοπτέρων στη δυτική Θεσσαλία

A/α	Επιστημονικό όνομα	Παρουσία	Πηγή	92/43	Bern	IUCN	67/81
1.	<i>Iphiclides podalirius</i>	3	1				
2.	<i>Papilio machaon</i>	3	1				
3.	<i>Zerynthia polyxena</i>	3	1	IV		(R)	+
4.	<i>Aporia crataegi</i>	3	1			(R)	
5.	<i>Pieris brassicae</i>	3	1				
6.	<i>Pieris rapae</i>	3	1				
7.	<i>Pontia daplidice</i>	3	1				
8.	<i>Euchloe ausonia</i>	3?	1				
9.	<i>Elphinstonia charltonia</i>	3?	1			(R)	
10.	<i>Anthocharis gruneri</i>	3?	1				
11.	<i>Anthocharis cardamines</i>	3?	1				
12.	<i>Colias crocea</i>	3	1				
13.	<i>Gonepteryx rhamni</i>	3	1				+
14.	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	3?	1				
15.	<i>Nordmannia ilicis</i>	3	1				
16.	<i>Lycaena phlaeas</i>	3	1				
17.	<i>Lampides boeticus</i>	3?	1				
18.	<i>Syntarucus pirthus</i>	3?	1				
19.	<i>Cypido minimus</i>	3?	1				
20.	<i>Celastrina argiolus</i>	3?	1				
21.	<i>Glaucopsyche alexis</i>	3?	1				
22.	<i>Scolitantides orion</i>	3?	1				
23.	<i>Freyeria trochylus</i>	3?	1				+
24.	<i>Plebejus argus</i>	3?	1				
25.	<i>Aricia agestis</i>	3?	1				
26.	<i>Agrodiaetus thersites</i>	3	1				
27.	<i>Polyommatus icarus</i>	3	1				
28.	<i>Nymphalis antiopa</i>	3?	1				
29.	<i>Vanessa atalanta</i>	3?	1				
30.	<i>Cynthia cardui</i>	3?	1				
31.	<i>Aglais urticae</i>	3?	1				
32.	<i>Polygonia egea</i>	3?	1				
33.	<i>Argynnis paphia</i>	3?	1				
34.	<i>Issoria lathonia</i>	3	1				
35.	<i>Brenthis hecate</i>	3?	1			(R)	
36.	<i>Melitaea cinxia</i>	3?	1				
37.	<i>Melitaea phoebe</i>	3?	1				
38.	<i>Melitaea didyma</i>	3	1				
39.	<i>Melitaea trivialis</i>	3?	1				
40.	<i>Hipparchia fagi</i>	3?	1				
41.	<i>Hipparchia syriaca</i>	3?	1				

A/α	Επιστημονικό όνομα	Παρουσία	Πηγή	92/43	Bern	IUCN	67/81
42.	<i>Hipparchia aristaeus</i>	3?	1				+
43.	<i>Maniola jurdina</i>	3?	1				
44.	<i>Hyponphele lupina</i>	3?	1				
45.	<i>Coenonympha pamphilus</i>	3	1				
46.	<i>Lasiommata megera</i>	3	1				
47.	<i>Lasiommata maera</i>	3	1				
48.	<i>Spialia orbifer</i>	3?	1				
49.	<i>Carcharodus alceae</i>	3?	1				
50.	<i>Carcharodus orientalis</i>	3?	1				
51.	<i>Erynnis tages</i>	3?	1				
52.	<i>Erynnis mrloyi</i>	3?	1				
53.	<i>Thymelicus acteon</i>	3?	1				
54.	<i>Thymelicus lineola</i>	3?	1				
55.	<i>Thymelicus flavus</i>	3?	1				
56.	<i>Ochlodes venatus</i>	3?	1				

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΠΙΝΑΚΑΠαρουσία:

- 1 Ελος (και λοιπά νερά περιοχής μελέτης)
 2 Σύνολο περιοχής μελέτης
 3 Δυτική Θεσσαλία
 ? πιθανή παρουσία

Πηγή:

- 1 Παμπέρης 1997

Οδηγία 92/43/EE:

- IV Είδος που απαιτεί αυστηρή προστασία

Σύμβαση Βέρνης:

- II Αυστηρά προστατευόμενο είδος
 III Προστατευόμενο είδος

IUCN:

- (R) Σπάνιο είδος Λεπιδόπτερου (Παμπέρης 1997)

Π.Δ. 67/81:

- + Προστατευόμενο είδος

Πίνακας 5: Είδη αμφιβίων και ερπετών στην ευρύτερη περιοχή

A/a	Ελληνικό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Παρουσία	Πηγή	92/43	Bern	IUCN	67/81
	ΑΜΦΙΒΙΑ							
1.	Κοινός Τρίτονας	<i>Triturus vulgaris</i>	3	1,2		III		+
2.	Χωματόφρυνος	<i>Bufo bufo</i>	3	1,2		III		+
3.	Πρασινόφρυνος	<i>Bufo viridis</i>	3	1,2	IV	II		+
4.	Δενδροβάτραχος	<i>Hyla arborea</i>	3	1,2,3	IV	II	LR-	+
5.	Λιμνοβάτραχος	<i>Rana ridibunda</i>	1	1,2,3		III		
	ΕΡΙΠΕΤΑ							
1.	Στικτόλαιμη νεροχελώνα	<i>Emys orbicularis</i>	3	1,2	II-IV	II	LR-	+
2.	Γραμμοτόλαιμη νεροχελώνα	<i>Mauremys caspica</i>	3	1,2	II-IV	II		+
3.	Μεσογειακή Χελώνα	<i>Testudo hermanni</i>	3?	1,2	II-IV	II	LR-	+
4.	Κρασπεδοτή Χελώνα	<i>Testudo marginata</i>	3	2	II-IV	II		+
5.	Κυρτοδάκτυλος	<i>Cyrtopodion kotschy</i>	3?	2	IV	II		+
6.	Κονάκι	<i>Anguis fragilis</i>	3	1,2		III		+
7.	Τυφλίτης	<i>Ophisaurus apodus</i>	3	1,2	IV	III		
8.	Αβλέφαρος	<i>Ablepharus kitaibelii</i>	3	1	IV	II		
9.	Τρανόσαυρα	<i>Lacerta trilineata</i>	3?	1	IV	III		+
10.	Σιλβούτι	<i>Podarcis erhardii</i>	3	1	IV	III		+
11.	Τοιχόσαυρα	<i>Podarcis muralis</i>	3	1,2	IV	II		+
12.	Ταυρική γουστέρα	<i>Podarcis taurica</i>	3	1,2	IV	III		+
13.	Σκουληκόφιδο	<i>Typhlops vermicularis</i>	3	1		III		
14.	Σαΐτα	<i>Coluber najadum</i>	3	2	IV	III		+
15.	Σαπίτης	<i>Malpolon monspessulanus</i>	3	2		III		+
16.	Νερόφιδο	<i>Natrix natrix</i>	3	2		III		+
17.	Γατόφιδο	<i>Telescopus fallax</i>	3	1	IV	III		+
18.	Οχιά	<i>Vipera ammodytes</i>	3	2	IV	II		

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΠΙΝΑΚΑΠαρουσία:

- 1 Ελος (και λοιπά νερά περιοχής μελέτης)
 2 Σύνολο περιοχής μελέτης
 3 Δυτική Θεσσαλία
 ? πιθανή παρουσία

Πηγή:

- 1 Arnold & Burton 1978
 2 Gasq et al. 1997
 3 Αυτή η μελέτη

Οδηγία 92/43/ΕΕ:

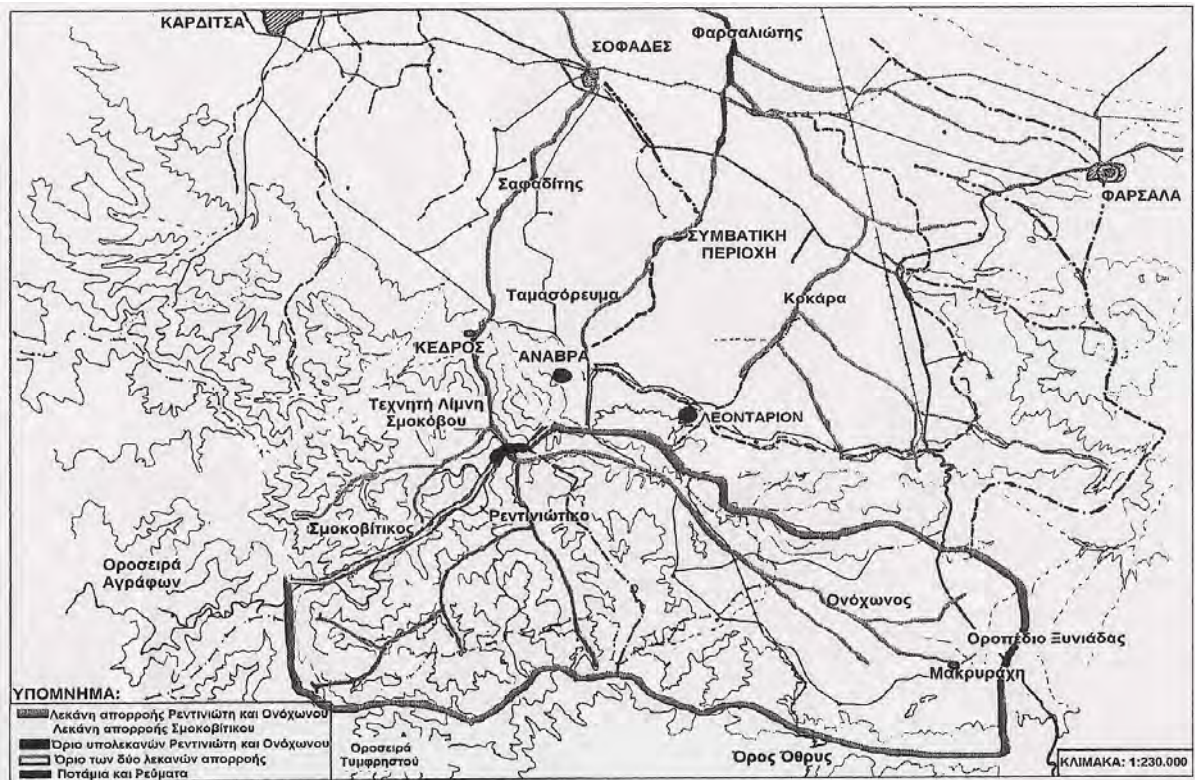
- * Είδος προτεραιότητας
 II Είδος που επιβάλλει τον καθορισμό ζωνών διατήρησης
 IV Είδος που απαιτεί αυστηρή προστασία

Σύμβαση Βέρνης:

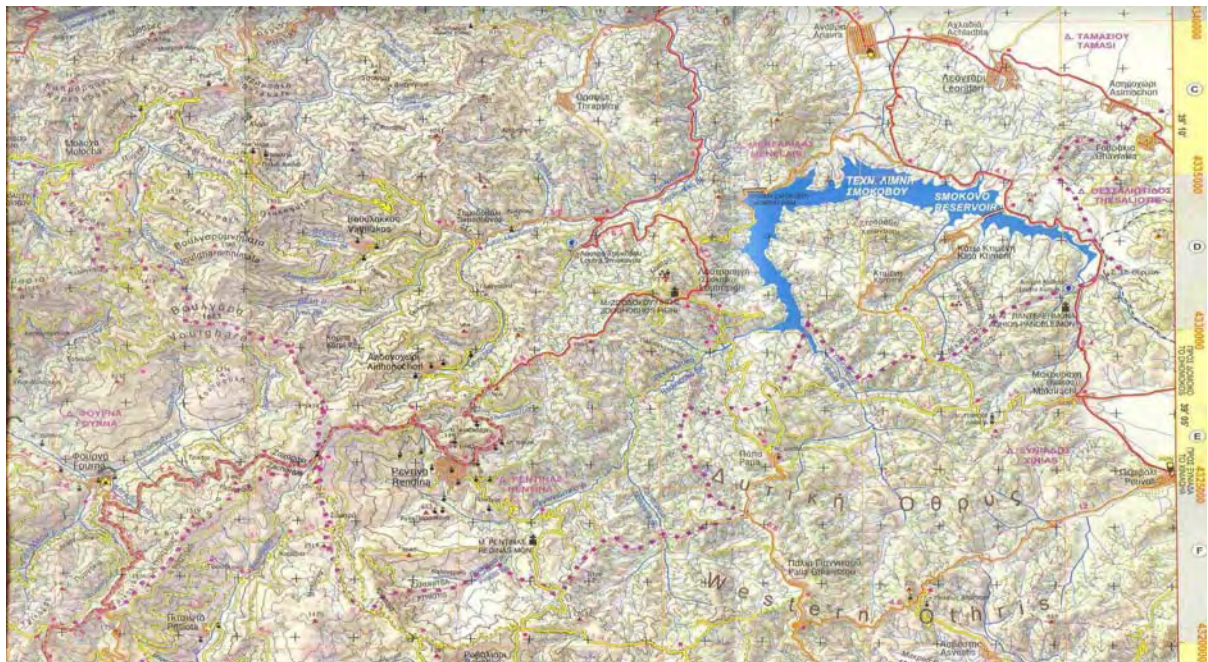
- II Αυστηρά προστατευόμενο είδος
 III Προστατευόμενο είδος

IUCN (από α) 1996 IUCN Red List of Threatened Animals και β) Καρανδενός & Παράσχη, 1992, Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων σπονδυλοζώων της Ελλάδας):

- LR- Είδος χαμηλού κινδύνου



Εικόνα 1: Οι λεκάνες απορροής της λίμνης Σμοκόβου



Εικόνα 2: Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου.



Εικόνα 3: Μέτρηση της παροχής με τη βοήθεια του ροόμετρου στο ρέμα Ρεντινώτης.



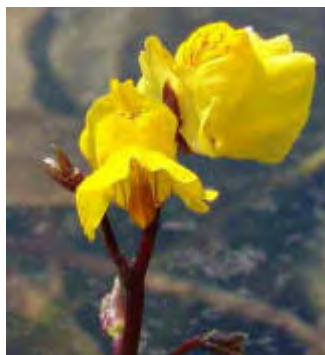
Εικόνα 4: Ρέμα ξυνιάδας (απορροή στραγγιστικού καναλιού, από το ομώνυμο οροπέδιο).

Χλωρίδα του υγροτόπου



Νούφαρο (*Nymphaea alba* Οικ. *Nymphaeaceae*)

Το συναντάμε σε έλη, τέλματα, λίμνες (ακίνητα νερά). Έχει πολυετές ριζώμα έρπον, σαρκώδες, εδώδιμο. Άνθη με ευχάριστο άρωμα, που ανοίγουν το πρωί και κλείνουν το απόγευμα, από Μάιο ως τέλος Σεπτέμβρη.



Utricularia vulgaris (Οικ. *Lentibulariaceae*)

Υδροβίο σαρκοφάγο φυτό, με υποβρύχιους βλαστούς, 30-100cm. Στα φύλλα τους έχουν μικρές κύστες με άνοιγμα που κλείνει με βαλβίδα, όπου παγιδεύονται μικρά υδροβία έντομα. Οι ουσίες τους απορροφούνται από το φυτό, αφού αποσυντεθούν από σαπροφυτικούς μικροοργανισμούς (όχι με ένζυμα όπως κάνουν άλλα σαρκοφάγα φυτά).



Νερόκρινο (*Iris*

pseudacorus -Οικ. *Iridaceae*)

Το συναντάμε στις όχθες λιμνών, ελών και χαντακιών. Χωρίς τα άνθη του μοιάζει με "Άκορο" (είδος καλαμιού). Οι βλαστοί του φτάνουν το 1,5m. Ανθίζει Απρίλιο-Ιούνιο και έχει διακριτικό άρωμα.



Ποταμογείτων

(*Potamogeton* Οικ: *Potamogetonaceae*)

Πολυετές, ανθεκτικό, ταχείας ανάπτυξης υδροβίο φυτό σε λίμνες, έλη και χαντάκια, με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη.

Ανθίζει από Μάιο ως Σεπτέμβριο με ερμαφρόδιτα άνθη. Άριστος οξυγονωτής του νερού, αντέχει και σε όξινο και σε αλκαλικό περιβάλλον. Οι ρίζες του είναι εδώδιμες.



ΠΑΝΙΔΑ ΤΟΥ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ

Στην περιοχή προστασίας και στην ευρύτερη περιοχή βρίσκουν τροφή και καταφύγιο πολλά είδη της δασικής πανίδας, θηλαστικά, πτερωτά, αμφίβια, ψάρια, ερπετά κλπ.

ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

Τα είδη των μεγάλων θηλαστικών της περιοχής ανέρχονται σε δέκα (10):

Σκαντζόχοιρος, Δασομυωξός, Μυοκάστορας, Κρικοποντικός, Νυφίτσα, Κουνάβι, Ασβός, Αλεπού, Λύκος και Βίδρα.



Για ορισμένα από τα είδη των θηλαστικών απαιτούνται μέτρα προστασίας από την κοινοτική Οδηγία 92/43 και τη Σύμβαση Βέρνης.

Είδη που απαιτούν καθορισμό ειδικών ζωνών προστασίας (Παράρτημα II Οδηγίας 92/43 Ε.Ε.): Λύκος.

Είδη που απαιτούν προστασία (Σύμβαση Βέρνης): Σκαντζόχοιρος, Δασομυωξός, Μυοκάστορας, Νυφίτσα, Κουνάβι και Ασβός.

Είδη που περιέχονται στο Κόκκινο Βιβλίο: Δασομυωξός, Ασβός και Λύκος.

ΑΜΦΙΒΙΑ



Λιμνοβάτραχος (*Rana ridibunda*)

(Έως 13 εκατοστά)

Ένα (1) είδος αμφιβίων παρατηρήθηκε στην περιοχή:
Ο Λιμνοβάτραχος.

Ο λιμνοβάτραχος είναι ο μεγαλύτερος ενδημικός βάτραχος της Ευρώπης με θαμπό καφετί χρώμα και πρασινωπές ραβδώσεις στο πίσω μέρος.

Συνήθως βρίσκεται ανάμεσα στα υδρόβια φυτά.

Διαχειμάζει στο νερό. Εναποθέτει 200-2000 αυγά, σχηματίζοντας συμπαγείς μάζες σε υδρόβια φυτά ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του νερού.

ΕΡΠΕΤΑ

Αμφίβια και ερπετά (ενδημικά, απειλούμενα, σπάνια και προστατευόμενα είδη). Πέντε (5) είδη περιλαμβάνονται στο Παράρτημα της Κοινοτικής Οδηγίας 92/43 ως είδη κοινοτικού ενδιαφέροντος, η διατήρηση των οποίων επιβάλλει τον καθορισμό ζωνών. Όλα τα είδη των ερπετών και των αμφιβίων της περιοχής προστατεύονται από τη Σύμβαση της Βέρνης.

Χελώνες: **Μεσογειακή χελώνα**

Σαύρες: **Σμαραγδόσαυρα**

Φίδια: Πέντε (5) είδη έχουν παρατηρηθεί στην περιοχή : **Τυφλίτης, Σαπίτης, Νερόφιδο, Λιμνόφιδο και Οχιά.**

Νερόφιδο (*Natrix natrix*- Οικογένεια Colubridae)

Έως 200 cm

Το νερόφιδο είναι κοινό φίδι που ζει σε έλη και λίμνες αν και συχνά βγαίνει στην ξηρά, κυρίως μετά τη βροχή. Τρέφεται συνήθως με αμφίβια και ψάρια ενώ όταν απομακρύνεται από το νερό επιτίθεται σε μικρά τρωκτικά και σαύρες. Είναι τελείως ακίνδυνο για τον άνθρωπο. Όταν απειλείται σφυρίζει και βγάζει μια δύσοσμη ουσία. Πέφτει σε χειμερία νάρκη σε τρύπες δίπλα στο νερό.



Αντιπροσωπευτικά είδη



Κύκνος (*Cygnus olor*)

Μόνιμη είναι η παρουσία του κύκνου στον υγρότοπο Άγρα-Βρυττών-Νησίου. Έχει μήκος 1,4-1,5 μ. και άνοιγμα πτερούγων 2,5 μ. Το βάρος ενός ενήλικου ατόμου είναι 10-12 κιλά. Αρχικά το φτέρωμα του είναι γκριζόφαιο και αποκτά το εντυπωσιακό λευκό σε ηλικία 2-3 ετών. Αναπαραγωγικά ωριμάζει μετά από 4 χρόνια και ζει περίπου 30 έτη.



Κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*)

Συχνά "λιάζεται" με ανοιχτές τις πτερούγες. Σε σμήνος πετάει με τεντωμένο λαιμό σε αρμονικούς V σχηματισμούς. Στην Ελλάδα ζει και το συγγενικό είδος "Λαγγόνα", που είναι πιο μικρόσωμη, ενώ αποκλειστικά στη θάλασσα διαβιώνει ο ενδιάμεσος στο μέγεθος συγγενής τους "Θαλασσοκόρακας".



Μικροτσικνιάς (*Ixobrychus minutus*)

Μικροσκοπικός ερωδιός στο μέγεθος του περιστεριού, που συνήθως παραμένει κρυμμένος στις καλάμιές. Ως καλοκαιρινός επισκέπτης φτάνει στον υγρότοπό μας τον Απρίλιο και φεύγει τον Αύγουστο ή το Σεπτέμβριο. Ξεχωρίζει από το σκούρο στέμμα στο κεφάλι του, που έχει στους αρσενικούς απόχρωση πρασινόμαυρη, όπως και στη ράχη. Το σώμα είναι ραβδωτό, ενώ οι φτερούγες έχουν υπόλευκο μπάλωμα. Μόλις νιώσει κίνδυνο, ο μικροτσικνιάς "κοκαλώνει" ανάμεσα στα καλάμια και στέκει σαν στήλη άλατος.



Βαλτόπαπια (*Aythya nyroca*)

Είδος που απειλείται παγκοσμίως με εξαφάνιση. Οι πληθυσμοί της έχουν μειωθεί δραματικά τις τελευταίες δεκαετίες. Ζει και αναπαράγεται και στον υγρότοπο Άγρα-Βρυττών-Νησίου. Ο χρωματισμός της είναι σκούρος καφετής προς το κεραμιδί, σε όλο το σώμα εκτός από την κοιλιά που είναι λευκή και το λευκό κάτω μέρος της ουράς. Το αρσενικό έχει λευκό δακτύλιο στο μάτι, που το ξεχωρίζει από το θηλυκό που το μάτι του είναι καφέ.