

ΔΕΗ Α.Ε.
Δ/ση Υδροηλεκτρικής Παραγωγής

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ
ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
ΤΟΥ Υ/Η ΕΡΓΟΥ ΙΛΑΡΙΩΝΑ**

**ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2009**



**Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)
Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων (ΙΕΥ)**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

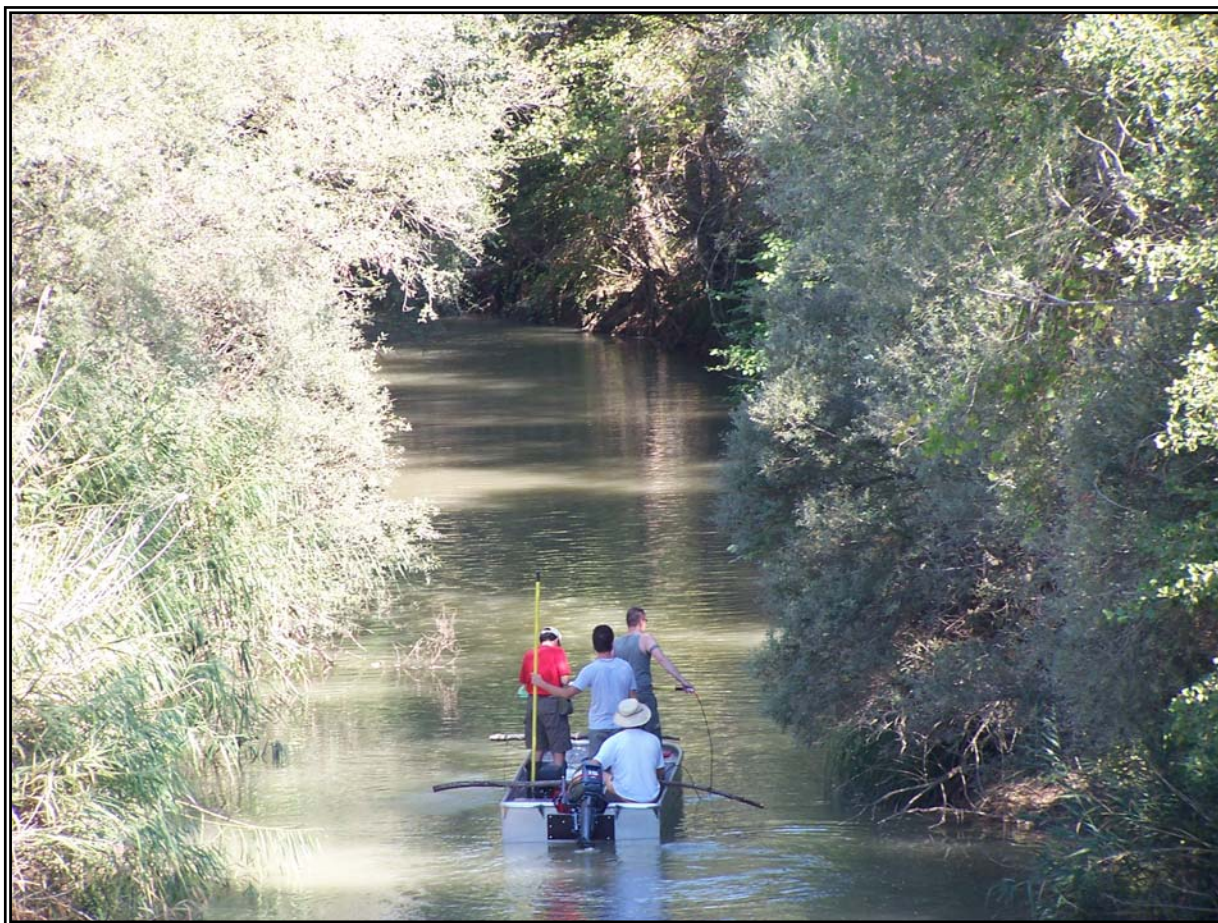
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1.	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	3
1.2.	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΟΡΟΙ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ ΑΝΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΤΟ ΕΛΚΕΘΕ	3
1.3.	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	5
2.	ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ – ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	7
2.1.	ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΣ	7
2.1.1.	Διεθνείς νομοθετικές πρακτικές.....	7
2.1.2.	Νομοθεσίες σχετικές με τα φράγματα στην Ευρώπη.....	7
2.1.3.	Η Οδηγία-Πλαίσιο για το νερό (2000/60/ΕΚ)	8
2.1.4.	Προσδιορισμοί της οικολογικής κατάστασης με βάση την ιχθυοπανίδα σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο	9
2.1.5.	Προβλέψεις της Οδηγίας-Πλαίσιο για τα διαχειριστικά σχέδια λεκανών	10
2.1.6.	Ειδικές ρυθμίσεις της Οδηγίας-Πλαίσιο που αφορούν φράγματα και ταμιευτήρες.....	10
2.1.7.	Άλλες συναφείς διεθνείς και Ευρωπαϊκές ρυθμίσεις.....	12
2.1.8.	Εθνική νομοθεσία σχετικά με φράγματα και ταμιευτήρες	14
2.2.	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	15
2.2.1.	Οικολογικές επιπτώσεις από τη δημιουργία φραγμάτων, θετικές και αρνητικές.....	15
2.2.2.	Επιπτώσεις στους ζώντες οργανισμούς – στρατηγικές για την άμβλυνση των επιπτώσεων	18
2.2.2.1.	Κυριότερα οικολογικά προβλήματα από την κατασκευή ενός φράγματος.....	18
2.2.2.2.	Μέτρα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων.....	20
3.	ΦΡΑΓΜΑΤΑ - ΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ	24
3.1.	ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	24
3.2.	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΗ ΕΡΓΩΝ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ	25
4.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	26
4.1.	ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	26
4.2.	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	26

4.3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ, ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ	30
4.4. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	30
4.5. ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	31
4.5.1. Σχεδιασμός.....	31
4.5.2. Δειγματοληπτικά εργαλεία.....	31
4.5.3. Δειγματοληπτική στρατηγική	35
4.5.4. Διερεύνηση της βιολογίας και οικολογίας των ψαριών του άνω Αλιάκμονα.....	37
4.6. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΙΧΘΥΟΔΕΙΚΤΕΣ	38
4.6.1. Κατανομή πιέσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας.....	39
4.6.2. Αφθονία και κατανομή των ειδών ψαριών - ποιοτική και ποσοτική περιγραφή της ιχθυοπανίδας	40
4.6.3. Βάση δεδομένων	40
4.6.4. Βιοτική τυπολογία.....	40
4.6.5. Συνθήκες αναφοράς	41
4.6.6. Επιλογή ιχθυομετρικών και δημιουργία του ιχθυολογικού δείκτη.....	41
4.6.7. Εφαρμογή του δείκτη και προσδιορισμοί της οικολογικής κατάστασης.....	43
4.7. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΕΝΘΙΚΩΝ ΜΑΚΡΟΑΣΠΟΝΔΥΛΩΝ	43
4.8. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΟΜΗΣ ΠΟΤΑΜΙΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ (RIVER HABITAT SURVEY).....	44
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	45
5.1. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ ΣΤΗΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΙΛΑΡΙΩΝΑ	45
5.1.1. Πηγές ρύπανσης.....	45
5.1.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου	46
5.1.3. Συμπεράσματα	57
5.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ, ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ, ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΤΗΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΙΛΑΡΙΩΝΑ.....	59
5.2.1. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης.....	59
5.2.2. Γεωλογική εξέλιξη της λεκάνης.....	60
5.2.3. Ανάγλυφο και γεωλογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης.....	61
5.2.4. Γεωλογία της υπολεκάνης του Ιλαρίωνα	62

5.2.5. Θέσεις δειγματοληψίας και υδρομετρήσεων	64
5.2.6. Χρήσεις γης στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα	65
5.2.7. Χρήσεις νερού στη λεκάνη του Αλιάκμονα.....	67
5.2.8. Χρήσεις νερού στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα	69
5.2.9. Υδατικό ισοζύγιο υπολεκάνης Ιλαρίωνα	70
5.2.10. Βροχόπτωση στην περιοχή μελέτης.....	72
5.2.11. Παροχή του κύριου ρου στη θέση Ιλαρίωνα.....	74
5.2.12. Ιστορική διακύμανση παροχής.....	75
5.2.13. Μετρήσεις παροχής κατά τη δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2007.....	77
5.2.14. Αναλύσεις ισοτόπων οξυγόνου (δΟ18) κατά τη δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2007 ...	79
5.2.15. Στερεοπαροχή	80
5.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	84
5.3.1. Πλαγκτό	84
5.3.2. Βένθος	85
5.3.3.1. Χλωρίδα - Βλάστηση	87
5.3.3.2. Μανιτάρια-μύκητες.....	90
5.3.4. Ορνιθοπανίδα	91
5.3.4.1. Αρπακτικά πουλιά (Acciptriformes).....	91
5.3.4.2. Πελαργόμορφα Πουλιά (Ciconiiformes).	91
5.3.4.3. Πελεκανόμορφα (Pelecaniformes).....	92
5.3.5. Άλλα Είδη Πανίδας.....	93
5.3.5.1. Μεγάλα Θηλαστικά.....	93
5.3.5.2. Ερπετά και Αμφίβια	95
5.3.6. Ιχθυοπανίδα.....	95
5.4. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	96
5.5. ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	98
5.5.1. Χαρακτήρας, αλιευτικά εργαλεία και στοιχεία παραγωγής.....	98
5.5.2. Εμπλουτισμοί.....	99
5.5.3. Αλιευτικές ρυθμίσεις.....	100
5.5.4. Η ιχθυολογική και αλιευτική κατάσταση της ΤΛ Πολυφύτου	102
5.5.4.1. Σύσταση ιχθυοπληθυσμών στην ΤΛ Πολυφύτου	104
5.5.4.2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά της αλιείας.....	106
5.5.4.3. Σκάφη και αλιευτικά εργαλεία.....	106

5.5.4.4. Αλιευόμενα είδη και αλιευτική παραγωγή – διάθεση παραγωγής.....	107
5.6. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	109
5.7. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΥΤΟΧΘΟΝΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΤΟΥ ΑΝΩ ΡΟΥ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ.....	117
5.8. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ.....	117
5.8.1 Αυτόχθονα και εισαχθέντα είδη - προέλευση και γεωγραφική εξάπλωση των αυτόχθονων ειδών.....	117
5.8.2. Η ιχθυοπανίδα του άνω ρου του Αλιάκμονα – ομοιότητες και διαφορές με την ιχθυοπανίδα του κάτω ρου.....	121
5.8.3. Μορφές ενδημισμού και καθεστώς προστασίας.....	127
5.9. ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΟΥ ΑΝΩ ΡΟΥ.....	129
5.9.1. Χωρικά και χρονικά "πρότυπα" κατανομής των ειδών ψαριών και των ιχθυοσυναθροίσεων.....	129
5.9.2. Σταθμοί ποσοτικής δειγματοληψίας.....	130
5.9.3. Κατανομή των ειδών στην περιοχή έρευνας.....	133
5.9.4. Κατά μήκος σύνθεση του αλιεύματος.....	138
5.9.5. Κατανομή, σύσταση και αφθονία των ιχθυοσυναθροίσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας.....	141
5.10. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	148
5.10.1. Υποστηρικτικές δράσεις.....	148
5.10.1.1. Οι σημαντικότερες πιέσεις στη λεκάνη - καταγραφή πιέσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας.....	148
5.10.1.2. Κατάταξη των ειδών σε οικολογικούς θώκους.....	155
5.10.2. Οριοθέτηση περιοχών ιχθυολογικής ομοιογένειας – Βιοτική τυπολογία.....	159
5.10.2.1. Ποιοτική προσέγγιση.....	160
5.10.2.2. Ποσοτική προσέγγιση.....	176
5.10.3. Συνθήκες αναφοράς.....	185
5.10.4. Επιλογή και έλεγχος των μετρικών.....	188
5.10.5. Βαθμονόμηση των μετρικών - Ανάπτυξη του ιχθυολογικού δείκτη.....	201
5.11. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ.....	204
5.12 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΟΜΗΣ ΠΟΤΑΜΙΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ (RIVER HABITAT SURVEY, RHS).....	216

5.13. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΕΝΘΙΚΩΝ ΜΑΚΡΟΑΣΠΟΝΔΥΛΩΝ.....	220
5.14. ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	223
6. ΣΥΝΟΨΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	227
6.1. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ.....	228
6.2. ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ.....	230
6.3. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	231
6.4. ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	233
6.5. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	234
6.6. ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	236
7. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΑΝΟΡΘΩΤΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ	238
7.1. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ.....	238
7.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	242
7.2.1. Προστασία των αυτόχθονων ειδών και της φυσικής ιχθυοποικιλότητας	243
7.2.2. Αλιευτική προστασία και αειφόρος αλιευτική διαχείριση.....	247
7.2.3. Οικολογική αποκατάσταση της περιοχής εκβολών Αλιάκμονα στην Τ.Λ. Πολυφύτου	248
7.2.4. Δημιουργία Μικρών Περιφερειακών Υγροτόπων για την υποστήριξη της παρόχθιας και υγροτοπικής βιοποικιλότητας	249
7.2.5. Μέτρα αποφυγής της εισαγωγής ξενικών ειδών	252
7.3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	252
7.4. ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΑ ΜΕΤΡΑ Δ.Ε.Η.....	254
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	258
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	1
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	17



Συγγραφική Ομάδα

Δρ. Αλκιβιάδης Οικονόμου, Δρ. Σταμάτης Ζόγκαρης, Δρ. Γιώργος Χατζηνικολάου,
Σοφία Γιακουμή, Βασίλης Τάχος, Λεωνίδας Βαρδάκας, Δρ. Νικόλαος Σκουλικίδης,
Δρ. Ηλίας Δημητρίου, Ηλίας Μουσούλης, Έλενα Οικονόμου.

Ιανουάριος 2009

Ερευνητική Ομάδα

- Δρ. Α. Οικονόμου (Υδροβιολόγος – Ιχθυολόγος): Επιστημονικός υπεύθυνος
- Δρ. Σ. Ζόγκαρης (Γεωγράφος – Βιολόγος): Επιστημονικός συνυπεύθυνος
- Σ. Γιακουμή (Τεχνολόγος Ιχθυολόγος): Διοικητική & οικονομική διαχείριση έργου, Επιμέλεια έκδοσης
- Δρ. Γ. Χατζηνικολάου (Βιολόγος – Περιβαλλοντολόγος): Δημιουργία βάσης δεδομένων, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS), στατιστική επεξεργασία δεδομένων, βενθικά μακροασπόνδυλα
- Β. Τάχος (Γεωπόνος – Ιχθυολόγος): Συντονισμός εργασιών πεδίου και επεξεργασία δεδομένων
- Uwe Dussling (Ιχθυολόγος): Τεχνική υποστήριξη, κατασκευή σκάφους και συσκευής δειγματοληψίας, μεθοδολογία δειγματοληψιών, έρευνα πεδίου
- Guido Dalüge (Τεχνικός δειγματοληψιών): Τεχνική υποστήριξη, χειρισμός σκάφους και έρευνα πεδίου
- Δρ. Ν. Σκουλικίδης (Γεωλόγος): Υδρογεωχημική έρευνα
- Δρ. Η. Δημητρίου (Υδρογεωλόγος): Υδρογεωλογική έρευνα, χρήσεις γής
- Η. Μουσουλής (Υδρολόγος – Περιβαλλοντολόγος): Υδρολογική έρευνα
- Ε. Οικονόμου (Φοιτήτρια Παν. Πειραιά): Υποστήριξη οικονομικής διαχείρισης και επιμέλειας έκδοσης
- Λ. Βαρδάκας (Τεχνολόγος Αλιείας): Ιχθυολογικές δειγματοληψίες, επεξεργασία δεδομένων
- Δρ. Α. Διαπούλης (Φυσιογνώστης): Υδρόβια βλάστηση
- Δ. Κομματάς (Τεχνολόγος Αλιείας): Εισαγωγή δεδομένων στην βάση και επεξεργασία
- Ν. Κούτσικος (Τεχνολόγος Αλιείας): Εισαγωγή δεδομένων στην βάση και επεξεργασία
- Η. Μπερταχάς (Χημικός περιβάλλοντος): Εργαστηριακές χημικές αναλύσεις
- Δρ. Μ. Στουμπούδη (Ιχθυολόγος): Ιχθυολογική έρευνα
- Ρ. Μπαρμπιέρι (Ιχθυολόγος): Ιχθυολογική έρευνα
- Δρ. Ε. Καλογιάννη (Βιολόγος): Βιολογική έρευνα
- Ε. Κολόμπαρη (Τεχνολόγος Ιχθυολόγος): Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
- Γ. Αμαξίδης (Γεωλόγος): Υδρογεωλογική έρευνα
- Α. Ανδριοπούλου (Τεχνολόγος Ιχθυολόγος): Επεξεργασία δειγμάτων βενθικών μακροασπονδύλων
- Μ. Κουτσοδήμου (Τεχνολόγος Ιχθυολόγος): Βιολογική έρευνα
- Θ. Κουβαρντά (Τεχνολόγος Ιχθυολόγος): Βιολογική έρευνα
- Κ. Γκριτζαλης (Βιολόγος): Βενθικά μακροασπόνδυλα
- Σ. Λάσχου (Χημικός): Εργαστηριακές χημικές αναλύσεις
- Α. Καντζούρη (Σπουδάστρια ΤΕΙ): Επεξεργασία δειγμάτων μακροασπονδύλων
- Π. Μπαρμπούδη (Σπουδάστρια ΤΕΙ): Έρευνα μακροασπονδύλων
- Ε. Σμέτη (Βιολόγος): Ιχθυολογική έρευνα
- Δ. Τραγάκη (Περιβαλλοντολόγος): Βιολογική έρευνα
- Κ. Ντεμίρη (Διαχείριση Περιβάλλοντος): Βιολογική έρευνα
- Α. Χασόγιας (Σπουδαστής ΤΕΙ): Χημικές αναλύσεις

Κατά τις δειγματοληψίες του μηνός Σεπτεμβρίου 2007 μετείχε εθελοντικά ο Γ. Καπάκος.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αντικείμενο και στόχοι του έργου

Το έργο «Μελέτη της ιχθυοπανίδας και προτάσεις για τη διατήρησή της στην περιοχή κατασκευής του υδροηλεκτρικού έργου Ιλαρίωνα» ανατέθηκε από τη ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε.) στο Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων (Ι.Ε.Υ) του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.). Αντικείμενο του έργου είναι ποιοτική και ποσοτική περιγραφή της ιχθυοπανίδας του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα. Στόχοι του έργου είναι (α) η ανάπτυξη μίας ιχθυολογικής μεθόδου χαρακτηρισμού της οικολογικής κατάστασης ποτάμιων σωμάτων και η εφαρμογή της στις υδρολογικές λεκάνες του άνω Αλιάκμονα, και (β) η αξιοποίηση των ιχθυολογικών δεδομένων και προσδιορισμών της οικολογικής κατάστασης προκειμένου να διερευνηθούν οι επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα από την κατασκευή φράγματος στην περιοχή της μονής Οσίου Ιλαρίωνα στα όρια του Δήμου Αιανής Κοζάνης και να διατυπωθούν προτάσεις για δράσεις άμβλυνσης αυτών των επιπτώσεων στους ιχθυοπληθυσμούς.

Οι δειγματοληπτικές και αναλυτικές διαδικασίες που ακολουθήθηκαν κατά την εκτέλεση του έργου είναι εναρμονισμένες με τις απαιτήσεις της Οδηγίας-Πλαίσιο για το νερό (2000/60/ΕΚ). Η Οδηγία είναι υποχρεωτική για όλα τα κράτη-μέλη και ορίζει, μεταξύ άλλων, στόχους, κριτήρια και μηχανισμούς προσδιορισμού και παρακολούθησης της «οικολογικής κατάστασης» των υδάτινων σωμάτων, περιλαμβανομένων των ισχυρά τροποποιημένων και τεχνητών σωμάτων. Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία δειγματοληψιών και οι επεξεργασίες των δεδομένων είναι συμβατές με τις διατάξεις της Οδηγίας όσο αφορά:

- την ποιοτική και ποσοτική περιγραφή της ιχθυοπανίδας
- τις μετρούμενες φυσικοχημικές και υδρολογικές παραμέτρους
- το χαρακτηρισμό των πιέσεων
- τον τρόπο προσδιορισμού της οικολογικής κατάστασης και του οικολογικού δυναμικού
- την εγκατάσταση δικτύου σταθμών μόνιμης παρακολούθησης

Οι παραπάνω δράσεις σχετίζονται άμεσα με το αντικείμενο του έργου όπως περιγράφεται στη σύμβαση ανάθεσης του έργου στο ΕΛΚΕΘΕ. Επί πλέον, για μία ολοκληρωμένη προσέγγιση του θέματος της οικολογικής κατάστασης στα πρότυπα της οδηγίας 2000/60Κ/ΕΕ, έγιναν δειγματοληψίες μακροασπονδύλων στο κύριο τμήμα του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα και σε ορισμένους σημαντικούς παραπόταμους. Τα δείγματα αναλύθηκαν με καθιερωμένες τεχνικές προκειμένου να γίνει χαρακτηρισμός της οικολογικής κατάστασης με μία διαφορετική μεθοδολογία. Παράλληλα, έγινε καταγραφή – εκτίμηση του χαρακτήρα και της ποιότητας της φυσικής δομής του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα χρησιμοποιώντας το Σύστημα Εκτίμησης Δομής Ποτάμιων Ενδιαιτημάτων (River Habitat Survey, RHS).

1.2. Ιστορικό και όροι της σύμβασης ανάθεσης του έργου στο ΕΛΚΕΘΕ

Η κατασκευή του ΥΗΕ Ιλαρίωνα είχε ενταχθεί στις προτεραιότητες του προγράμματος ενεργειακής ανάπτυξης της ΔΕΗ της περιόδου 1990-1994. Στα πλαίσια της υλοποίησης του προγράμματος αυτού η ΔΕΗ ανέθεσε στο γραφείο μελετών «ΤΟΠΙΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΕ» τη σύνταξη μελέτης διερεύνησης των επιπτώσεων της κατασκευής του φράγματος του Ιλαρίωνα στο περιβάλλον. Η μελέτη συντάχθηκε και υποβλήθηκε στη ΔΕΗ, ωστόσο απαιτήθηκε η

αναπροσαρμογή της γιατί μετά την υποβολή της μελέτης εκδόθηκε η Κ.Υ.Α. 69269/5387/25.10.90 που καθιέρωσε προδιαγραφές για τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η αναπροσαρμοσμένη μελέτη ολοκληρώθηκε το 1994 (ΔΕΗ 1994). Σημειώνεται ότι όσο αφορά την ιχθυοπανίδα, η μελέτη δεν στηρίχθηκε σε δειγματοληπτικά ή πρόσφατα δημοσιευμένα ιχθυολογικά δεδομένα και κάνει μόνο μία γενική αναφορά σε μερικά είδη ψαριών που απαντούν στον Αλιάκμονα. Ωστόσο, η μελέτη επισημαίνει μερικά από τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν στην ιχθυοπανίδα από την κατασκευή του φράγματος και του ταμιευτήρα (π.χ. διακοπή ελευθεροεπικοινωνίας, μεταβολή των ενδιαιτημάτων για αρκετά είδη) και κάνει προτάσεις για πιθανές δράσεις διορθωτικού χαρακτήρα (κατασκευή ιχθυογεννητικού σταθμού, εμπλουτισμοί με νέα είδη και μέτρα αλιευτικής διαχείρισης και ιχθυολογικής αξιοποίησης του ταμιευτήρα). Στην μελέτη δεν εξειδικεύονται οι τρόποι, τα κριτήρια και οι προϋποθέσεις για την υλοποίηση αυτών των δράσεων και προτείνεται η ανάθεση ειδικής ιχθυολογικής μελέτης που θα απαντά σε συγκεκριμένα ερωτήματα, όπως το πως θα αποκατασταθεί η διαμήκης συνεκτικότητα της επικοινωνίας και με ποια ψάρια θα πρέπει εμπλουτισθεί ο ταμιευτήρας.

Στη συνέχεια η ΔΕΗ άρχισε τις εργασίες υλοποίησης του έργου ενώ παράλληλα συντάχθηκε μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας. Ωστόσο, υπήρξε καθυστέρηση στην έγκριση της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στην έκδοση των περιβαλλοντικών όρων, λόγω ενστάσεων και διευκρινήσεων που απαιτήθηκαν από τις αρμόδιες Υπηρεσίες. Για το λόγο αυτό η ΔΕΗ ανέθεσε στο γραφείο μελετών «ΤΟΠΙΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΕ» τη σύνταξη μελέτης επικαιροποίησης των στοιχείων της αρχικής μελέτης.

Η μελέτη επικαιροποίησης παραδόθηκε το Δεκέμβριο 2002 (ΔΕΗ 2002). Σε σχέση με την αρχική μελέτη, εδώ γίνεται μία πληρέστερη αναφορά στις πιθανές επιπτώσεις της κατασκευής του φράγματος και του ταμιευτήρα στα οικοσυστήματα και στην ιχθυοπανίδα ειδικότερα (αλλοιώσεις στα υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ποταμού, μεταβολή του καθεστώτος παραγωγικότητας, διακοπή μεταναστευτικών κινήσεων των ψαριών, καταστροφή ορισμένων τύπων ενδιαιτημάτων, καταστροφή αναπαραγωγικών πεδίων, αλλαγή στη σύνθεση και αφθονία της ιχθυοπανίδας, κλπ.). Ωστόσο, πάλι δεν προτείνονται ειδικά μέτρα για τη διατήρηση ή αποκατάσταση της ιχθυοπανίδας. Απλώς μόνο περιγράφονται οι διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης ή περιορισμού των επιπτώσεων από τη δημιουργία φραγμάτων σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική (π.χ. τεχνητοί εμπλουτισμοί, διατηρητέα παροχή, εναλλακτικές τεχνικές δημιουργίας ιχθυοδιαδρόμων).

Η παραπάνω μελέτη κάνει ειδική και εκτενή αναφορά στην ανάγκη εγκατάστασης ειδικού προγράμματος μόνιμης περιβαλλοντικής παρακολούθησης, που θα παρέχει την απαραίτητη πληροφορία για την αξιολόγηση της κατάστασης του οικοσυστήματος, θα τεκμηριώνει τις αλλαγές λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων και θα προσανατολίζει το σύστημα διαχείρισης γης, νερού και οικοσυστημάτων.

Στις 30 Ιουνίου 2003 εκδόθηκε η Κοινή Απόφαση 130437 των Υπ. ΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Ανάπτυξης, Υπ. Γεωργίας και Υπ. Πολιτισμού που θεσπίζει περιβαλλοντικούς όρους για την κατασκευή και λειτουργία του Υδροηλεκτρικού έργου Ιλαρίωνα. Σχετικά με την ιχθυοπανίδα η Απόφαση προβλέπει την εκπόνηση, με την έναρξη κατασκευής του έργου, και την ολοκλήρωση πριν από την έναρξη λειτουργίας του, Ειδικής Τεχνικής Μελέτης Εφαρμογής «για τους τρόπους διατήρησης της ιχθυοπανίδας (π.χ. δυνατότητα ελευθεροεπικοινωνίας για τα είδη που αυτό είναι εφικτό, τον τεχνητό εμπλουτισμό με την παραγωγή γόνου από εκκολαπτήρια, τον έλεγχο της αλιείας)». Επίσης, η Απόφαση επιβάλλει στον φορέα λειτουργίας του έργου την υποχρέωση να σχεδιάσει και υλοποιήσει με τη συνεργασία επιστημονικών φορέων πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης των φυσικοχημικών παραμέτρων στον ταμιευτήρα του Ιλαρίωνα, των αλλαγών

στο μικροκλίμα της περιοχής και στην χλωρίδα και πανίδα, της οικολογικής κατάστασης κατάντη του φράγματος και ανάντη του ταμιευτήρα, κλπ.

Η ΔΕΗ ήλθε σε επικοινωνία με το ΙΕΥ (ΕΛΚΕΘΕ) προκειμένου να διερευνήσει την προοπτική ανάληψης της ιχθυολογικής μελέτης από τον τελευταίο φορέα. Το ΙΕΥ, αφού μελέτησε τους όρους της Κοινής Απόφασης, θεώρησε ότι απαιτείται ιχθυολογική έρευνα που θα προσφέρει τα απαραίτητα βιολογικά δεδομένα για την υλοποίηση των προτεινόμενων δράσεων ή θα διατυπώνει προτάσεις για εναλλακτικές δράσεις. Επίσης, πρότεινε στη ΔΕΗ τη διεύρυνση των στόχων της μελέτης η οποία, πέρα από την ικανοποίηση των περιβαλλοντικών όρων που τέθηκαν για το συγκεκριμένο υδροηλεκτρικό έργο, θα συγκεντρώσει επίσης την απαραίτητη πληροφορία για τη δημιουργία ενός προγράμματος παρακολούθησης της ιχθυοπανίδας. Προκειμένου να επιτευχθεί εναρμόνιση με τη νέα πολιτική της ΕΕ για το νερό, το πρόγραμμα αυτό πρέπει να προβλέπει μεθοδολογίες και διαδικασίες συμβατές με τις διατάξεις της Οδηγίας-Πλαίσιο για το νερό (2000/60/ΕΚ).

Τα παραπάνω συμφωνήθηκαν από τους δύο φορείς. Στις 13 Νοεμβρίου υπογράφηκε η σχετική σύμβαση και έγινε έναρξη των εργασιών. Στο Αντικείμενο της Σύμβασης αναφέρεται η υποχρέωση του ΕΛΚΕΘΕ «να παραδώσει μελέτη της ιχθυοπανίδας του ποταμού Αλιάκμονα στην περιοχή κατασκευής του φράγματος Ιλαρίωνα, με σκοπό να προβλεφθούν δράσεις διατήρησης της ιχθυοπανίδας (π.χ. δυνατότητα ελευθεροεπικοινωνίας για τα είδη εάν και όπου αυτό είναι εφικτό, τον τεχνητό εμπλουτισμό με την παραγωγή γόνου από εκκολαπτήρια, την θέσπιση κανονισμών αλιείας, κλπ.)». Πέραν των ανωτέρω, το ΕΛΚΕΘΕ συγκέντρωσε ιχθυολογικά και άλλα οικολογικά δεδομένα που επιτρέπουν (α) το σχεδιασμό και εγκατάσταση ενός προγράμματος βιολογικών δειγματοληψιών, σύμφωνα με τις αρχές και μεθοδολογίες που επιβάλλονται από την εθνική και κοινοτική νομοθεσία (Οδηγία 2000/60/ΕΚ), και (β) τη δημιουργία ενός συστήματος ταξινόμησης και εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων τόσο στην περιοχή όσο και ανάντη του φράγματος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας-Πλαίσιο.

1.3. Ανασκόπηση της πορείας του έργου

Το έργο, συνολικής διάρκειας 26 μηνών (2 μήνες παράταση), άρχισε το Νοέμβριο του 2006 και οι εργασίες του κατανεμήθηκαν σε τρεις φάσεις:

- 1. Αποτύπωση της σημερινής κατάστασης - Εγκατάσταση δικτύου σταθμών δειγματοληψίας*
- 2. Διενέργεια δειγματοληψιών και μετρήσεων - Ανάλυση δεδομένων, περιγραφή της ιχθυοπανίδας και επιλογή ιχθυολογικών μετρικών*
- 3. Οικολογική ταξινόμηση - Κατάρτιση σχεδίου παρακολούθησης - Προτάσεις για μέτρα αλιευτικής αξιοποίησης και διαχείρισης*

Τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης παρουσιάστηκαν στην 1^η Ενδιάμεση Έκθεση Προόδου που παραδόθηκε τον Μάρτιο 2007. Στην έκθεση αυτή περιλαμβάνονται δεδομένα για τα βιολογικά, ιχθυολογικά, υδρολογικά, φυσικοχημικά και άλλα οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής έρευνας που συγκεντρώθηκαν από τη βιβλιογραφία, μελέτες, υπηρεσίες και τοπικούς φορείς. Δίνεται επίσης περιγραφή των κυριότερων ανθρωπογενών πιέσεων που ασκούνται στο σύστημα. Στην έκθεση περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της διερεύνησης του νομοθετικού πλαισίου που διέπει τη δημιουργία και διαχείριση φραγμάτων και ταμιευτήρων στην Ελλάδα και διεθνώς και περιγράφονται οι ρυθμίσεις της Οδηγίας-Πλαίσιο για το νερό (2000/60/ΕΚ) σχετικά με την εκμετάλλευση και διαχείριση των υδάτινων πόρων. Δίνεται έμφαση στην περιγραφή των ρυθμίσεων που αφορούν τεχνητά και τροποποιημένα υδάτινα σώματα, ιδίως όσο αφορά τον χαρακτηρισμό του «μέγιστου» και του «καλού» οικολογικού δυναμικού και τους μηχανισμούς

παρακολούθησης της οικολογικής κατάστασης. Ένα τμήμα της έκθεσης περιγράφει τις σημαντικότερες επιπτώσεις από την κατασκευή φραγμάτων στην ιχθυοπανίδα και άλλες βιοτικές ομάδες, καθώς και τα μέτρα και τις τεχνικές για την άμβλυση αυτών των επιπτώσεων, όπως προκύπτουν από τη διεθνή εμπειρία και πρακτική. Τέλος, στην έκθεση δίνονται τα αποτελέσματα μίας προκαταρκτικής επίσκεψης στην περιοχή έρευνας που έγινε προκειμένου να εντοπιστούν αντιπροσωπευτικές θέσεις δειγματοληψίας και να καθοριστεί το δίκτυο σταθμών της ιχθυολογικής έρευνας.

Οι εργασίες της δεύτερης φάσης περιέλαβαν τη διενέργεια δειγματοληψιών, καταγραφών και μετρήσεων στο πεδίο, την επεξεργασία των δεδομένων, την ποσοτική και ποιοτική περιγραφή της ιχθυοπανίδας και την επιλογή κατάλληλων ιχθυολογικών μετρικών για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης. Σύμφωνα με τους όρους ανάθεσης της μελέτης, η περιγραφή των μεθοδολογιών δειγματοληψίας και μετρήσεων/καταγραφών βιοτικών και αβιοτικών δεδομένων παρουσιάστηκαν σε Τεχνική Έκθεση η οποία υποβλήθηκε τον Οκτώβριο 2007. Στην έκθεση αυτή δίνεται αναλυτική περιγραφή των δειγματοληπτικών και καταγραφικών εργαλείων καθώς και των πρωτοκόλλων εργασιών πεδίου. Τέλος, περιγράφηκαν οι διαδικασίες για την κατάρτιση του δικτύου σταθμών δειγματοληψίας. Ο κύριος όγκος των αποτελεσμάτων της δεύτερης φάσης παρουσιάστηκε στη 2^η Ενδιάμεση Έκθεση Προόδου που υποβλήθηκε τον Μάιο του 2008. Σε αυτήν περιγράφονται η οργάνωση των δεδομένων της έρευνας σε Βάση Δεδομένων και οι στατιστικοί και άλλοι τρόποι επεξεργασίας τους. Στα αποτελέσματα περιλαμβάνονται: ανάλυση των υδρολογικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών της περιοχής έρευνας, διερεύνηση της κατανομής πιέσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας, περιγραφή των ιχθυολογικών συναθροίσεων, υπολογισμοί αφθονίας και απεικόνιση της γεωγραφικής κατανομής των ειδών ψαριών, μελέτη της διαμήκου ιχθυολογικής ζώνωσης, περιγραφή των βιολογικών χαρακτηριστικών και των οικολογικών απαιτήσεων των ειδών, διερεύνηση των αβιοτικών παραγόντων που επηρεάζουν τη σύσταση των τοπικών ιχθυοκοινωνιών και την κατανομή των συναθροίσεων, ένα τυπολογικό σχήμα που ομαδοποιεί περιοχές ιχθυολογικής ομοιογένειας, ο προσδιορισμός των ιχθυολογικών συνθηκών αναφοράς, και μία προκαταρκτική επιλογή των ιχθυολογικών μετρικών που απαρτίζουν το δείκτη χαρακτηρισμού της οικολογικής κατάστασης των ποτάμιων τμημάτων που καλύφθηκαν από την έρευνα. Παρουσιάζονται, επίσης, τα αποτελέσματα της έρευνας βενθικών μακροασπονδύλων και της εκτίμησης της δομής ποτάμιων ενδιαιτημάτων με τη μέθοδο RHS.

Τέλος, κατά την τρίτη φάση, ολοκληρώθηκαν οι εξής εργασίες: οριστικοποίηση των ιχθυολογικών μετρικών και δημιουργία του δείκτη χαρακτηρισμού της οικολογικής κατάστασης, οικολογική ταξινόμηση των υδάτινων σωμάτων της ευρύτερης περιοχής έρευνας, εκτιμήσεις για το βαθμό διαταραχής των ιχθυοκοινοτήτων από τα υφιστάμενα φράγματα και ειδικότερα στην περιοχή που αναμένεται να επηρεασθεί από την κατασκευή του φράγματος του Ιλαρίωνα, ο ιχθυολογικός προσδιορισμός του «μέγιστου οικολογικού δυναμικού» στην περιοχή κατάκλυσης, και ο σχεδιασμός ενός δικτύου σταθμών συνεχούς παρακολούθησης μαζί με τα σχετικά μεθοδολογικά πρωτόκολλα. Στα παραδοτέα της φάσης αυτής περιλαμβάνονται προτάσεις για δράσεις άμβλυσης των επιπτώσεων από την κατασκευή του φράγματος του Ιλαρίωνα στους ιχθυοπληθυσμούς. Η παρούσα έκθεση (Τελική Έκθεση) παρουσιάζει τα αποτελέσματα των εργασιών αυτής της φάσης. Ωστόσο, κρίνεται σκόπιμο, για λόγους πληρότητας και συνέχειας, να περιληφθούν και τα κυριότερα αποτελέσματα των προηγούμενων φάσεων, ώστε η έκθεση αυτή να παρουσιάζει μία ολοκληρωμένη εικόνα των εργασιών και αποτελεσμάτων του έργου. Θεωρούμε ότι εκτός από την ικανοποίηση των συμβατικών υποχρεώσεων του ΕΛΚΕΘΕ απέναντι στη ΔΕΗ σε σχέση με τους στόχους του παρόντος έργου, η Τελική Έκθεση παρέχει χρήσιμη βιολογική πληροφορία για τη κατάρτιση των «διαχειριστικών σχεδίων λεκανών απορροής ποταμών» που προβλέπονται από την Οδηγία-Πλαίσιο για το νερό.

2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ – ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

2.1. Νομοθεσία σχετικά με φράγματα και ταμιευτήρες στην Ελλάδα και διεθνώς

2.1.1. Διεθνείς νομοθετικές πρακτικές

Σε αρκετές ανεπτυγμένες χώρες, και ιδιαίτερα σε εκείνες όπου η δημιουργία φραγμάτων αποτελεί παράδοση εδώ και πολλές δεκαετίες, υπάρχουν διάφοροι νόμοι που καθορίζουν τόσο τη σκοπιμότητα και τα κριτήρια που απαιτούνται για την έγκριση, όσο και τις διαδικασίες για την κατασκευή και λειτουργία τέτοιων πολύπλοκων έργων υποδομής. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι στις ΗΠΑ τέτοιοι νόμοι και κανονιστικές διατάξεις έχουν καθοριστεί τόσο από την ομοσπονδιακή κυβέρνηση όσο και τις νομοθεσίες της κάθε πολιτείας ξεχωριστά.

Στον Καναδά, επίσης μια χώρα με παράδοση στα μεγάλα φράγματα, υπάρχουν διάφορες νομοθεσίες τις οποίες θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη. Η εφαρμογή τους βρίσκεται υπό την εποπτεία της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος του Καναδά, η οποία μάλιστα έχει τη δυνατότητα να ελέγχει ακόμη και αποφάσεις που ψηφίζονται από το Κοινοβούλιο του κράτους του Καναδά (Golder Associates Ltd 2002). Συνοπτικά, οι κύριες νομοθετικές πράξεις που εφαρμόζονται στον Καναδά κατά την κατασκευή φραγμάτων είναι η νομοθεσία περιβαλλοντικής εκτίμησης, η νομοθεσία περί των υδάτων, οι νομοθετικές συνθήκες για την αλιεία και τα μεταναστευτικά πουλιά, η νομοθεσία για τα κινδυνεύοντα είδη και τέλος η νομοθεσία προστασίας αξιόπλοων υδάτων.

Σε κάθε περίπτωση και ειδικότερα στις ΗΠΑ, μέσα από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, προκύπτει ότι σε τέτοιου είδους έργα συνήθως υπεισέρχονται αρκετές διαφορετικές νομοθεσίες, είτε εθνικές είτε σε υλοποίηση διεθνών συνθηκών, που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση της άγριας φύσης και πανίδας, τη διαχείριση φυσικών πόρων, απαλλοτριώσεων κλπ. Για παράδειγμα, πολλές φορές επιβάλλεται στους κατασκευαστές φραγμάτων ο όρος της κατασκευής ιχθυοδιαδρομών που εξασφαλίζουν την μετακίνηση των υδρόβιων οργανισμών που παρουσιάζουν μεταναστευτική συμπεριφορά. Εάν αυτό δεν είναι τεχνικά δυνατό, οι κατασκευαστές πρέπει να εξασφαλίσουν άλλους τρόπους μετακίνησης των οργανισμών ή ακόμα και να δημιουργήσουν εκκολαπτήρια για την παραγωγή γόνου των μεταναστευτικών ειδών ή των ειδών που η αφθονία τους επηρεάζεται αρνητικά από το φράγμα.

2.1.2. Νομοθεσίες σχετικές με τα φράγματα στην Ευρώπη

Μέχρι σχετικά πρόσφατα, στην Ευρώπη δεν υπήρχε κοινό νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών και άλλων ζητημάτων (π.χ. ασφάλεια, διαχείριση) που σχετίζονται με τη κατασκευή και λειτουργία φραγμάτων. Κάθε χώρα είχε τους δικούς της νόμους και κανονιστικές διατάξεις που σε πολλές περιπτώσεις διέφεραν από περιοχή σε περιοχή της χώρας. Στην Αυστρία, για παράδειγμα, οι ρυθμίσεις σχετικά με τα φράγματα διέπονταν από τον Ομοσπονδιακό Νόμο για το νερό, ενώ στη Γερμανία κάθε ομόσπονδο κρατίδιο είχε το δικό του Νόμο για το Νερό.

Επίσης, στις περισσότερες χώρες δεν υπήρχε ειδική εθνική νομοθεσία για τα φράγματα. Οι προβλεπόμενες ρυθμίσεις ήταν απορροή ενός συμπλέγματος εθνικών νόμων, κανονιστικών διατάξεων και διεθνών συμβάσεων που μπορούσαν να διαφέρουν (και διαφέρουν ακόμα) αναφορικά με το σκοπό (π.χ. ενέργεια, ναυσιπλοΐα, άρδευση, αναψυχή) και το μέγεθος και τεχνικά

χαρακτηριστικά του φράγματος. Έτσι, στο κρατίδιο του Βόρειου Ρήνου-Βεστφαλίας ο Νόμος για το Νερό καλύπτει τα φράγματα με ύψος πάνω από 5 m, στη Γαλλία υπάρχει ειδική νομοθεσία για φράγματα άνω των 20 m, ενώ στην Ολλανδία οι κανονισμοί για την ασφάλεια εφαρμόζονται μόνο για φράγματα άνω των 3 m.

2.1.3. Η Οδηγία-Πλαίσιο για το νερό (2000/60/ΕΚ)

Τα προβλήματα που σχετίζονται με τη δημιουργία και λειτουργία των φραγμάτων αποτελούν μέρος μόνο των προβλημάτων που σχετίζονται με την εκμετάλλευση και διαχείριση των υδάτινων πόρων. Η ανάγκη μιας σφαιρικής αντιμετώπισης όλων αυτών των προβλημάτων οδήγησε το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στην έκδοση, στις 22.12.2000, της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ για το νερό. Στην ουσία πρόκειται για μία υπεροδηγία που ενσωματώνει ή αντικαθιστά παλαιότερες Οδηγίες και Κανονισμούς που αφορούσαν το νερό, εισάγει πολλές νέες ρυθμίσεις και απαιτεί εναρμόνιση των Οδηγιών που παραμένουν με τις διατάξεις της. Η Οδηγία έχει ισχυρά οικολογικό προσανατολισμό, και ενώ επικεντρώνεται σε θέματα διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων, δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στην περιβαλλοντική διάσταση των χρήσεων του νερού και στην ανάγκη διατήρησης της ακεραιότητας των οικοσυστημάτων.

Η Οδηγία είναι υποχρεωτική για όλα τα κράτη-μέλη και σηματοδοτεί την έναρξη μίας νέας εποχής στις πολιτικές της ΕΕ για το νερό και το περιβάλλον. Από τη μία πλευρά, θεσπίζει ενιαίο κοινοτικό νομοθετικό και πολιτικό πλαίσιο για την ολοκληρωμένη διαχείριση και την προστασία των εσωτερικών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων υδάτων των χωρών με κοινές αρχές και μέσα. Το πλαίσιο αυτό δημιουργεί συνεκτικότητα στην πολιτική της διαχείρισης των υδατικών πόρων, που μέχρι τότε ήταν αποσπασματική, και πολλές φορές είχε επικριθεί σαν αναποτελεσματική, λόγω προβλημάτων εφαρμογής ρυθμίσεων για το περιβάλλον και δυσκολιών εναρμόνισης της πολιτικής του περιβάλλοντος με τις αναπτυξιακές πολιτικές (γεωργία, αλιεία, ενέργεια, επικοινωνίες, τουρισμός, κλπ.). Μία βασική καινοτομία είναι ότι οι αποφάσεις διαχείρισης θα βασίζονται σε διαχειριστικά σχέδια λεκανών απορροής που πρέπει να καταρτισθούν για κάθε λεκάνη.

Από την άλλη πλευρά, το αντικείμενο της διαχείρισης διευρύνεται ώστε να περιλάβει και τα οικοσυστήματα που συνδέονται με επιφανειακά νερά, η διατήρηση της καλής κατάστασης των οποίων αποτελεί πρωτεύοντα στόχο μίας αναπτυξιακής πολιτικής που δεν συγκρούεται με το περιβάλλον. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι όλος ο σχεδιασμός χρήσεων νερού, διαχειριστικών μέτρων και διοικητικών ενεργειών πρέπει να γίνεται με γνώμονα τη διατήρηση της οικολογικής ποιότητας των νερών ή τουλάχιστον την αποτροπή περαιτέρω επιδείνωσης. Στην περίπτωση των επιφανειακών νερών, η πιστοποίηση της ποιότητας θα στηρίζεται όχι μόνο σε φυσικοχημικά, αλλά και σε βιολογικά κριτήρια, και αυτό αποτελεί σημαντική απόκλιση από προηγούμενες προσεγγίσεις.

Από τη μεθοδολογική πλευρά, τα κράτη-μέλη δεσμεύονται να αναπτύξουν κατάλληλα συστήματα ταξινόμησης και εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων και να δημιουργήσουν προγράμματα βιολογικών δειγματοληψιών και συνεχούς παρακολούθησης (monitoring) όλων των κατηγοριών και τύπων νερών (ποτάμια, φυσικές και τεχνητές λίμνες, λιμνοθάλασσες), που να καλύπτουν όλες τις λεκάνες απορροής. Για τον προσδιορισμό της οικολογικής κατάστασης θα χρησιμοποιούνται τόσο αβιοτικά όσο και βιολογικά στοιχεία, από τα οποία, τα τελευταία, αποτελούν τον καθοριστικό παράγοντα προσδιορισμού. Η Οδηγία προσδιορίζει με αρκετή λεπτομέρεια τα βασικά μεθοδολογικά βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν (δημιουργία τυπολογίας, υπολογισμός τυποχαρακτηριστικών συνθηκών αναφοράς, θέσπιση ορίων κλάσεων οικολογικής κατάστασης). Επίσης, προτείνει ομάδες οργανισμών που θα

χρησιμοποιηθούν σαν ενδείκτες της «υγείας» των οικοσυστημάτων (ψάρια, μακροασπόνδυλα, μακρόφυτα, φυτοπλαγκτό) και καθορίζει τις βιολογικές παραμέτρους κάθε ομάδας (π.χ. σύσταση ειδών, αφθονία, τυποχαρακτηριστικά είδη, συνθήκες αναπαραγωγής, κλπ.) με βάση τις οποίες θα γίνονται οι βιοεκτιμήσεις. Ωστόσο, η Οδηγία αφήνει ελεύθερη την επιλογή της ομάδας ή των ομάδων οργανισμών (π.χ. ψάρια, μακροασπόνδυλα, κλπ.) με βάση τις οποίες θα γίνεται η οικολογική ταξινόμηση σε μία περιοχή, κατηγορία ή τύπο υδάτινων σωμάτων, με την προϋπόθεση ότι η επιλογή θα γίνεται μετά από διερεύνηση της ευαισθησίας αυτών των οργανισμών στις τοπικά κυρίαρχες πιέσεις. Σε κάθε περίπτωση, τα κράτη-μέλη είναι υποχρεωμένα να αιτιολογούν (με χρονοσειρές δεδομένων, χάρτες σταθμών και συχνότητα δειγματοληψιών, βιολογικά δεδομένα, επιστημονικά επιχειρήματα, κλπ.) τις επιλογές μεθοδολογίας, την επάρκεια των στοιχείων και τα αποτελέσματα των προγραμμάτων ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης.

Ένας από τους πιο απαιτητικούς στόχους της Οδηγίας είναι ότι πρέπει να επιτευχθεί τουλάχιστον «καλή κατάσταση» σε όλα τα Ευρωπαϊκά επιφανειακά νερά μέχρι το έτος 2015. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η Οδηγία ορίζει προθεσμίες για συγκεκριμένα στάδια υλοποίησης. Σημαντικοί χρονολογικοί σταθμοί είναι τα έτη 2004 (που οι χώρες έπρεπε να έχουν υλοποιήσει δράσεις σχετικές με τη δημιουργία τυπολογίας, προσδιορισμό των συνθηκών αναφοράς για κάθε τύπο και αναλύσεις πιέσεων) και 2006 (οπότε έπρεπε να έχουν εγκατασταθεί λειτουργικά προγράμματα παρακολούθησης της οικολογικής κατάστασης σε όλα τα υδάτινα σώματα). Τα προγράμματα αυτά πρέπει να αναγνωρίζουν και ποσοτικοποιούν τις επιπτώσεις από ανθρωπογενείς πιέσεις όπως: διαταραχές της ποσότητας, της ταχύτητας και άλλων χαρακτηριστικών ροής του νερού, εμπόδια στις μεταναστεύσεις οργανισμών και τη μεταφορά ιζήματος, μορφολογικές αλλοιώσεις της κοίτης, των πρηνών και της κατάστασης του υποστρώματος, αλλαγή της δομής και κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης, μεταβολές φυσικοχημικών παραμέτρων, και αυξήσεις των συγκεντρώσεων θρεπτικών αλάτων καθώς και συνθετικών και μη συνθετικών ρυπαντών. Η Ελλάδα έχει ήδη καθυστερήσει σοβαρά στην υλοποίηση αυτών των δράσεων και έχει κινηθεί εναντίον της διαδικασία δίωξης στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο. Επόμενος χρονολογικός σταθμός είναι το έτος 2008, που οι χώρες πρέπει να δημοσιοποιήσουν την πρώτη έκδοση των διαχειριστικών σχεδίων λεκανών απορροής.

2.1.4. Προσδιορισμοί της οικολογικής κατάστασης με βάση την ιχθυοπανίδα σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο

Τα ψάρια αποτελούν μία από τις ομάδες που προτείνονται από την Οδηγία για εκτιμήσεις της κατάστασης των σωμάτων. Συστήματα οικολογικής ταξινόμησης που στηρίζονται στα ψάρια έχουν μακρά επιστημονική παράδοση είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιπτώσεις οικολογικής υποβάθμισης που οφείλονται σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην υδρολογία, στη συνεκτικότητα και στην μορφολογία των ποταμών ή σε διακυμάνσεις της στάθμης φυσικών και τεχνητών λιμνών. Ο λόγος είναι ότι πολλά ψάρια είναι ισχυρά ρεόφιλα, παρουσιάζουν μεταναστευτική συμπεριφορά, έχουν στενές οικολογικές απαιτήσεις, ή ζουν σε εξειδικευμένους βιότοπους. Συνεπώς, ιχθυολογικές μέθοδοι βιοεκτιμήσεων μπορούν να αναγνωρίσουν και ποσοτικοποιήσουν τις επιπτώσεις από: (α) διαταραχές της ποσότητας, της ταχύτητας ροής και άλλων υδρολογικών χαρακτηριστικών του νερού, (β) παρεμπόδιση των μεταναστεύσεων, π.χ. λόγω της δημιουργίας φραγμάτων, (γ) μορφολογικές αλλοιώσεις της κοίτης, των πρηνών και της κατάστασης του υποστρώματος ποταμών και λιμνών, (δ) αλλαγή της δομής και κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης, που συνήθως συνοδεύει τις διακυμάνσεις απορροής, και (ε) μεταβολές θερμοκρασίας και άλλων φυσικοχημικών παραμέτρων που προξενούνται άμεσα ή έμμεσα από μεταβολές των συνθηκών ροής.

Στην Ελλάδα, κατά τα τελευταία χρόνια καταβάλλεται σοβαρή προσπάθεια από επιστημονικούς φορείς για τη δημιουργία λειτουργικών συστημάτων βιοεκτιμήσεων με βάση την ιχθυοπανίδα. Η δημιουργία τέτοιων συστημάτων απαιτεί σοβαρή προσπάθεια καθώς δεν υπάρχουν επαρκή διαχρονικά ιχθυολογικά δεδομένα, δεδομένου ότι μέχρι σήμερα οι χρηματοδοτήσεις της ιχθυολογικής έρευνας δεν είχαν ανάλογο προσανατολισμό. Επί πλέον, απαιτείται η επίλυση μίας σειράς θεωρητικών και πρακτικών ζητημάτων, όπως η διαπίστωση των οικολογικών απαιτήσεων των ψαριών (π.χ. βαθμός ρεοφιλίας, μεταναστευτική συμπεριφορά, αναπαραγωγικά υποστρώματα), η εξακρίβωση του τρόπου με τον οποίο οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιδρούν στη σύσταση και αφθονία των ιχθυοπληθυσμών, η τυποποίηση των τρόπων δειγματοληψίας και των τεχνικών ανάλυσης, και η οργάνωση κατάλληλου λογισμικού και υποστηρικτικών βάσεων δεδομένων.

2.1.5. Προβλέψεις της Οδηγίας-Πλαίσιο για τα διαχειριστικά σχέδια λεκανών

Όπως προαναφέρθηκε, γενικός στόχος σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο είναι η επίτευξη «καλής κατάστασης όλων των υδάτων» μέχρι το 2015. Η καλή κατάσταση προσδιορίζεται από συγκεκριμένα ποιοτικά, ποσοτικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των υδάτων και μετρείται σε σχέση με την απόκλιση των χαρακτηριστικών αυτών από τις σχεδόν τελείως αδιατάρακτες συνθήκες (συνθήκες αναφοράς). Τα αποτελέσματα της οικολογικής ταξινόμησης εντάσσονται στα σχέδια διαχείρισης που καταρτίζονται για κάθε λεκάνη απορροής. Τα σχέδια αυτά πρέπει να περιλαμβάνουν ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και να λαμβάνουν υπόψη όλες τις κατηγορίες υδάτων, όλα τα υδάτινα σώματα (επιφανειακά, υπόγεια, παράκτια κ.λπ.) της λεκάνης, και όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες που την επηρεάζουν. Γίνεται φανερό ότι τα διαχειριστικά σχέδια λεκανών πρέπει να στηρίζονται σε καλή γνώση της υφιστάμενης κατάστασης (προβλέπεται η δημιουργία σχετικών βάσεων δεδομένων). Μαζί με τα διαχειριστικά μέτρα, τα σχέδια πρέπει να προβλέπουν και μέτρα για την προστασία των υδάτινων πόρων και για τη βελτίωση της κατάστασης.

Βασικό εργαλείο για την επιτυχία των διαχειριστικών σχεδίων είναι η παρακολούθηση (monitoring) των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των νερών. Η παρακολούθηση περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό φυσικών, φυσικοχημικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων και προσαρμόζεται στις ειδικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε λεκάνη απορροής και σε κάθε υδάτινο σώμα. Η Οδηγία προβλέπει διάφορα είδη παρακολούθησης (surveillance, operational, investigative) και υποδεικνύει τις υποχρεωτικά παρακολουθούμενες και τις προτεινόμενες παραμέτρους.

2.1.6. Ειδικές ρυθμίσεις της Οδηγίας-Πλαίσιο που αφορούν φράγματα και ταμιευτήρες

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η ΕΕ δεν έχει δημιουργήσει ειδικό νομοθετικό πλαίσιο που να διέπει αποκλειστικά τη κατασκευή και λειτουργία φραγμάτων και ταμιευτήρων. Ωστόσο, η Οδηγία-Πλαίσιο θεσμοθετεί το ευρύτερο πλαίσιο μέσα στο οποίο τα διάφορα τεχνικά, διοικητικά, οικονομικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά, αισθητικά κλπ. προβλήματα που σχετίζονται με την εκμετάλλευση, διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων αντιμετωπίζονται σε ενιαία βάση.

Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει ειδικές ρυθμίσεις που αποσκοπούν στην εξασφάλιση σημαντικών ανθρώπινων χρήσεων του νερού, επιτρέποντας για όσα υδάτινα σώματα εξυπηρετούν τέτοιες χρήσεις να υπάρχουν αποκλίσεις από τους αυστηρούς περιβαλλοντικούς όρους που έχουν τεθεί για τα υπόλοιπα υδάτινα σώματα. Το πλαίσιο αυτό καλύπτει πολλές πτυχές της διαχείρισης και λειτουργίας ΥΗ έργων και ταμιευτήρων. Συγκεκριμένα, τόσο τα κριτήρια εκτίμησης της

οικολογικής κατάστασης και οι διαδικασίες της παρακολούθησης όσο και τα μέτρα προστασίας και επαναφοράς στην «καλή κατάσταση» διαφοροποιούνται όταν πρόκειται για τεχνητά και ιδιαίτερος τροποποιημένα υδάτινα σώματα (ιδιαίτερες ρυθμίσεις ισχύουν επίσης για επιφανειακά νερά σε προστατευόμενες περιοχές). Η Οδηγία δίνει σαφείς ορισμούς των τεχνητών υδάτινων σωμάτων (άρθρο 2/8) και ιδιαίτερος τροποποιημένων σωμάτων (άρθρο 2/9). Τα τεχνητά σώματα είναι αυτά που δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο, όπως είναι οι ταμιευτήρες. Στην περίπτωση των σωμάτων αυτών, όπως και στην περίπτωση των ιδιαίτερος τροποποιημένων σωμάτων, η Οδηγία θέτει λιγότερο αυστηρούς περιβαλλοντικούς στόχους από ότι στην περίπτωση των φυσικών σωμάτων. Εδώ, ο στόχος δεν είναι η επίτευξη της «καλής κατάστασης», αλλά «η επίτευξη καλού οικολογικού δυναμικού», το οποίο προσδιορίζεται σε σχέση με την απόκλιση από το «μέγιστο οικολογικό δυναμικό». Το «μέγιστο οικολογικό δυναμικό» ορίζεται σαν η οικολογική κατάσταση που προσομοιάζει όσο είναι δυνατό με την κατάσταση συγκρίσιμων φυσικών σωμάτων, παίρνοντας όμως υπόψη τα τροποποιημένα χαρακτηριστικά των σωμάτων, την ανάγκη διατήρησης της αειφορίας του πόρου και την εξασφάλιση των ανθρώπινων χρήσεων.

Για να χαρακτηριστεί ένα σώμα σαν τεχνητό, οι χρήσεις του πρέπει να προσδιορίζονται σαφώς. Πρέπει επίσης να δοθεί αιτιολόγηση ότι δεν είναι δυνατό να παρθούν μέτρα που οδηγούν στην επίτευξη της «καλής κατάστασης» χωρίς να δημιουργηθούν αρνητικές επιπτώσεις στις χρήσεις για τις οποίες το σώμα έχει δημιουργηθεί (και οι οποίες έχουν επακριβώς προσδιορισθεί).

Με άλλα λόγια, η Οδηγία επιτρέπει την ύπαρξη οικολογικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του έργου (χωρίς να προκύπτει υποχρέωση για μέτρα επανόρθωσης), όπως για παράδειγμα επιπτώσεις από μορφολογικές ή υδρολογικές αλλαγές, που όμως οφείλονται αποκλειστικά στις προσδιορισθείσες χρήσεις. Ωστόσο, δεν επιτρέπονται αποκλίσεις από την καλή κατάσταση που οφείλονται σε μη προσδιορισθείσες χρήσεις. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός ΥΗΕ, δικαιολογούνται υδρομορφολογικές και βιολογικές επιπτώσεις από τη λειτουργία του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής, όχι όμως αυτές που οφείλονται σε άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως ρύπανση από οργανικό φορτίο ή απόρριψη τοξικών ουσιών. Συνεπώς, είναι δυνατό να θεωρηθεί ότι ένας ταμιευτήρας που εξυπηρετεί σκοπούς άρδευσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν ικανοποιεί το κριτήριο του «καλού οικολογικού δυναμικού» απλώς και μόνο γιατί υπάρχουν ρυπογόνες εστίες που επηρεάζουν την ποιότητα του νερού. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την ελαχιστοποίηση ή άμβλυνση των επιπτώσεων στα οικοσυστήματα και στο περιβάλλον γενικότερα. Αυτό σημαίνει ότι το σχέδιο διαχείρισης της λεκάνης πρέπει να περιλαμβάνει δράσεις που εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή κατάσταση του περιβάλλοντος χωρίς να δημιουργείται σημαντικό πρόβλημα στις χρήσεις για τις οποίες δημιουργήθηκε το τεχνητό σώμα. Το σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα. Ο φορέας διαχείρισης είναι υποχρεωμένος να λάβει όλα τα αναγκαία μέτρα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων του τεχνικού αυτού έργου στα οικοσυστήματα ή ακόμα και να προβεί σε επανορθωτικές ενέργειες.

Για την περίπτωση των ταμιευτήρων, η Οδηγία επιβάλλει τη συλλογή υδρομορφολογικών, χημικών και βιολογικών δεδομένων που επιτρέπουν (α) τον χαρακτηρισμό του «μέγιστου» και του «καλού οικολογικού δυναμικού», (β) την εκτίμηση του κινδύνου μη επίτευξης του καλού οικολογικού δυναμικού και (γ) τη διαχρονική παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης. Η Οδηγία επιτρέπει αρκετή ελευθερία στην επιλογή των βιολογικών παραμέτρων, με την προϋπόθεση ότι θα είναι δυνατό να ανιχνευθούν ανθρωπογενείς επιδράσεις στα ευαίσθητα στοιχεία του οικοσυστήματος. Η ομάδα εργασίας για τα ιδιαίτερος τροποποιημένα και τεχνητά υδάτινα σώματα που συγκροτήθηκε για να υποστηρίξει την εφαρμογή της Οδηγίας (Guidance document on identification and designation of heavily modified and artificial water bodies - CIS Working Group 2.2) κάνει τις εξής υποδείξεις για την επιλογή βιολογικών δεικτών που είναι κατάλληλοι στην περίπτωση ταμιευτήρων:

- Τα βενθικά μακροασπόνδυλα και τα ψάρια είναι οι καταλληλότερες ομάδες για τη γενική εκτίμηση των επιπτώσεων των ΥΗΕ στα οικοσυστήματα.
- Τα μεταναστευτικά ψάρια παρέχουν τα καλύτερα κριτήρια για την εκτίμηση της επίπτωσης των φραγμάτων στη διαμήκη συνεκτικότητα των ποταμών.
- Τα μακρόφυτα είναι καλοί δείκτες των επιπτώσεων των μεταβολών της ροής στα ποτάμια τμήματα κατάντη των ταμιευτήρων, καθώς και της αυξομείωσης της στάθμης του νερού μέσα στους ταμιευτήρες.

2.1.7. Άλλες συναφείς διεθνείς και Ευρωπαϊκές ρυθμίσεις

Δύο από τις κύριες προτεραιότητες της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ είναι η αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, που απορρέει από τις δεσμεύσεις της Ένωσης ως προς το πρωτόκολλο του Κυότο, και να μειωθεί η εξάρτηση της Ένωσης από εισαγωγές καυσίμων. Στα πλαίσια αυτής της πολιτικής τα κράτη μέλη έχουν αναλάβει την υποχρέωση να συγκρατήσουν την αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προωθώντας τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας σε συνδυασμό με εξοικονόμηση ενέργειας. Ειδικά για την Ελλάδα προβλέπεται ότι οι εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου για το διάστημα 2008-12 μπορούν να αυξηθούν μόνο κατά 25% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Με την οδηγία 2001/77/ΕΚ για την προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η Ε.Ε. έχει θέσει ως στόχο ότι μέχρι το 2010 το 22,1% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Κοινότητα θα προέρχεται από ΑΠΕ. Για την Ελλάδα, σε εφαρμογή της παραπάνω Οδηγίας, ο Ν. 3468/2006 προβλέπει ότι η συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα ανέλθει στο 20,1% μέχρι το έτος 2010 και στο 29% μέχρι το 2020 (περιλαμβάνοντας τη συμβολή τόσο των «μικρών» όσο και των μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων). Αυτοί οι ενεργειακοί στόχοι αλληλεπιδρούν με τους στόχους της πολιτικής της ΕΕ για το νερό γιατί δημιουργούν την ανάγκη κατασκευής φραγμάτων και ταμιευτήρων, που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα.

Όσο αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, τα ΥΗΕ διέπονται από τις διατάξεις της Οδηγίας 2001/42/ΕΚ «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων». Η Οδηγία αυτή προβλέπει μεταξύ άλλων την εκτέλεση επιστημονικών μελετών εκτίμησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τα προτεινόμενα έργα και την παρακολούθηση των επιπτώσεων από την υλοποίηση των έργων.

Προκειμένου να καταστεί αποτελεσματική η εκπλήρωση των δεσμεύσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των κρατών – μελών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, εκδόθηκε η Οδηγία 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Οδηγία προβλέπει ότι τα δικαιώματα εκπομπών κατανέμονται με ευθύνη των κρατών-μελών στις ενεργειακές βιομηχανίες οι οποίες, για εκπλήρωση μέρους των υποχρεώσεών τους για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μπορούν είτε να στραφούν προς νέες φιλικότερες προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας είτε να εξαγοράζουν κάθε παραγωγή και εκπομπή ρύπων άνω του επιτρεπόμενου ορίου.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται σαν μία από τις πιο καθαρές μορφές ενέργειας που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της ΕΕ για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Ωστόσο, τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό, κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον λόγω της δημιουργίας φραγμάτων με μεγάλους ταμιευτήρες. Για το λόγο αυτό η Οδηγία ζητεί από τα κράτη μέλη να εξασφαλισθεί ότι έργα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας με δυνατότητα παραγωγής άνω των 20MW δεν συνεπάγονται αρνητικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Στη συνέχεια εκδόθηκε η Οδηγία 2004/101/ΕΚ που τροποποιεί και συμπληρώνει την Οδηγία 2003/87/ΕΚ ορίζοντας ότι τα κράτη μέλη, όταν εγκρίνουν τέτοια ΥΗΕ, εξασφαλίζουν ότι γίνονται σεβαστά τα σχετικά διεθνή κριτήρια και οι κατευθυντήριες γραμμές, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που περιέχονται στην έκθεση του Νοεμβρίου 2000 της Παγκόσμιας Επιτροπής για τα Φράγματα «Φράγματα και Ανάπτυξη - Νέο πλαίσιο λήψεως αποφάσεων». Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι τα πιστωτικά μόρια που προέρχονται από μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα θα μπορούν να μετατρέπονται σε δικαιώματα εκπομπών μόνο αν το έργο συμμορφώνεται προς τα κριτήρια που θέσπισε η Παγκόσμια Επιτροπή για τα Φράγματα του ΟΗΕ (WCD¹).

Είναι σημαντικό στο σημείο αυτό να επισημανθούν μερικές από τις διαπιστώσεις και οι υποδείξεις της Παγκόσμιας Επιτροπής για τα Φράγματα. Τα φράγματα προξενούν (α) διακοπή στη διαμήκη συνοχή των ποταμών, (β) μεταβάλλουν το τοπίο και το χαρακτήρα των βιοτόπων, και (γ) διαταράσσουν τη φυσική ροή του νερού προξενώντας μεταξύ άλλων απώλεια βιοποικιλότητας και φυσικών ενδιαιτημάτων, επίδραση στην ποιότητα και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού και τους φυσικούς πλημμυρικούς κύκλους, παρεμπόδιση της μεταναστευτικής ιχθυοπανίδας, διαβρωτικές επιπτώσεις στον ρου και στην κοίτη του ποταμού, και κατακράτηση ιζημάτων και ιλύος στο φράγμα. Σε μερικές περιπτώσεις η δημιουργία ΥΗΕ δεν συνεπάγεται πραγματική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου γιατί από τους ταμιευτήρες εκλύεται μεθάνιο που είναι 32 φορές ισχυρότερο από το CO₂. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αναερόβιας ζύμωσης της βλάστησης στην περιοχή που κατακλύζεται ή της βιομάζας που μεταφέρεται από το ρεύμα του ποταμού. Η επιτροπή διαπιστώνει ότι δεν είναι δυνατό να μετριάσθούν πολλές από τις παραπάνω επιπτώσεις. Για παράδειγμα, η κατασκευή ιχθυοδιάδρομων για τα μεταναστευτικά ψάρια έχει μικρή σχετικά επιτυχία στην πλειονότητα των περιπτώσεων, καθώς τα περισσότερα είδη δεν μπορούν να τους διαβούν. Ωστόσο, η επιτροπή θεωρεί ότι είναι δυνατό να αμβλυνθούν οι επιπτώσεις από τις διακυμάνσεις της απορροής με τη θέσπιση οικολογικών παροχών. Τέλος, προτείνει μία σειρά μέτρων που πρέπει να διέπουν τις μελέτες και την κατασκευή/διαχείριση φραγμάτων και ταμιευτήρων, όπως την προσεκτική επιλογή των θέσεων που θα γίνουν τα φράγματα, τη δημιουργία βάσεων δεδομένων, τη συχνή παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης, την προστασία των παρακείμενων βιοτόπων, την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας των επανορθωτικών μέτρων, κλπ.

Τέλος, το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υιοθετώντας τις επιστημονικές συστάσεις του Διεθνούς Συμβουλίου για την Εξερεύνηση των Θαλασσών² εξέδωσε πρόσφατα (18 Σεπτεμβρίου 2007) τον Κανονισμό 1100/2007 «για την ανάπτυξη κοινοτικού σχεδίου δράσης για τη διαχείριση του χελιού». Η ανάγκη για τον παραπάνω Κανονισμό προέκυψε από την διαπίστωση της δραματικής μείωσης του αποθέματος του Ευρωπαϊκού χελιού (*Anguilla anguilla*), το οποίο σήμερα χαρακτηρίζεται ως ένα κρίσιμο απειλούμενο είδος. Η μείωση αυτή οδηγεί στην ανάγκη λήψης μέτρων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, τα οποία προσδοκάται ότι θα παράγουν θετικό αποτέλεσμα στην αύξηση των αποθεμάτων του χελιού. Για το σκοπό αυτό καλείται κάθε κράτος-μέλος να καταρτίσει συγκεκριμένες διαχειριστικές δράσεις και να εφαρμόσει μέτρα για τη προστασία και τη βιώσιμη εκμετάλλευση του αποθέματος του ευρωπαϊκού χελιού σε ποταμούς και σε λιμνοθάλασσες. Τα κράτη-μέλη θα πρέπει (α) να προσδιορίσουν και να καθορίσουν ποτάμιες

¹World Commission on Dams: <http://www.dams.org>

²ICES: International Council for the Exploitation of the Sea (www.ices.dk)

λεκάνες εντός της εθνικής τους επικράτειας, οι οποίες αποτελούν φυσικά ενδιαιτήματα του χελιού (αποκαλούμενες «ποτάμια λεκάνες χελιού»), και (β) να εκπονήσουν προγράμματα διαχείρισης χελιού για κάθε ποτάμια λεκάνη, παίρνοντας υπόψη τις διοικητικές ρυθμίσεις που αναφέρονται στο άρθρο 3 της Οδηγίας-Πλαίσιο για το νερό 2000/60/ΕΚ. Ένα κράτος μπορεί να ορίσει ολόκληρη την εθνική επικράτεια του ή μια υφιστάμενη περιφερειακή διοικητική μονάδα ως μια “ποτάμια λεκάνη χελιού”, εφόσον μπορέσει να τεκμηριώσει επιστημονικά την άποψη του. Αν τα κράτη μέλη τελικά, ορίσουν επιμέρους λεκάνες και όχι ολόκληρη την εθνική επικράτεια, θα πρέπει να εκπονήσουν προγράμματα διαχείρισης χελιού για κάθε ποτάμια λεκάνη. Η προθεσμία διαχειριστικών προτάσεων και μέτρων από τα κράτη-μέλη έληξε στις 31 Δεκεμβρίου 2008.

Κάθε πρόγραμμα διαχείρισης περιλαμβάνει μία ανάλυση της παρούσας κατάστασης του πληθυσμού χελιών στην αναφερόμενη «ποτάμια λεκάνη χελιού». Περιλαμβάνει επίσης μέτρα για την επίτευξη, την εποπτεία και την επαλήθευση του στόχου, τα οποία μπορεί να αναφέρονται, μεταξύ άλλων, στη ρύθμιση της αλιευτικής δραστηριότητας, στη βελτίωση της κατάστασης των ποτάμιων ενδιαιτημάτων, σε μεταφορές χελιών σε και από ύδατα της ενδοχώρας, στη δημιουργία περασμάτων χελιού σε περιοχές που εμποδίζεται η προσπελασιμότητα, και στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων που απορρέουν από τη δημιουργία φραγμάτων και υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Ιδίως όσο αφορά τα μεγάλα φράγματα, αυτά θεωρούνται υπεύθυνα για σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση των βιοκοινωνιών και για εξαφανίσεις μεταναστευτικών ειδών σε τοπικό επίπεδο, σύμφωνα με την IUCN³. Ωστόσο, η λήψη μέτρων που αφορούν ΥΗΕ (π.χ. τροποποίηση των φραγμάτων και στροβίλων ή προσωρινή παύση λειτουργίας υδροηλεκτρικών μηχανοστροβίλων) δεν είναι αναγκαία αν τα υπόλοιπα διαχειριστικά μέτρα που θα προτείνει το κράτος-μέλος κριθούν επαρκή για την επίτευξη των στόχων του προγράμματος.

2.1.8. Εθνική νομοθεσία σχετικά με φράγματα και ταμιευτήρες

Πριν από τη ψήφιση της Οδηγίας για το νερό 2000/60/ΕΚ η προστασία του περιβάλλοντος δεν βάρυνε ιδιαίτερα στη λήψη αποφάσεων για φράγματα και ταμιευτήρες. Σε εφαρμογή της Οδηγίας εκδόθηκε ο νόμος 3199/2003 και το Προεδρικό Διάταγμα 51/8-3-2007 που εναρμονίζουν την Ελληνική νομοθεσία με την Κοινοτική νομοθεσία για το νερό. Ωστόσο, υπάρχει ακόμα σοβαρή καθυστέρηση στη δημιουργία των εθνικών μηχανισμών και εργαλείων που θα επιτρέψουν την εφαρμογή της Οδηγίας στην Ελλάδα, ιδίως όσο αφορά τις μεθόδους ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης και την εγκατάσταση των προγραμμάτων παρακολούθησης.

Ωστόσο, ειδικά για τα ΥΗΕ, υπάρχει μία σειρά νομοθετικών ρυθμίσεων και κανονιστικών διατάξεων που, ως επί το πλείστον, ρυθμίζουν θέματα και διαδικασίες χωροθέτησης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μικρά ΥΗΕ (π.χ. ΚΥΑ. 1726/2003, ΚΥΑ 104247/2006, ΚΥΑ 104248/2006, Ν. 3468/2006). Για τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτών των έργων απαιτείται συμμόρφωση με την ΚΥΑ. ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ107017/28.8.2006 που αποτελεί μεταφορά της Οδηγίας 2002/42/ΕΚ «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» στην Ελλάδα. Στις συνολικές χωροταξικές ρυθμίσεις περιλαμβάνεται ο καθορισμός περιοχών αποκλεισμού για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, ασφάλειας και εύρυθμης λειτουργίας της μονάδας.

Στους στόχους περιβαλλοντικής προστασίας λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την ιχθυοπανίδα. Δεδομένου ότι στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά ενδημικά ψάρια με περιορισμένη κατανομή και μεγάλη ευαισθησία σε ανθρωπογενείς πιέσεις, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό των

³ IUCN: International Union for Conservation of Nature (<http://www.iucn.org/>)

υδραυλικών έργων, ώστε να εξασφαλισθεί η απρόσκοπτη μετακίνηση των μεταναστευτικών ψαριών, εφόσον τέτοια υφίστανται στην περιοχή του έργου, με κατασκευή και ενσωμάτωση στο έργο ειδικών διατάξεων ελευθεροεπικοινωνίας της ιχθυοπανίδας. Άλλες διατάξεις αφορούν τη μέριμνα για διατήρηση ελάχιστης οικολογικής παροχής νερού, τόσο στις περιπτώσεις παρουσίας ψαριών, όσο και στις περιπτώσεις ύπαρξης σημαντικού οικοσυστήματος κατάντη (προβλέψεις του Ν. 3199/2003). Τέλος, απαιτείται συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις της χώρας έναντι των συμβάσεων Ραμσάρ, Βέρνης, Ρίο και Βόννης και οπωσδήποτε έναντι της Οδηγίας 92/43/ΕΚ για τους οικοτόπους, όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία 97/62/ΕΚ.

Πλήρης περιγραφή των παραπάνω προβλέψεων της νομοθεσίας για τα μικρά ΥΗΕ δίνεται στη «Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - http://www.minenv.gr/download/SEA_RES_SPF.pdf). Σημειώνεται ότι τα μεγάλα ΥΗΕ εξαιρούνται από τις ρυθμίσεις αυτές. Ωστόσο, η παραγωγή ενέργειας από μεγάλα ΥΗΕ συνυπολογίζεται στο στόχο παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο 20,1% της συνολικής παραγωγής μέχρι το έτος 2010, σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ.

Πάντως, ανεξάρτητα αν πρόκειται για μικρά ή μεγάλα ΥΗΕ, η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει να επισημαίνει και να αναλύει τα προβλήματα από τη κατασκευή και λειτουργία των έργων αυτών και να προτείνει τις πλέον κατάλληλες λύσεις αντιμετώπισης ή άμβλυνσης των επιπτώσεων. Αυτό προϋποθέτει καλή γνώση της υπάρχουσας κατάστασης του περιβάλλοντος, έγκυρα στοιχεία για τους υδρόβιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και ικανοποιητικά δεδομένα για τη βιολογία των ειδών, τις οικολογικές τους απαιτήσεις και το βαθμό ευαισθησίας τους στις πιέσεις. Τονίζουμε ιδιαίτερα το σημείο αυτό, γιατί πολλές μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων δεν στηρίζονται σε πλήρη και επικαιροποιημένα περιβαλλοντικά δεδομένα, ούτε προχωρούν ικανοποιητικά στο βαθμό της ανάλυσης που απαιτείται για τον εντοπισμό των πλέον ενδεδειγμένων λύσεων.

2.2. Επιπτώσεις και αντιμετώπιση των επιπτώσεων στο περιβάλλον

2.2.1. Οικολογικές επιπτώσεις από τη δημιουργία φραγμάτων, θετικές και αρνητικές

Καθώς οι ρυθμοί αγροτικής, αστικής και βιομηχανικής ανάπτυξης επιταχύνονται δημιουργείται η ανάγκη για εντατικότερη εκμετάλλευση των υδατικών πόρων για ύδρευση, άρδευση, παραγωγή ενέργειας και βιομηχανική χρήση. Η συνηθισμένη πρακτική είναι να κατασκευάζονται στη διαδρομή ποταμών φράγματα με μεγάλη αποθηκευτική δυνατότητα που επιτρέπουν την συγκέντρωση νερού σε περιόδους μεγάλης παροχής για χρήση σε περιόδους έλλειψης. Ταυτόχρονα αυξάνονται και τα προβλήματα που δημιουργούνται στο περιβάλλον τόσο από αυτά τα μεγάλα φράγματα όσο και από τις διάφορες άλλες μικρότερες κατασκευές που εξυπηρετούν κυρίως αρδευτικούς σκοπούς.

Τα τελευταία χρόνια επικρατεί σε διεθνές επίπεδο ένας σκεπτικισμός ως προς τα οφέλη αλλά και τις επιπτώσεις από την κατασκευή φραγμάτων. Δεν υπάρχει αμφιβολία πως και οι δύο αντιμαχόμενες πλευρές διαθέτουν, η καθεμία από τη μεριά της, ισχυρά επιχειρήματα υπέρ και εναντίον της κατασκευής τέτοιου είδους έργων και υποδομών. Οι βασικές απόψεις των δύο πλευρών, μετά από διερεύνηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 Επιχειρήματα υπέρ και κατά της κατασκευής φραγμάτων.

Υποστηρικτές φραγμάτων	Αντίπαλοι φραγμάτων
<p>Συμβάλουν στην παραγωγή ενέργειας, περιορίζοντας έτσι την κατανάλωση μη ανανεώσιμων εγχωρίων πηγών ενεργείας και εισαγομένων καυσίμων. Επίσης, συνεισφέρουν στη δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης, στην ανάπτυξη του τουρισμού, της αλιείας και άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων καθώς και θεματικών διασκέδασεων με συνέπεια τη γενικότερη βελτίωση της κοινωνικο-οικονομικής κατάστασης των ανθρώπων (π.χ. Bhaktra 2007).</p>	<p>Η καταστροφή της φυσικής ποικιλομορφίας (π.χ. φαράγγια και ρεματιές), της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων των εκτάσεων που βρίσκονται κάτω και επάνω από κάθε φράγμα δεν αντισταθμίζεται από τα οφέλη και οδηγεί τελικά σε υποβάθμιση της οικονομικής και κοινωνικής κατάστασης των κατοίκων που διαβιούν στις περιοχές αυτές. Παράλληλα, οι ταμιευτήρες στις περιοχές αυτές. Παράλληλα, οι ταμιευτήρες επιφέρουν αλλαγή στο κλίμα της περιοχής ενώ σε λίγες μόνο περιπτώσεις (π.χ. ταμιευτήρες με σχετικά μικρή αυξομείωση της στάθμης) δημιουργήθηκαν πραγματικά συνθήκες ανάπτυξης του τουρισμού.</p>
<p>Αποτελούν το σημαντικότερο μέσο διαχείρισης των επιφανειακών νερών του πλανήτη, διαθέτοντας τις απαιτούμενες ποσότητες νερού ανάλογα με τη ζήτηση, για οικιακή, αγροτική και βιομηχανική χρήση (McCully 1996).</p>	<p>Υπάρχουν πράγματι πολλές περιπτώσεις που οικονομικοί και κοινωνικοί λόγοι ευρύτερου συμφέροντος επιτάσσουν τη δημιουργία ταμιευτήρων νερού. Όμως, η κατασκευή φραγμάτων αποτελεί μόνο μια μέθοδο εξυπηρέτησης των αναγκών σε νερό. Μέθοδοι όπως η καλύτερη διαχείριση της ζήτησης, δημιουργία ταμιευτήρων βρόχινου νερού ή η αφαλάτωση θαλασσινού νερού, δύναται να μειώσουν την εξάρτησή μας από τα φράγματα.</p>
<p>Δημιουργούν νέα οικολογικά ενδιατήματα (δημιουργία ταμιευτήρων νερού), τα οποία παρόλο ότι είναι επιβλαβή για ορισμένα είδη, παρέχουν ευκαιρίες ανάπτυξης σε άλλα. Υπάρχουν παραδείγματα δημιουργίας υψηλής οικολογικής αξίας υγροτόπων σε περιοχές φραγμάτων, όπως είναι η λίμνη Κερκίνη.</p>	<p>Η δημιουργία μεγάλων ταμιευτήρων νερού προξενεί μη αναστρέψιμες βλάβες στο φυσικό περιβάλλον και έχει σαν αποτέλεσμα να καταστρέφονται πολλοί «παρθένοι» βιότοποι και οικοσυστήματα. Τα παραδείγματα δημιουργίας υγροτόπων υψηλής οικολογικής αξίας είναι λίγα, αφού οι περισσότεροι ταμιευτήρες είναι χώροι με πολύ μικρή εποίκηση χλωρίδας πανίδας και μεγάλο περιβαλλοντικό κόστος λόγω αυξομείωσης της στάθμης του νερού. Με άλλα λόγια τα φράγματα μεταμορφώνουν ένα υγιές ποτάμιο οικοσύστημα σε μια φτωχή υδατοσυλλογή.</p>
<p>Η βλάβη που μπορεί να προκληθεί στα οικοσυστήματα που βρίσκονται κάτω από τα φράγματα, λόγω της διαταραχής των φυσικών ροών του νερού, μπορεί να αμβλυνθεί με τη διαχείριση της ροής νερού μέσα από τα φράγματα, ώστε να προσομοιάζονται οι φυσικές συνθήκες ροής. Τα προβλήματα στις μετακινήσεις ψαριών μπορούν να αντιμετωπισθούν με την κατασκευή ιχθυοδιάδρομων. Η μείωση του αριθμού ειδών ή της αφθονίας των ιχθυοπληθυσμών ανάντη του φράγματος μπορεί να αντιμετωπισθεί με εμπλουτισμούς ή εισαγωγές νέων ειδών. Η διακοπή της στερεομεταφοράς μπορεί να αντιμετωπισθεί με ενίσχυση των θερινών παροχών.</p>	<p>Τα φράγματα αποκόπτουν πολλούς οργανισμούς από τα αναπαραγωγικά τους πεδία. Οι ιχθυοδιάδρομοι δεν αποτελούν λύση για πολλά είδη ψαριών ή σε περιοχές που κατασκευάστηκαν υψηλά ή επάλληλα φράγματα. Η ρύθμιση οικολογικών παροχών ποτέ δεν θα είναι τόσο αποτελεσματική ώστε να αμβλύνει τις επιπτώσεις από τη διαταραχή της φυσικής ροής και της ενεργειακής δυναμικής κάτω από τα φράγματα, με συνέπεια την καταστροφή πολλών οικοσυστημάτων και ανεπανόρθωτη βλάβη στη βιοποικιλότητα. Οι εμπλουτισμοί δεν αποτελούν καλή λύση σε πολλές περιπτώσεις ειδών λόγω κόστους ή κινδύνου εισαγωγής ασθενειών από τα εκκολαπτήρια, ενώ οι εισαγωγές νέων ειδών αποδείχθηκαν καταστροφικές σε πολλές περιπτώσεις. Τέλος, η κατακράτηση των φερτών υλών από το φράγμα προκαλεί διάβρωση του δέλτα του ποταμού και εισχώρηση του θαλασσινού νερού σε πολύ σημαντικούς βιότοπους. Αυτή η κατάσταση δεν αντιμετωπίζεται</p>

Υποστηρικτές φραγμάτων	Αντίπαλοι φραγμάτων
	αποτελεσματικά με αύξηση των θερινών παροχών, δεδομένου μάλιστα ότι το καλοκαίρι είναι η περίοδος αυξημένων αναγκών σε νερό για ορισμένες ανθρώπινες χρήσεις (π.χ. άρδευση).
Ρυθμίζουν τη δίαιτα των ποταμών σε υπερετήσια βάση και συμβάλλουν στη μείωση των κινδύνων από πλημμυρικά φαινόμενα, ιδιαίτερα για τους ανθρώπους και τις περιουσίες εκείνων που ζουν πιο κάτω από τα φράγματα.	Η αντιπλημμυρική προστασία που επιτυγχάνεται με τα φράγματα οδηγεί σε επέκταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε οικολογικά ευαίσθητες δελταϊκές ζώνες και σε καταπατήσεις γης που κάποτε καταλαμβάνονταν από υγρότοπους. Εξάλλου, η μείωση των κινδύνων από συνηθισμένα πλημμυρικά φαινόμενα είναι πολλές φορές εικονική. Αιτία του προβλήματος είναι η υπέρμετρη ανάπτυξη της ζώνης κάτω από τα φράγματα, ως αποτέλεσμα της δήθεν διαχείρισης των πλημμυρών, που έχει σαν αποτέλεσμα να συμβαίνουν ακόμη πιο ακραίες καταστροφές. Σε εποχές ακραίων καιρικών φαινομένων ακόμη και τα φράγματα δεν έχουν τη δυνατότητα να κατακρατήσουν τις τεράστιες αυτές ποσότητες νερού.
Αποτελούν μια «καθαρή» και βιώσιμη ενεργειακή πηγή. Παράγουν ενέργεια με εκμετάλλευση ανανεώσιμων φυσικών πόρων χωρίς ρύπανση του περιβάλλοντος. Περιορίζουν την κατανάλωση μη ανανεώσιμων εγχωρίων πηγών ενέργειας και εισαγομένων καυσίμων	Δεν αποτελούν μια «καθαρή» ενεργειακή πηγή. Αλλάζοντας το χημικό και θερμικό καθεστώς, ουσιαστικά μολύνουν τα ποτάμια. Επιπλέον, οι ταμειυτήρες συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, απελευθερώνοντας μεγάλες ποσότητες μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, που προέρχεται κυρίως από την αποσύνθεση φυτικού υλικού. Τέλος, δεν μπορούν να χαρακτηρισθούν σαν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας αφού κάθε τέτοιο έργο έχει περιορισμένη διάρκεια ζωής χρόνια λόγω των προσχώσεων. Στην Κερκίνη ήδη έγινε ανύψωση του φράγματος λόγω των φερτών υλών του Στρυμόνα (μετά από 60 χρόνια).
Περιβαλλοντικά ζητήματα, που ενέκυψαν ιδιαίτερα τα τελευταία 20 χρόνια οφείλονται στο γεγονός ότι οι ανεπτυγμένες κοινωνίες δεν ήταν διατεθειμένες να κάνουν τις απαραίτητες θυσίες που απαιτούνται. Πολλά από τα προβλήματα θα λυθούν με αλλαγή του τρόπου αντιμετώπισης της φύσης.	Τα τελευταία χρόνια οι κοινωνικές αξίες έχουν διαφοροποιηθεί. Έτσι, σήμερα περιβαλλοντικές καταστροφές δεν αντιμετωπίζονται ως αναπόφευκτο γεγονός της ανθρώπινης ανάπτυξης. Είναι πλέον κοινώς αποδεκτό ότι η περιβαλλοντική υποβάθμιση δεν είναι βιώσιμη.
Δεν υπάρχει αμφιβολία για τη δημιουργία αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Εφόσον παρθούν όλα τα αναγκαία μέτρα για την διαφύλαξη του περιβάλλοντος σε ικανοποιητική κατάσταση, τα πλεονεκτήματα είναι περισσότερα από τα μειονεκτήματα. Σίγουρα η αλλαγή του τρόπου χρήσης των υδάτων μπορεί να προκαλέσει ακόμη περισσότερα προβλήματα (ICOLD 1997).	Σε πολλές περιπτώσεις δεν γίνεται σωστή στάθμιση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Συχνά προταίνεται η λογική της μονόπλευρης εξυπηρέτησης κάποιων ανθρώπινων αναγκών χωρίς να έχουν εννοηθεί επαρκώς οι ζημιές που θα προκύψουν στο οικοσύστημα και την αισθητική του τοπίου. Η κατασκευή φραγμάτων θα πρέπει να αποτελέσει την τελευταία εναλλακτική λύση, αφού έχουν πρώτα διερευνηθεί οι επιπτώσεις και έχουν εξαντληθεί άλλες μέθοδοι παραγωγής ενέργειας, διαχείρισης πλημμυρικών φαινομένων, παροχής νερού και αρδευτικών έργων υποδομής (IRN 1994).

2.2.2. Επιπτώσεις στους ζώντες οργανισμούς – στρατηγικές για την άμβλωση των επιπτώσεων

Κατά την κατασκευή ενός φράγματος υπάρχουν αρκετά περιβαλλοντικά ζητήματα τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, όπως οι επιπτώσεις στη μορφολογία του ποταμού, στην τοπιακή αξία, στην ποιότητα του νερού, στις γεινιάζουσες καλλιεργήσιμες εκτάσεις, στην άγρια φύση και πανίδα, στην αλιεία και την ιχθυοπανίδα, στην επίδραση στα υπόγεια νερά, στη διάβρωση και ιζηματογένεση και ίσως αρκετά άλλα (Golder Associates Ltd 2002).

Θα πρέπει να πραγματοποιούνται μελέτες σκοπιμότητας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων λοιπόν ώστε να δίνεται μια εκτίμηση των επιπτώσεων και να γίνεται αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων σε όσο το δυνατόν προγενέστερο στάδιο των εργασιών. Παράλληλα, πρέπει να διενεργείται έρευνα στα ρέματα και ποτάμια τμήματα της περιοχής που θα επηρεασθεί με σκοπό την απόκτηση αβιοτικών και βιολογικών δεδομένων, τα οποία θα επιτρέψουν την πρόβλεψη και πρόληψη των αρνητικών επιδράσεων και αποφυγή κατά το δυνατόν των εκ των υστέρων διορθωτικών παρεμβάσεων. Επίσης, τα δεδομένα αυτά θα αποτελέσουν τη βάση του μελλοντικού σχήματος οικολογικής παρακολούθησης (αναπαριστώντας τις συνθήκες αναφοράς στην αρχική κατάσταση). Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, η έρευνα θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής:

- Την κατάσταση των ενδιαιτημάτων των ψαριών
- Την κατάσταση των ιχθυοπληθυσμών
- Την παρόχθια βλάστηση
- Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού
- Τα αιωρούμενα σωματίδια και τα ιζήματα
- Τη σύσταση του υποστρώματος

2.2.2.1. Κυριότερα οικολογικά προβλήματα από την κατασκευή ενός φράγματος

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, οι σημαντικότερες διαφοροποιήσεις στα φυσικά χαρακτηριστικά μορφολογίας και υδρολογίας των ποταμών από την κατασκευή φραγμάτων συνοψίζονται στα παρακάτω.

- Μείωση συχνότητας πλημμυρικών φαινομένων κάτω από το φράγμα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη εναπόθεση ιζήματος στα πλημμυρικά πεδία, καθώς το φράγμα εμποδίζει τη μεταφορά ιζήματος και αιωρούμενων σωματιδίων κατάντη. Παράλληλα, λόγω του χαμηλού φορτίου σε ίζημα και αιωρούμενα υλικά, το νερό που φεύγει από τον ταμιευτήρα έχει μεγαλύτερη ικανότητα διάβρωσης στα χαμηλότερα σημεία του ποταμού (Pottinger 2000). Το γεγονός αυτό υποβαθμίζει τον πυθμένα κατάντη των φραγμάτων και έχει ιδιαίτερα βλαπτική επίδραση στους δελταϊκούς σχηματισμούς.
- Αλλαγή υδρολογικού καθεστώτος κάτω από τα φράγματα, όπου συνήθως έχουμε απελευθέρωση νερού σε άτακτα χρονικά διαστήματα. Συχνά μεγάλες εκτάσεις κάτω από τα φράγματα και τους ταμιευτήρες συχνά μένουν για αρκετό καιρό με πολύ λίγο ή χωρίς καθόλου νερό. Οι έντονες αυξομειώσεις της ροής επηρεάζουν τόσο το υδατικό ισοζύγιο και τις ιστορικές γεωμορφολογικές τάσεις (Laginer 2000) όσο και τα ενδιαιτήματα, τους έμβιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα, που έχουν εξελιχθεί για εκατομμύρια χρόνια κάτω από διαφορετικό υδρολογικό καθεστώς. Επίσης, περιορίζονται τα πλημμυρικά επεισόδια που συντηρούσαν σημαντικά παραποτάμια δάση.
- Μέσα στους ταμιευτήρες η αυξομείωση της στάθμης αποσταθεροποιεί τα πρηνή και προκαλεί έντονα διαβρωτικά φαινόμενα στην παρόχθια ζώνη. Επί πλέον, γίνεται σημαντική

απόθεση των ιζημάτων μέσα στους ταμιευτήρες που σε πολλές περιπτώσεις οδηγεί στην πλήρωσή τους σε διάστημα λίγων δεκαετιών.

- Υποβάθμιση της ποιότητας του νερού μέσα στον ταμιευτήρα καθώς εκεί συσσωρεύεται οργανικό υλικό που μεταφέρεται από το ποτάμι (φύλλα δένδρων κλπ.) και αποσυντίθεται. Κατά την αποσύνθεση καταναλώνεται οξυγόνο, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε αναερόβιες συνθήκες στα βαθύτερα στρώματα. Απελευθέρωση νερού από αυτά τα στρώματα μπορεί να οδηγήσει σε θανάτους οργανισμών λόγω ασφυξίας κατάντη του φράγματος.
- Μείωση ροής και μεταβολή του θερμοκικού καθεστώτος μέσα στους ταμιευτήρες λόγω ομαλοποίησης της ροής του νερού, με συνηθισμένο φαινόμενο την αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας. Οι περιοχές κάτω από τα φράγματα επηρεάζονται από τη μεταβολή του θερμοκικού καθεστώτος, ιδιαίτερα την εποχή των μεγάλων παροχών του ποταμού, οπότε και πραγματοποιείται η συλλογή νερού στον ταμιευτήρα. Συχνά παρατηρείται ροή κρύου νερού που προέρχεται από την απελευθέρωση του από σημεία κοντά στον πυθμένα των ταμιευτήρων (Hollister 2001). Αντίθετα, απελευθέρωση του νερού από την επιφάνεια του ταμιευτήρα τους θερμούς μήνες του έτους έχει σαν συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού κατάντη του φράγματος.

Όσο αφορά τις σημαντικότερες επιπτώσεις από την κατασκευή φραγμάτων στην ιχθυοπανίδα, την δευτερογενή παραγωγή (ασπόνδυλα) και την πρωτογενή παραγωγή (φυτά και φυτοπλαγκτόν), αυτές συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 Οι κυριότερες επιπτώσεις από την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων στην ιχθυοπανίδα, τα ασπόνδυλα και τους φυτικούς οργανισμούς.

Ομάδες οργανισμών	Μηχανισμός	Επίπτωση στους οργανισμούς
Ιχθυοπανίδα	Αλλαγή του περιβάλλοντος σε μεγάλο μέρος του ποταμού – δημιουργία λιμναίων συνθηκών.	Αύξηση της αφθονία λιμναίων ειδών σε σχέση με τα ποτάμια είδη (Petts 1984).
Ιχθυοπανίδα	Αλλαγές στη σύνθεση και την αφθονία πρωτογενούς (φυτά και φυτοπλαγκτόν) και δευτερογενούς παραγωγικότητας (ασπόνδυλα).	Πιθανή απώλεια της διατροφικής βάσης και διαφοροποίηση της δομής των ιχθυοκοινωνιών (π.χ. αύξηση αφθονίας φυτοφάγων ειδών στους ταμιευτήρες νερού).
Ιχθυοπανίδα	Ιζηματοποίηση.	Αύξηση βαρέων μετάλλων στη σάρκα των ψαριών.
Ιχθυοπανίδα	Συνεκτικότητα.	Απομόνωση από σημαντικά μικρο-περιβάλλοντα (π.χ. σημεία αναπαραγωγής) που βρίσκονται πάνω ή κάτω από το φράγμα (Grossman 1999, Larinier 2000).
Ιχθυοπανίδα	Συνεκτικότητα.	Παρεμπόδιση της μετανάστευσης (Grossman 1999).
Ιχθυοπανίδα	Αυξομειώσεις ροής κάτω από το φράγμα.	Ανατροπή αυξητικών και αναπαραγωγικών κύκλων σε διάφορα είδη (Larinier 2000).
Ιχθυοπανίδα	Μείωση διαλυμένου οξυγόνου στον ταμιευτήρα νερού.	Μείωση της αφθονίας ειδών με υψηλό μεταβολισμό σε κατάντη περιοχές λόγω της απελευθέρωσης

Ομάδες οργανισμών	Μηχανισμός	Επίπτωση στους οργανισμούς
		νερού μικρής περιεκτικότητας σε οξυγόνο.
Ασπόνδυλα	Αλλαγές στη μορφολογία, το υπόστρωμα, την ποιότητα και ποσότητα του νερού.	Αλλαγή στην αφθονία και την διαμήκη διαδοχή των ειδών.
Πρωτογενής παραγωγή	Στην περιοχή του ταμιευτήρα: αυξομειώσεις στάθμης, παρόχθια διάβρωση, αύξηση θολερότητας, μείωση της διείσδυσης του φωτός, καταβύθιση θρεπτικών, αλλαγή της ποιοτικής σύστασης του νερού.	Αύξηση του φυτο-ζωοπλαγκτού και μείωση των περίφυτων και μακρόφυτων. Τα υφυδατικά μακρόφυτα μπορεί να εξαφανισθούν τελείως λόγω μεταβολών της στάθμης και της ευφωτικής ζώνης. Στις όχθες της τεχνητής λίμνης δε μπορεί να αναπτυχθεί νέα βλάστηση.
Πρωτογενής παραγωγή	Στην περιοχή κάτω από τον ταμιευτήρα: συχνή απελευθέρωση καθαρού νερού σε σταθερό υπόστρωμα	Αύξηση των περίφυτων και σε μερικές περιπτώσεις, των μακρόφυτων.

2.2.2.2. Μέτρα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων

Σε πολλές χώρες έχει αναπτυχθεί έρευνα εστιασμένη σε μεθόδους αντιμετώπισης των επιπτώσεων από την κατασκευή των φραγμάτων στους ιχθυοπληθυσμούς. Είναι αυτονόητο ότι δεν είναι εύκολο να αντιμετωπισθούν πολλές από αυτές τις επιπτώσεις. Ωστόσο είναι δυνατό να εφαρμοστούν μέτρα για την άμβλυνση των επιπτώσεων, π.χ. με την μερική έστω αποκατάσταση της ελευθεροεπικοινωνίας των ιχθυοπληθυσμών, ειδικά μέτρα προστασίας ευαίσθητων ειδών ή τη ρύθμιση οικολογικών παροχών. Η σκοπιμότητα και δυνητική αποτελεσματικότητα τέτοιων μέτρων εξετάζονται σε αυτό το έργο σε σχέση (α) με τα αποτελέσματα της έρευνας πάνω στην κατανομή, την αφθονία, τη βιολογία και την οικολογία των ειδών, καθώς και τα δεδομένα για τη σύνθεση των ιχθυοσυναθροίσεων στις περιοχές που μελετήθηκαν, (β) νομοθετικές ρυθμίσεις που επιβάλλουν την προστασία ειδών περιορισμένης κατανομής ή οικολογικής σημασίας, και (γ) τις διατάξεις της Οδηγίας-Πλαίσιο για την προστασία και διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Ειδικότερα όσο αφορά τη ρύθμιση οικολογικών παροχών, δεν υπάρχει κάποιος γενικός βιολογικός κανόνας προσδιορισμού της ελάχιστης παροχής. Η ελάχιστη παροχή μπορεί να διαφέρει από περιοχή σε περιοχή σαν συνάρτηση, για παράδειγμα, της σύστασης της ιχθυοκοινωνίας, των οικολογικών απαιτήσεων των ειδών, της παρουσίας προστατευόμενων ειδών ή της ύπαρξης ευαίσθητου οικοσυστήματος κατάντη. Μπορεί επίσης να διαφοροποιείται στις περιπτώσεις ανεπάρκειας νερού, μεγάλων φυσικών διακυμάνσεων ροής και σημαντικών ανθρώπινων χρήσεων του νερού. Σημειώνεται ότι σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, η ελάχιστη παροχή ορίζεται ως η ροή που εξασφαλίζει το φυσικό χαρακτήρα του περιβάλλοντος, διατηρεί τα υδατικά οικοσυστήματα και προστατεύει τη δημόσια υγεία. Σύμφωνα με την κρατούσα πρακτική, η οικολογική παροχή εκφράζεται σαν ποσοστό της κανονικής ροής, συνήθως της ελάχιστης θερινής. Είναι φανερό ότι η νομοθεσία αυτή περιέχει αρκετή αοριστία, γιατί δεν λαμβάνονται υπόψη οι βιολογικές και υδρολογικές ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής. Ο υπολογισμός της ελάχιστης οικολογικής παροχής πρέπει να γίνεται κατά περίπτωση, μετά από ειδική μελέτη, η οποία θα χρησιμοποιεί μεν υδρολογικά δεδομένα, αλλά θα συνεκτιμά οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές παραμέτρους. Απαραίτητα όμως, πρέπει να διασφαλίζεται η διατήρηση της καλής υγείας του οικοσυστήματος, ή τουλάχιστον η διατήρηση του «καλού οικολογικού δυναμικού» στις

περιπτώσεις ισχυρά τροποποιημένων υδάτινων σωμάτων ή απορροών από τεχνητά υδάτινα σώματα, σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας-Πλαίσιο για το νερό 2000/60/ΕΚ.

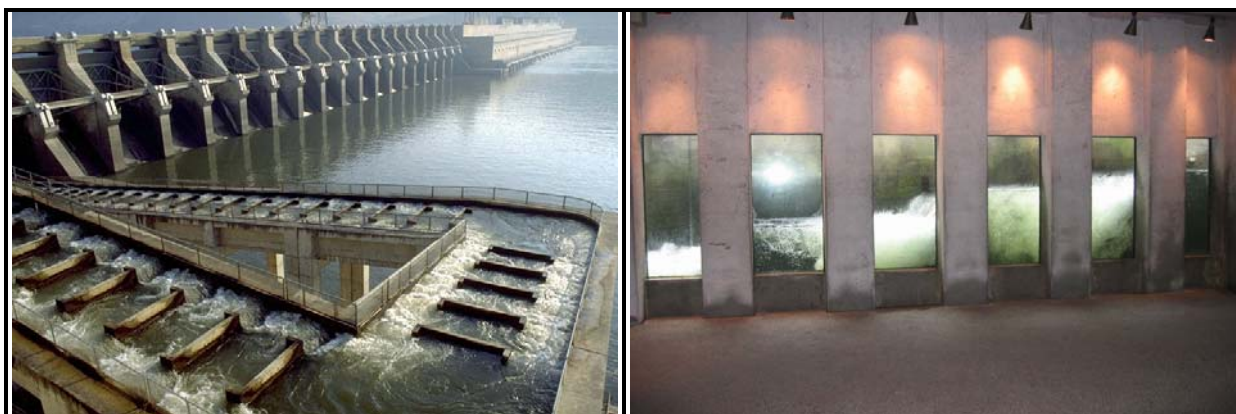
Για την αποκατάσταση της ελευθεροεπικοινωνίας των ιχθυοπληθυσμών, η συνηθέστερη μέθοδος είναι η κατασκευή «ιχθυοδιάδρομων». Η γενικότερη αρχή των ιχθυοδιάδρομων (Εικ. 1, 2) είναι η προσέλευση των ψαριών σε ένα συγκεκριμένο σημείο του ποταμού και στη συνέχεια είτε η προτροπή τους να μετακινηθούν ενεργά μέσα από κάποιο υδάτινο διάδρομο (ενεργός ιχθυοδιάδρομος), ή η συλλογή και παθητική μεταφορά τους σε κάποιο άλλο σημείο του ποταμού, πάνω ή κάτω από το φράγμα (παθητικός ιχθυοδιάδρομος) (Horvath & Municio 1998). Βέβαια, η έννοια της δημιουργίας ενός ιχθυοδιάδρομου υφίσταται κατά κύριο λόγο για τα είδη εκείνα που έχουν τη συνήθεια να μεταναστεύουν κατά μήκος του ποταμού. Η μετανάστευση ενός ψαριού μπορεί να πραγματοποιείται για διάφορους λόγους, όπως η αναπαραγωγή και η διατροφή του. Σε γενικές γραμμές πάντως, τα ψάρια του γλυκού νερού της χώρας μας δεν έχουν την τάση να μεταναστεύουν σε μεγάλες αποστάσεις κατά μήκος των ποταμών. Αυτό βέβαια δεν αποτελεί γενικό κανόνα. Είναι γνωστό ότι το χέλι εξαφανίστηκε από όλες τις ποτάμιες περιοχές της Ελλάδας που βρίσκονται ανάντη μεγάλων φραγμάτων (Αχελώος, Άραχθος, Αλιάκμονας, κλπ.). Επίσης, η πέστροφα και ορισμένα είδη του γένους *Barbus* εκτελούν μεγάλες μετακινήσεις από και προς τα αναπαραγωγικά και τροφικά τους πεδία. Για παράδειγμα, το ενδημικό είδος της Δυτικής Ελλάδας *Barbus albanicus* (παρά το όνομά του, το είδος αυτό δεν έχει ποτέ αναφερθεί από την Αλβανία) αφθονεί στους ποταμούς Αγραφιώτη και Μέγδοβα, αλλά έχει εξαφανισθεί από το τμήμα του Αχελώου ανάντη του σημείου κατασκευής του ΥΗΕ Μεσοχώρας. Είναι φανερό ότι δεν υφίστανται σημαντική ανάγκη δημιουργίας ιχθυοδιάδρομων στην περίπτωση ψαριών τα οποία διατηρούν αυτοτελώς αναπαραγόμενους πληθυσμούς ανάντη και κατάντη ενός φράγματος. Σε μακροχρόνια βάση, όμως, δημιουργείται γενετική απομόνωση των ανάντη και κατάντη πληθυσμών, οπότε πρέπει να ληφθούν μέτρα αποκατάστασης της γενετικής συνεκτικότητας (π.χ. με περιοδικές μεταφορές ψαριών από την μία περιοχή στην άλλη).

Σε γενικές γραμμές, ένας ενεργός ιχθυοδιάδρομος θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη συμπεριφορά και τη φυσιολογία των μεταναστευόντων ειδών (Lariniier 2000). Επίσης, η αποδοτικότητά του εξαρτάται κατά πολύ από την ταχύτητα και το πρότυπο ροής του νερού. Έτσι, η ταχύτητα ροής θα πρέπει να είναι συμβατή με την κολυμβητική ικανότητα και τη συμπεριφορά του ενδιαφερόμενου είδους. Επιπλέον, ορισμένα είδη είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε συγκεκριμένα πρότυπα ροής, την παρουσία μεγάλων δινών και ροών, τα επίπεδα νερού μεταξύ των λιμνών που πιθανώς να υπάρχουν μέσα σε έναν ιχθυοδιάδρομο ή τέλος τον αερισμό και την ανατάραξη του νερού. Εκτός όμως από τους διάφορους υδραυλικούς παράγοντες, περιοριστικό ρόλο στην κίνηση ενός ψαριού, μέσα από έναν ιχθυοδιάδρομο, αποτελούν και η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο, η θερμοκρασία, οι θόρυβοι, το φως κτλ. (Lariniier 2000).

Σε γενικές γραμμές οι πιο συνηθισμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται ως ιχθυοδιάδρομοι θα μπορούσαν να χωριστούν σε πέντε μεγάλες κατηγορίες:

- Ιχθυοδιάδρομοι που περιλαμβάνουν κατά μήκος τους έναν αριθμό μικρών λιμνών, οι οποίες δημιουργούνται με διάφορες κατασκευές, μέσα στις οποίες η ροή του νερού είναι μικρή και έτσι υποβοηθείται η διέλευση των ψαριών.
- Ιχθυοδιάδρομοι που περιλαμβάνουν κατά μήκος τους διάφορες κάθετες ή οριζόντιες κατασκευές για τη μείωση της ταχύτητας ροής του νερού, χωρίς τη δημιουργία λιμνών, ώστε να είναι δυνατή η διέλευση των ψαριών.

- Ιχθυοδιάδρομοι που αποτελούν ουσιαστικά παρακαμπτήρια κανάλια των φραγμάτων. Συνήθως αυτά είναι μικρά κανάλια χωρίς ιδιαίτερες διαμορφώσεις, που ξεκινούν πριν το φράγμα και καταλήγουν μετά το φράγμα, συνδέοντας έτσι τις δύο υδάτινες μάζες.
- Παθητικού τύπου Ιχθυοδιάδρομοι, στους οποίους τα ψάρια συγκεντρώνονται, συλλέγονται και μεταφέρονται με διάφορους τρόπους (συνήθως μεταφέρονται με αυτοκίνητο, μέσα σε δεξαμενές) από ένα σημείο του ποταμού σε ένα άλλο.
- Παθητικού τύπου Ιχθυοδιάδρομοι που περιλαμβάνουν ουσιαστικά ανελκυστήρες, μεταφέροντας έτσι τα ψάρια που βρίσκονται κάτω από το φράγμα στον ταμιευτήρα πάνω από το φράγμα (χρησιμοποιούνται συνήθως στα μεγάλα φράγματα, χωρίς αποδεδειγμένη επιτυχία).

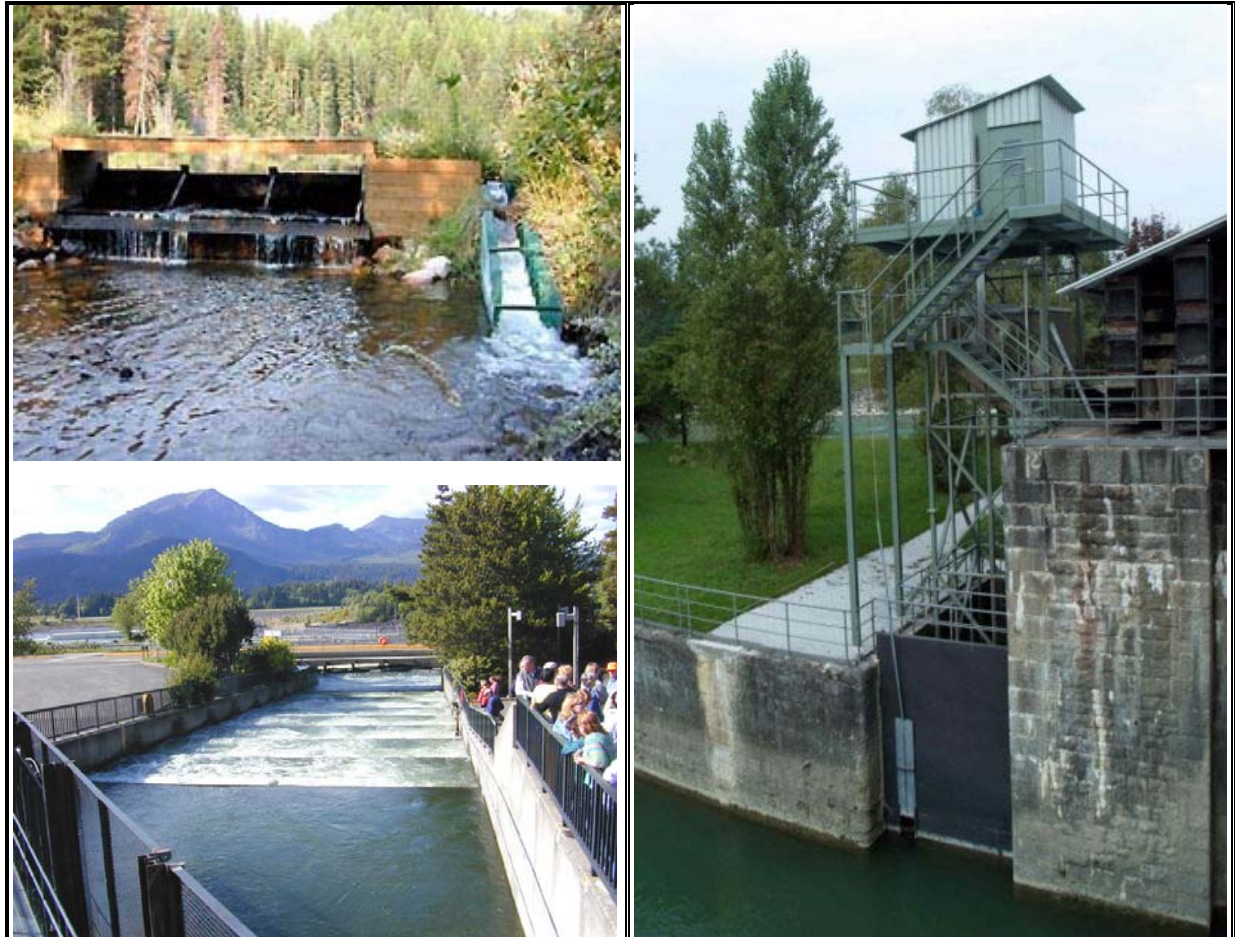


Εικόνα 1: Παραδείγματα ιχθυοδιάδρομων στο φράγμα John Day του ποταμού Columbia (αριστερά) και στο βόρειο Vancouver της Βρετανικής Κολομβίας (δεξιά).

Συμπερασματικά, ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός ιχθυοδιάδρομου θα πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά, λαμβάνοντας υπόψη την τοπική ιχθυοπανίδα, την παρουσία ευαίσθητων ειδών ή ειδών που τελούν υπό καθεστώς προστασίας, και τις οικολογικές απαιτήσεις και αντοχές των ειδών για τα οποία έχει κατασκευαστεί. Επίσης, είναι σημαντικό να διερευνηθεί αν το φράγμα διακόπτει πραγματικά τις μετακινήσεις των ειδών προς τα αναπαραγωγικά τους πεδία. Όπως προαναφέρθηκε, η σημασία κατασκευής ιχθυοδιάδρομου μειώνεται στις περιπτώσεις που τα τοπικά είδη διατηρούν αυτοτελώς αναπαραγόμενους πληθυσμούς ανάντη και κατόντη του φράγματος. Στις περιπτώσεις αυτές, το πρόβλημα που πρέπει ίσως να αντιμετωπισθεί σε μακροχρόνια βάση είναι αυτό της γενετικής απομόνωσης που μπορεί να οδηγήσει σε γενετική καταστολή. Τέλος, η αποτελεσματικότητα (και συνεπώς η σημασία κατασκευής) ενός ιχθυοδιάδρομου είναι μικρή στις περιπτώσεις πολύ ψηλών φραγμάτων ή/και παρουσίας ειδών με μικρή ικανότητα ανάδρομης μετακίνησης μέσω ιχθυοδιάδρομων. Σε αυτές τις περιπτώσεις, και εφόσον κριθεί οικολογικά σκόπιμο, ενδεικνύομενες λύσεις μπορεί να είναι οι μεταφορές ψαριών με άλλα μέσα και οι εμπλουτισμοί με γόνο. Για παράδειγμα, πολλές χώρες της Ευρώπης έχουν εγκαταστήσει προγράμματα περιοδικής μεταφοράς εγκλιματισμένων νεαρών χελιών σε περιοχές ποταμών ανάντη φραγμάτων (χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων εμπλουτισμών αποτελεί ο ποταμός Δούναβης).

Γίνεται φανερό ότι η κατασκευή ενός ιχθυοδιάδρομου δεν πρέπει να είναι μία τυπική γραφειοκρατική διαδικασία για την ικανοποίηση κάποιων συχνά ασαφών περιβαλλοντικών όρων. Το ζητούμενο είναι να δημιουργηθούν λειτουργικοί ιχθυοδιάδρομοι αν και όπου αυτό είναι απαραίτητο, ώστε να προκύψει ένα πραγματικό οικολογικό όφελος. Ατυχώς, από τη διεθνή εμπειρία, είναι συχνά τα παραδείγματα κατασκευής ιχθυοδιάδρομων που εκ των υστέρων διαπιστώθηκε ότι είναι αναποτελεσματικά ή πολύ μικρής αποτελεσματικότητας. Συνεπώς, όταν

αποφασίζονται και εκτελούνται τέτοια έργα, είναι απαραίτητο, πέρα από τη σωστή μελέτη και κατασκευή, να υπάρχει ένα πρόγραμμα παρακολούθησης και περιοδικού ελέγχου των ρυθμών διέλευσης των ψαριών στα οποία ο ιχθυοδιάδρομος απευθύνεται. Παράλληλα, κατά τη μελετητική φάση θα πρέπει να προβλέπεται και η δυνατότητα τροποποίησης των τεχνικών προδιαγραφών.



Εικόνα 2: Παραδείγματα αποκατάστασης της ελευθεροεπικοινωνίας ιχθυοπληθυσμών. Μικρός ιχθυοδιάδρομος στο Salmon Creek της Montana (επάνω αριστερά), ιχθυοδιάδρομος με το σύστημα των διαδοχικών λιμνών στο φράγμα Bonneville του ποταμού Columbia (κάτω αριστερά) και ανελκυστήρας ψαριών (δεξιά).

3. ΦΡΑΓΜΑΤΑ - ΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ

3.1. Ιστορικά στοιχεία

Για χιλιάδες χρόνια ο άνθρωπος κατασκευάζει φράγματα για να ελέγξει τη ροή του νερού, να προστατευθεί από πλημμύρες και να καλύψει υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες. Το αρχαιότερο γνωστό φράγμα στον κόσμο κατασκευάστηκε στον ποταμό Νείλο περίπου το 4.000 π.Χ., ενώ το πρώτο φράγμα για έλεγχο πλημμυρών δημιουργήθηκε στη Sadd-el Kafara της Αιγύπτου την εποχή που άρχιζαν να κτίζονται οι Πυραμίδες, περίπου το 2600 π.Χ. (Garbrecht 2003). Το παλαιότερο φράγμα για υδρευτικούς σκοπούς δημιουργήθηκε γύρω στο 3200 π.Χ. στη Jawa, περίπου 100 km βορειοανατολικά της πρωτεύουσας της Ιορδανίας Αμάν (Helms 1981). Αρδευτικά φράγματα είναι γνωστά από πολλές περιοχές του αρχαίου κόσμου, με παλαιότερη γνωστή κατασκευή το φράγμα Marib στην Υεμένη, ύψους 20 m και μήκους 700 m, που χτίστηκε γύρω στο 510 π.Χ. και η κατασκευή του αποδίδεται στη βασίλισσα του Σαβά (Field 1990).

Η εκμετάλλευση της δυναμικής ενέργειας του νερού ξεκίνησε κατά τη Ρωμαϊκή περίοδο, και κατά τους τελευταίους αιώνες άρχισε να παίρνει βιομηχανική μορφή. Περισσότερα από 200 φράγματα, ψηλότερα των 15 m, χτίστηκαν τον 19^ο αιώνα στη Μεγάλη Βρετανία, κατά την περίοδο της εντατικής βιομηχανοποίησης της χώρας. Το 1900 η Μεγάλη Βρετανία είχε σχεδόν τόσα μεγάλα φράγματα όσα υπήρχαν συνολικά στον υπόλοιπο κόσμο (McCully 1996).

Στην Ελλάδα, φράγματα που εξυπηρετούσαν υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες είναι γνωστά από τη Μινωική και Μυκηναϊκή εποχή. Αρχαιολογικές έρευνες αποκάλυψαν ένα καλά διατηρημένο λιθόδετο υδρευτικό φράγμα, κατασκευαστικό επίτευγμα για την εποχή, που κατασκευάστηκε τον 4^ο αιώνα π.Χ. Το φράγμα φράσσει ένα ρέμα το οποίο οδηγεί στην κοιλάδα του Μύτικα (Αιτωλοακαρνανία) και εξυπηρετούσε τις ανάγκες της αρχαίας Αλυζίας (Murray 1984). Στα νεότερα χρόνια, το πρώτο φράγμα ήταν του Μαραθώνα που κατασκευάστηκε από την ΕΥΔΑΠ το 1931. Το πρώτο υδροηλεκτρικό φράγμα κατασκευάστηκε από τη ΔΕΗ στο Λούρο το 1954. Έκτοτε η ΔΕΗ έχει κατασκευάσει 15 μεγάλα Υ/Η έργα και δέκα μικρότερα. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 το Υπουργείο Γεωργίας κατασκευάζει αρδευτικά φράγματα.

Σήμερα, στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 60 (>10 hm³) μεγάλα φράγματα που κατασκευάστηκαν από τη ΔΕΗ, την ΕΥΔΑΠ, το ΥΠΕΧΩΔΕ και το Υπουργείο Γεωργίας και εξυπηρετούν ενεργειακούς, αρδευτικούς και υδρευτικούς σκοπούς. Ωστόσο, υπάρχουν πολυάριθμες μικρότερες κατασκευές που εξυπηρετούν κυρίως την άρδευση. Ο αριθμός των μεγάλων φραγμάτων μπορεί να θεωρηθεί μικρός αν συγκριθεί με τον αριθμό φραγμάτων που έχουν κατασκευασθεί σε άλλες Μεσογειακές χώρες. Σύμφωνα με στοιχεία της έκθεσης της WWF (2006), η Ισπανία, Γαλλία, Τουρκία και Ιταλία έχουν το μεγαλύτερο αριθμό μεγάλων φραγμάτων (>10 hm³) στη Μεσόγειο (1267, 597, 555 και 549 αντίστοιχα) και ακολουθούν η Πορτογαλία, η Αλγερία, το Μαρόκο και η Τυνησία με αριθμούς φραγμάτων που κυμαίνονται από 100 έως 151.

Η «Παγκόσμια Επιτροπή Φραγμάτων» ορίζει ως «μεγάλο φράγμα» αυτό που έχει ύψος τουλάχιστον 15 m. Εάν φράγματα με ύψος 5 έως 15 έχουν ωφέλιμο όγκο πάνω από 3 hm³ νερού μπορούν επίσης να θεωρηθούν σαν «μεγάλα φράγματα» (WCD 2000). Με βάση τον ορισμό αυτό, υπάρχουν παραπάνω από 48.000 φράγματα σε ολόκληρο τον κόσμο από τα οποία τα μισά περίπου βρίσκονται στην Κίνα. Στην Ελλάδα υπάρχουν 46 φράγματα που ικανοποιούν το παραπάνω κριτήριο «μεγάλου φράγματος» σε σύνολο 4286 τέτοιων φραγμάτων στην Ευρώπη (<http://oieau.fr/nouveau/DamsCountries.PDF>).

3.2. Τεχνικά χαρακτηριστικά των ΥΗ έργων στον ποταμό Αλιάκμονα

Στην θέση Ιλαρίωνα του Αλιάκμονα κατασκευάζεται λιθόρριπτο φράγμα μέγιστου ύψους 130m. Ανάντη του φράγματος θα δημιουργηθεί ταμιευτήρας με ωφέλιμη χωρητικότητα 412 hm³, ο οποίος θα εξυπηρετεί αρδευτικές, ενεργειακές και υδρευτικές ανάγκες. Ο ταμιευτήρας αυτός θα συμβάλει ιδιαίτερα στη βελτίωση της διαχείρισης των νερών της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας λόγω της μεγάλης του αποθηκευτικής δυνατότητας, ώστε να καλυφθούν οι αυξημένες απαιτήσεις της περιοχής σε νερό. Κατάντη του φράγματος θα εγκατασταθεί σταθμός παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος (157,3 MW).

Αμέσως κατάντη του φράγματος του Ιλαρίωνα λειτουργεί από το 1974 το ΥΗΕ του Πολυφύτου, κοντά στα Σέρβια Κοζάνης, το οποίο είναι από τα μεγαλύτερα της χώρας. Το φράγμα είναι λιθόρριπτο με ύψος 105 m και μήκος στη στέγη 297 m και συγκεντρώνει νερό από μια λεκάνη απορροής με συνολική επιφάνεια 5800 km². Το νερό οδηγείται στο σταθμό παραγωγής με αγωγούς συνολικού μήκους 4,5 km. Αμέσως κατάντη βρίσκονται διαδοχικά τα φράγματα Σφηκιάς (λιθόρριπτο, ύψους 82 m) και Ασωμάτων (χωμάτινο, ύψους 52 m) με τους αντίστοιχους ΥΗ σταθμούς που λειτουργούν από το 1985. Ο σταθμός Σφηκιάς, περίπου 25 km από την Βέροια, είναι αναστρέψιμος, δηλ. λειτουργεί το βράδυ ως αντλητικός για την ρύθμιση του συστήματος (ανεβάζει τα νερά του ταμιευτήρα Ασωμάτων στον ταμιευτήρα Σφηκιάς). Περίπου 40 km πριν από τις εκβολές βρίσκεται το αναρρυθμιστικό έργο Αγίας Βαρβάρας. Από την τεχνητή λίμνη του φράγματος τροφοδοτείται το δίκτυο ύδρευσης της Θεσσαλονίκης με ενωτική διώρυγα που μεταφέρει νερό στον ποταμό Αξιό. Στην περιοχή της Βέροιας βρίσκεται το μικρό ΥΗΕ Μακροχωρίου.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ταμιευτήρων του Αλιάκμονα.

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά ταμιευτήρων Αλιάκμονα.

	Ιλαρίωνας	Πολύφυτο	Σφηκιά	Ασώματα	Αγ. Βαρβάρα	Μακροχώριο
Λεκάνη απορροής (km ²)	5.005	5.800	6.000	6.100	6.150	
Επιφάνεια λίμνης (km ²)	21,9	74,0	4,3	2,6	0,4	
Συνολικός όγκος (hm ³)	520,00	2.200,00	103,00	63,00	1,25	
Ωφέλιμος όγκος (hm ³)	412,00	1.500,00	16,00	10,00	1,25	
Ανώτατη στάθμη (m)	403	291	146	85	42	37
Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	180,00	360,00	315,00	108,00	0,92	10,80

Πηγή: ΥΠΑΝ (2003) με χρήση στοιχείων ΔΕΗ

Στα σχέδια αξιοποίησης του Μέσου – Άνω Αλιάκμονα προβλέπεται η κατασκευή του ΥΗΕ Ελαφιού, ανάντη του ΥΗΕ Ιλαρίωνα. Στους σχεδιασμούς της ΔΕΗ περιλαμβάνεται η κατασκευή ΥΗΕ στο Νεστόριο, στην Κορομηλιά και σε παραπόταμους του Βενέτικου.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

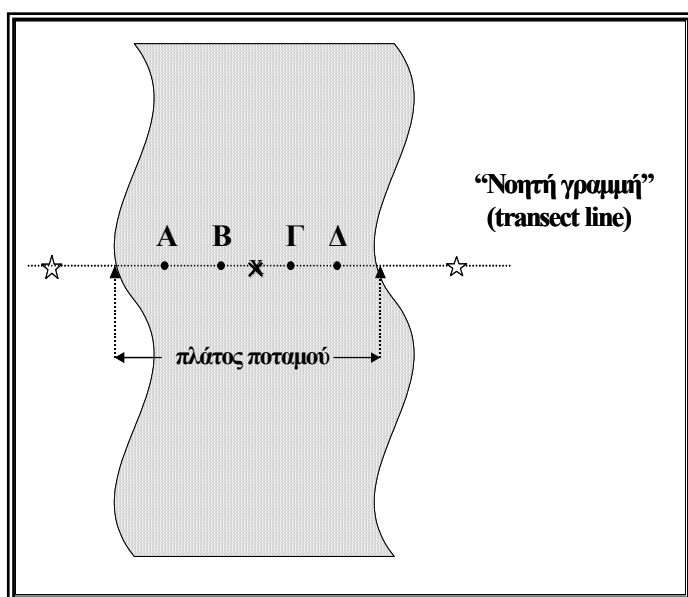
4.1. Αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης

Πριν από την έναρξη των δειγματοληψιών έγινε συγκέντρωση των διαθέσιμων υδρολογικών, φυσικοχημικών, βιολογικών, αλιευτικών και άλλων δεδομένων που αφορούν την περιοχή έρευνας. Σαν πηγές πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα, μελέτες και ανακοινώσεις σε συνέδρια. Επίσης αναζητήθηκαν στοιχεία στις τοπικές Υπηρεσίες (Κοζάνη, Γρεβενά, Καστοριά) και σε Κεντρικές Υπηρεσίες (ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Γεωργίας, ΔΕΗ, κλπ.). Τέλος, αποκτήθηκαν στοιχεία από επιτόπιες παρατηρήσεις και με επικοινωνία με ειδικούς επιστήμονες-ερευνητές, ερασιτέχνες ψαράδες και ομάδες μη κυβερνητικών περιβαλλοντικών οργανώσεων. Στοιχεία επίσης αποκτήθηκαν από επιτόπιες παρατηρήσεις και με επικοινωνία με ειδικούς επιστήμονες-ερευνητές, ερασιτέχνες ψαράδες και ομάδες μη κυβερνητικών περιβαλλοντικών οργανώσεων. Τα στοιχεία αυτά εξετάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τόσο για την κατάρτιση του σχεδίου δειγματοληψιών όσο και για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας.

4.2. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της περιοχής έρευνας

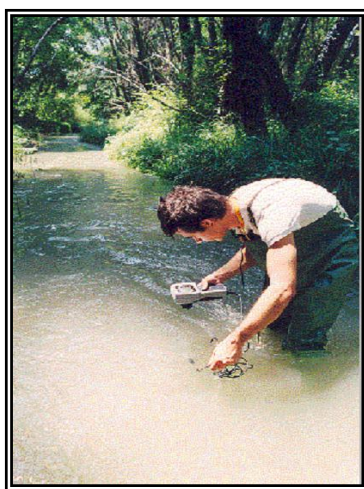
Για την εκτίμηση της υδροχημικής και ποιοτικής κατάστασης του Αλιάκμονα, χρησιμοποιήθηκαν παλαιότερα δεδομένα και δεδομένα από το παρόν έργο. Τα παλαιότερα δεδομένα αφορούν στοιχεία από σχετικές δημοσιεύσεις, αδημοσίευτα στοιχεία από τεχνικές εκθέσεις, στοιχεία δεδομένα χρονοσειρών του Υπ. Γεωργίας για την περίοδο 1980-2000, και χρονοσειρές παροχής της ΔΕΗ για τη θέση Ιλαρίωνα. Στα πλαίσια του παρόντος έργου έγιναν επιτόπιες μετρήσεις και δειγματοληψίες νερού σε 21 θέσεις του υδρογραφικού δικτύου της υπολεκάνης του Ιλαρίωνα. Με φορητά όργανα μετρήθηκαν *in-situ*: η ταχύτητα ροής και η υγρή διατομή για τη μετατροπή της ροής σε παροχή, η θερμοκρασία νερού, η αγωγιμότητα, το pH και το διαλυμένο οξυγόνο. Για τις μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκαν τα πολυπαραμετρικά όργανα Horiba W-2010 και Hach sensION156. Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική (Godinho & Ferreira 1998, Eklöv *et al.* 1999, Pires *et al.* 1999, Ostrand & Wilde 2002, Brown 2000) ο προσδιορισμός των παραπάνω φυσικοχημικών μεταβλητών ακολουθούσε πάντοτε τη συλλογή του ζωντανού υλικού, ώστε να μη διαταραχθεί η περιοχή δειγματοληψίας ψαριών ή βενθικών μακροασπονδύλων.

Όλοι οι παράμετροι μετρήθηκαν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο σε όλους τους σταθμούς. Αναλυτικότερα, σε κάθε σταθμό καθορίστηκαν δυο σταθερά σημεία (δέντρα, βράχοι ή άλλες σταθερές κατασκευές), με το ένα σημείο στη μία και το άλλο στην απέναντι όχθη του ποταμού. Τα δυο αυτά σημεία καθορίστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε η νοητή γραμμή που σχημάτιζαν μεταξύ τους (transect line) σε σχέση με τη διεύθυνση ροής του ποταμού να είναι περίπου κάθετες (Εικ. 3). Αυτή η «νοητή γραμμή» αποτέλεσε τη θέση αναφοράς για τις μετρήσεις των περιβαλλοντικών παραμέτρων σε κάθε δειγματοληψία (Platts *et al.* 1983) και ήταν ίδια στους σταθμούς εκείνους που πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία παραπάνω από μια φορά, ενώ παράλληλα θα αποτελέσει τη γραμμή αναφοράς σε περίπτωση που διενεργηθούν δειγματοληψίες στο μέλλον στην ίδια θέση.



Εικόνα 3: Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων σε «νοητή γραμμή» (transect line), όπως ορίστηκε μεταξύ δυο σταθερών σημείων (αστερίσκοι). Α-Δ: σημεία μέτρησης ροής, βάθους, x: σημείο μέτρησης φυσικοχημικών μεταβλητών με τα διάφορα πολυπαραμετρικά όργανα.

Η μέτρηση της θερμοκρασίας, της συγκέντρωσης του οξυγόνου, του pH, της αγωγιμότητας καθώς και όλων των άλλων χημικών μεταβλητών γινόταν κοντά στη μέση του ποταμού (Εικ. 4), λίγο κάτω από την επιφάνεια του νερού (Ostrand & Wilde 2002, Gispert & Moreno-Amich 2001, Gispert *et al.* 2002, Brown 2000) και πάντοτε επάνω στη «νοητή γραμμή» που προαναφέρθηκε. Σε ορισμένες θέσεις μετρήθηκαν κάποιες ακόμα χημικές μεταβλητές που επηρεάζουν τους πληθυσμούς των βενθικών μακροασπονδύλων. Συγκεκριμένα, ένας αριθμός δειγμάτων αναλύθηκε επιτόπια, με φορητό φασματοφωτόμετρο Merc NOVA 60 για τον προσδιορισμό των θρεπτικών. Επίσης, μετρήθηκε επιτόπια το BOD, με φορητή συσκευή Hach sensION156. Επί πλέον, από ορισμένους σταθμούς λήφθηκαν δείγματα νερού που αναλύθηκαν στο εργαστήριο με σκοπό την εκτίμηση των συγκεντρώσεων διαφόρων χημικών στοιχείων που θεωρούνται σημαντικά συστατικά υποβάθμισης ενός επιφανειακού υδάτινου σώματος. Τα δείγματα νερού μεταφέρθηκαν σε ψύξη στο εργαστήριο του ΙΕΥ στην Ανάβυσσο Αττικής, όπου φιλτραρίστηκαν και στο διαλυτό κλάσμα προσδιορίστηκαν νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά, φωσφορικά, ολικό άζωτο και ολικός φώσφορος. Οι αναλύσεις αυτές έγιναν με φωτόμετρο τύπου Spectroquant Merck Vega 400.



Εικόνα 4: Καταγραφή φυσικοχημικών μεταβλητών (αριστερά) και μέτρηση ροής (δεξιά).

Οι μετρήσεις βάθους πραγματοποιήθηκαν στα ίδια ακριβώς σημεία που καταγραφόταν και η ροή του ποταμού, με τη χρήση βαθμονομημένου μεταλλικού σωλήνα. Ως βάθος μετρήθηκε το κάθετο ύψος της στήλης του νερού, από την επιφάνειά του μέχρι τον πυθμένα (Platts *et al.* 1983). Ως πλάτος μετρήθηκε η απόσταση μεταξύ των δυο σημείων της «νοητής γραμμής» που βρέχονται από νερό και βρίσκονται εκατέρωθεν στις δύο όχθες του ποταμού (Neumann & Wildman 2002, Godinho *et al.* 2000). Η μέτρηση του πλάτους (υγρή διατομή) του ποταμού, καθώς και της μέγιστης διατομής, έγινε με τη χρήση μετροταινίας ή ηλεκτρονικού αποστασιόμετρου. Πιο συγκεκριμένα, ως πλάτος ποταμού μετρήθηκε η οριζόντια απόσταση από όχθη σε όχθη, κατά μήκος της «νοητής γραμμής» και μέχρι το σημείο εκείνο, όπου κάθε υλικό του πυθμένα καλύπτεται εξ ολοκλήρου από νερό (Platts *et al.* 1983). Επιπλέον, κάθε αντικείμενο ή κατασκευή που πρόβαλε μέσα από το νερό και είχε μέγεθος μεγαλύτερο από 0,3m αφαιρέθηκε από τη μέτρηση του πλάτους (Platts *et al.* 1983).

Οι μετρήσεις της ταχύτητας ροής έγιναν με ροόμετρο Swoffer 2100 στις θέσεις εκείνες που θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικές για κάθε ποτάμιο τμήμα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα σημεία του καναλιού ροής, ανάλογα με το πλάτος του ποταμού και την ομοιομορφία της ροής. Τα σημεία αυτά ήταν σχετικώς ομαλά κατανομημένα κατά μήκος της νοητής γραμμής (Brown 2000). Σε κάθε περίπτωση καταβάλλονταν προσπάθεια οι μετρήσεις ροής να γίνουν σε σημεία στα οποία δεν υπήρχαν εμπόδια ή άλλοι σχηματισμοί που θα προκαλούσαν τοπικές μεταβολές στην ταχύτητα ροής του ποταμού. Για τη μέτρηση της ταχύτητας ροής χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό ροόμετρο σε διάφορα τμήματα της διατομής του ποταμού και σε βάθος ίσο περίπου με το 60% του μέγιστου βάθους σε κάθε σημείο μέτρησης. Τα δεδομένα της υγρής διατομής και βάθους εισήχθησαν σε GIS προκειμένου να σχεδιαστούν οι διατομές και να υπολογιστούν τα εμβαδά σε διάφορα σημεία του ποταμού. Οι κατά μήκος παροχές του ποταμού υπολογίστηκαν πολλαπλασιάζοντας τις μετρήσεις ταχύτητας ροής με τα αντίστοιχα εμβαδά των διαβρεγμένων διατομών.

Ο προσδιορισμός του τύπου του υποστρώματος έγινε σύμφωνα με την κλίμακα του Wentworth με μεθοδολογία που περιγράφεται από τους Giller & Maimqvist (1998). Η κλίμακα αυτή κατάταξης των συστατικών του πυθμένα, με βάση το μέγεθός τους, φαίνεται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Κατηγορίες μεγέθους των συστατικών του υποστρώματος, κατά Wentworth.

Τύπος υποστρώματος	Μέγεθος (mm)
Ογκόλιθοι	>256
Κροκάλες	16-256
Χαλίκια	4-16
Αδρό ίζημα	2-4
Άμμος	0.0625-2
Ίλύς	0.0039-0.0625

Πιο συγκεκριμένα, ο χαρακτηρισμός του υποστρώματος σε κάθε σταθμό γινόταν με την οπτική επιθεώρηση του πυθμένα (Joy & Death 2001), στο σύνολο της έκτασης του σταθμού και στη συνέχεια την καταγραφή του ποσοστού κάθε κατηγορίας συστατικών.

Στον Πίνακα 5 δίνονται συνοπτικά περιγραφές των οργάνων, τεχνικών και μετρούμενων παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την έρευνα.

Πίνακας 5: Όργανα και τεχνικές μετρήσεων πεδίου, καθώς και οι μονάδες μέτρησης της κάθε μεταβλητής.

Μέτρηση	Όργανο ή τεχνική	Αναφορά
Water temperature (°C)	Horiba W-2010	
Conductivity (mS/cm)	Horiba W-2010	
TDS (mg/L)	Horiba W-2010	
D.O.(%)	Horiba W-2010	
pH	Horiba W-2010	
-NO ₃ (mg/L)	Horiba W-2010	
Air temperature (°C)	Horiba W-2010	
-NH ₄ (mg/L)	Merc NOVA 60	
-PO ₄	Merc NOVA 60	
-NO ₂	Merc NOVA 60	
Salinity (ppt)	Merc NOVA 60	
D.O. (mg/L)	Hach sensION156	
BOD ₅ (mg/L)	Hach sensION156	
Rock (%)	Visual assessment	Wentworth scale*
Boulders (%)	Visual assessment	Wentworth scale*
Cobbles (%)	Visual assessment	Wentworth scale*
Pebbles (%)	Visual assessment	Wentworth scale*
Gravel (%)	Visual assessment	Wentworth scale*
Sand (%)	Visual assessment	Wentworth scale*
Silt (%)	Visual assessment	Wentworth scale*
Width (m)	Tape line	
Depth (cm)	Flow meter Swoffer 2100	
Flow (m/s)	Flow meter Swoffer 2100	
Discharge (m ³ /s)	Calculation	Horne and Goldman**

* Wentworth C. K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377–392.

** Horne A.J. and Goldman C.R. 1983. *Limnology*. McGraw– Hill International Editions, New York, 301 pp.

4.3. Γεωλογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής έρευνας, χρήσεις γης και υδατικό ισοζύγιο

Για την επεξεργασία των γεωλογικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν σχετικοί χάρτες από την Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας, οι οποίοι επεξεργάστηκαν σε λογισμικό GIS ενώ για τον χάρτη χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων Corine 2000.

Η ποσοτικοποίηση των αναγκών νερού και το υδατικό ισοζύγιο των επιμέρους λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης προέκυψε από την χρήση στοιχείων των μελετών που αφορούν τα διαχειριστικά σχέδια νερού των υδατικών διαμερισμάτων της χώρας (ΥΠΑΝ 2006). Τα υδρομετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες τιμές βροχόπτωσης και παροχής του ποταμού Αλιάκμονα που προήλθαν από στοιχεία της ΔΕΗ αλλά και των προαναφερθεισών μελετών.

Η χωρική κατανομή της βροχόπτωσης στο τμήμα της λεκάνης του π. Αλιάκμονα που μελετάται προέκυψε από τις ετήσιες τιμές 5 βροχομετρικών σταθμών που είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι στην εν λόγω περιοχή (γεωγραφικά και υψομετρικά) με χρήση της μεθόδου ολοκλήρωσης IDW (Inverse Distance Weighting). Για την ανωτέρω εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή της βροχόπτωσης για την περίοδο 1980-2001 κάθε σταθμού.

Επίσης, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες υδρολογικές μετρήσεις κατά μήκος του κύριου κλάδου του π. Αλιάκμονα κατά το τέλος της ξηρής περιόδου του 2007 ώστε να διαπιστωθούν τυχόν σημαντικές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις σε τμήματα του ποταμού αλλά και να διαπιστωθούν περιοχές σημαντικών εισροών υπόγειου ή και επιφανειακού νερού στον κύριο ρου. Για τον σκοπό αυτό πέρα από μετρήσεις παροχών, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν σε πιστοποιημένο εργαστήριο του εξωτερικού δείγματα νερού για ισότοπα οξυγόνου.

4.4. Μέτρηση παροχής

Ο υπολογισμός της παροχής στις θέσεις δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε με βάση τις μετρήσεις της ταχύτητας ροής με τη μέθοδο του μυλίσκου. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις βάθους και ταχύτητας ροής του ποταμού εγκάρσια στην κοίτη του, ώστε να υπολογιστεί η βρεγμένη διατομή του και να γίνει δυνατή η ολοκλήρωση των τιμών της μέσης ταχύτητας και ο υπολογισμός της παροχής, σύμφωνα με την βασική εξίσωση μέσης παροχής σε ποτάμι:

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

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

$$\bar{Q}_{total} = \bar{Q}_1 + \bar{Q}_2 + \dots \bar{Q}_n$$

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

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

$$\bar{Q}_2 = \frac{\bar{U}_1 + \bar{U}_2}{2} \cdot xA_2$$

...

$$\bar{Q}_n = \frac{\bar{U}_{n-1} + \bar{U}_n}{2} \cdot xA_n$$

όπου $\bar{U}_0, \bar{U}_1, \dots, \bar{U}_n$ αντιστοιχούν στη μέση ταχύτητα ροής του ρέματος σε ένα σημείο της διατομής του και σε βάθος $\sim 6/10$ από την επιφάνεια, ενώ A_1, A_2, \dots, A_n είναι τα υπολογισμένα τμήματα επιφάνειας της διατομής μεταξύ δύο μετρήσεων μέσης ταχύτητας ροής.

4.5. Ιχθυολογική έρευνα

4.5.1. Σχεδιασμός

Με την έναρξη του έργου δόθηκαν οι παραγγελίες για την αγορά του σκάφους και της συσκευή ηλεκτραλιείας ΕΦΚΟ. Ωστόσο, η διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής του σκάφους ήταν χρονοβόρος και η παράδοση πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο 2007. Το σκάφος αυτό είναι το πρώτο του είδους που χρησιμοποιείται για ιχθυολογικές δειγματοληψίες στην Ελλάδα. Οι μέχρι σήμερα έρευνες περιορίζονταν σε βατά τμήματα των ποταμών και ποτέ δεν είχαν διενεργηθεί δειγματοληψίες σε ποτάμια μεγάλου βάθους.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στο τμήμα του ποταμού Αλιάκμονα ανάντη της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου καθώς και στους σημαντικότερους παραπόταμους του. Ο κύριος όγκος των δειγματοληψιών έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια των χαμηλών παροχών (Ιούνιος-Σεπτέμβριος) που ενδείκνυνται ιδιαίτερα για έρευνες με προσανατολισμό στην εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης και των ανθρωπογενών επιπτώσεων στους ιχθυοπληθυσμούς (FAME 2005). Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην κάλυψη της περιοχής που θα κατακλυσθεί από τον ταμιευτήρα του Ιλαρίωνα καθώς και των αμέσως ανάντη και κατάντη τμημάτων του ποταμού που θα δεχθούν τις άμεσες επιπτώσεις της κατασκευής του ταμιευτήρα. Οι δειγματοληψίες στα πιο απομακρυσμένα τμήματα του ποταμού και τους μικρούς παραπόταμους αποσκοπούσαν κυρίως αποτύπωση της ιχθυολογικής κατάστασης προκειμένου να διευκολυνθεί η παραγωγή του δείκτη βιοεκτιμήσεων, αλλά και για διαπιστωθούν τυχόν μελλοντικές μεταβολές της σύστασης των ιχθυοκοινωνιών λόγω μεταναστεύσεων ποταμόδρομων ειδών από τον ταμιευτήρα, όταν αυτός πληρωθεί. Ωστόσο, λόγω της μεγάλης έκτασης της λεκάνης αλλά και της έλλειψης οδικής πρόσβασης σε ορισμένες περιοχές, η έρευνα δεν κάλυψε ορισμένους μικρούς παραπόταμους.

4.5.2. Δειγματοληπτικά εργαλεία

Οι ιχθυολογικές δειγματοληψίες έγιναν με τη χρησιμοποίηση ηλεκτρικού ρεύματος, που αποτελεί την πλέον διαδεδομένη και τυποποιημένη τεχνική σύλληψης ψαριών σε ποτάμια (CEN 1994, FAME 2005). Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που άλλες τεχνικές μπορεί να αποβούν αναποτελεσματικές, εξαιτίας της γεωμορφολογίας και της φύσης του ποταμού, η χρήση ηλεκτραλιείας μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα (Cowx & Lamarque 1990, Hauer & Lamberti 1996). Έντονες ροές, βραχώδεις όχθες, ρίζες δέντρων, καθώς και άλλα εμπόδια, στοιχεία που χαρακτηρίζουν και ένα μεγάλο μέρος του συστήματος του ποταμού Αλιάκμονα, καθιστούν τη χρήση εναλλακτικών μεθόδων αλιείας αρκετά δύσκολη και πολύπλοκη.

Η τεχνική της ηλεκτραλιείας στηρίζεται σε χαρακτηριστικές φυσιολογικές αντιδράσεις των ψαριών σε πεδίο ηλεκτρικού ρεύματος. Το πεδίο δημιουργείται από ειδικές συσκευές ηλεκτραλιείας που παράγουν ρεύμα υψηλής τάσης (συνεχές ή εναλλασσόμενο), η λειτουργία των οποίων έγκειται στη δημιουργία κυκλώματος μεταξύ δύο στελεχών που βρίσκονται ταυτόχρονα μέσα στο νερό, την κάθοδο και την άνοδο. Η κάθοδος αποτελείται από ένα μεταλλικό στοιχείο που βρίσκεται πάντοτε βυθισμένο μέσα στο νερό και απλά χρησιμεύει για να κλείσει το κύκλωμα. Η άνοδος είναι ουσιαστικά μία μακριά απόχη με μεταλλικό τμήμα μέσα από την οποία διέρχεται το ρεύμα και την οποία χειρίζεται ενεργά ο χειριστής της συσκευής. Όταν το κύκλωμα του ρεύματος κλείσει τότε δημιουργούνται τέσσερις ζώνες, με τέσσερις τύπους αντιδράσεων από τα ψάρια αντίστοιχα:

- Ζώνη μη αντίδρασης, λόγω μεγάλης απόστασης.
- Ζώνη αποφυγής, όπου το ψάρι υφίσταται μεν την επίδραση του ρεύματος αλλά κατορθώνει να ξεφύγει.
- Ζώνη προσέλκυσης (galvano-taxis), όπου η επίδραση του ρεύματος αναγκάζει το ψάρι να κατευθυνθεί προς την άνοδο.
- Ζώνη νάρκωσης (galvano-narcosis), όπου το ψάρι αναισθητοποιείται από το ρεύμα για λίγα δευτερόλεπτα έως μερικά λεπτά (ανάλογα με την ισχύ και τη διάρκεια της ηλεκτρικής εκκένωσης). Εάν το ψάρι εκτεθεί για πολύ χρόνο σε ισχυρό πεδίο, τότε μπορεί να πεθάνει.

Το εύρος κάθε ζώνης εξαρτάται από την αγωγιμότητα του νερού, την ισχύ της συσκευής ηλεκτραλιείας, το μέγεθος της ανόδου, το μέγεθος του ψαριού και το βάθος ή τον όγκο του νερού. Για παράδειγμα, σε ένα τυπικό ασβεστολιθικό ορεινό Ελληνικό ποτάμι και με μία συσκευή ηλεκτραλιείας ικανοποιητικής ισχύος, με διάμετρο ανόδου 15cm, ένα ψάρι μήκους 15cm αρχίζει να προσελκύεται σε απόσταση 15m και υφίσταται νάρκωση σε απόσταση 0,5m από την άνοδο.

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές συσκευές ηλεκτραλιείας, με τα εξής χαρακτηριστικά αντίστοιχα:

(α) ΕΦΚΟ Elektrofischereigeräte GmbH, Model FEG 6000, generator powered, DC (unpulsed), 7,0 KW output power, 600 V, και καλώδιο της ανόδου 200 m (Leutkrich, Germany). Πρόκειται για πολύ ισχυρή συσκευή που χρησιμοποιεί βενζινοκινητήρα (μοντέλο HONDA) για την παραγωγή ρεύματος (Εικ. 5). Ένα σημαντικό πλεονέκτημά της είναι ότι παρέχει δυνατότητα αλιείας σε μεγάλους όγκους νερού όπου το βάθος και η γενικότερη φυσιογνωμία του ποταμού δεν επέτρεπε την άρτια και ασφαλή δειγματοληψία με τη φορητή συσκευή (βλ. παρακάτω). Επιπλέον, η συσκευή αυτή έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί ευρεία ζώνη προσέλκυσης, καθιστώντας τη χρήση της αποτελεσματική ακόμα και σε ποτάμια μεγάλου μεγέθους. Μειονέκτημα αποτελεί το μεγάλο βάρος της (50 kg). Λόγω του βάρους της, η συσκευή δεν μπορεί να μεταφερθεί πολύ μακριά από το όχημα μεταφοράς. Η συσκευή αυτή συνήθως χρησιμοποιείται σε πλωτά τμήματα του ποταμού τοποθετημένη πάνω σε ειδικό σκάφος. Στις περιπτώσεις που δεν ήταν δυνατή η χρησιμοποίηση σκάφους, λόγω έλλειψης προσβασιμότητας ή ύπαρξης εμποδίων στην κοίτη του ποταμού, η συσκευή τοποθετείτο στις όχθες και η αλιεία γινόταν από μέλη της ομάδας που εισέρχονταν στο νερό (Εικ. 6). Η συλλογή του υλικού γίνεται από τον χειριστή ηλεκτροφόρου απόχης (άνοδος) ο οποίος είτε βρίσκεται πάνω στο σκάφος είτε κινείται μέσα στο κανάλι ροής του ποταμού, ακολουθούμενος από ένα ή δύο άτομα που συνεπικουρούν με απόχες στη συλλογή των ψαριών. Η τεχνική αλιείας με τη χρήση σκάφους προϋποθέτει τουλάχιστο τέσσερα άτομα να

βρίσκονται μέσα στη βάρκα και περιλαμβάνει ένα προσεκτικό πέρασμα σε κάθε μια από τις δύο όχθες καθώς και στη μέση του καναλιού ροής του ποταμού. Ένα από τα άτομα χειρίζεται το κουμπί ασφαλείας, με το οποίο ανοίγει και κλείνει το κύκλωμα του ρεύματος. Η κύρια φροντίδα του είναι να ξεκινάει ή να διακόπτει τη λειτουργία της συσκευής, προκειμένου να αποφευχθούν σοβαρά ατυχήματα ηλεκτροπληξίας. Ένα ή δύο ακόμα άτομα βρίσκονται στην όχθη και είναι επιφορτισμένα με την παραλαβή δειγμάτων ή άλλες υποστηρικτικές ενέργειες.

(β) Hans-Grassel GmbH battery-powered backpack, Model IG200-2, DC (pulsed), 1,5 KW output power, 35-100 Hz, max. 850 V (Schönau, Germany). Καλώδιο ανόδου 50 m. Είναι μικρής ισχύος συσκευή με δυνατότητα αλιείας σε μικρά βάθη (0,2m έως 2m περίπου) και μικρούς όγκους νερού (Εικ. 5). Η συσκευή δημιουργεί μικρή ζώνη προσέλκυσης (αλλά σχετικά μεγάλη ζώνη νάρκωσης) και είναι κατάλληλη μόνο για ρέματα και αβαθή τμήματα του ποταμού. Η μεθοδολογία δειγματοληψίας περιλαμβάνει ένα προσεκτικό πέρασμα προχωρώντας με τα πόδια αντίθετα στη ροή του ποταμού (Godinho & Ferreira 1998, Brown 2000) και μόνο σε εκείνα τα σημεία που το βάθος νερού καθιστά τη χρήση της συσκευής ασφαλή για το χειριστή (<1,20 m βάθος). Σε πλατιά ποτάμια η πορεία είναι συνήθως μαιανδρική με σκοπό να καλυφθούν κατά το δυνατό, τόσο οι όχθες, όσο και το κέντρο του ποταμού). Λόγω του μικρού της βάρους (13 kg) η συσκευή είναι φορητή (στερεώνεται στην πλάτη) και συνεπώς μπορεί να μεταφερθεί σε μεγάλη απόσταση από το όχημα μεταφοράς. Ο χειριστής της ηλεκτροφόρου απόχης (άνοδος), ακολουθούμενος από ένα ή δύο άτομα που συμβάλουν στη συλλογή των ψαριών με κοινές απόχες, εισέρχεται στο νερό και διανύει το τμήμα του ποταμού που καθορίστηκε για τη δειγματοληψία περπατώντας (Εικ. 6).



Εικόνα 5: Οι δύο συσκευές ηλεκτραλιείας που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή ψαριών. Αριστερά η συσκευή σταθερής θέσης και δεξιά η φορητή συσκευή.

Σε όλες τις περιπτώσεις αλιείας με ηλεκτρισμό, τα μέλη της ομάδας έφεραν ειδικές πλαστικές στολές και γάντια από καουτσούκ προκειμένου να αποφευχθούν ατυχήματα από ηλεκτροπληξία, τα οποία ενίοτε είναι θανατηφόρα. Οι δειγματοληψίες γινόντουσαν από ομάδες τεσσάρων (σπάνια τριών) έως έξι ατόμων, ανάλογα με τον τύπο της συσκευής που χρησιμοποιείτο, από τα οποία ένα άτομο ήταν πάντα επιφορτισμένο με τη συμπλήρωση των πρωτοκόλλων. Στους σταθμούς όπου η λήψη δειγμάτων ή η εξέταση των συλλεγομένων ατόμων θεωρήθηκε απαραίτητη, ένα ακόμα άτομο ήταν επιφορτισμένο με τη διατήρηση των ψαριών κατά τη διάρκεια της όλης διαδικασίας, τοποθετώντας τα μέσα σε κουβάδες νερού με παροχή οξυγόνου μέσω προσαρτημένων αντλιών.



Εικόνα 6: Συλλογή ψαριών με τη φορητή (αριστερά) και με τη σταθερή συσκευή ηλεκτραλιείας (δεξιά). Η δεύτερη έχει τη δυνατότητα να συλλέγει ψάρια, ακόμη και σε μεγάλες ποσότητες νερού.

Παράλληλα με τις συσκευές ηλεκτραλιείας, χρησιμοποιήθηκαν κατά περίπτωση και άλλα εργαλεία, όπως δίχτυα, απόχες και ειδικά δίχτυα συλλογής γόνου. Τα εργαλεία αυτά δεν προσφέρονται για ποσοτική έρευνα, αλλά επιτρέπουν τη σύλληψη ψαριών σε περιοχές όπου η χρήση συσκευών ηλεκτραλιείας είναι αδύνατη ή αναποτελεσματική (π.χ. στάσιμα νερά, πολύ μικρό βάθος ή παρουσία πυκνής υδροχαρούς βλάστησης). Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν και μικρές απόχες με μικρό διαμέτρημα ματιού για τη σύλληψη ιχθυολαρβών και γόνου ψαριών προκειμένου να εντοπισθούν περιοχές αναπαραγωγικής δραστηριότητας.

Για τις ανάγκες της έρευνας κατασκευάστηκε ειδικό σκάφος στο οποίο επιβαίνουν τέσσερα άτομα και χειρίζονταν την προσαρτημένη σε αυτό συσκευή ηλεκτραλιείας ΕΦΚΟ. Το σκάφος είναι ειδικής κατασκευής από κράμα αλουμινίου και παρέχει ασφάλεια κατά τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος. Τα χαρακτηριστικά του σκάφους είναι: μήκος 4 m, μέγιστο πλάτος 1,4 m, και ύψος 50 cm. Η μετακίνηση του σκάφους γίνεται με ειδικό ρυμουλκό (τρέϊλερ), ενώ για τη κίνησή της μέσα στο νερό χρησιμοποιήθηκε εξωλέμβια μηχανή (μοντέλο *Yamaha 15FMH 15* ίππων). Η κατασκευή έγινε στη Γερμανία από εταιρεία που έχει εμπειρία στη κατασκευή τέτοιων σκαφών, σύμφωνα με σχέδια και οδηγίες των Γερμανών συνεργατών του παρόντος έργου. Το σκάφος χρησιμοποιήθηκε σε βαθιά τμήματα του κυρίως ποταμού, καθώς και του παραπόταμου Βενέτικου, όπου η τοπογραφία της θέσης επέτρεπε την προσέγγιση και είσοδο του στο νερό.



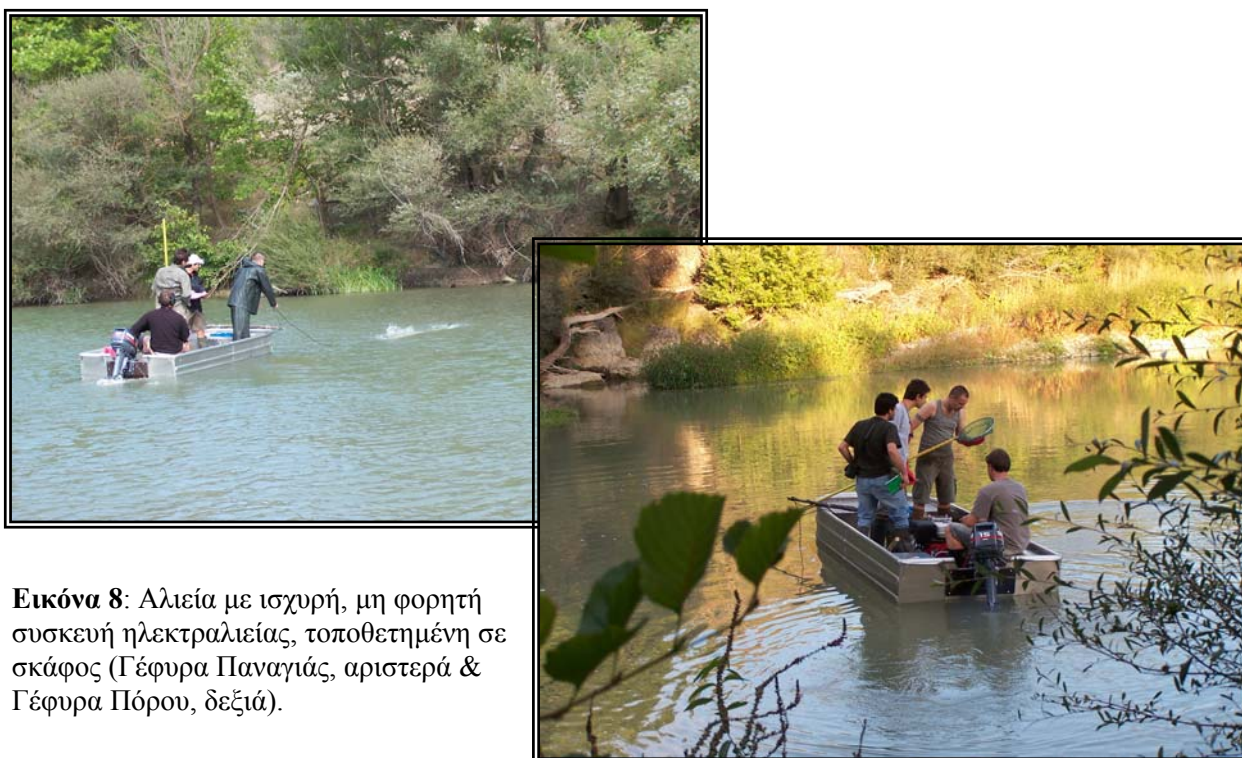
Εικόνα 7: Η βάρκα που χρησιμοποιήθηκε για δειγματοληψία στα βαθιά τμήματα του ποταμού.

4.5.3. Δειγματοληπτική στρατηγική

Λόγω της καθυστέρησης της κατασκευής του σκάφους, δεν ήταν δυνατή η διενέργεια ποσοτικής δειγματοληψίας στον κύριο ρου του Αλιάκμονα κατά τα πρώτα στάδια της έρευνας. Από τη μεθοδολογική άποψη, επομένως, η έρευνα πεδίου διαχωρίστηκε σε δύο μεγάλα στάδια.

1. Αρχικά, και μέχρι τον Αύγουστο 2007, έγιναν επισκέψεις στους παραποτάμους και τα ρηχότερα τμήματα του κυρίως ποταμού, όπου ήταν δυνατή η χρησιμοποίηση της φορητής συσκευής ηλεκτραλιείας Hans-Grassel. Δεδομένου ότι οι επισκέψεις αυτές έλαβαν χώρα κατά την περίοδο αναπαραγωγής των περισσότερων ειδών ψαριών του Αλιάκμονα (άνοιξη και αρχές του θέρους) ή αμέσως μετά, σε πολλούς σταθμούς έγινε, παράλληλα με την ηλεκτρική αλιεία, και συλλογή ιχθυολαρβών και ιχθυδίων. Επειδή κατά το ταξίδι που έγινε τον Ιούνιο 2007 η συσκευή ηλεκτραλιείας Hans-Grassel υπέστη βλάβη, οι δειγματοληψίες σε έναν αριθμό σταθμών έγιναν με την μικρότερης ισχύος μηχανή (Ittiosanitaria & Acquatechno, battery-powered, Gewiss GW44209). Τα ιχθυολογικά δεδομένα που αποκτήθηκαν με αυτό το εργαλείο επιτρέπουν την ικανοποιητική αντιπροσώπευση όλων των ειδών ψαριών στα δείγματα, όχι όμως και την ακριβή αναπαράσταση της ποσοστιαίας σύστασης των ειδών στην ιχθυοκοινωνία. Η έρευνα περιέλαβε αυτοψίες και ποιοτικές δειγματοληψίες στη χαράδρα Ζάβορδας-Ιλαρίωνα την οποία μέλη της ερευνητικής ομάδας διέσχισαν με νοικιασμένο σκάφος τύπου raft.

2. Το Σεπτέμβριο 2007 πραγματοποιήθηκε η αλιεία στα βαθιά τμήματα του Αλιάκμονα με τη χρήση της συσκευής ηλεκτραλιείας ΕΦΚΟ τοποθετημένης στο σκάφος ή/και στις όχθες. Στις δειγματοληψίες συμμετείχαν ειδικοί επιστήμονες από τη Γερμανία οι οποίοι, εκτός από τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση του προγράμματος των δειγματοληψιών, παρείχαν εκπαίδευση στη χρήση του σκάφους και της συσκευής ηλεκτραλιείας ΕΦΚΟ (Εικ. 8). Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, υπήρξαν περιπτώσεις που το νερό ήταν βαθύ, αλλά το σκάφος δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, ή μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μόνο για ένα τμήμα του μήκους του σταθμού δειγματοληψίας, επειδή υπήρχαν φυσικά εμπόδια που δεν επέτρεπαν τη μετακίνηση του σκάφους ανάντη από το τμήμα αυτό. Στις περιπτώσεις αυτές, η αλιεία με σκάφος γινόταν για το πρώτο τμήμα του σταθμού. Στη συνέχεια η συσκευή ΕΦΚΟ μεταφερόταν στην όχθη και η δειγματοληψία συνεχιζόταν από μέλη της ομάδας που εισέρχονταν στο νερό και χειρίζονταν ηλεκτροφόρες απόχες, σύμφωνα με την τεχνική που προαναφέρθηκε.



Εικόνα 8: Αλιεία με ισχυρή, μη φορητή συσκευή ηλεκτραλιείας, τοποθετημένη σε σκάφος (Γέφυρα Παναγιάς, αριστερά & Γέφυρα Πόρου, δεξιά).

Σε ορισμένους σταθμούς πραγματοποιήθηκαν περισσότερες από μια δειγματοληπτικές προσπάθειες. Με λίγες εξαιρέσεις, οι δειγματοληψίες είχαν ποσοτικό χαρακτήρα. Αυτές οι εξαιρέσεις αφορούν ορισμένους σταθμούς του κυρίως ρου του Αλιάκμονα και του Βενέτικου όπου για τεχνικούς λόγους (π.χ. μεγάλο βάθος) δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν ποσοτικοποιημένες μετρήσεις ψαριών. Αυτό συνέβη κυρίως κατά τις πρώτες δειγματοληπτικές περιόδους, όταν δεν είχε ακόμα αποκτηθεί η συσκευή ηλεκτραλιείας μεγάλης ισχύος (ΕΦΚΟ). Στις περιπτώσεις αυτές ακολουθήθηκε μια ημιποσοτική ή ενίοτε ποιοτική προσέγγιση συλλογής με τη φορητή συσκευή Hans-Grassel.

Κατά κανόνα, στα ρηχά τμήματα του ποταμού χρησιμοποιείτο η φορητή συσκευή Hans-Grassel, ενώ στα βαθιά τμήματα χρησιμοποιείτο η σταθερή συσκευή ΕΦΚΟ που τοποθετείτο είτε στο σκάφος είτε στις όχθες του ποταμού. Ακολουθώντας καθιερωμένες πρακτικές (Godinho & Ferreira 1998), όλες οι δειγματοληψίες τόσο για τη συλλογή του ζωντανού υλικού όσο και για τη λήψη των φυσικοχημικών μετρήσεων πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το

μήκος των σταθμών ορίστηκε σε τουλάχιστον 100m. Η απόσταση αυτή θεωρείται αρκετά ικανοποιητική για τη συλλογή αντιπροσωπευτικού δείγματος ψαριών (Meador *et al.* 1993) σε συστήματα όμοια με το σύστημα του ποταμού Αλιάκμονα. Κατά κανόνα, αλιεύονταν μια έκταση αρκετά μεγάλη (συνήθως ξεπερνούσε κατά πολύ τα 100 m) ώστε να καλύπτονται επαρκώς όλα τα ενδιαίτηματα σε ένα «αντιπροσωπευτικό» τμήμα του ποταμού. Παράγοντες που επηρέαζαν την απόφαση για την απόσταση κάλυψης ήταν η τοπική γεωμορφολογία, το είδος των ενδιαιτημάτων, το πλάτος του ποταμού και πιθανά εμπόδια στην κίνηση του σκάφους. Σε όλες τις περιπτώσεις, γινόταν άμεση αναγνώριση των ψαριών σε επίπεδο είδους και κατηγοριοποίηση σε κλάσεις μήκους (Εικ. 9). Μετά την καταγραφή των ιχθυολογικών παραμέτρων τα ψάρια επιστρέφονταν ζωντανά στο ποτάμι. Παράλληλα με τις δειγματοληψίες, πραγματοποιούνταν μετρήσεις και υπολογισμοί μίας σειράς περιβαλλοντικών παραμέτρων. Αυτές οι μετρήσεις γινόταν πάντοτε μετά το πέρας της συλλογής των ψαριών, ώστε να μη διαταραχθεί η περιοχή ιχθυολογικής δειγματοληψίας (Pires *et al.* 1999, Ostrand & Wilde 2002, Brown 2000).



Εικόνα 9: Μέτρηση κλάσεων μήκους ψαριών με τη βοήθεια βαθμονομημένης απόχης (αριστερά) και υπολογισμός θρεπτικών στο πεδίο (δεξιά).

Τα δεδομένα κάθε θέσης καταχωρούνταν σε ειδικά πρωτόκολλα (Παράρτημα Ι) που αφορούσαν τις τεχνικές λεπτομέρειες της δειγματοληψίας, τη σύσταση του αλιεύματος, τα τοπογραφικά, μορφομετρικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά της θέσης, την κατανομή των ενδιαιτημάτων και τις επικρατούσες πιέσεις. Από αρκετούς σταθμούς κρατήθηκαν δείγματα ψαριών που συντηρήθηκαν σε φορμόλη ή αλκοόλη για εργαστηριακή ανάλυση. Κρατήθηκαν επίσης δείγματα από είδη που παρουσιάζουν είτε ταξινομική ασάφεια, είτε ιδιαίτερο φυλογενετικό ενδιαφέρον (π.χ. είδη του γένους *Gobio*) για γενετικές αναλύσεις με μοριακές τεχνικές (μιτοχονδριακό και δορυφορικό DNA). Κάθε θέση φωτογραφήθηκε από διαφορετικές οπτικές γωνίες και αποστάσεις με ψηφιακή μηχανή. Παράλληλα, έγιναν βιντεοσκοπήσεις των θέσεων και σε ορισμένες περιπτώσεις πραγματοποιήθηκαν υποβρύχιες παρατηρήσεις. Το ψηφιακό φωτογραφικό αρχείο βοήθησε στην ανασκόπηση των θέσεων στο εργαστήριο και στην οριοθέτηση και χαρτογράφηση των ομοιογενών ποτάμιων τμημάτων.

4.5.4. Διερεύνηση της βιολογίας και οικολογίας των ψαριών του άνω Αλιάκμονα

Η γνώση της βιολογίας των ψαριών και του οικολογικού τους ρόλου στο οικοσύστημα είναι απαραίτητη για την εφαρμογή μεθόδων εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης καθώς και για το σχεδιασμό μέτρων αποκατάστασης των επιπτώσεων που μπορεί να προέλθουν από την κατασκευή τεχνικών έργων. Η διερεύνηση της βιολογίας και οικολογίας των ειδών ψαριών που απαντούν

στον άνω Αλιάκμονα αποσκοπούσε κυρίως στην εξακρίβωση της βιολογικής συμπεριφοράς και των οικολογικών απαιτήσεων των ειδών προκειμένου να εντοπισθούν κατάλληλες ιχθυομετρικές που περιγράφουν τη λειτουργία της ιχθυοκοινωνίας «λειτουργικές μετρικές». Η διερεύνηση στηρίχθηκε σε δύο ομάδες δεδομένων:

- (1) Βιβλιογραφικά δεδομένα (δημοσιεύσεις, ανακοινώσεις, τεχνικές εκθέσεις, κλπ.)
- (2) Δειγματοληπτικά δεδομένα, αποτελέσματα της επεξεργασίας του υλικού των δειγματοληψιών, καθώς και μετρήσεις/καταγραφές περιβαλλοντικών παραμέτρων στις θέσεις δειγματοληψίας.

Στις λίγες περιπτώσεις κοσμοπολιτικών ειδών που τα δεδομένα από την Ελληνική βιβλιογραφία και δειγματοληπτικά δεδομένα δεν επαρκούσαν για το χαρακτηρισμό των οικολογικών θώκων, ο χαρακτηρισμός στηρίχθηκε σε πληροφορίες από τη διεθνή βιβλιογραφία (π.χ. Michel & Oberdorff 1995).

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα τα ψάρια ταξινομήθηκαν ως προς:

- τον οικολογικό τους θώκο (βαθμός ρεοφιλίας, τροφικές προτιμήσεις, χαρακτηριστικά ενδιαιτήματος, αναπαραγωγικό υπόστρωμα, κλπ.)
- τα βιολογικά τους χαρακτηριστικά (σωματικό μέγεθος, μακροβιότητα, μεταναστευτική συμπεριφορά)
- τα εύρη ανοχής στις περιβαλλοντικές παραμέτρους που χαρακτηρίζουν τις περιοχές απάντησης τους (π.χ. ψυχρόφιλα ή θερμόφιλα)
- την ανθεκτικότητα σε διαταραχές των βιοτόπων τους, ιδίως όσο αφορά τις μεταβολές θερμοκρασίας και ποιότητας νερού και την αλλοίωση του ενδιαιτήματος (ανθεκτικά, μη ανθεκτικά).
- τη βιογεωγραφική τους προέλευση (αυτόχθονα, εισαχθέντα)

Όπως προαναφέρθηκε, οι παραπάνω ταξινομήσεις είχαν σαν στόχο την επιλογή κατάλληλων «λειτουργικών» ιχθυομετρικών που επιτρέπουν την ανίχνευση των επιπτώσεων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, και ιδίως του Η/Υ έργου του Ιλαρίωνα, στις τοπικές ιχθυοκοινωνίες. Έμφαση δόθηκε στον εντοπισμό ρεοφίλων και μεταναστευτικών ειδών, των οποίων οι πληθυσμιακές παράμετροι ανταποκρίνονται με προγνώσιμο τρόπο σε μεταβολές των χαρακτηριστικών ροής και συνεκτικότητας που προξενούνται από τη λειτουργία φραγμάτων (τόσο των υπαρχόντων όσο και αυτών που ενδέχεται να δημιουργηθούν στο μέλλον).

4.6. Δημιουργία μεθόδου εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης με ιχθυοδείκτες

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 ο προσδιορισμός της «κατάστασης» ενός σώματος γίνεται με βάση τα χημικά (χημική κατάσταση) και οικολογικά (οικολογική κατάσταση) χαρακτηριστικά του σώματος. Τα οικολογικά χαρακτηριστικά αποτελούν τον καθοριστικό παράγοντα του προσδιορισμού, ωστόσο τα υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λαμβάνονται επιπρόσθετα υπόψη για τον προσδιορισμό της υψηλής και της καλής κατάστασης. Ο προσδιορισμός της οικολογικής κατάστασης γίνεται χωριστά για διαφορετικές κατηγορίες σωμάτων (λίμνες, ποτάμια, ταμιευτήρες, μεταβατικά ύδατα κλπ.), με βάση μία ή περισσότερες από τις εξής τέσσερις βιοτικές ομάδες: ψάρια, μακροασπόνδυλα, υδατικά φυτά και φυτοπλαγκτό (διάτομα), παίρνοντας υπόψη την ευαισθησία και τον βαθμό ανταπόκρισης των ειδών που απαρτίζουν κάθε ομάδα, στις επικρατούσες πιέσεις. Στα ποτάμια συστήματα, οι φυτικοί

οργανισμοί έχουν συνήθως μικρή ποσοτική σημασία και συχνά παρουσιάζουν μη προβλέψιμη αντίδραση στις πιέσεις. Για το λόγο αυτό, οι εκτιμήσεις της οικολογικής κατάστασης στα ποτάμια γίνονται συνήθως με τα ψάρια (κυρίως στις περιπτώσεις που επικρατούν υδρολογικές και μορφολογικές διαταραχές) και τα μακροασπόνδυλα (κυρίως όταν υπάρχει σημαντική επιβάρυνση από οργανική ρύπανση).

Η Οδηγία-Πλαίσιο απαιτεί η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης να στηρίζεται στην αρχή των συνθηκών αναφοράς, σύμφωνα με την οποία, ο βαθμός υποβάθμισης ενός σώματος υπολογίζεται με τη σύγκριση των παρατηρούμενων βιολογικών τιμών, με τις τιμές που χαρακτηρίζουν τα αδιατάρακτα υδάτινα σώματα του ίδιου τύπου (συνθήκες αναφοράς). Στην παρούσα έρευνα η εκτίμηση έγινε με βάση ιχθυολογικά δειγματοληπτικά δεδομένα από τον άνω ρου του Αλιάκμονα (ανάκτη του ταμιευτήρα Πολυφύτου). Ωστόσο, η έρευνα πλαισιώθηκε και με μερικές από τις υπόλοιπες παραμέτρους που προσδιορίζουν την οικολογική κατάσταση, όπως η κατανομή των πιέσεων, τα βενθικά μακροασπόνδυλα, και τα φυσικοχημικά, υδρολογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά στις περιοχές δειγματοληψίας.

Για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης, δημιουργήθηκε ένας ιχθυολογικός πολυπαραμετρικός (πολυμετρικός) δείκτης που μετρά το βαθμό απόκλισης των παραμέτρων της ιχθυοκοινωνίας σε μία θέση από αυτές που θα αναμένονταν σε αυτή την θέση κάτω από τελείως αδιατάρακτες συνθήκες (συνθήκες αναφοράς). Ακολουθώντας τις κατευθύνσεις που υπαγορεύονται από την Οδηγία, η μεθοδολογία δημιουργίας του δείκτη περιέλαβε τα εξής στάδια εργασιών (Οικονόμου & συν. 2007):

- την τυπολογική ταξινόμηση των ποτάμιων περιοχών που ερευνήθηκαν,
- τη δημιουργία συνθηκών αναφοράς για κάθε ποτάμιο τύπο,
- την επιλογή κατάλληλων ιχθυομετρικών που περιγράφουν τη δομική και λειτουργική κατάσταση της ιχθυοκοινωνίας στις θέσεις δειγματοληψίας, και
- το συνδυασμό των μετρικών σε ένα πολυπαραμετρικό (πολυμετρικό) δείκτη, ο οποίος παρέχει ένα μέτρο της οικολογικής κατάστασης κάθε θέσης.

Η μεθοδολογία δημιουργίας του δείκτη περιέλαβε σαν προκαταρκτικά στάδια εργασιών την αξιολόγηση των ανθρωπογενών πιέσεων στις θέσεις δειγματοληψίας, τη διερεύνηση της αφθονίας και της κατανομής των ειδών, και τη δημιουργία μίας υποστηρικτικής βάσης δεδομένων.

4.6.1. Κατανομή πιέσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας

Κάθε θέση του δικτύου σταθμών αξιολογήθηκε ως προς το βαθμό επιβάρυνσης από ανθρωπογενείς πιέσεις, σύμφωνα με τα κριτήρια του πανευρωπαϊκού προγράμματος FAME. Τα κριτήρια του FAME περιλαμβάνουν 23 πιέσεις που επικρατούν σε ευρωπαϊκά ποτάμια. Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης έγινε χρήση 17 πιέσεων που κυρίως απαντούν στα ελληνικά ποτάμια (Οικονόμου & συν. 2007). Στις πιέσεις αυτές περιλαμβάνονται οι υδρολογικές διαταραχές, οι μορφολογικές αλλοιώσεις, η διακοπή της διαμήκουσ συνεκτικότητας του ποταμού και η χρήση γης στο τμήμα του ποταμού ανάκτη από τη θέση. Κάθε θέση δειγματοληψίας λάμβανε μία ακέραια τιμή σε πενταβάθμια κλίμακα (από 1-καθόλου επιβάρυνση έως 5-μεγάλη επιβάρυνση), για κάθε μία από τις 17 πιέσεις. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν στις πέντε κλάσεις οικολογικής κατάστασης που ορίζει η Οδηγία (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής, κακή).

4.6.2. Αφθονία και κατανομή των ειδών ψαριών - ποιοτική και ποσοτική περιγραφή της ιχθυοπανίδας

Έγιναν δειγματοληψίες ψαριών σε 57 επιλεγμένες θέσεις προκειμένου να καλυφθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη έκταση της λεκάνης απορροής του άνω ρου του Αλιάκμονα. Σε κάθε σταθμό, τα δεδομένα αφθονίας των ειδών μετασχηματίστηκαν σε στρεμματικές πυκνότητες χρησιμοποιώντας σαν παράμετρο την επιφάνεια νερού που καλύφθηκε κατά τη δειγματοληψία. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη βοήθεια κατάλληλων τεχνικών για προσδιορισμούς παραμέτρων που περιγράφουν τη κατανομή και αφθονία των ειδών και τη σύσταση των τοπικών ιχθυοκοινωνιών. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν χάρτες κατανομής των ειδών, καθώς και χάρτες που δείχνουν την ποιοτική και ποσοτική σύσταση της ιχθυοπανίδας στην περιοχή έρευνας. Σκοπός των παραπάνω αναλύσεων ήταν ο εντοπισμός κατάλληλων ιχθυομετρικών που περιγράφουν τα δομικά χαρακτηριστικά της ιχθυοκοινωνίας (δομικές μετρικές), σε αντιστοιχία με τις μετρικές που περιγράφουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της ιχθυοκοινωνίας (βλέπε τμήμα 4.5.4.)

4.6.3. Βάση δεδομένων

Για τις ανάγκες συγκέντρωσης, επεξεργασίας και ανάλυσης των ιχθυολογικών δεδομένων δημιουργήθηκε σχεσιακή Βάση Δεδομένων σε λογισμικό MS Access. Παράλληλα δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα ερωτήματα / φόρμες, ώστε να πραγματοποιείται η σύγκριση των δεδομένων και η παραμετροποιημένη ταξινόμηση τους.

4.6.4. Βιοτική τυπολογία

Για τον προσδιορισμό των τύπων, αρχικά, έγιναν αναλύσεις με βάση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ιχθυοπανίδας (παρουσία/απουσία ειδών). Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Primer 6β (PRIMER E-Ltd, 2004) και τα αποτελέσματα αποδόθηκαν με το μέτρο της πλήρους απόστασης ομοιότητας (complete linkage) (Clarke & Warwick 1994), χρησιμοποιώντας το κριτήριο ομοιότητας Jaccard (Harper 1999). Στις ομάδες δειγμάτων που προέκυψαν έγινε ανάλυση Simper προκειμένου να βρεθούν τα αίτια της ανομοιότητας μεταξύ των ομάδων. Από τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης αυτής και την κρίση του ειδικού χωρίστηκε ο ποταμός σε βιοτικούς τύπους. Οι τύποι αυτοί παραλληλίστηκαν με τους βιοτικούς (ιχθυολογικούς) τύπους που προέκυψαν από το πρόγραμμα «Κατασκευή Ιχθυολογικού Πολυπαραμετρικού Δείκτη Οικολογικής Ποιότητας» (Οικονόμου & συν. 2007).

Για την επιβεβαίωση των ιχθυολογικών τύπων, έγιναν αναλύσεις με βάση τα ποσοτικά δεδομένα αφθονίας (στρεμματικές πυκνότητες των ειδών) στους σταθμούς δειγματοληψίας. Ακολούθησε ομαδοποίηση των σταθμών με το πρόγραμμα Primer 6β, χρησιμοποιώντας το κριτήριο ομοιότητας Bray-Curtis. Τα αποτελέσματα αποδόθηκαν με το μέτρο της πλήρους απόστασης ομοιότητας (complete linkage). Τέλος, έγινε ταξιθέτηση MDS (Everitt 1978) αυτών των δεδομένων και ταυτόχρονη προβολή των ομάδων που προέκυψαν από την ποσοτική ομαδοποίηση.

Τα αβιοτικά χαρακτηριστικά των βιοτικών τύπων προσδιορίστηκαν με περιγραφική στατιστική. Δημιουργήθηκαν πίνακες και γραφικές απεικονίσεις που δείχνουν τη μέση τιμή και τη διακύμανση των σημαντικότερων περιβαλλοντικών παραμέτρων που χαρακτηρίζουν τους βιοτικούς τύπους.

4.6.5. Συνθήκες αναφοράς

Λόγω έλλειψης κατάλληλων και επαρκών δεδομένων από παλαιές έρευνες για την ποσοτική σύσταση της ιχθυοπανίδας του Αλιάκμονα (τα υπάρχοντα «ιστορικά» δεδομένα έχουν ποιοτικό μάλλον χαρακτήρα), δεν κατέστη δυνατό να γίνει εκτίμηση της ιστορικής (αδιατάρακτης) ιχθυολογικής κατάστασης του ποταμού από πλευράς αφθονίας, ποσοστιαία συμμετοχής ειδών και ηλικιακής δομής των πληθυσμών σε χρονικές περιόδους που προηγήθηκαν την εντατικοποίηση των χρήσεων γης και νερού. Για τον παραπάνω λόγο διερευνήθηκε η δυνατότητα προσδιορισμού των συνθηκών αναφοράς σύμφωνα με τη λεγόμενη «χωρική μέθοδο», κατά την οποία γίνεται υπολογισμός παραμέτρων που περιγράφουν τη δομή και λειτουργία της ιχθυοκοινωνίας σε τελείως αδιατάρακτες θέσεις, οι οποίες θεωρούνται αντιπροσωπευτικές για έναν ποτάμιο βιοτικό τύπο. Ωστόσο, κάτω από τις σημερινές συνθήκες υδρομορφολογικών αλλοιώσεων στο μεγαλύτερο τμήμα του ποταμού, δεν ήταν δυνατό να εντοπισθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός αδιατάρακτων θέσεων για κάθε ποτάμιο τύπο του Αλιάκμονα.

Για τους παραπάνω λόγους, και σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική και τις υποδείξεις του FAME, αποφασίστηκε η θέσπιση των τυποχαρακτηριστικών συνθηκών αναφοράς να γίνει σύμφωνα με την τεχνική «κρίση του ειδικού», η οποία είναι αποδεκτή από την Οδηγία-Πλαίσιο. Η εφαρμογή της τεχνικής αυτής στηρίχθηκε σε συνδυασμό των εξής δεδομένων:

- (α) Δεδομένα δειγματοληψιών που διενεργήθηκαν σε «σχετικά αδιατάρακτες θέσεις». Αυτές προσδιορίστηκαν σαν θέσεις με σχετικά μικρό βαθμό επιβάρυνσης από υδρολογικές διαταραχές, μορφολογικές αλλοιώσεις, διακοπή της διαμήκουσ συνεκτικότητας του ποταμού, ρυπαντικά φορτία και εντατική χρήση γης ανάντη.
- (β) Διαθέσιμα «ιστορικά δεδομένα» πάνω στην κατανομή των ψαριών και τη ποιοτική σύσταση των ιχθυοπληθυσμών, όπως παλαιές καταγραφές ή αναφορές παρουσίας ψαριών σε τμήματα του ποταμού.
- (γ) Δεδομένα πάνω στη βιολογία και οικολογία των διάφορων ειδών ψαριών, κυρίως όσο αφορά τις προτιμήσεις ενδιαιτημάτων, το βαθμό ρεοφιλίας, τα φυσιολογικά όρια ανοχής σε υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, το εύρος των μεταναστεύσεων και τις απαιτήσεις για ειδικά τροφικά ή αναπαραγωγικά υποστρώματα.

Ακολουθώντας τις απαιτήσεις της Οδηγίας-Πλαίσιο, οι συνθήκες αναφοράς προσδιορίστηκαν για τη σύσταση και αφθονία των ιχθυοπληθυσμών, τις συνθήκες αναπαραγωγής και την παρουσία/ποσοτική συμμετοχή τυποχαρακτηριστικών ειδών. Δεν ήταν δυνατό να θεσπισθούν συνθήκες αναφοράς για την κατανομή ηλικιών των ειδών, λόγω απουσίας κατάλληλου βιολογικού υλικού. Στις περιπτώσεις που ήταν δυνατό, προσδιορίστηκαν συνθήκες αναφοράς για την κατανομή μεγεθών.

4.6.6. Επιλογή ιχθυομετρικών και δημιουργία του ιχθυολογικού δείκτη

Η επιλογή των μετρικών στηρίχθηκε στα αποτελέσματα της μελέτης «Δημιουργία ιχθυολογικού πολυπαραμετρικού δείκτη για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης ορεινών ρεμάτων και ποταμών» (Οικονόμου & συν. 2007), η οποία παρουσίασε ένα κατάλογο δυνητικών μετρικών που είναι κατάλληλες για ορεινά και ημιορεινά ποτάμια της Ελλάδας. Οι μετρικές του καταλόγου μπορούν να διακριθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- μετρικές που απεικονίζουν δομικά χαρακτηριστικά της ιχθυοκοινότητας, όπως ποιοτική σύνθεση και αφθονία (**Μετρικές Ιχθυοκοινότητας**)

- μετρικές που περιγράφουν λειτουργικές πτυχές της ιχθυοκοινότητας (**Μετρικές Οικολογικού Θώκου**)
- μετρικές που εκφράζουν ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των πληθυσμών ορισμένων τυποχαρακτηριστικών ειδών (δηλαδή ειδών που είτε λόγω σημαντικής αφθονίας, είτε λόγω οικολογικού ρόλου αποτελούν σημαντικά συστατικά της ιχθυοκοινότητας του κάθε τύπου) (**Μετρικές Ιχθυοπληθυσμού**)

Στις παραπάνω κατηγορίες κρίθηκε σκόπιμο να προστεθεί και μία ακόμα κατηγορία μετρικών που παρέχουν ένδειξη του βαθμού διαταραχής του οικοσυστήματος λόγω διακοπής της ελευθεροεπικοινωνίας των πληθυσμών (**Μετρικές Συνεκτικότητας**), επειδή μία τέτοιας φύσεως διαταραχή αποτελεί σημαντική αιτία οικολογικής υποβάθμισης σε ποτάμια συστήματα που φιλοξενούν φράγματα, όπως είναι ο Αλιάκμονας.

Η αρχική λίστα περιλάμβανε μεγάλο αριθμό δυνητικών μετρικών από τις οποίες ορισμένες θεωρήθηκαν μη αναγκαίες ή κατάλληλες για τον ποταμό Αλιάκμονα (π.χ. μετρικές που αξιολογούν την κατάσταση κατακλυζόμενων περιοχών). Ωστόσο, προστέθηκαν ορισμένες άλλες μετρικές που από τη βιολογική διερεύνηση των ειδών κρίθηκε ότι μπορούν να περιγράψουν περιβαλλοντική υποβάθμιση που οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες που ασκούνται στον Αλιάκμονα. Στη συνέχεια οι μετρικές ελέγχθηκαν ως προς το βαθμό επικάλυψης των μετρούμενων ιχθυολογικών χαρακτηριστικών, δηλαδή το βαθμό που δύο ή περισσότερες μετρικές περιγράφουν το ίδιο δομικό συστατικό της ιχθυοκοινωνίας ή μετρούν τις επιπτώσεις της ίδιας πίεσης με διαφορετικό τρόπο (redundancy of metrics). Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση συσχέτισης (Spearman Rank Correlation) μεταξύ των τιμών των μετρικών σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας κάθε ποτάμιου τύπου. Μετρικές που παρουσίασαν ισχυρή συσχέτιση μεταξύ τους (>0.8 ή <-0.8) θεωρήθηκαν σαν πιθανώς αλληλοεξαρτώμενες. Στις περιπτώσεις αυτές κρατήθηκαν οι μετρικές που (α) ήταν πιο εύκολα μετρήσιμες, (β) βρίσκονταν στη λίστα υποψήφιων μετρικών και άλλων τύπων, (γ) παρουσίαζαν το μεγαλύτερο εύρος διακύμανσης στις παρατηρούμενες τιμές πίεσης, και (δ) κρίθηκε από την εξέταση των δεδομένων ότι παρά την ισχυρή συσχέτιση με άλλες μετρικές, δεν υπάρχει βιολογική αλληλεξάρτηση.

Ο τελικός κατάλογος διαμορφώθηκε με γνώμονα την κρίση των ειδικών παίρνοντας κυρίως υπόψη (α) τα αφθονότερα είδη σε κάθε ποτάμιο τύπο, και (β) δυνατότητα της κάθε μετρικής να περιγράφει τη δομή της ιχθυοκοινότητας και τους οικολογικούς θώκους των ψαριών. Οι μετρικές που τελικά επιλέχθηκαν βαθμονομήθηκαν σε πενταβάθμια αριθμητική κλίμακα (από 1 έως 5) προκειμένου να καθορισθούν τα εύρη των τιμών που αντιστοιχούν σε κάθε κλάση οικολογικής κατάστασης, στην πενταβάθμια κλίμακα που προτείνει η Οδηγία-Πλαίσιο (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής, κακή). Στη συνέχεια οι μετρικές συνδυάστηκαν για τη δημιουργία του πολυπαραμετρικού δείκτη. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιεί διαφορετικές μετρικές για κάθε ποτάμιο τύπο και παρέχει εκτιμήσεις της οικολογικής κατάστασης μίας θέσης σαν συνάρτηση της απόκλισης των τιμών των μετρικών στη θέση αυτή, από τις τιμές που αντιστοιχούν στις προσδιορισθείσες τυποχαρακτηριστικές συνθήκες αναφοράς. Για το χαρακτηρισμό της κατάστασης κάθε θέσης, αρχικά γίνεται ο υπολογισμός της αριθμητικής μέσης τιμής των μετρικών που κατατάσσονται σε κάθε μία από τις τέσσερις κατηγορίες μετρικών που προαναφέρθηκαν. Ακολούθως, γίνεται ο υπολογισμός της αριθμητικής μέσης τιμής των τεσσάρων κατηγοριών. Τελικά, η τιμή αυτή (από 1 έως 5) αντιστοιχίζεται σε μία κλάση οικολογικής κατάστασης (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής, κακή). Τα όρια των πέντε κλάσεων σταθμίσθηκαν ως προς το εύρος των δυνατών αριθμητικών τιμών ως εξής: υψηλή: 1.0-1.8, καλή: 1.8-2.6, μέτρια: 2.6-3.4, ελλιπής: 3.4-4.2, και κακή: 4.2-5.0.

4.6.7. Εφαρμογή του δείκτη και προσδιορισμοί της οικολογικής κατάστασης

Ο χαρακτηρισμό της οικολογικής κατάστασης έγινε χωριστά για κάθε θέση δειγματοληψίας ως εξής: (α) τα ιχθυολογικά δεδομένα των θέσεων δειγματοληψίας χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των αριθμητικών τιμών των μετρικών που αποτελούν το δείκτη, (β) οι αριθμητικές τιμές των μετρικών χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της αριθμητικής τιμής του δείκτη σε κάθε θέση δειγματοληψίας, σύμφωνα με τη διαδικασία που προαναφέρθηκε, και (γ) οι αριθμητικές τιμές του δείκτη στις θέσεις δειγματοληψίας αντιστοιχίστηκαν με κλάσεις οικολογικής κατάστασης (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής, κακή). Τα αποτελέσματα των οικολογικών χαρακτηρισμών των θέσεων απεικονίστηκαν σε χάρτη χρησιμοποιώντας το χρωματικό πρότυπο που προτείνει η Οδηγία-Πλαίσιο.

4.7. Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης με βάση τις συναθροίσεις των βενθικών μακροασπονδύλων

Οι δειγματοληψίες έγιναν τον Αύγουστο του 2007. Χρησιμοποιήθηκε η ημιποσοτική μέθοδος της σάρωσης του πυθμένα με απόχη για 3 λεπτά. Στη μέθοδο, ο χειριστής της απόχης αναμοχλεύει κλωτσώντας το υπόστρωμα για 3 λεπτά ανάντη της τοποθετημένης στο βυθό απόχης (Leeds-Harrison *et al.* 1996, Εικ. 10). Η απόχη είχε επιφάνεια 575 cm², μάτι διχτυού 0,9mm και βάθος 40cm (CEN 27828 1994). Στη διάρκεια των 3 λεπτών όλοι οι διαθέσιμοι τύποι ενδιδαιτημάτων σαρώνονται σύμφωνα με τον τροποποιημένο Ελληνικό Πίνακα Αναγνώρισης Ενδιδαιτημάτων (Chatzinikolaou *et al.* 2006). Τα δείγματα διατηρήθηκαν σε πλαστικά βάζα σε διάλυμα 4% φορμόλης και μεταφέρθηκαν για ανάλυση στο εργαστήριο. Στη συνέχεια, τα δείγματα αναλύθηκαν και αναγνωρίστηκαν τα βενθικά μακροασπόνδυλα στο ταξινομικό επίπεδο της οικογένειας. Τέλος, η ποιότητα του νερού ελέγχθηκε με το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (HES) (Artemiadou & Lazaridou 2005) που είναι κατάλληλο για τα ποτάμια της Β. Ελλάδας.

Η πολυπαραγοντική στατιστική μέθοδος FUZZY χρησιμοποιήθηκε για να ομαδοποιήσει τα δείγματα και να τα ταξιθετήσει στο χώρο. Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε γιατί είναι κατάλληλη για οικολογικές αναλύσεις, όπου δεν είναι διασαφηνισμένα τα όρια της διαδοχής μίας κοινότητας από μία άλλη. Δεν υποθέτει την ύπαρξη διακριτών βενθικών πληθυσμών μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων ενός ποτάμιου συστήματος. Αντίθετα, αναγνωρίζει την υπερκάλυψη ως προς τη σύνθεση της βενθοπανίδας μεταξύ των σταθμών (Equihua 1990).



Εικόνα 10: Συλλογή βενθικών μακροασπονδύλων.



4.8. Εκτίμηση δομής ποτάμιων ενδιαιτημάτων (River Habitat Survey)

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν το βρετανικό σύστημα εκτίμησης δομής ποτάμιων ενδιαιτημάτων, το River Habitat Survey (RHS) 1997, του Environmental Agency της Αγγλίας. Το RHS απαρτίζεται από 4 διακριτά στοιχεία: α) μία μέθοδο καταγραφής που ακολουθείται στο πεδίο, β) μία ηλεκτρονική βάση δεδομένων, όπου καταχωρείται κάθε νέα καταγραφή, γ) μία μέθοδο εκτίμησης της ποιότητας του ενδιαιτήματος του ποταμού (HQA) και δ) μία μέθοδο περιγραφής της έκτασης των τεχνητών τροποποιήσεων (HMS) (Raven *et al.* 1998). Η μέθοδος πεδίου RHS έχει σχεδιαστεί για να παραδίδει πληροφορίες σχετικές με τη φυσική δομή μιας καθορισμένη δειγματοληπτικής επιφάνεια μήκους 500m των ποταμών (με 10 θέσεις ελέγχου, ανά 50m) σε μορφή κατάλληλη για στατιστική ανάλυση (Fox *et al.* 1998). Οι δύο δείκτες: HQA και HMS, λαμβάνουν τις τιμές τους αθροιστικά από τις επιμέρους βαθμολογίες που λαμβάνουν τα διαφορετικά τμήματα της καταγραφής, π.χ. στον HQA κάθε τύπος ροής λαμβάνει την τιμή 1, αν αυτός ο τύπος ροής καταγραφεί σε 2-3 θέσεις ελέγχου τότε η τιμή του είναι 2 και αν βρίσκεται σε πάνω από 4 τότε η τιμή του είναι 3. Τα ξερά κανάλια παίρνουν την τιμή 0. Στο δείκτη HMS η κατακράτηση νερού για μήκος <30% των 500m παίρνει τιμή 1, ενώ για >30% την τιμή 2. Η διευθέτηση και ευθυγράμμιση ολόκληρου του τμήματος των 500m παίρνει την τιμή 10. Οι τιμές του δείκτη HMS ερμηνεύονται σύμφωνα με την κλίμακα (Raven *et al.* 1998): 0 αδιατάρακτο, 0-2 ημιφυσικό, 3-8 μη σημαντικά τροποποιημένο, 9-20 εμφανώς τροποποιημένο, 21-44 σημαντικά τροποποιημένο, >45 βαρέως τροποποιημένο.

Το RHS δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις γεωμορφολογίας ή βοτανικής, όμως απαιτεί ακριβέστατη αναγνώριση των γνωρισμάτων που περιέχονται στο πρωτόκολλο καταγραφής του πεδίου (Raven *et al.* 1997). Η μέθοδος προβλέπει πως οι εργασίες πεδίου πρέπει να γίνονται κατά τις συνθήκες χαμηλής παροχής, για να γίνονται αντιληπτά τα ιδιαίτερα υδρογεωμορφολογικά γνωρίσματα π.χ. μαϊανδροί, ρηχοί ύφαλοι, μικρολίμνες, εκτεθειμένες ρίζες, αποθέσεις φερτού υλικού κ.α.. Λόγω της δυσκολίας στο να αλλάξουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός ποταμού από μη ανθρωπογενείς δράσεις, η οδηγία 2000/60/ΕΚ προτείνει η καταγραφή των υδρογεωμορφολογικών γνωρισμάτων (ενδιαιτημάτων) να γίνεται σε χρονικά διαστήματα των 6 ετών (δεν ισχύει για την υδρολογία).

Το σύστημα RHS συμβάλλει ουσιαστικά στην αξιολόγηση της ποιότητας των ποταμών. Με τις πληροφορίες που συγκεντρώνει και καταγράφει μπορεί:

- να προσφέρει μία εκτίμηση της συνέχειας (ή συνεκτικότητας = River continuity) του ποταμού, των μορφολογικών συνθηκών και του υδρολογικού καθεστώτος, και συνεπώς να τεκμηριώσει το «αδιατάρακτο» των σταθμών αναφοράς (reference sites) για τα βιολογικά δείγματα που απαιτεί η οδηγία 2000/60Κ/ΕΕ στο παράρτημα II (Chatzinikolaou *et al.* 2008),
- να μετρήσει και/ή να προβλέψει την επίπτωση στα χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων του ποταμού από κάποιο συγκεκριμένο έργο,
- να διευκολύνει στη λήψη διαχειριστικών αποφάσεων αξιολογώντας τα διαφορετικά τμήματα του ποταμού ή διαφορετικών ποταμών,
- να προτείνει δράσεις και έργα για την επανόρθωση του ποτάμιου συστήματος προς μια φυσικότερη κατάσταση.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. Υδροχημικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του Αλιάκμονα στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα

Ο Αλιάκμονας ανήκει στην υδροχημική ζώνη II (Skoulikidis *et al.* 2006), που χαρακτηρίζεται από υψηλές ποτάμιες συγκεντρώσεις μαγνησίου, πυριτίου και οξυ-ανθρακικών, ως αποτέλεσμα της αποσάθρωσης βασικών/υπερβασικών πετρωμάτων. Τα νερά του κυρίου ρου, ανήκουν στον πλέον κοινό ελληνικό χημικό τύπο, τον ασβεστούχο διτανθρακικό ($Ca > Mg > Na > K - HCO_3 > SO_4 > Cl$), όπου η συγκέντρωση του μαγνησίου είναι ελαφρώς μικρότερη αυτής του ασβεστίου (2,06 και 2,29 meq/l αντίστοιχα), ενώ η υψηλή ιοντική σχέση Na^+/Cl^- (1,5) φανερώνει την επίδραση της αποσάθρωσης των όξινων μαγματικών και μεταμορφωμένων πετρωμάτων της λεκάνης απορροής. Στον άνω ρου του ποταμού (θέσεις Πισοδέρι, Ανταρτικό, Μελάς), λόγω της επικράτησης μαγματικών/ μεταμορφωμένων πετρωμάτων, η αγωγιμότητα του ποταμού είναι πολύ χαμηλή (περί τα 55 $\mu S/cm$), ενώ λόγω της επίδρασης οφιολίθων, το μαγνήσιο είναι το επικρατούν κατιόν (Skoulikidis *et al.* 2002).

Σύμφωνα με δεδομένα του Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, το ποτάμι στη θέση Ιλαρίων παρουσιάζει σχετικά χαμηλή μέση ετήσια θερμοκρασία νερού (13,5 °C), με μεγάλη μηνιαία διακύμανση (St dev: 6,9 °C), σαν αποτέλεσμα της μεγάλης εισροής νερού από τα χιόνια. Αντίθετα, σε υπερετήσια βάση (1980-2003) η θερμοκρασία διατηρείται σχετικά σταθερή (St dev: 1 °C) με μικρή ανοδική τάση κατά 0,01 °C/έτος.

5.1.1. Πηγές ρύπανσης

Οι ανθρωπογενείς πιέσεις στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα αφορούν στη διάθεση επεξεργασμένων και μη αστικών λυμάτων, στη γεωργία και την κτηνοτροφία και στις σχετικές μονάδες: σφαγεία, τυροκομεία, μικρές βιομηχανίες και βιοτεχνίες, τμήμα των αποβλήτων των οποίων καταλήγουν στο υδρογραφικό δίκτυο.

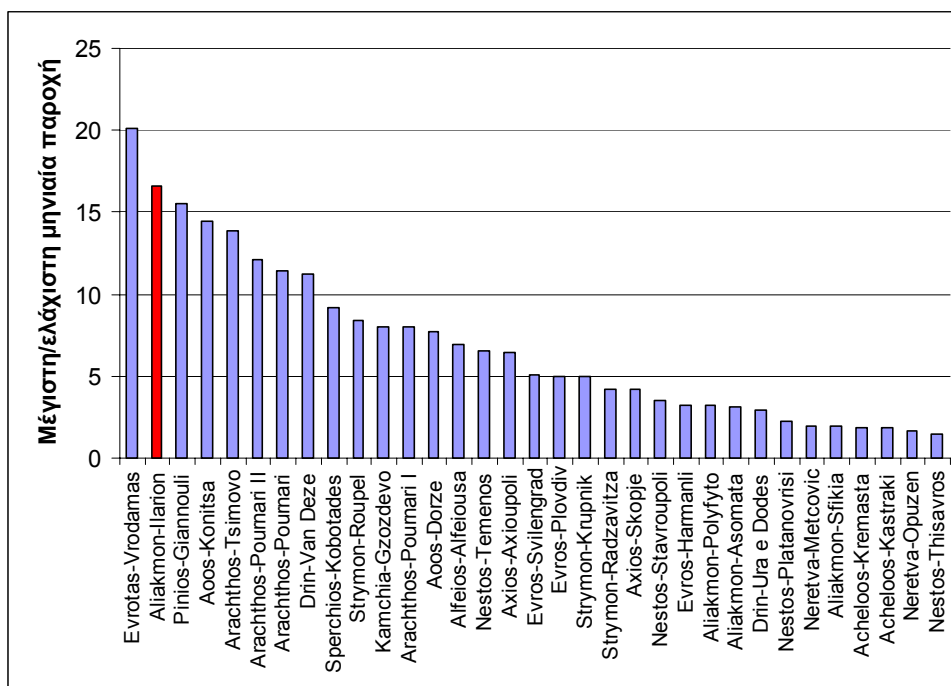
Τα αστικά λύματα αποτελούν ίσως τη σημαντικότερη πηγή ρύπανσης για το υδρογραφικό δίκτυο. Με βάση παλαιότερη μελέτη που συμπεριέλαβε την λεκάνη απορροής του Πολυφύτου (Σκουλικίδης & συν. 1997), τα λύματα των οικισμών Γάβρου, Κορομηλιάς και Μανιάκων (ανάτη Άργους Ορεστικού), όπως και του Άργους Ορεστικού, κατέληγαν απ' ευθείας στον Αλιάκμονα. Τα λύματα του Νεστορίου κατέληγαν επίσης ανεπεξέργαστα στον παραπόταμο ονόματι Αλιάκμων, ενώ η υπερχειλίση της λίμνης της Καστοριάς, τα επεξεργασμένα απόβλητα της πόλης της Καστοριάς και τα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα του οικισμού Μηλίτσα κατέληγαν και αυτά στον Αλιάκμονα. Ανεπεξέργαστα λύματα της πόλης των Γρεβενών επιβάρυναν τον Γρεβενίτη και αυτά των οικισμών Παλαιοχώρι, Σάκκα και Κηπουργιό τον Βενέτικο. Τέλος, προς τα κατάντη, η Ελάτη και το Χρώμιο διέθεταν τα αστικά λύματα στον Αλιάκμονα.

Σήμερα, σύμφωνα με πρόσφατα (2007) στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, μόνο οι πόλεις της Καστοριάς και των Γρεβενών διαθέτουν μονάδες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας αστικών αποβλήτων (με απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου), ενώ οι άλλες πόλεις και οικισμοί της λεκάνης απορροής του Ιλαρίωνα εξακολουθούν να διαθέτουν τα λύματά τους στο Αλιάκμονα ή στους παραποτάμους του. Σημειώνεται ότι το ΥΠΕΧΩΔΕ, από το 1999, έχει συμπεριλάβει τον Γρεβενίτη στις ευαίσθητες περιοχές από πλευράς τροφικών συνθηκών, σύμφωνα με την Οδηγία 91/271/EEC, και με το δεδομένο αυτό κατασκευάστηκε η Μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων (ΜΕΑΛ).

Λόγω του ορεινού ανάγλυφου, μόνο το 21% ή ~ 1000 km² της υπολεκάνης του Ιλαρίωνα καλλιεργούνται (Κουϊμτζής & συν. 1993). Σύμφωνα με τους Σκουλικίδης & συν. (1997), η χρήση συνθετικών λιπασμάτων στους νομούς Γρεβενών και Καστοριάς έφθανε περί τους 60.000 τόνους, ενώ στους δύο νομούς υπήρχαν περί τις 40 κτηνοτροφικές μονάδες και μικρές βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες: 7 σφαγεία, 5 τυροκομεία, 1 γαλακτοκομείο, 5 βυρσοδεψεία και πάνω από 100 εργαστήρια γουναρικών (όλα στο Ν. Καστοριάς), 5 υφαντουργεία, 3 ιχθυοτροφεία και 4 λατομεία.

5.1.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου

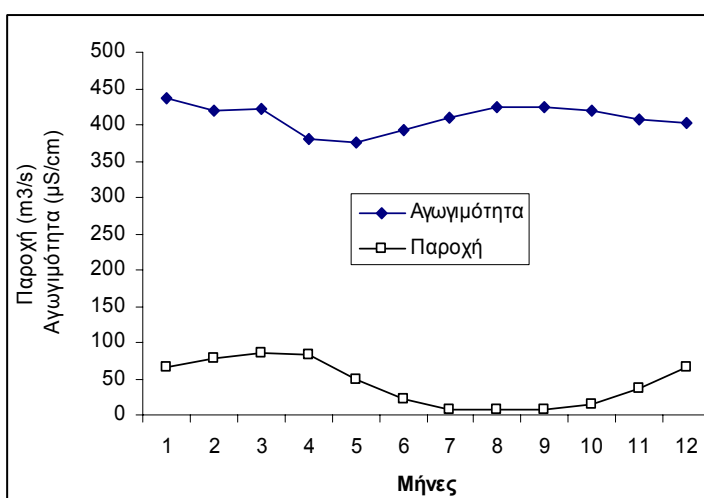
Είναι γνωστό ότι η παροχή αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που ρυθμίζουν την ποιότητα ενός ποταμού. Η επίδραση της παροχής στην ποιοτική σύσταση του νερού γίνεται με δύο τρόπους: α) η μεταβολή της παροχής μεταβάλλει τη συγκέντρωση των ποιοτικών παραμέτρων του νερού (π.χ. η αύξηση της παροχής αυξάνει τον όγκο του νερού που επιφέρει αραίωση, δηλαδή μείωση των συγκεντρώσεων των ποιοτικών στοιχείων, βλ. Εικ. 12, μείωση της αγωγιμότητας τον Απρίλιο, λόγω αύξησης της παροχής) και β) η απότομη αύξηση της παροχής, ιδιαίτερα μετά τη ξηρή περίοδο, αλλά και στη διάρκεια του χειμώνα, προκαλεί φαινόμενα έκπλυσης των πλημμυρικών επιφανειών του ποταμού με αποτέλεσμα τη μεταφορά ιζημάτων και εν διαλύσει συστατικών από τα χερσαία συστήματα στο ποτάμιο σύστημα (Skoulikidis 1993). Με αυτό τον τρόπο αυξάνονται τα φορτία των ποιοτικών στοιχείων (π.χ. θρεπτικών που ξεπλένονται από τα αγροτικά εδάφη) και είναι δυνατόν ακόμη και να επέλθει αύξηση της συγκέντρωσής τους στο ποτάμιο νερό, παρά την παράλληλη αύξηση της παροχής. Στον Αλιάκμονα, η μέση μηνιαία παροχή παρουσιάζει πολύ μεγάλη αυξομείωση στη διάρκεια του έτους (Εικ. 11) οπότε έχει πλημμυρικό χαρακτήρα (flush type river), με αποτέλεσμα να παρατηρείται αύξηση της αγωγιμότητας το Μάρτιο και αύξηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών το Φεβρουάριο-Μάρτιο (Εικ. 12 και 13).



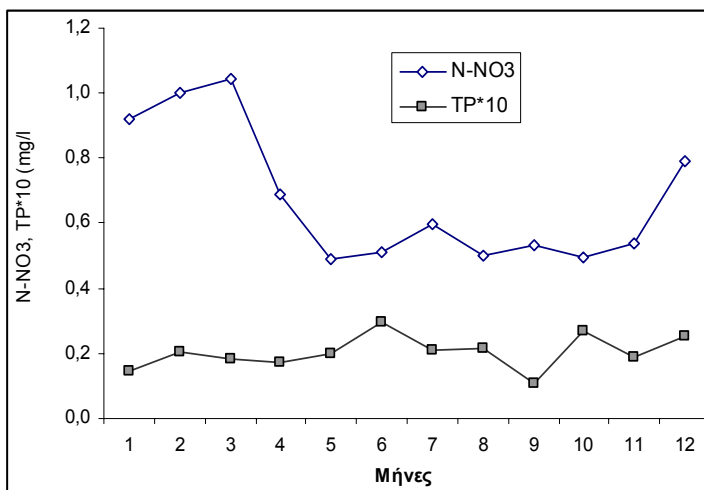
Εικόνα 11: Λόγος μεταξύ μέγιστης μηνιαίας και ελάχιστης μηνιαίας παροχής στα μεγάλα Βαλκανικά ποτάμια.

Σημειώνεται ότι η μέγιστη τιμή στον Ευρώτα οφείλεται στο γεγονός ότι το ποτάμι αυτό παρουσιάζει περιοδική ροή. Συνεπώς από τα Βαλκανικά ποτάμια συνεχούς ροής ο Αλιάκμονας παρουσιάζει τη μέγιστη «πλημμυρικότητα».

Από τη συσχέτιση μεταξύ (μηνιαίας στιγμιαίας) παροχής και αγωγιμότητας φαίνεται ότι η χημεία του ποταμού στη διάρκεια του χειμώνα επηρεάζεται από σημαντικά φαινόμενα έκπλυσης. Την άνοιξη επικρατούν φαινόμενα αραίωσης, ενώ το καλοκαίρι/φθινόπωρο η συγκέντρωση των αλάτων αυξάνεται λόγω εξάτμισης και συνεισφοράς της βασικής απορροής στην παροχή του ποταμού (Εικ. 12). Ακολουθώντας την εποχική συμπεριφορά των κυρίων στοιχείων του νερού, τα νιτρικά παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις την περίοδο των υψηλών νερών, λόγω των εκπλύσεων γεωργικών γαιών και της συνεισφοράς φρεάτιων υδροφόρων οριζόντων που τροφοδοτούν το ποτάμι. Αντίθετα, ο φώσφορος (Εικ. 13) παρουσιάζεται πιο αυξημένος κατά τους θερινούς μήνες, λόγω της επίδρασης σημειακών πηγών ρύπανσης σε χαμηλές απορροές.

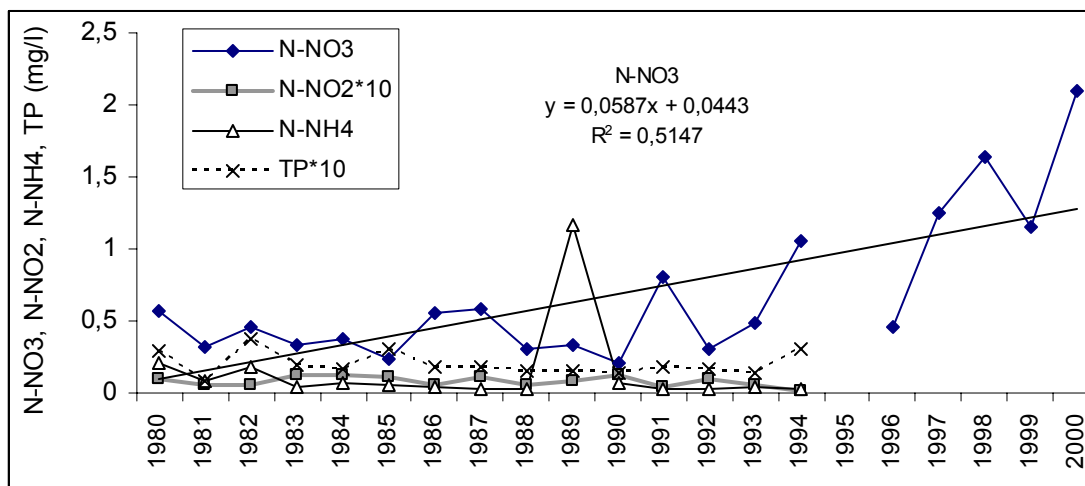


Εικόνα 12: Μηνιαία διακύμανση της παροχής και της αγωγιμότητας στον Αλιάκμονα στη θέση Ιλαρίων (δεδομένα Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων και ΔΕΗ, μέσοι όροι περιόδου 1980-2000).



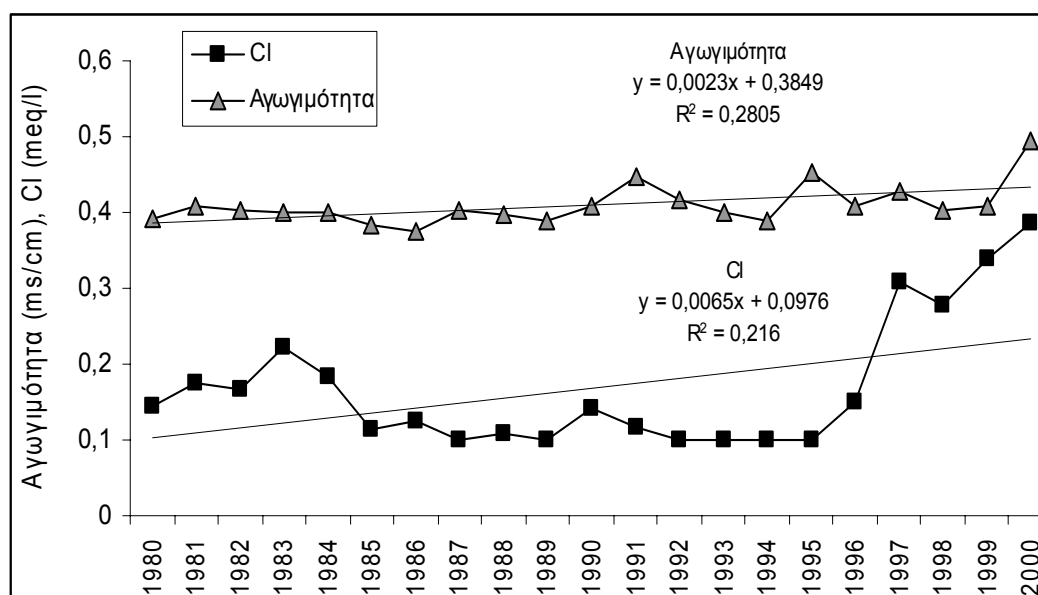
Εικόνα 13: Μηνιαία διακύμανση της συγκέντρωσης νιτρικών και ολικού φωσφόρου στον Αλιάκμονα στη θέση Ιλαρίων (δεδομένα Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, μέσοι όροι περιόδου 1980-2000).

Η Εικ. 14 παρουσιάζει την διαχρονική μεταβολή των θρεπτικών στη θέση Ιλαρίων, σύμφωνα με δεδομένα του Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Σημειώνεται η αυξητική τάση της συγκέντρωσης των νιτρικών, με μέσο ετήσιο ρυθμό 0,06 mg/l N-NO₃ (ή 10% ανά έτος σε σχέση με τη μέση υπερετήσια συγκέντρωση). Σαν αποτέλεσμα της εντατικοποίησης της γεωργίας, μετά το 1990 κυριάρχησε η μέτρια κατάσταση ως προς τα νιτρικά. Οι συγκεντρώσεις των άλλων θρεπτικών για το διάστημα που διατίθενται δεδομένα (1980-94) δεν παρουσιάζουν σαφή διαχρονική τάση.



Εικόνα 14: Διαχρονική μεταβολή των συγκεντρώσεων θρεπτικών στον Αλιάκμονα στο σταθμό του Ιλαρίωνα (δεδομένα Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων).

Από την σύγκριση των δεδομένων των Skoulikidis *et al.* (2002) για την περίοδο Ιούλιος 1996 και Μάρτιος 1997 με στοιχεία του Skoulikidis (1989) της περιόδου 1983-84 (τέσσερις εποχικές δειγματοληψίες), φαίνεται ότι στη διάρκεια των 14 ετών που μεσολάβησαν η μέση αύξηση των νιτρικών ήταν 19%, ενώ η αντίστοιχη των φωσφορικών έφθασε στο 40%.

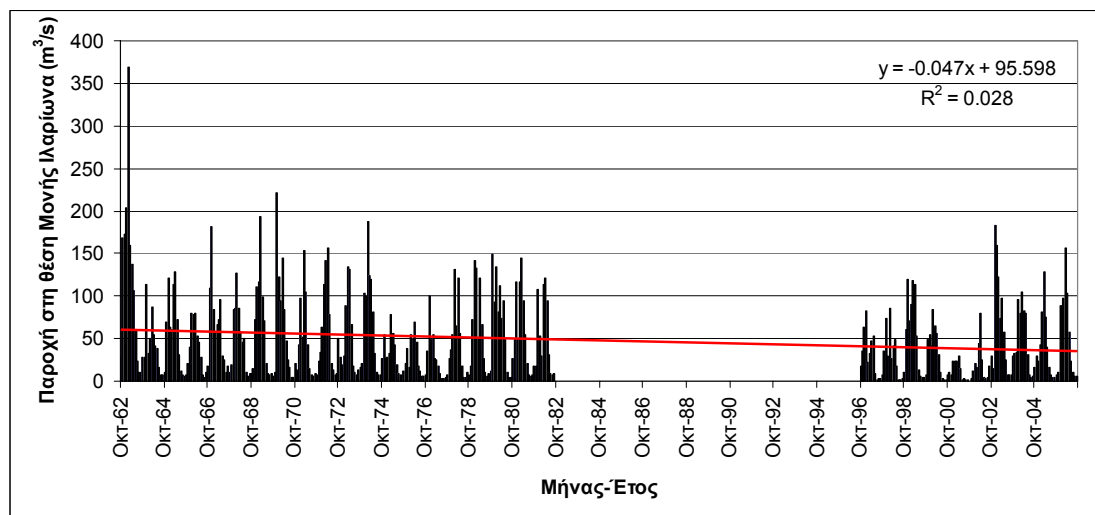


Εικόνα 15: Διαχρονική μεταβολή της αγωγιμότητας και των συγκεντρώσεων χλωριόντων στον Αλιάκμονα στο σταθμό του Ιλαρίωνα (δεδομένα Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων).

Η Εικ. 15 παρουσιάζει την διαχρονική μεταβολή της αγωγιμότητας και των χλωριόντων στο σταθμό του Ιλαρίωνα. Πιθανολογείται ότι η ανοδική τάση που παρουσιάζουν αυτές οι δύο παράμετροι οφείλεται στην αλάτωση των εδαφών που προκαλείται από την εντατική άρδευση. Στο συμπέρασμα αυτό συνηγορεί και το γεγονός ότι, ο κύριος μηχανισμός εμπλουτισμού του ποταμού με άλατα, είναι η έκπλυση εδαφών λόγω πλημμυρικών φαινομένων στη διάρκεια του χειμώνα (Εικ. 12). Άλλωστε, παρόμοιες τάσεις παρουσιάζουν και άλλα ποτάμια της χώρας (Skoulikidis 2008). Όσον αφορά τα χλωριόντα, δεν αποκλείεται στην αύξηση των συγκεντρώσεων

τους να συνεισφέρουν και τα αστικά λύματα, τα οποία εκτός από ενώσεις του αζώτου και του φωσφόρου περιέχουν και χλωριόντα.

Ένας άλλος λόγος για τη διαχρονική υποβάθμιση της ποιότητας του ποταμού είναι και η μείωση της παροχής του (Εικ. 16), που έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση του βαθμού αραίωσης των διαλυμένων αλάτων και ρυπαντών.



Εικόνα 16: Διαχρονική μεταβολή της παροχής στον Αλιάκμονα στο σταθμό του Ιλαρίωνα (δεδομένα ΔΕΗ)

Σύμφωνα με δεδομένα του Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, η μέση υπερετήσια (1980-2000) συγκέντρωση θρεπτικών στη θέση Ιλαρίων είναι: 0,68 mg/l N-NO₃, 8,2 μg/l N-NO₂, 0,14 mg/l N-NH₄ και 0,02 mg/l P-PO₄. Με βάση τις παραπάνω συγκεντρώσεις, και σύμφωνα με σύστημα ταξινόμησης Ελληνικών ποταμών (Skoulikidis *et al.* 2006), η κατάσταση του ποταμού στη θέση αυτή ως προς τα νιτρικά τα νιτρώδη, την αμμωνία και τον ολικό φώσφορο είναι καλή (κοντά στα όρια καλής/ μέτριας κατάστασης).

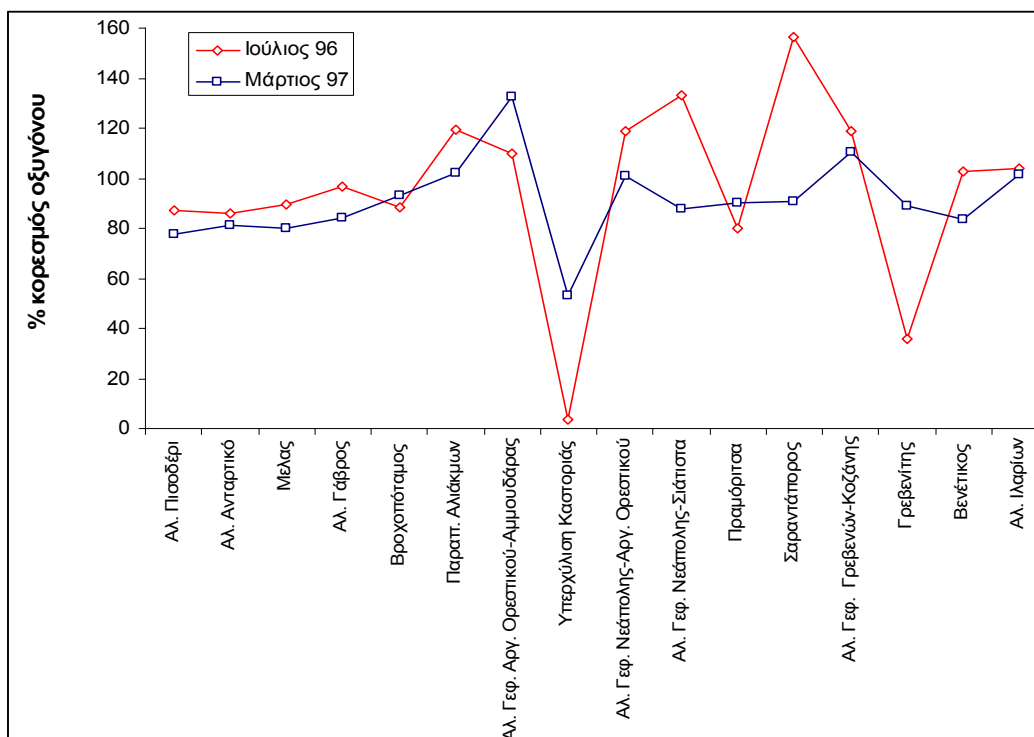
Σύμφωνα με τα δεδομένα των Σκουλικίδη & συν. (1997) και με βάση το παραπάνω σύστημα ταξινόμησης, η ποιότητα 16 σταθμών της υπολεκάνης απορροής του Ιλαρίωνα ως προς τα θρεπτικά κυμάνθηκε από υψηλή έως ανεπαρκής (Πίνακες 7, 8). Ο άνω ρου του κυρίου κλάδου (θέσεις Πισοδέρι, Ανταρτικό) είχε υψηλή ποιότητα. Στη θέση Γάβρος η ποιότητα ήταν καλή. Στη γέφυρα Άργους Ορεστικού-Αμμουδάρας και στη γέφυρα Άργους Ορεστικού-Νεάπολης η ποιότητα ήταν μέτρια, ενώ προς τα κατάντη (γέφυρα Νεάπολης-Σιάτιστα, γέφυρα Γρεβενών-Κνίδη και μονή Ιλαρίωνα) η κατάσταση ήταν και πάλι καλή. Από τους παραπόταμους του Αλιάκμονα, ο Μελάς και ο Βενέτικος παρουσίασαν υψηλή κατάσταση, ο Βροχοπόταμος, ο «Αλιάκμονας» (αριστερός κλάδος – θέση Νεστόριο), η Πραμόριτσα, ο Σαραντάπορος και ο Γρεβενίτης καλή, ενώ ανεπαρκής ήταν η κατάσταση στην εκροή της λίμνης Καστοριάς.

Σύμφωνα με στοιχεία των Lazaridou-Dimitriadou *et al.* (2000) για τον Σεπτέμβριο 1995, η κατάσταση των θρεπτικών στον κύριο ρου του Αλιάκμονα κυμάνθηκε από καλή (στον κάτω ρου) έως μέτρια (στον μέσο ρου), ενώ η εκροή της Καστοριάς παρουσίασε κακή κατάσταση (Πίνακες 7, 8).

Τέλος, σύμφωνα με δεδομένα των Voutsas *et al.* (2001) για τα διαστήματα Φεβρουάριος 1997 και Δεκέμβριος 1998, η κατάσταση του Αλιάκμονα σε όλο το μήκος του κύριου κλάδου του (θέσεις γέφυρα Άργους Ορεστικού-Αμμουδάρας, γέφυρα Γρεβενών-Κνίδη και μονή Ιλαρίωνα) ήταν μέτρια (Πίνακας 7).

Όσον αφορά στα φορτία αζώτου και φωσφόρου που καταλήγουν ετήσια σε διαλυμένη μορφή στην τεχνητή λίμνη του Πολυφύτου μέσω του Αλιάκμονα, αυτά υπολογίσθηκαν με τα δεδομένα της περιόδου 1996-97 (δύο δειγματοληψίες) και με βάση τη μέση υπερετήσια παροχή, σε 1073 τόνους άζωτο και 130 τόνους φώσφορο (Σκουλικίδης & συν. 1997). Σημειώνεται ότι στο συνολικό φορτίο αζώτου και φωσφόρου πρέπει να συνυπολογισθεί και αυτό που μεταφέρεται σε σωματιδιακή μορφή. Από εκτιμήσεις των Σκουλικίδη & συν. (1997), το ετήσιο φορτίο ιζήματος που καταλήγει στον ταμιευτήρα μέσω του Αλιάκμονα ανέρχεται σε 2,295 εκ. τόνους.

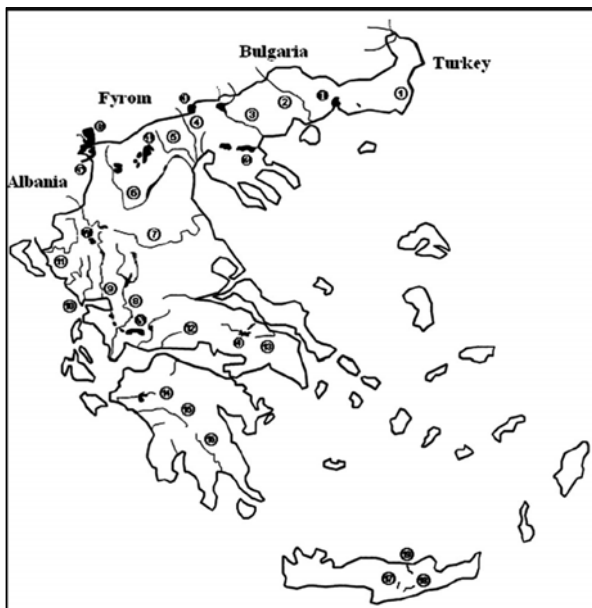
Η Εικ. 17 απεικονίζει τη διακύμανση του βαθμού κορεσμού του οξυγόνου στο υδάτινο σύστημα του άνω ρου του Αλιάκμονα, σύμφωνα με δεδομένα των Σκουλικίδη & συν. (1997). Οι χαμηλές τιμές αυτού του δείκτη οξυγόνωσης των νερών στην εκροή της Καστοριάς (κανάλι Γκιάολι) και στον Γρεβενίτη το καλοκαίρι, οφείλεται στην κατανάλωση οξυγόνου κατά την οξειδωση αστικών κυρίως λυμάτων. Αντίθετα, οι υψηλότερες τιμές του δείκτη στους περισσότερους σταθμούς στη διάρκεια του καλοκαιριού αποδίδεται σε δράσεις φωτοσύνθεσης.



Εικόνα 17: Χωρική και χρονική μεταβολή του ποσοστού κορεσμού του οξυγόνου στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα (δεδομένα, Skoulikidis *et al.* 2002).

Όμως ο Αλιάκμονας δεν είναι επιβαρυνμένος μόνο με οργανικό υλικό και θρεπτικά συστατικά, αλλά και με τοξικούς μικρορύπους.

Επισκόπηση των Kostantinou *et al.* (2006) για τα επίπεδα φυτοφαρμάκων στα νερά των μεγαλύτερων ποταμών και λιμνών της χώρας, που συμπεριέλαβε ένα σταθμό στον Αλιάκμονα



(Εικ. 17), έδειξε ότι ο Αλιάκμονας (και ο Λουδίας) έχουν τη μεγαλύτερη επιβάρυνση με υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Ανιχνεύθηκαν υπολείμματα οργανοχλω-ριούχων εντομοκτόνων, η χρήση των οποίων έχει απαγορευθεί στην Ελλάδα από το 1972, μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων (ο Αλιάκμονας παρουσίασε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση του ζιζανιοκτόνου prometryne: 6100 mg/l).

Εικόνα 18: Θέσεις δειγματοληψιών για αναλύσεις φυτοφαρμάκων (Kostantinou *et al.* 2006)

Αν και σύμφωνα με τους Voutsas *et al.* (1995) οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων που προσδιορίστηκαν στα νερά του Αλιάκμονα βρέθηκαν χαμηλές, οι Karamanis *et al.* (2006), που μελέτησαν τους ποταμούς Αλιάκμονα, Πηνειό, Αχελώο, Καλαμά και Λούρο, διαπίστωσαν μέγιστη συγκέντρωση Zn (224,8 µg/L) στον Αλιάκμονα στη θέση Πόρος.

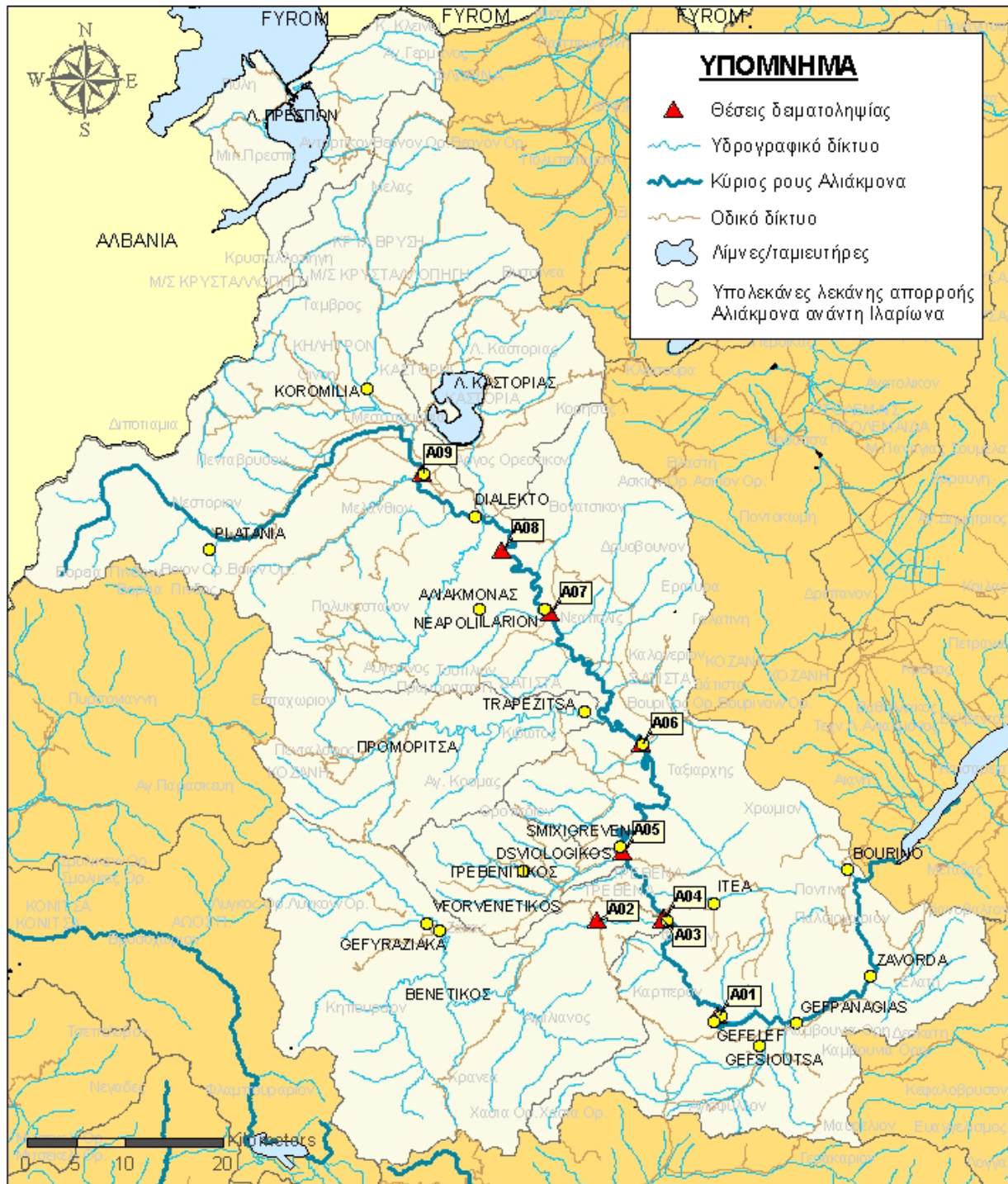
Η περιεκτικότητα του ποταμού σε ίνες αμιάντου περιστασιακά υπερβαίνει το όριο για το πόσιμο νερό (Κουϊμτζής & συν. 1993). Σημειώνεται ότι συσχέτιση μεταξύ ινών αμιάντου που εισέρχονται στον οργανισμό μέσω του πόσιμου νερού και καρκινογένεσης δεν έχει επιβεβαιωθεί, ενώ δίστανται οι απόψεις σχετικά με μηχανικές βλάβες στον οργανισμό (WHO 1996).

Εργασία του Sawidis (1996) που αφορούσε στην ραδιενεργή επιβάρυνση ιζημάτων ποταμών και λιμνών της Μακεδονίας, έδειξε ότι η λίμνη του Πολυφύτου παρουσίασε τη μέγιστη επιβάρυνση (Ra-228: 72,7 Bq/kg, Ra-226: 49,6 Bq/kg και Th-228: 44,1 Bq/kg). Οι υψηλές τιμές ραδίου αποδόθηκαν στην καύση λιγνίτη στα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια της ΔΕΗ στην Πτολεμαΐδα, ενώ του θορίου σε γεωλογικά αίτια (απατίτες).

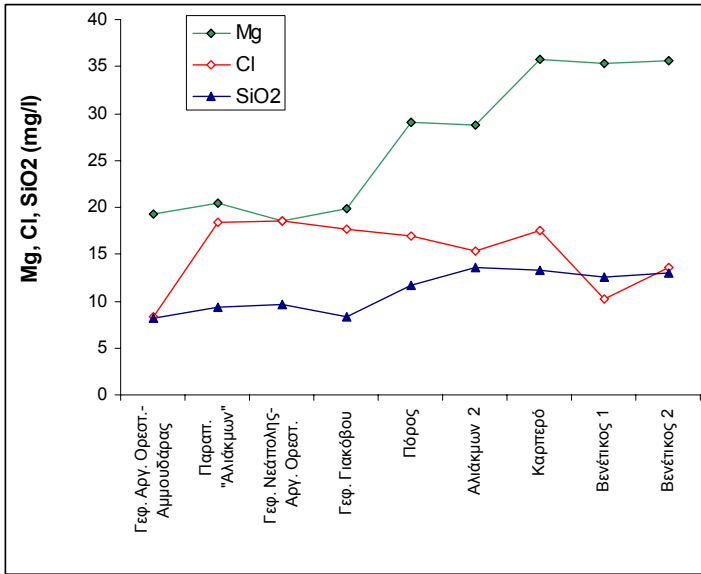
Στα πλαίσια του παρόντος έργου πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις φυσικών και φυσικοχημικών παραμέτρων, δειγματοληψίες και αναλύσεις σε 21 θέσεις της υπολεκάνης του Ιλαρίωνα (Εικ. 19).

Η Εικ. 20 παρουσιάζει τη μεταβολή των συγκεντρώσεων των ιόντων μαγνησίου και χλωρίου και των πυριτικών κατά μήκος του ποταμού (συμπεριλαμβάνεται και ο Βενέτικος) και οι Εικ. 21 και 22 την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των θρεπτικών. Το μαγνήσιο και τα πυριτικά αυξάνονται κατάντη της γέφυρας Γιακόβου, λόγω της συνεισφοράς των οφιολίθων κυρίως από την υπολεκάνη του ρέματος Πραμόριτσα. Τα νιτρικά και τα χλωριόντα αυξάνονται στη γέφυρα της Πλατανιάς και στη συνέχεια μειώνονται σταδιακά, ενώ η αμμωνία, τα νιτρώδη και τα φωσφορικά αυξάνονται απότομα στη γέφυρα της Πλατανιάς και στη συνέχεια μειώνονται σημαντικά (Εικ. 20-22). Η χωρική μεταβολή των στοιχείων αυτών οφείλεται στην εκροή της λίμνης Καστοριάς. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών (και κυρίως αμμωνίας, νιτρωδών και φωσφορικών) στον παραπόταμο Αλιάκμονα (Εικ. 21, 22) οφείλονται κυρίως σε αστικά λύματα. Η

σημαντική μείωση των νιτρικών στη θέση Καρπερό, οφείλεται και στη συνεισφορά καθαρού νερού από τον Βενέτικο, που παρουσιάζει χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών (Εικ. 21, Πίνακες 7, 8).

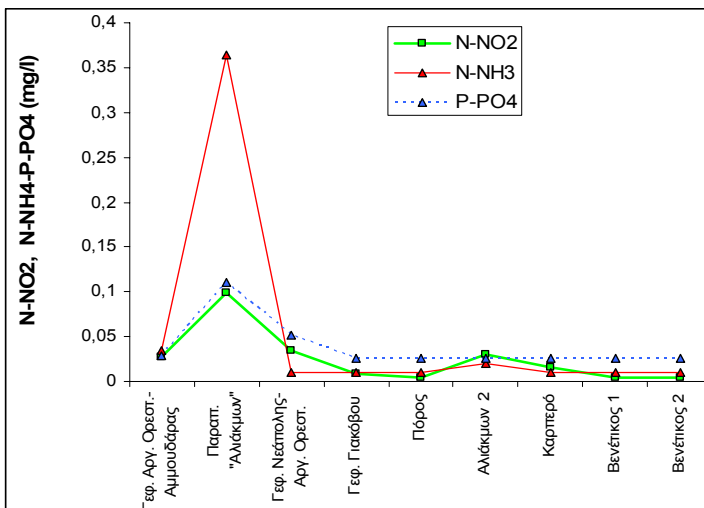
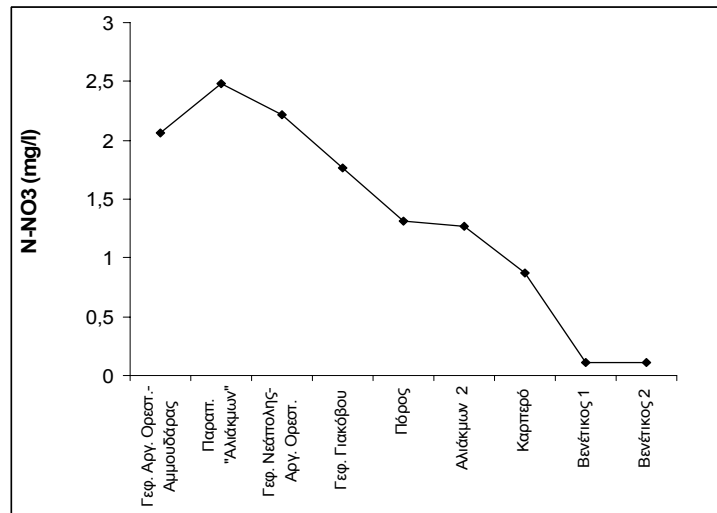


Εικόνα 19: Σταθμοί δειγματοληψίας φυσικοχημικών παραμέτρων στον ποταμό Αλιάκμονα.



Εικόνα 20: Χωρική διακύμανση των συγκεντρώσεων μαγνησίου, χλωρίου και πυριτικών στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα.

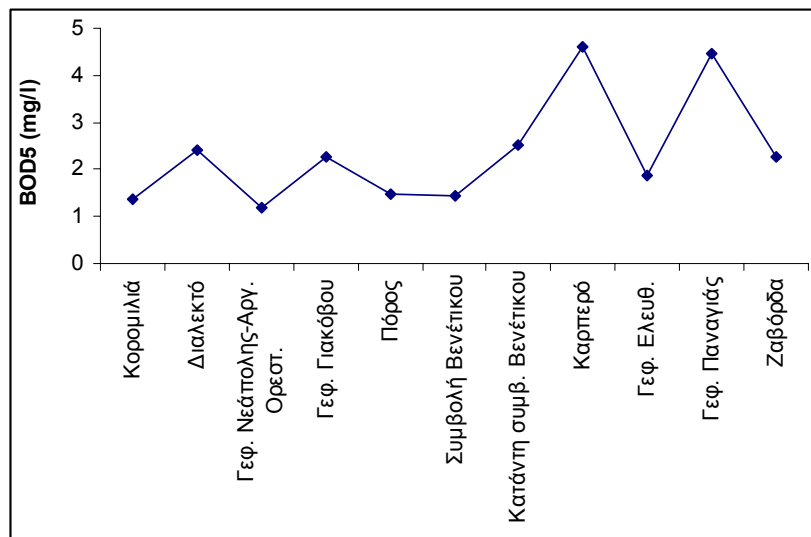
Εικόνα 21: Χωρική διακύμανση των συγκεντρώσεων νιτρικών στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα.



Εικόνα 22: Χωρική διακύμανση των συγκεντρώσεων νιτρωδών, αμμωνιακών και φωσφορικών στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα.

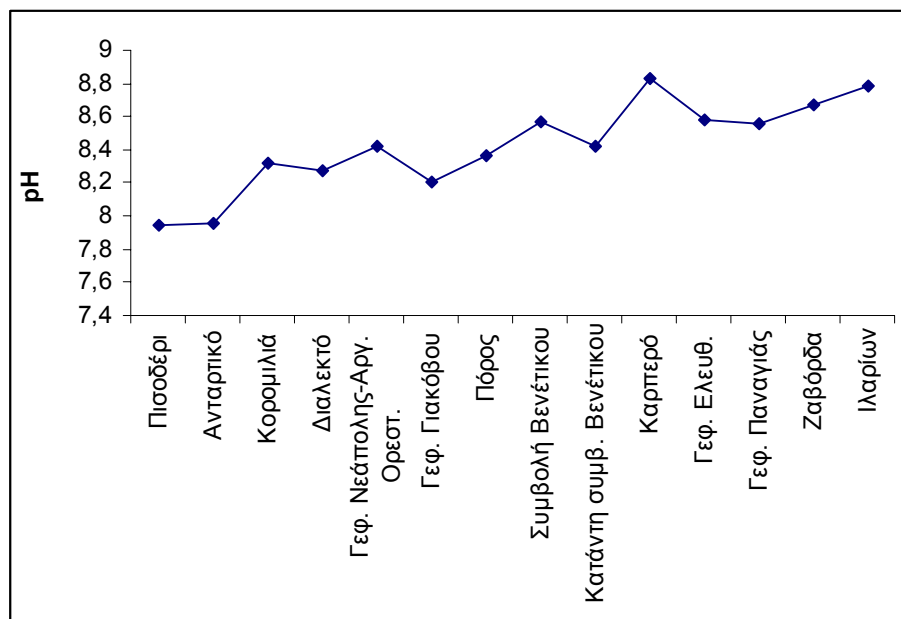
Η μέση τιμή του BOD₅ στον κύριο ρου του Αλιάκμονα ήταν 2,36 mg/l, με μέγιστο 4,61 mg/l (Καρπερό) και ελάχιστο 1,35 mg/l (Κορομηλιά). Η Εικ. 23 δείχνει την διακύμανση του BOD₅ κατά μήκος του κύριου κλάδου του Αλιάκμονα. Η προς τα κατάντη αύξηση του BOD₅ οφείλεται στην επιβάρυνση του ποταμού από σημειακές πηγές ρύπανσης (αστικά λύματα και απόβλητα αγροτο-βιομηχανικών μονάδων), που προκαλούν την αύξηση του οργανικού φορτίου του ποταμού. Για παράδειγμα ο Γρεβενίτης (κατάντη της ΜΕΑΛ) παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή στη λεκάνη απορροής (6,12 mg/l BOD₅). Η αύξηση του BOD₅ στη θέση Καρπερό (κατάντη της συμβολής του Βενέτικου) δεν οφείλεται στο Βενέτικο, καθώς στη συμβολή το ποτάμι παρουσιάζει μόνο 1,45 mg/l BOD₅, αλλά σε κάποιο άλλο ενδιάμεσο παραπόταμο που όμως δεν καλύφθηκε από μετρήσεις. Το ίδιο ισχύει και για τη θέση Γέφυρα Παναγιάς. Σε όλους τους παραπόταμους (πλην του Γρεβενίτη) οι τιμές του BOD₅ κυμαίνονται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (0,6 – 2,5 mg/l).

Εικόνα 23: Χωρική διακύμανση του BOD₅ κατά μήκος του κυρίου κλάδου του Αλιάκμονα στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα.



Οι συγκεντρώσεις του BOD₅ στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα είναι υψηλότερες από αυτές που έχουν μετρηθεί στον Άραχθο (μέγιστο 4 mg/l; Kotti *et al.* 2005) και τον κάτω ρου του Στρυμόνα (4,1 mg/l; Voutsas *et al.* 2001), είναι όμως μικρότερες από τις τιμές που έχουν μετρηθεί σε επιβαρυνόμενα τμήματα ποταμών. Για παράδειγμα, στον κάτω ρου του Αλιάκμονα, το BOD₅ έφθασε τα 17 mg/l (Voutsas *et al.* 2001). Στον Αξιό ο υπερετήσιος μέσος όρος κατάντη των Σκοπίων είναι 9,6 mg/L (Milovanovic 2007), στο Βουλγαρικό τμήμα του Στρυμόνα είναι κατά μέσο όρο 9,8 mg/l (Mihailov *et al.* 2001), ενώ στο Δέλτα του Έβρου τους θερινούς μήνες κυμαίνεται μεταξύ 7,5-18 mg/l (Angelidis & Athanasiadis 1995).

Η Εικ. 24 παρουσιάζει την διακύμανση του pH κατά μήκος του κύριου κλάδου του Αλιάκμονα. Το pH παρουσιάζει σταδιακή αύξηση προς τα κατάντη. Δύο είναι οι λόγοι για την αύξηση αυτή: α) η εξουδετέρωση της οξύτητας του νερού (που στον άνω ρου οφείλεται στην απουσία ανθρακικών πετρωμάτων), μέσω της διάλυσης ανθρακικών ορυκτών και ιδιαίτερα μέσω της αποσάθρωσης των οφιολίθων και β) η αύξηση της φωτοσύνθεσης που ευνοείται από την μείωση της ταχύτητας ροής, λόγω της προς τα κατάντη αύξησης της κοίτης, με συνέπεια την αποτελεσματικότερη αφομοίωση θρεπτικών από τα υδρόβια φυτά. Πράγματι, παρά την οργανική επιβάρυνση, το ποτάμι παρουσιάζει μεγάλες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (Μ.Ο. κυρίου κλάδου 9,5 mg/l, ελάχιστο 6,3 στον Γρεβενίτη κατάντη της ΜΕΑΛ) και μεγάλο βαθμό κορεσμού (Μ.Ο. κυρίου κλάδου 120%, ελάχιστο 83% στον Γρεβενίτη κατάντη της ΜΕΑΛ), όπως και αυξητικές τάσεις προς τα κατάντη (παρά την αντίστοιχη αύξηση του BOD₅), γεγονός που αποδίδεται σε δράσεις φωτοσύνθεσης και φυσικού αυτοκαθαρισμού.



Εικόνα 24: Χωρική διακύμανση του pH κατά μήκος του κυρίου κλάδου του Αλιάκμονα στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα.

Η προφανής υπερίσχυση των δράσεων φωτοσύνθεσης έναντι αυτών της αναπνοής (εκτός της περίπτωσης της τάφρου Γκιόλι και του Γρεβενίτη), υποδεικνύει ότι το ποτάμιο σύστημα είναι αυτότροφο, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Εικ. 17). Δεν αποκλείεται δε η φωτοσύνθεση να συνεισφέρει στην προς τα κατάντη μείωση της συγκέντρωσης θρεπτικών.

Ο Πίνακας 6 παρουσιάζει τις κατηγορίες ποιότητας ποταμών ως προς το διαλυμένο οξυγόνο σύμφωνα με το Νορβηγικό και το Γαλλικό σύστημα ταξινόμησης. Σύμφωνα με το Νορβηγικό σύστημα (που είναι πιο αυστηρό), 12 σταθμοί παρουσίασαν υψηλή κατάσταση, 8 σταθμοί είχαν καλή κατάσταση και μόνο σε ένα σταθμό (Γρεβενίτης), η κατάσταση ήταν μέτρια.

Πίνακας 6: Κατηγορίες ποιότητας ποταμών ως προς το διαλυμένο οξυγόνο (Cardoso *et al.* 2001).

		υψηλή	καλή	μέτρια	ανεπαρκής	κακή
Νορβηγία	mg/l	> 9	9–6.4	6.4-4	4-2	< 2
Γαλλία	mg/l	> 7	7-5	5-3	3-1	< 1

Ο Πίνακας 7 δίνει μία λεπτομερή εικόνα των συγκεντρώσεων και της κατάταξης των θρεπτικών στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα σε θέσεις όπου υπάρχουν δεδομένα διαφόρων μελετητών από διαφορετικές χρονικές περιόδους, ο δε Πίνακας 8 συνοψίζει τις κλάσεις ποιότητας και τη σχετική βαθμολογία τους.

Πίνακας 7: Συγκεντρώσεις (mg/l) και κατάταξη ποιότητας* θρεπτικών (σύμφωνα με τους Skoulikidis *et al.* 2006) στον κύριο ρου και σε παραποτάμους του άνω Αλιάκμονα (από τα ανάντη προς τα κατόντη) σε διάφορες χρονικές περιόδους στο διάστημα 1983 – 2007.

Περίοδος	Αλιάκμον-Γάβρος	"Αλιάκμον" (Νεστόριο)	Γεφ. Αργ. Ορεστικού - Αμμουδάρας	Εκροή Λ. Καστοριάς	Γεφ. Νεάπολης- Αργ. Ορεστικού	Πραμόριτσα	Γεφ. Γρεβενών- Κοζάνης	Βενέτικος	Παναγιά	Ιλαρίων	Πηγή
N-NO ₃ 1983-84 (4εποχές)	0,745		0,845				0,63			0,621	Skoulikidis (1989)
Σεπτέμβριος 95		0,063	0,968	1,557	1,177				0,471		Lazaridou-Dimitriadou <i>et al.</i> (2000)
Ιουλ. 96, Μάρ. 97	1,000	0,460	3,000	10,85	2,800	0,165	1,150	0,13		0,67	Skoulikidis <i>et al.</i> (2002)
Φεβρ. 97-Δεκ. 98			0,940				0,840			0,71	Voutsas <i>et al.</i> (2001)
Αύγουστος 07		0,542	2,066		2,213	0,113		0,11	0,872		ΕΛΚΕΘΕ/ΙΕΥ
N-NO ₂ Σεπτέμβριος 95		0,005	0,034	0,293	0,012				0,011		Lazaridou-Dimitriadou <i>et al.</i> (2000)
Ιουλ. 96, Μάρ. 97	0,006	0,008	0,008	0,005	0,010	0,005	0,007	0,008		0,006	Skoulikidis <i>et al.</i> (2002)
Φεβρ. 97-Δεκ. 98			0,030				0,010			0,010	Voutsas <i>et al.</i> (2001)
Αύγουστος 07		0,008	0,027		0,035	0,005		0,005	0,015		ΕΛΚΕΘΕ/ΙΕΥ
N-NH ₄ Σεπτέμβριος 95		0,026	0,177	1,356	0,041				0,028		Lazaridou-Dimitriadou <i>et al.</i> (2000)
Ιουλ. 96, Μάρ. 97	0,002	0,285	0,002	6,120	0,110	0,075	0,045	0,003		0,055	Skoulikidis <i>et al.</i> (2002)
Φεβρ. 97-Δεκ. 98			0,230				0,230			0,290	Voutsas <i>et al.</i> (2001)
Αύγουστος 07		0,050	0,035		0,01	0,01		0,010	0,010		ΕΛΚΕΘΕ/ΙΕΥ
P-PO ₄ 1983-84 (4εποχές)	0,039		0,059				0,032			0,036	Skoulikidis (1989)
Σεπτέμβριος 95		0,027	0,095	1,296	0,035				0,047		Lazaridou-Dimitriadou <i>et al.</i> (2000)
Ιουλ. 96, Μάρ. 97	0,070	0,085	0,650	0,985	0,095	0,115	0,105	0,090		0,085	Skoulikidis <i>et al.</i> (2002)
Φεβρ. 97-Δεκ. 98			0,060				0,060			0,100	Voutsas <i>et al.</i> (2001)
Αύγουστος 07		0,036	0,029		0,052	0,026		0,026	0,026		ΕΛΚΕΘΕ/ΙΕΥ

* Κλάσεις ποιότητας: ■ Υψηλή, ■ Καλή, ■ Μέτρια, ■ Ελλιπής, ■ Κακή

Πίνακας 8: Κλάσεις ποιότητας (και σχετική βαθμολογία) του κυρίου ρου και των παραποτάμων του άνω Αλιάκμονα ως προς τα θρεπτικά.

	Skoulikidis <i>et al.</i> (2002)	Lazaridou- Dimitriadou <i>et al.</i> (2000)	ΕΛΚΕΘΕ (2007)
Κύριος ρους			
Πισοδέρι	4,3		
Ανταρτικό	4,3		
Γάβρος	3,8		
Γεφ. Αργ. Ορεστικού – Αμμουδάρας	2,3	2,55	3,3
Γεφ. Νεάπολης - Αργ. Ορεστικού	2,3	3,3	2,8
Γεφ. Νεάπολης - Σιάτιστα	3,05		
Γεφ. Γρεβενών - Κοζάνης	3,8	3,3	
Παναγιά		3,55	3,55
Ιλαρίων	3,3		
Παραπόταμοι			
Μελάς	3,8	3,3	
Βροχοπόταμος	4,05		
Παραπόταμος- "Αλιάκμων"	3,05	4,05	4,55
Εκροή Λ. Καστοριάς	1,3	0,8	
Πραμόριτσα	3,05		
Σαραντάπορος	3,8		3,3
Γρεβενίτης άνω ρους	3,3		
Γρεβενίτης κατάντη ΜΕΑΛ			2,05
Βενέτικος άνω ρους	3,3	4,05	4,55
Βενέτικος κάτω ρους		3,55	
Βούρινο			4,55

Σημείωση: Η κατάσταση στον Ιλαρίωνα σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων για την περίοδο 1980-94 είναι καλή (3,05).

5.1.3. Συμπεράσματα

Το υδρογραφικό δίκτυο του Αλιάκμονα στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα είναι αποδέκτης σημαντικού οργανικού φορτίου, αποτέλεσμα της απουσίας Μονάδων Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων (ΜΕΑΛ), της πλημμελούς λειτουργίας των δύο υπαρχόντων (Καστοριάς και Γρεβενών) και της προφανούς έλλειψης ή/και πλημμελούς λειτουργίας μονάδων επεξεργασίας αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων. Παρόλα αυτά, όπως μαρτυρούν οι δείκτες οργανικής επιβάρυνσης (διαλυμένο οξυγόνο, BOD₅, ολικό φώσφορο), φαίνεται ότι κάποιες διεργασίες φυσικού αυτοκαθαρισμού (π.χ. αραίωση των ρύπων μέσω της συνεισφοράς καθαρού νερού, φωτοσύνθεση) δρουν ακόμη αποτελεσματικά, οδηγώντας το ποτάμι σε ανάκαμψη. Σοβαρές εξαιρέσεις συνιστούν η τάφρος υπερχείλισης της λίμνης Καστοριάς και ο Γρεβενίτης κατάντη της ΜΕΑΛ (Εικ. 25). Επιπρόσθετα, το υδάτινο σύστημα δέχεται και τις πιέσεις αγροτικών δραστηριοτήτων. Έτσι, όσον αφορά στα θρεπτικά, το ποτάμι παρουσιάζει πιο υποβαθμισμένη εικόνα, κυρίως λόγω νιτρορύπανσης. Αυτή γίνεται πιο εμφανής κατά την υγρή περίοδο, όταν ξεπλένονται τα γεωργικά εδάφη. Τα αστικά λύματα του Άργους Ορεστικού και των ανάντη οικισμών και ιδιαίτερα η εκροή της λίμνης Καστοριάς συνεισφέρουν κυρίως αμμωνιακά και νιτρώδη, υποβαθμίζοντας περισσότερο την κατάσταση του ποταμού. Έτσι, κατά μήκος του κύριου κλάδου του Αλιάκμονα,

η ποιότητα ως προς τα θρεπτικά μεταπίπτει από καλή (στον άνω ρου), σε μέτρια (μεταξύ γέφυρας Άργους Ορεστικού – Αμμουδάρας και γέφυρας Νεάπολης - Άργους Ορεστικού), για να αναβαθμισθεί και πάλι σε καλή (μέχρι και τον Ιλαρίωνα). Στην προς τα κατάντη αναβάθμιση της ποιότητας του ποταμού συνεισφέρουν οι εισροές σχετικά καθαρών παραποτάμων, και ιδιαίτερα του Βενέτικου, που παρουσιάζει μεγάλη απορροή και καλή ποιότητα, δράσεις φυσικού αυτοκαθαρισμού και πιθανά διεργασίες αφομοίωσης μέσω της φωτοσύνθεσης. Με δεδομένη τη διαχρονική αύξηση της ρύπανσης, όπως μαρτυρά η διαχρονική συμπεριφορά των νιτρικών και των φωσφορικών, σε συνδυασμό με την ελλιπή περιβαλλοντική προστασία και την μείωση της αυτοκαθαριστικής ικανότητας του ποταμού, αναμένεται περαιτέρω υποβάθμιση της ποιότητας του υδρογραφικού δικτύου και εξάπλωση της μέτριας κατάστασης. Σημειώνεται ότι στη γέφυρα Νεάπολης – Σιάτιστα και στον Ιλαρίωνα, η ποιότητα βρίσκεται κοντά στο όριο καλής/μέτριας κατάστασης. Είναι προφανές ότι η προβλεπόμενη τεχνητή λίμνη του Ιλαρίωνα, ως τελικός αποδέκτης, θα επιβαρύνεται με ρύπους και θρεπτικά συστατικά. Ήδη μάλιστα η λίμνη του Πολυφύτου παρουσιάζει τάσεις ευτροφισμού (Σκουλικίδης & συν. 1997), ενώ η συγκέντρωση φωσφόρου στον Ιλαρίωνα υπερβαίνει τα 25 μg/l, τιμή που έχει θέσει σαν όριο, η ΕΕ, για τον ευτροφισμό (Πίνακας 7). Άμεση είναι η ανάγκη εγκατάστασης δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας του ποταμού (που θα συμπεριλαμβάνει ουσίες προτεραιότητας) στα πλαίσια της εφαρμογής της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ, η κατασκευή ΜΕΑΛ, η βελτίωση της λειτουργίας των υπαρχόντων, ο εξοπλισμός και η αποτελεσματική λειτουργία μονάδων επεξεργασίας αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων και η εφαρμογή βέλτιστων γεωργικών πρακτικών. Στα πλαίσια αυτά, συμπεριλαμβάνεται και η εξυγίανση της λίμνης της Καστοριάς, η οποία προβλέπεται στον προγραμματικό σχεδιασμό του Δήμου Καστοριάς.



Εικόνα 25: Σταθμός κατάντη του βιολογικού, στον π. Γρεβενίτη. Εμφανής η οργανική ρύπανση στις όχθες

5.2. Γεωμορφολογικά, γεωλογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά της υδρολογικής λεκάνης του Αλιάκμονα, χρήσεις γης και υδατικό ισοζύγιο στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα

5.2.1. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης

Σύμφωνα με τον Ησίοδο, ο Αλιάκμονας ήταν ένας από τους ποτάμιους θεούς, που είχε γεννηθεί από τον Ωκεανό και την Τηθύ. Το όνομα είναι σύνθετο και προέρχεται από το άλς (άλας, θάλασσα) και από το ακμών (αμόνι). Μέχρι τον Μεσαίωνα ο ποταμός ήταν πλωτός και επέτρεπε την επικοινωνία της Βέροιας με τα σημαντικά λιμάνια του Θερμαϊκού, όπως η Πύδνα και, αργότερα, η Θεσσαλονίκη.

Ο Αλιάκμονας (ή Ιντζέ Καρασού) είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός (314 km) που ρέει αποκλειστικά σε ελληνικό έδαφος και ένα από τα μεγάλα σε παροχή ποτάμια της Ελλάδας. Η λεκάνη του έχει επιφάνεια 9210 km² και ορίζεται βόρεια από τα Όρη Βέρνον και Βέρμιο, δυτικά από τη Βόρεια Πίνδο, νότια από τα Χάσια και τα Καμβούνια, και ανατολικά από τα Πιέρια Όρη, καλύπτοντας τους νομούς Κοζάνης, Καστοριάς, Γρεβενών και τμήμα των νομών Πέλλας, Ημαθίας και Φλώρινας.

Ο ποταμός σχηματίζεται στην περιοχή του νομού Καστοριάς με τη συμβολή των ρεμάτων Κορομηλιάς και Νεστόριου, που πηγάζουν από τα όρη Βαρνούνας, Βίτσι και Βόϊο Γράμμου αντίστοιχα. Στη συνέχεια διέρχεται από το Άργος Ορεστικού, όπου δέχεται τα νερά των μικρών ποταμών Βέλα και Στραβοπόταμου από τη πλευρά της Πίνδου. Νοτιότερα δέχεται διαδοχικά τη συμβολή του καναλιού (Γκιόλη ή Γκιολέ) που μεταφέρει ποσότητες νερού από τη λίμνη Καστοριάς και μερικών ακόμη μικρών παραποτάμων (Βέλας, Πραμόριτσα και Γρεβενίτης από την πλευρά της Πίνδου, Μύριχος από το Άσκιο όρος). Νότια της πόλης των Γρεβενών, στην περιοχή Καλοχίου, συμβάλλει με το μεγάλο παραπόταμο Βενέτικο, που έχει μήκος 46 km. Στην περιοχή που θα κατακλυσθεί από τον ταμιευτήρα του Ιλαρίωνα, ο Αλιάκμονας δέχεται τα νερά μικρών παραποτάμων (Σιούτσα, Μελίσσια, Λάκκος) και συνεχίζοντας βορειοανατολικά καταλήγει στον ταμιευτήρα Πολυφύτου.

Ο ταμιευτήρας αυτός εκτείνεται από την περιοχή του Ρυμνίου, σε μήκος 30 km περίπου, ως το ομώνυμο φράγμα και τον υδροηλεκτρικό σταθμό της ΔΕΗ. Αμέσως μετά, ο Αλιάκμονας έρεε με ευρεία κοίτη ανάμεσα στα όρη Βέρμιο και Πιέρια μέχρι να φτάσει στην περιοχή της Αγίας Βαρβάρας. Στο τμήμα αυτό της διαδρομής έχουν τώρα δημιουργηθεί δύο ταμιευτήρες με τα αντίστοιχα φράγματα, της Σφηκιάς και των Ασωμάτων, που λειτουργούν ως υδροηλεκτρικά. Στην περιοχή της Αγίας Βαρβάρας υπάρχει ένα ακόμη μικρότερο φράγμα, που λειτουργεί ως δεξαμενή αναρρύθμισης για αρδευτικούς σκοπούς. Από εκεί ο Αλιάκμονας εισέρχεται στην πεδιάδα του νομού Ημαθίας, όπου και δέχεται τα νερά της Τάφρου 66 (Τ66) στην οποία συμβάλλουν οι παραπόταμοι Εδεσσαίος, Αράπιτσα, Μογλενίτσας και Τριπόταμος. Ο ποταμός εκβάλλει στο Θερμαϊκό κόλπο, λίγο νοτιότερα από τις εκβολές του Αξιού ποταμού, δημιουργώντας ένα εκτεταμένο δέλτα πλούσιο σε γλωρίδα και πανίδα. Το δέλτα του Αλιάκμονα, μαζί με το Δέλτα του Αξιού, τις εκβολές του Λουδία και τις Αλυκές Κίτρους αποτελούν υγρότοπο διεθνούς σημασίας και προστατεύονται από τη συνθήκη Ραμσάρ.

Οι κυριότερες υπολεκάνες του Αλιάκμονα είναι των: Περιφερειακής Τάφρου (1443 km²), Βενέτικου (871 km²), Πραμόριτσα (386 km²), της κλειστής λίμνης Καστοριάς (353 km²),

Εδεσσαίου (292 km²), Τριπόταμου (252 km²), Αράπιτσα (178 km²) και Γρεβενίτικου (117 km²) (ΥΠΙΑΝ 2003).

5.2.2. Γεωλογική εξέλιξη της λεκάνης

Η ευρύτερη περιοχή ανήκει στην παλαιο-οπισθοτάφρο του ελληνικού τόξου. Στην περιοχή βρέθηκαν ιζήματα θαλάσσιου χαρακτήρα που χρονολογούνται από το Ανώτερο Ηώκαινο και υποδηλώνουν ότι κατά την περίοδο αυτή η περιοχή καλυπτόταν από θάλασσα (Brunn 1956). Παρά τις ποικίλες απόψεις, είναι γενικά αποδεκτοί τέσσερις παράγοντες που χαρακτηρίζονται καθοριστικοί για τη διαμόρφωση του σημερινού ανάγλυφου της λεκάνης του Αλιάκμονα: οι ανοδικές κινήσεις του εδάφους, η έντονη προσχωματική δράση των τοπικών ποταμών, η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης και πιο πρόσφατα η ανθρώπινη επέμβαση.

Η λεκάνη του Αλιάκμονα διαμορφώθηκε κατά την Αλπική Ορογένεση με τεκτονικά φαινόμενα και αποτελεί μέρος ενός μεγάλου τεκτονικού βυθίσματος που χωρίζεται σε επιμέρους κλιμακωτά βυθίσματα, του Αλιάκμονα, του Λουδία και των Γιαννιτών (39). Σύμφωνα με τους Hinsbergen *et al.* (2005), κατά το Κατώτερο Μειόκενο–Πλειόκενο (πριν περίπου 4-8 εκ. χρόνια) η λεκάνη του Αλιάκμονα άρχισε να πληρώνεται με λιγνιτικά ιζήματα. Η σεισμική δραστηριότητα που παρατηρείται στην περιοχή υποδηλώνει ότι τα τεκτονικά φαινόμενα βρίσκονται ακόμη σε εξέλιξη. Το κατώτερο τμήμα της λεκάνης αναπτύσσεται εντός της Πελαγονικής γεωτεκτονικής ζώνης, ενώ το υπόλοιπο τμήμα αναπτύσσεται εντός της Μεσοελληνικής αύλακας και περιορίζεται δυτικά από τη ζώνη Ωλονού Πίνδου. Τα αλπικά ιζήματα στην ευρύτερη περιοχή τοποθετούνται γεωτεκτονικά στην ενότητα της Αλμωπίας.

Στην αρχή του τεταρτογενούς έλαβαν χώρα μεγάλες τεκτονικές κινήσεις στον ελληνικό χώρο και το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής καταλήφθηκε από τη θάλασσα. Ο βυθός της θάλασσας παρουσίαζε αυξομειώσεις λόγω των ανοδικών – καθοδικών τεκτονικών και ευστατικών κινήσεων, με συνέπεια οι ακτές της θάλασσας να αλλάζουν συνεχώς θέση. Κατά τις παγετώδεις περιόδους η στάθμη της θάλασσας κατέβηκε σημαντικά. Δεν είναι ακριβώς γνωστό πότε σχηματίστηκε ο ποταμός Αλιάκμονας και ποιο ήταν το αρχικό του σχήμα. Σύμφωνα με τον Brunn (1956) κατά τις παγετώδεις περιόδους η περιοχή του Άνω και Μέσου Αλιάκμονα καταλαμβάνονταν από λίμνες. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε άνοιγμα ανάμεσα στους ορεινούς όγκους που περιέκλειαν τις λίμνες και το νερό βρήκε διέξοδο προς τη θάλασσα, σχηματίζοντας τον ποταμό. Αρχικά, ο ποταμός χυνόταν στον ποταμό Αξιό, του οποίου ήταν παραπόταμος, όπως επίσης και ο ποταμός Πηνειός της Θεσσαλίας, δεδομένου ότι οι εκβολές του Αξιού εκείνη την εποχή βρισκόταν πολύ νοτιότερα από ότι είναι σήμερα (Brunn 1956).

Στο τέλος των παγετωδών περιόδων η θάλασσα στάθμη ήταν ακόμα πολύ χαμηλότερη από τη σημερινή, με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος της σύγχρονης υφαλοκρηπίδας να είναι ξηρά. Προς το τέλος της κατώτερης Παλαιολιθικής (15000 π.Χ.), φαίνεται πως υπήρχαν στην περιοχή αρκετές και εκτεταμένες λίμνες, όπως αυτή των Γιαννιτών. Με τη σταδιακή άνοδο της θερμοκρασίας, η στάθμη της θάλασσας ανυψώνονταν και κατά το τέλος της 7ης χιλ. π.Χ. το αλμυρό νερό εισχώρησε στη λίμνη των Γιαννιτών. Σταδιακά οι θαλάσσιες αποθέσεις και οι αποθέσεις των δέλτα εξελίχθηκαν σε λιμναίες και ποταμοχειμάρρειες γύρω από τα κράσπεδα και ανώτερα άκρα της λεκάνης. Κατά την 6η χιλ. π.Χ. η θάλασσα έφτανε μέχρι την Πέλλα και προσέγγιζε τα Γιαννιτσία. Οι συνθήκες αυτές συνεχίστηκαν μέχρι τις αρχές του 4ου π.Χ. αιώνα, όταν η Πέλλα εξυπηρετούσε σαν λιμάνι και η ακτή έφτανε σε ευθεία γραμμή μέχρι το ύψος των Γιαννιτών. Όσο καιρό η θάλασσα παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα, οι ποταμοί Αξιός και Αλιάκμονας εναπόθεταν γρήγορα φερτά υλικά δημιουργώντας διαδοχικά δέλτα. Στη συνέχεια η θάλασσα

άρχισε να υποχωρεί σαν αποτέλεσμα των προσχώσεων των ποταμών Αλιάκμονα, Γαλλικού, Αξιού και του Λουδία, σε συνδυασμό με τις ανοδικές κινήσεις της περιοχής. Η απόσυρση της θάλασσας και οι αποθέσεις των ποταμών οδήγησαν στη δημιουργία της λίμνης των Γιαννιτών. Μέχρι το 100 μ.Χ. ο Αλιάκμονας και ο Λουδίας είχαν κοινές εκβολές στον Θερμαϊκό, καθώς όμως η θάλασσα αποσυρόταν, οι δύο ποταμοί άλλαξαν κοίτες προς την ακτή, γιατί οι παλιές πληρώθηκαν βαθμιαία από ιζήματα (ΥΠΕΧΩΔΕ 1992, Bintliff 1976).

Ο Αλιάκμονας κατά την περίοδο 1934-1960 απέθετε στις εκβολές του περί τα $6,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ φερτών υλών κάθε χρόνο. Το δέλτα του ποταμού Αλιάκμονα προχώρησε 3,5 km περίπου από το 1934 ως το 1974. Με την κατασκευή όμως των φραγμάτων παρατηρήθηκε κατακόρυφη μείωση του όγκου της στερεοπαροχής, γιατί τα φερτά υλικά κατακάθονται στους ταμιευτήρες. Παράλληλα το σύστημα έχει υποστεί αλλοιώσεις που οφείλονται στη διευθέτηση της κοίτης του, σε εγχειοβελτιωτικά έργα, σε επιχωματώσεις και σε αμμοληψίες. Οι Kapsimalis *et al.* (2005) διέκριναν τρία στάδια της νεότερης εξέλιξης του συστήματος. Το Στάδιο I (1850-1916) αντιστοιχεί στη φάση της προέλασης των δέλτα μέσω φυσικών διεργασιών με ένα μέσο ρυθμό ιζηματογένεσης που φτάνει στα $6,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ στον εσωτερικό κόλπο. Το Στάδιο II (1916-1956) χαρακτηρίζεται από μια διαρκώς αυξανόμενη παρέμβαση του ανθρώπου στο ποτάμιο σύστημα με ποικίλα εγχειοβελτιωτικά έργα (π.χ. αποξήρανση της Λίμνης των Γιαννιτών). Στο Στάδιο III (1956-2000) οι ανθρώπινες δραστηριότητες ελέγχουν πλήρως την εξέλιξη των δελταϊκών πεδίων, προκαλώντας δραστική μείωση της στερεοπαροχής των ποταμών, επακόλουθη διάβρωση του θαλάσσιου πυθμένα και σημαντική υποχώρηση της ακτογραμμής.

5.2.3. Ανάγλυφο και γεωλογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης

Η λεκάνη του Αλιάκμονα ανήκει γεωλογικά στη ζώνη Αλμωπίας και χαρακτηρίζεται από διαφορετικούς γεωλογικούς σχηματισμούς (Παπανικολάου 1986). Η λεκάνη ακολουθεί μία ρηξιγενή ζώνη που ξεκινάει από την οροσειρά της Πίνδου και συνεχίζεται σε ΒΑ διεύθυνση μέσα στη Μεσοελληνική αύλακα. Τα αρχαιότερα πετρώματα (μεταμορφωμένα και μαγματικά) της λεκάνης απορροής εμφανίζονται στο Βέρνο, Καμβούνια, Πιέρια και στο Βέρμιο και καλύπτονται από Μέσο Τριαδικά - Κάτω Κρητιδικά στρώματα ασβεστόλιθων και δολομιτών. Οφιολιθικά συμπλέγματα εμφανίζονται στη βόρεια Πίνδο, κοντά στη Καστοριά και στις οροσειρές του Βούρινου και του Βέρμιου. Η λεκάνη απορροής μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις περιοχές: τον Άνω Αλιάκμονα, την περιοχή των τεχνητών λιμνών και τον Κάτω Αλιάκμονα (Οικονομίδης & συν. 2001).

Η πρώτη περιοχή εκτείνεται ανάντη του φράγματος του Πολυφύτου μέχρι τις πηγές του ποταμού. Έχει έντονο ανάγλυφο και γεωλογικά χαρακτηρίζεται από λιμναίες και αλλουβιακές αποθέσεις, ασβεστόλιθους, κροκαλοπαγή και ψαμμίτες, ενώ υπάρχουν τμήματα με εκρηξιγενή πετρώματα. Στους γύρω ορεινούς όγκους κυριαρχούν ασβεστόλιθοι, κροκαλοπαγή, άμμοι και πηλοί.

Η δεύτερη περιοχή περιλαμβάνει τις τεχνητές λίμνες του Πολυφύτου, της Σφηκιάς και των Ασωμάτων και εκτείνεται μέχρι και το φράγμα των Ασωμάτων. Σήμερα πρόκειται περισσότερο για λιμναίο παρά για ποτάμιο σύστημα με λιγοστές πεδινές εκτάσεις. Γεωλογικά η περιοχή χαρακτηρίζεται από λιμναίες και ποτάμιες αποθέσεις, ενώ στους γύρω ορεινούς όγκους κυριαρχούν πλακώδεις ασβεστόλιθοι, σερπεντίνες, σχιστόλιθοι, γνεύσιοι και οφιόλιθοι.

Η τρίτη περιοχή καταλαμβάνει το κατώτερο τμήμα του ποταμού μέχρι τις εκβολές του στο Θερμαϊκό κόλπο και περιλαμβάνει τις λεκάνες των ποταμών Αλμωπαίου και Εδεσσαίου και την Τ66. Οι εκτάσεις που διασχίζει ο ποταμός σε αυτήν την περιοχή είναι πεδινές. Οι γεωλογικοί

σηματισμοί που επικρατούν είναι τα ποταμολιμναία χαλίκια, η ιλύς, οι αλλουβιακές αποθέσεις και οι σύγχρονες προσχώσεις.

Ειδικότερα όσο αφορά τον Άνω Αλιάκμονα, το τμήμα της λεκάνης μέχρι τον Ιλαρίωνα έχει έκταση 5505 km² και κατατάσσεται στην πυριτική κατηγορία. Το τμήμα αυτό καλύπτεται κυρίως από Νεογενή-Τεταρτογενή ιζήματα (47,2%) και δευτερευόντως από μολασσικές αποθέσεις (31,8%). Όξινα μαγματικά (γρανίτες) και μεταμορφωμένα (γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες) καλύπτουν το 8,8% της λεκάνης απορροής, οφιόλιθοι το 6,6% και ασβεστόλιθοι το 5,6%. Στα δυτικά κράσπεδα αυτής αναπτύσσονται κώνοι προβολής από υλικά που προέρχονται από τη διάβρωση οφιολίθων και ασβεστόλιθων και από τριτογενείς ψαμίτες και ανθρακικούς ασβεστόλιθους (Skoulikidis *et al.* 2002).

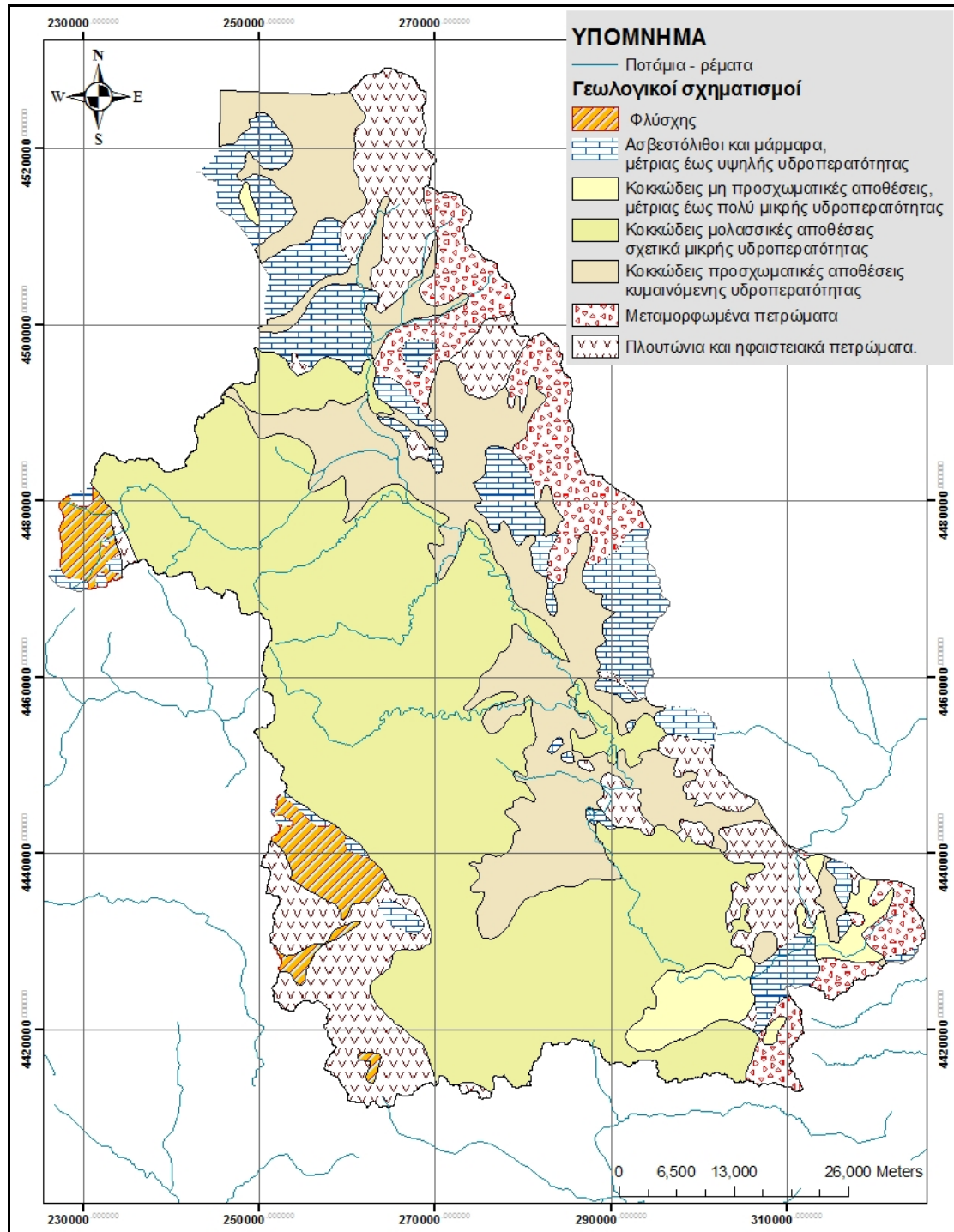
5.2.4. Γεωλογία της υπολεκάνης του Ιλαρίωνα

Η γεωλογία της περιοχής (Εικ. 26) χαρακτηρίζεται από την χωρική επικράτηση των κοκκώδων προσχωματικών σχηματισμών, που καταλαμβάνουν το 65% της υδρολογικής λεκάνης του Ιλαρίωνα και αναπτύσσονται εκατέρωθεν του κύριου ρου του Αλιάκμονα με ιδιαίτερη εξάπλωση στο δυτικό και νότιο τμήμα της λεκάνης. Η υδροπερατότητα των συγκεκριμένων προσχωματικών σχηματισμών κυμαίνεται από μέτρια έως μικρή (ενδεικτικοί συντ. κατείσδυσης 7 έως 15% επί της βροχόπτωσης), ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης (43%) καλύπτεται από ιζήματα που προέρχονται από διάβρωση του φλύσχη και πλουτώνιων / μεταμορφωμένων / ηφαιστειακών πετρωμάτων που δίνουν ιζήματα σχετικά μικρής υδροπερατότητας.

Ο δεύτερος σε έκταση σχηματισμός είναι τα πλουτόνια και ηφαιστειακά πετρώματα που παρατηρούνται στο ανατολικό και νοτιοδυτικό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης και καταλαμβάνουν ποσοστό 13% επί του συνόλου της λεκάνης. Ο σχηματισμός αυτός χαρακτηρίζεται από σχετικά μικρή υδροπερατότητα, ενώ βρίσκεται σε επαφή με τους προσχωματικούς σχηματισμούς και κατά τόπους με τον σχηματισμό των ασβεστόλιθων και μαρμάρων, οι οποίοι καταλαμβάνουν 11% της έκτασης της υδρολογικής λεκάνης και έχουν μέτρια προς υψηλή υδροπερατότητα (συντ. κατείσδυσης: 15 – 25% επί της βροχόπτωσης).

Πίνακας 9: Γεωλογικοί σχηματισμοί με έμφαση στην υδροπερατότητα.

Γεωλογικοί σχηματισμοί	Έκταση (m ²)	%
Φλύσχη	155890188	3
Μεταμορφωμένα πετρώματα	416572512	8
Πλουτόνια και ηφαιστειακά πετρώματα.	713116208	13
Ασβεστόλιθοι και μάρμαρα εκτεταμένης ανάπτυξης, μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας	558136248	11
Κοκκώδεις προσχωματικές αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας	1026159734	19
Κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις μέτριας έως πολύ μικρής υδροπερατότητας	147385521	3
Κοκκώδεις μολασσικές αποθέσεις σχετικά μικρής υδροπερατότητας	2297215232	43



Εικόνα 26: Απλοποιημένος υδρογεωλογικός χάρτης της υδρολογικής λεκάνης Ιλαρίωνα (Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας).

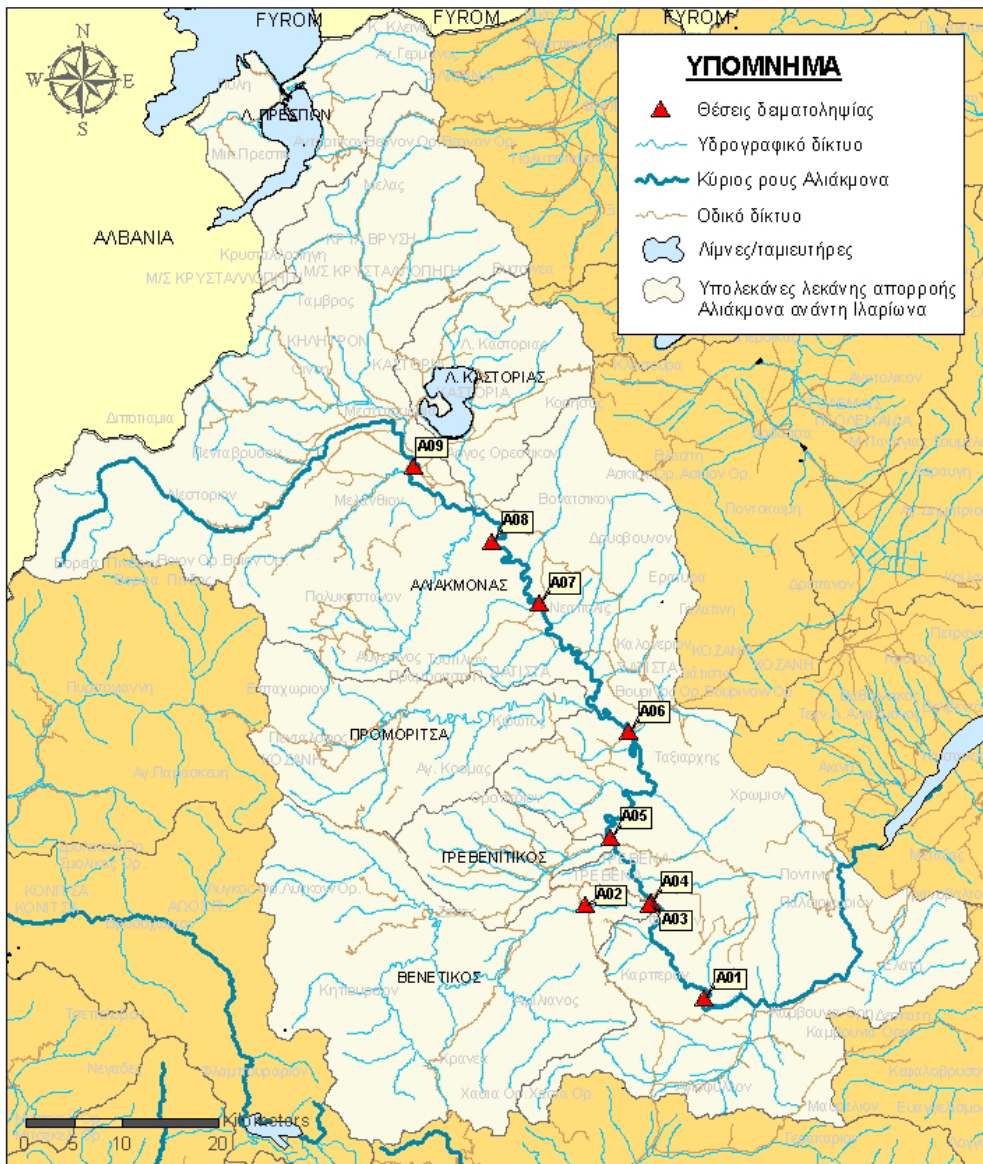
Τα μεταμορφωμένα πετρώματα και οι σχηματισμοί του φλύσχη καλύπτουν 11% της επιφάνειας της υδρολογικής λεκάνης στα ανατολικά και δυτικά άκρα αυτής και έχουν μέτριο προς χαμηλό βαθμό υδροπερατότητας.

Συμπερασματικά, πρέπει να τονιστεί ότι οι προσχωματικοί σχηματισμοί και τα μεταμορφωμένα / πλουτώνια πετρώματα είναι αυτά που κυριαρχούν στην υδρολογική λεκάνη του Ιλαρίωνα και τα οποία έχουν μέτρια προς χαμηλή υδροπερατότητα. Επομένως, το υπόγειο δυναμικό της

συγκεκριμένης λεκάνης δεν μπορεί να είναι ιδιαίτερος υψηλό, αφού οι υδρογεωλογικές συνθήκες ευνοούν περισσότερο την άμεση απορροή (βασική και επιφανειακή).

5.2.5. Θέσεις δειγματοληψίας και υδρομετρήσεων

Στην Εικόνα 27 και στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται οι θέσεις των σημείων δειγματοληψίας και υδρομετρήσεων στον ποταμό Αλιάκμονα κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου (29-30/09) 2007, η οποία πραγματοποιήθηκε για συγκριτικούς λόγους σε σχέση με παλαιότερα αντίστοιχα δεδομένα, καθώς και για να διαπιστωθούν σημαντικές χωρικές μεταβολές της παροχής (κυρίως λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων).



Εικόνα 27: Θέσεις δειγματοληψίας Α01 έως Α09, του ποταμού Αλιάκμονα κατά την δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2007 (29-30/09/07).

Πίνακας 10: Θέσεις σημείων δειγματοληψίας στη λεκάνη του Αλιάκμονα ανάντη της θέσης Ιλαρίωνα.

Κωδικός	Θέση	Συντεταγμένη ΕΓΣΑ 87 X	Συντεταγμένη ΕΓΣΑ 87 Y	Z (m)
A01	Καρπερό	297248	4426363	395
A02	Βενέτικος	284829	4436106	462
A03	Αλιάκμονας συμβολή με Βενέτικο	291572	4436131	445
A04	Αλιάκμονας συμβολή με Βενέτικο	291599	4436444	439
A05	Σιάτιστα	287391	4443168	457
A06	Γέφ. Γιακόβου	289276	4454181	524
A07	Γέφ. Νεάπολης	279964	4467588	564
A08	Γέφ. Πλατανιάς	275039	4474039	586
A09	Γέφ. Άργος Ορεστικού	266876	4481795	624

5.2.6. Χρήσεις γης στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6, όπου παρουσιάζονται οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι χρήσεις γης στην υδρολογική λεκάνη του Αλιάκμονα έως τη θέση Ιλαρίωνα, το μεγαλύτερο ποσοστό της λεκάνης καλύπτεται από μη αρδευόμενη αρόσιμη γη και καλλιέργειες (33%), από μεταβατικά δάση / θαμνότοπους, λιβάδια και σκληρόφυλλη ή αραιή βλάστηση (33%) και από δάση (29%) (Corine 2000).

Πίνακας 11: Χρήσεις γης στην υδρολογική λεκάνη του Αλιάκμονα στη θέση Ιλαρίωνα.

Κωδ. Corine	Χρήσεις γης	Έκταση (m ²)	%
112	Συνεχής αστική δόμηση	23.641.784	0,44
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές εγκαταστάσεις	2.398.061	0,05
122	Οδικά - σιδηροδρομικά δίκτυα και συναφή γη	2.364.141	0,04
131	Ορυχεία	941.463	0,02
133	Θέσεις δόμησης	2.272.842	0,04
211	Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη	909.206.100	17,11
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	10.507.079	0,20
231	Βοσκοτόπια	16.124.567	0,30
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειών	893.689.063	16,82
313	Δάση	1.566.128.136	29,48
321	Λιβάδια	562.234.123	10,58
323	Σκληρόφυλλη βλάστηση	1.077.489.517	20,28
331	Ακτές, αμμόλοφοι και αμμώδεις πεδιάδες	10.106.872	0,19
333	Εκτάσεις αραιής βλάστησης	104.101.817	1,96
411	Εσωτερικά έλη	18.345.668	0,35
511	Υδάτινα σώματα	113.674.639	2,14

Στις αρδευόμενες εκτάσεις στην υδρολογική λεκάνη του Αλιάκμονα ανάντη της θέσης Ιλαρίωνα, εμπίπτουν οι κατηγορίες χρήσεων γης «μόνιμα αρδευόμενη γη», «οπωροφόρα δέντρα», μέρος των

«σύνθετων συστημάτων καλλιεργειών» και μικρό μέρος της «καλλιεργημένης και μη γης». Οι αρδευόμενες εκτάσεις ανά δήμο και υπολεκάνη παρουσιάζονται στον Πίνακα 12 και καταλαμβάνουν συνολική έκταση 55 km² (ΥΠΙΑΝ 2006).

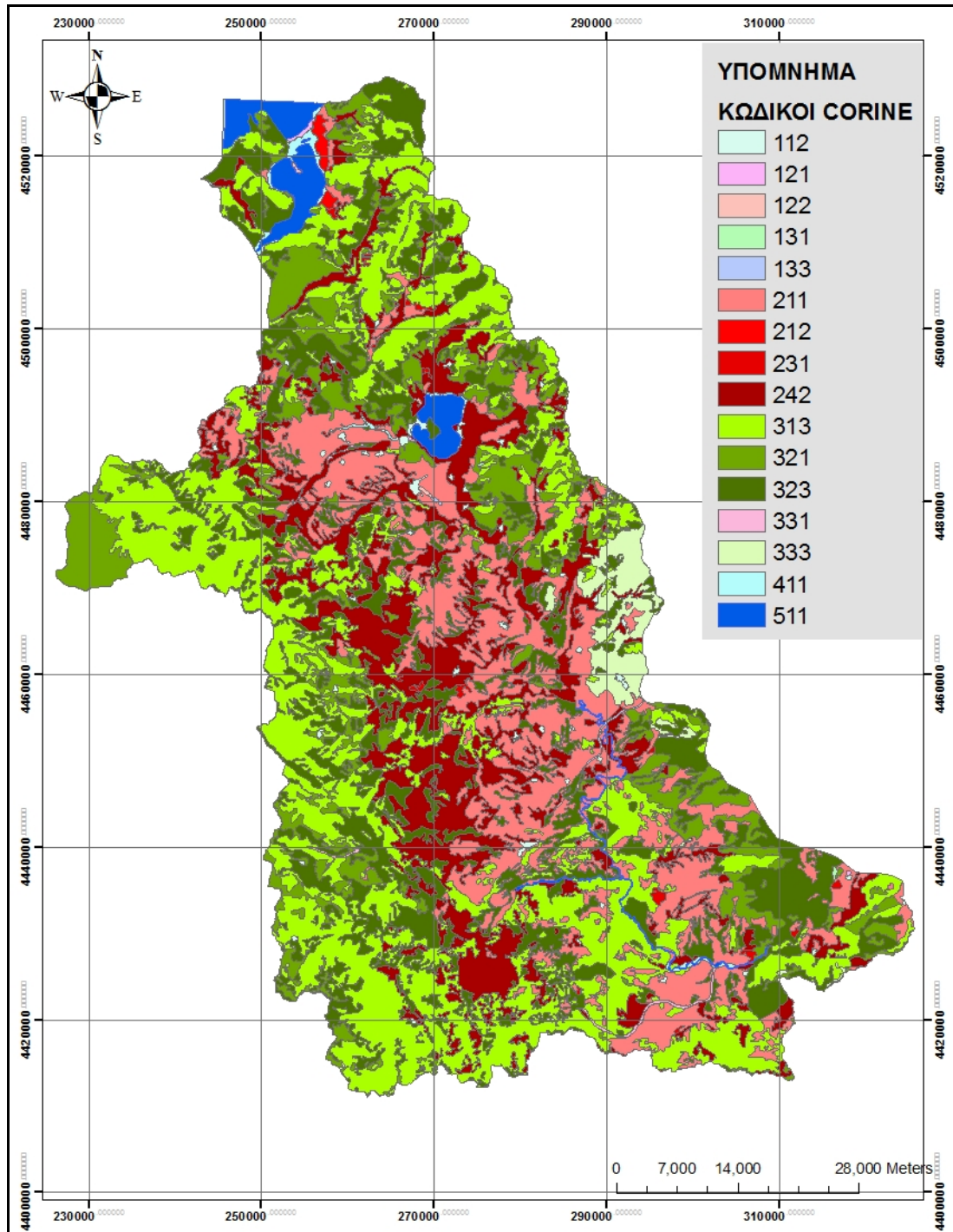
Πίνακας 12: Αρδευόμενες εκτάσεις ανά δήμο και υπολεκάνη της υδρολογικής λεκάνης του Αλιάκμονα στη θέση Ιλαρίωνα.

Δήμος	Υπολεκάνη	Έκταση (στρ.)
Αγ.Τριάδος	Άνω Ρους Αλιάκμονα	2807
Κορεστέϊων	Άνω Ρους Αλιάκμονα	3343
Ασκίου	Λεκάνη Πραμόριτσα	7080
Νεάπολης	Λεκάνη Πραμόριτσα	7333
Γόργιανης	Λεκάνη Βενέτικου	1230
Βεντζίου	Λεκάνη Ελαφίου	610
Ηρακλεωτών	Λεκάνη Ελαφίου	8526
Σιάτιστας	Λεκάνη Ελαφίου	1283
Δεσκάτης	Λεκάνη Ιλαρίωνα	5970
Χασίων	Λεκάνη Ιλαρίωνα	9795
Πρεσπών	Μεγάλη Πρέσπα	7085
Σύνολο:		55061

Οι αρδευόμενες εκτάσεις του συγκεκριμένου τμήματος της υδρολογικής λεκάνης του Αλιάκμονα είναι ιδιαίτερος χαμηλές αφού καταλαμβάνουν μόνο το 1% της συνολικής έκτασης της περιοχής μελέτης, κάτι που δεν είναι συνηθισμένο για τα Ελληνικά δεδομένα. Όμως, οι τοπικές γεωμορφολογικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες έχουν οδηγήσει στην παρατηρούμενη τάση που σε όρους διαχείρισης νερού σημαίνει μικρές σχετικά απολήψεις για άρδευση.

Οι χρήσεις γης του παρακάτω χάρτη (Εικ. 28) προέρχονται από την βάση δεδομένων CORINE 2000 και έχουν ομαδοποιηθεί ως προς τα δάση (1 κατηγορία που περιλαμβάνει όλα τα είδη των δασών), ως προς τα υδάτινα σώματα (1 κατηγορία μόνο) και ως προς τις καλλιέργειες (οπωροφόρα, αμπέλια και δενδρώδεις καλλιέργειες εντάχθηκαν στα σύνθετα συστήματα καλλιεργειών).

Όσον αφορά τις αστικές περιοχές και τις χρήσεις γης που σχετίζονται με ανθρώπινες παρεμβάσεις αυτές καταλαμβάνουν ~30 km², ενώ σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ο συνολικός μόνιμος πληθυσμός ανέρχεται σε 116000 κατοίκους (ΕΣΥΕ 2001).



Εικόνα 28: Απλοποιημένος χάρτης χρήσεων γης από την βάση δεδομένων CORINE 2000. Με αποχρώσεις του πράσινου φαίνονται οι διάφοροι τύποι βλάστησης και με αποχρώσεις του κόκκινου οι διάφοροι τύποι καλλιεργειών .

5.2.7. Χρήσεις νερού στη λεκάνη του Αλιάκμονα

Το νερό του Αλιάκμονα εξυπηρετεί αρδευτικές, υδρευτικές και βιομηχανικές ανάγκες των νομών που διαρρέει, ενώ ποσότητες νερού χρησιμοποιούνται και για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της Θεσσαλονίκης. Κατά μήκος του ποταμού έχουν κατασκευαστεί τεχνητοί ταμιευτήρες, που εκτός από την παραγωγή ρεύματος συμβάλλουν στην καλύτερη αξιοποίηση των

υδατικών πόρων, ειδικά κατά την θερινή περίοδο. Οι 12 μονάδες λιγνίτη, που δραστηριοποιούνται στην περιοχή Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου, επίσης χρησιμοποιούν νερό από τον Αλιάκμονα, κυρίως για ψύξη.

Γενικά, οι υδατικοί πόροι του διαμερίσματος επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες σε ετήσια βάση, ενώ ποσότητες νερού του ποταμού Αλιάκμονα χρησιμοποιούνται εκτός του διαμερίσματος για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της Θεσσαλονίκης (ΥΠΙΑΝ 2003). Η κυριότερη χρήση των νερών είναι η άρδευση. Τα κυριότερα υφιστάμενα συλλογικά αρδευτικά έργα βρίσκονται στη λεκάνη του Αλιάκμονα και παρουσιάζονται στον Πίνακα 13, ενώ στον Πίνακα 14 παρατίθενται τα προγραμματισμένα αρδευτικά έργα.

Πίνακας 13: Υφιστάμενα συλλογικά αρδευτικά έργα στη λεκάνη του Αλιάκμονα.

Περιοχή	Πηγή	Έκταση (στρέμ.)
Λεκάνη Αλιάκμονα ανάντη φράγματος Πολυφύτου		
Βελβενδού Κοζάνης	Λίμνη Πολυφύτου	12.000
Νεάπολης Κοζάνης	Αλιάκμονας	2.300
Νότιας ζώνης Πολυφύτου (Σέρβια) Κοζάνης	Λίμνη Πολυφύτου	25.000
Κλήματος Κοζάνης	Χείμαρρος	500
Πολυμήλου Κοζάνης	Πηγές	2.500
Λευκοπηγής Κοζάνης	Γεωτρήσεις	1.500
Πυλωρίου Κοζάνης	Γεωτρήσεις	1.000
Καλαμιάς	Γεωτρήσεις	600
Χρωμίου	Πηγές και γεωτρήσεις	1.200
Πεπονιάς Κοζάνης	Αλιάκμονας	2.500
Εράτυρας Καλονερίου	Αλιάκμονας	6.000
Μπουζακίων (Σαριγκιόλ)	Νερό τάφρου απαγωγής ΑΗΣ ΔΕΗ	15.000
Καμπερού Δήμητρας Ν. Γρεβενών	Αλιάκμονας	17.000
Κιβωτού Κοκκινιάς Ν. Γρεβενών	Αλιάκμονας	14.000
Κνίδης Πόρου Γρεβενών	Γεωτρήσεις	600
Βατόλακκου	Γεωτρήσεις	1.200
Παλαιοχωρίου Γρεβενών	Πηγές	1.500
Ταξιάρχη Γρεβενών	Αλιάκμονας	1.500
Δίκτυα Νομού Καστοριάς	Πηγές και Αλιάκμονας	20.000
Βασιλειάδας Βέργας Μελισσότοπου Καστοριάς	Πηγές και γεωτρήσεις	5.500
Κορεστίων Α & Β Καστοριάς	Αλιάκμονας	5.500
Κορομηλιάς Μεσοποταμίας Λευκής Καστοριάς	Αλιάκμονας	6.500
Λεκάνη Αλιάκμονα – Βεργίνας – Αιγινίου – Κίτρος (Νομός Πιερίας)		
Δίκτυα Κολυνδρού	Γεωτρήσεις	2.900
Παλαιού Ελευθεροχωρίου	Γεωτρήσεις	2.300
Καταχή	Γεωτρήσεις	1.500
Σφενδάμης	Γεωτρήσεις	3.000
Στραγγιστικό Αιγινίου	Μέρος αρδεύεται με γεωτρήσεις	23.000
Λεκάνη Αξιού – Αλιάκμονα (Διαμέρισμα 9 - 10)		
Κεντρικής περιοχής πεδιάδας Θεσ/νίκης		260.000
Τέως λίμνης Γιαννιτσών*	Αλιάκμονας	185.000
Ανατολικού Βερμίου		
Ζώνη Τριποτάμου Ημαθίας		98.850
Ζώνη Αράπιτσας Ημαθίας		114.000
Ζώνη Εδεσσαίου Πέλλας		80.200
Αρδευτικό Ποδοχωρίου Ημαθίας	Πηγές	4.000
Σύνολο		918.150

* 65.000 στρέμματα στην Ημαθία, 120.000 στρέμματα στην Πέλλα

Πίνακας 14: Προγραμματιζόμενα συλλογικά αρδευτικά έργα.

Περιοχή	Πηγή	Έκταση (στρέμ.)
Λεκάνη Αλιάκμονα ανάντη φράγματος Πολυφύτου		
1α. Φράγμα Βράχου Καστοριάς για ταμίευση 1,9 hm ³		70.000
1β. Αρδευτικά δίκτυα Βράχου Καστοριάς		70.000
2. Αρδευτικό έργο βόρειας ζώνης Πολυφύτου*		46.000
3. Αρδευτικό έργο Σταυροποτάμου Καστοριάς	Γεωτρήσεις	1.000
4. Αρδευτικό έργο Γέρμας Καστοριάς	Χείμαρρος Γέρμα	3.000
5. Αρδευτικό έργο Κορησίου Λιθίας Καστοριάς	Υπόγεια νερά	6.500
6. Επέκταση αρδευτικού έργου Βελβενδού	Λίμνη Πολυφύτου	40.000
7. Επέκταση αρδευτικού έργου Βατόλακκου Γρεβενών		
8. Αρδευτικό έργο Αγάπης Γρεβενών		1.500
9. Φράγμα Σισανίου Κοζάνης για ταμίευση 0,6 hm ³		1.200
10. Μεσοβούνου Κοζάνης για ταμίευση 0,6 hm ³		1.200
11. Φράγμα & δίκτυα Φελίου Γρεβενών για αποθήκευση περ.3 hm ³		6.000
12. Φράγμα & δίκτυα Κνίδης Γρεβενών για αποθήκευση 6 hm ³		12.000
Σύνολο		258.400

Πηγή: ΥΠΑΝ (2003), με χρήση στοιχείων ΕΣΥΕ

5.2.8. Χρήσεις νερού στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα

Η συνολική ζήτηση νερού από τις χρήσεις γης στην υπολεκάνη του Ιλαρίωνα φτάνει τα ~90 x 10⁶ m³ ετησίως (ΥΠΑΝ 2006). Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 15, η χρήση γης με την υψηλότερη ζήτηση (83%) είναι η άρδευση και ακολουθούν η ύδρευση και η κτηνοτροφία με 3% και 1%, αντίστοιχα. Παρόλα αυτά, οι ανθρωπογενείς απολήψεις νερού συγκριτικά με τα ανανεώσιμα υδατικά αποθέματα της υπό μελέτης υδρολογικής λεκάνης (βροχόπτωση – πραγματική εξατμισοδιαπνοή) είναι σχετικά μικρές (περίπου 3%), λόγω της περιορισμένης έκτασης των καλλιεργειών και της έλλειψης σημαντικών τουριστικών ή βιομηχανικών υποδομών.

Πίνακας 15: Συνολική ζήτηση νερού ανά χρήση γης στην υδρολογική λεκάνη του Αλιάκμονα στη θέση Ιλαρίωνα (ΥΠΑΝ 2006)

Χρήση	Συνολική Ζήτηση Χρήστη (Ποσότητες σε 10 ⁶ m ³ /έτος)	Ποσοστό (%) της συνολικής ζήτησης νερού
Άρδευση	73.97	83
Ύδρευση	12.08	13
Κτηνοτροφία	2.37	3
Βιομηχανία	1.00	1
Τουρισμός	0.05	0
Σύνολο	89.47	100

5.2.9. Υδατικό ισοζύγιο υπολεκάνης Ιλαρίωνα

Ο Πίνακας 16 (ΥΠΑΝ 2006) παρουσιάζει το υδατικό ισοζύγιο για τις επί μέρους υδρολογικές υπολεκάνες του ποταμού Αλιάκμονα. Σύμφωνα με τον πίνακα, στην υδρολογική λεκάνη του Αλιάκμονα στη θέση Ιλαρίωνα, η μέση ετήσια κατακρήμνιση ανέρχεται στα 744 mm, η μέση ετήσια εξατμισοδιαπνοή συνιστά το 55,3% των κατακρημνίσεων, ενώ η βαθιά κατείσδυση (που συμβάλει στην βασική υπόγεια ροή) αποτελεί το 16,7% (120,8 mm ετησίως) των κατακρημνίσεων. Η ενδοροή (επιδερμική ροή) που συνιστά 209,9 mm ετησίως μαζί με την επιφανειακή απορροή συμβάλλει στην άμεση απορροή (211,6 mm ετησίως). Υψηλότερα ύψη κατακρημνίσεων παρατηρούνται στις λεκάνες Βενέτικου και Πραμόριτσας καθώς και στις βορειότερες και τοπογραφικά υψηλότερες υπολεκάνες του Άνω Ρου ενώ μικρότερες τιμές παρατηρούνται στις λεκάνες Ελαφίου και Ιλαρίωνα. Μεγαλύτερες απώλειες λόγω εξατμισοδιαπνοής παρατηρούνται στις υπολεκάνες Ελαφίου και Πραμόριτσας (>64% των κατακρημνίσεων), ενώ μικρότερες στη Λεκάνη του Βενέτικου (αν εξαιρέσουμε τις μικρότερες λεκάνες των λιμνών/φραγμάτων). Μεγαλύτερη κατείσδυση παρατηρείται στις υπολεκάνες όπου υπάρχουν λίμνες/φράγματα. Η υψηλότερη επιφανειακή απορροή (Εικ. 29) παρατηρείται στις υδρολογικές υπολεκάνες Βενέτικου, Πραμόριτσας, στις μικρές λεκάνες των φραγμάτων Πραμόριτσας και Βράχου, καθώς και στις λεκάνες Μελιδονίου και Άνω Ρου Αλιάκμονα. Η άμεση απορροή εμφανίζεται αυξημένη σε σχέση με άλλες υπολεκάνες σε αυτές του Βενέτικου, Αγ. Γερμανού και του Άνω Ρου, ενώ χαμηλότερη εμφανίζεται στις υπολεκάνες Ελαφίου και Πραμόριτσας. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται στον συνδυασμό των μορφολογικών κλίσεων και των γεωλογικών σχηματισμών. Έτσι, για παράδειγμα η λεκάνη Αγ. Γερμανού που είναι μικρή σε έκταση, καλύπτεται από μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας σχηματισμούς και έχει μεγάλες σχετικά κλίσεις, παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό άμεσης απορροής (48%).



Εικόνα 29: Ποσοστά άμεσης απορροής σε σχέση με την βροχόπτωση στις υπολεκάνες της υδρολογικής λεκάνης Ιλαρίωνα.

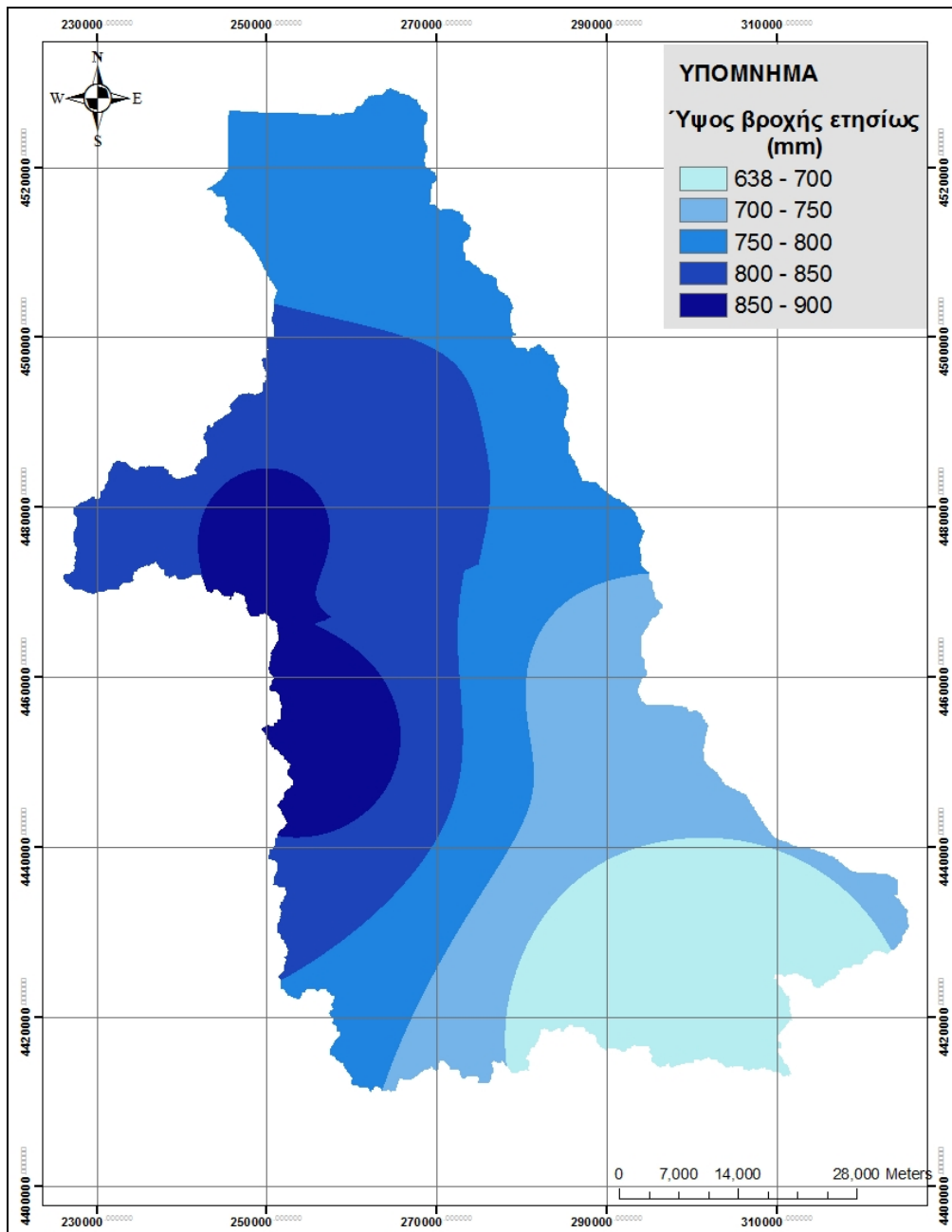
Πίνακας 16: Υδατικό ισοζύγιο για τις υδρολογικές υπολεκάνες του π. Αλιάκμονα (ΥΠΑΝ 2006)

Διαχειριστική Λεκάνη	Έκταση km ²	Κατακρημνίσματα mm/y	Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή		Κατείδυση mm/y *	Βαθιά Κατείδυση		Ενδορροή mm/y	Επιφανειακή Απορροή mm/y *	Άμεση απορροή	
			mm/y	%		mm/y	%			mm/y	%
Φράγμα Βράχου	9,16	824,6	506,0	61,4%	311,3	155,7	18,9%	155,7	3,1	158,7	19,25%
Άνω Ρους Αλιάκμονα	1169,74	813,4	488,6	60,1%	323,1	80,8	9,9%	242,3	2,2	244,5	30,06%
Λίμνη Καστοριάς	264,14	761,4	410,8	54,0%	350,8	140,3	18,4%	210,5	0,0	210,5	27,65%
Μελιδονίου	464,54	726,3	456,1	62,8%	266,7	76,2	10,5%	190,5	3,0	193,5	26,64%
Φράγμα Πραμόριτσα	63,26	847,8	475,4	56,1%	367,2	91,8	10,8%	275,4	3,7	279,1	32,91%
Πραμόριτσα	761,08	704,1	452,2	64,2%	249,8	99,9	14,2%	149,9	3,5	153,3	21,78%
Βενέτικου	827,07	914,4	505,1	55,2%	406,1	101,5	11,1%	304,6	4,0	308,6	33,75%
Ελαφίου	721,09	633,9	428,0	67,5%	206,3	82,5	13,0%	123,8	0,8	124,6	19,66%
Ιλαρίωνα	708,08	664,7	406,0	61,1%	258,8	64,7	9,7%	194,1	1,0	195,0	29,34%
Αγ. Γερμανού	52,09	779,3	278,5	35,7%	501,9	125,5	16,1%	376,4	0,0	376,4	48,30%
Μικρή Πρέσπα	199,96	641,6	247,7	38,6%	394,8	348,4	54,3%	46,5	0,0	46,5	7,24%
Μεγάλη Πρέσπα	94,91	620,2	289,8	46,7%	331,4	82,8	13,4%	248,5	0,0	248,5	40,07%
Λεκάνη Αλιάκμονα στη θέση Ιλαρίωνα	5335,12	744,3	412,0	55,3%	330,7	120,8	16,7%	209,9	1,6	211,6	28,05%

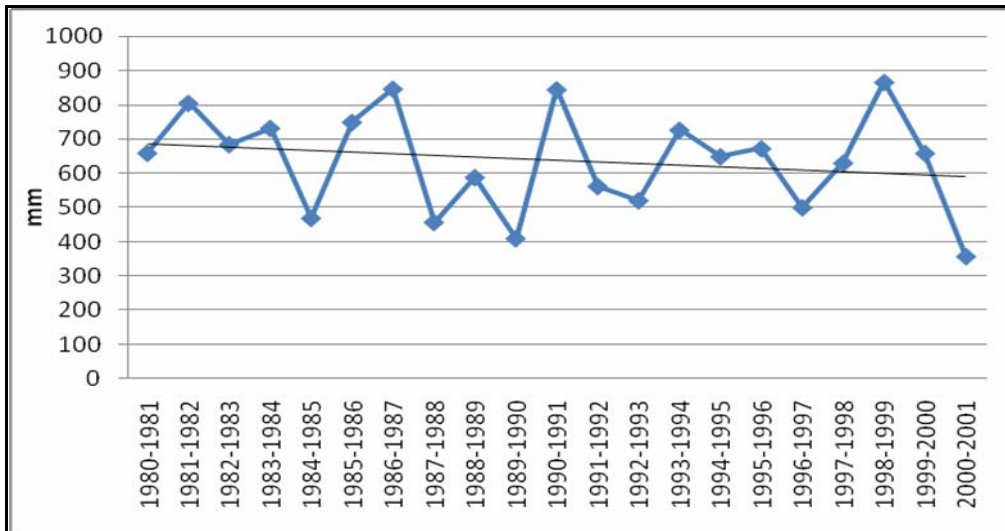
* Τα στοιχεία προέρχονται από μετατροπή βάσει έκτασης

5.2.10. Βροχόπτωση στην περιοχή μελέτης

Η βροχόπτωση στην περιοχή μελέτης φτάνει τα 772 mm ετησίως ενώ η ελάχιστη τιμή είναι 638 mm και παρατηρείται στο νοτιοανατολικό άκρο της υδρολογικής λεκάνης του Ιλαρίωνα. Η μέγιστη τιμή είναι 878 mm και καταγράφεται στο δυτικό τμήμα της ανωτέρω λεκάνης (μέση τιμή περιόδου 1980-2001, Εικ. 30).



Εικόνα 30: Ετήσιος Βροχομετρικός χάρτης της λεκάνης του Ιλαρίωνα.



Εικόνα 31: Ετήσιες τιμές βροχόπτωσης στον σταθμό Καρπερό.

Η μέση ετήσια τιμή βροχόπτωσης για την περίοδο 1980-2001 στην περιοχή του Καρπερού (πλησίον του φράγματος του Ιλαρίωνα), είναι 638 mm ενώ η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε το υδρολογικό έτος 2000-2001 (358 mm) και η μέγιστη τιμή καταγράφηκε το έτος 1998-1999 (866 mm). Γενικότερα, με την πάροδο των ετών (1980-2001) παρατηρείται μια πτωτική τάση στην ετήσια βροχόπτωση με έντονες όμως αυξομειώσεις των υπερετήσιων τιμών (Εικ. 31).

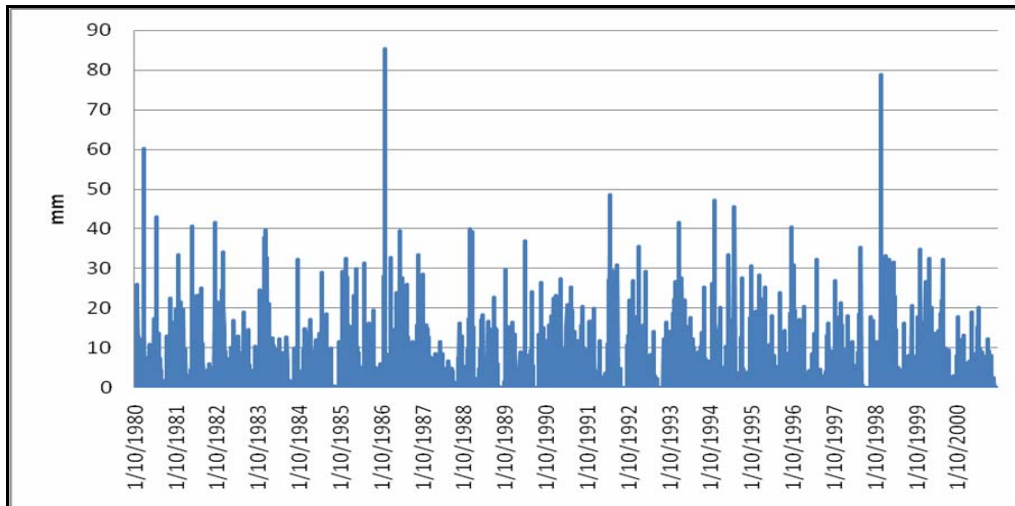
Πίνακας 17: Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης στο σταθμό Καρπερό (περίοδος 1980-2001).

Μήνες	Βροχόπτωση	
	mm	%
Ιανουάριος	52	8
Φεβρουάριος	57	9
Μάρτιος	54	8
Απρίλιος	54	9
Μάιος	59	9
Ιούνιος	25	4
Ιούλιος	30	5
Αύγουστος	27	4
Σεπτέμβριος	27	4
Οκτώβριος	63	10
Νοέμβριος	104	16
Δεκέμβριος	86	14
ΕΤΟΣ	638	

Οι μήνες με τις μεγαλύτερες τιμές βροχόπτωσης στην περιοχή μελέτης είναι ο Νοέμβριος (16% της ετήσιας βροχόπτωσης) και ο Δεκέμβριος (14% της ετήσιας τιμής), ενώ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο παρατηρούνται τα χαμηλότερα ύψη βροχής (27 mm μέση μηνιαία τιμή περιόδου 1980-2001, Πίνακας 17). Η μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για την ανωτέρω περίοδο είναι 53 mm ενώ η μέγιστη τιμή έφτασε τα 294 mm τον Νοέμβριο του 1998.

Η μέση τιμή της ημερήσιας βροχόπτωσης στον σταθμό Καρπερού για την περίοδο 1980-2001 είναι 1,75 mm, ενώ η μέγιστη ημερήσια τιμή στην συγκεκριμένη περίοδο ήταν 86 mm και καταγράφηκε στις 5/11/1986 (Εικ. 32). Στο 80% των ημερών της περιόδου 1980-2001 η βροχόπτωση ήταν μηδενική, στο 17,4% των τιμών η

ημερήσια βροχόπτωση ήταν μικρότερη των 20 mm, στο 1,5% των ημερών η τιμή της βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 20 έως 40 mm, ενώ μόλις στο 0,17% των ημερών το ημερήσιο ύψος βροχής ξεπέρασε τα 40 mm.

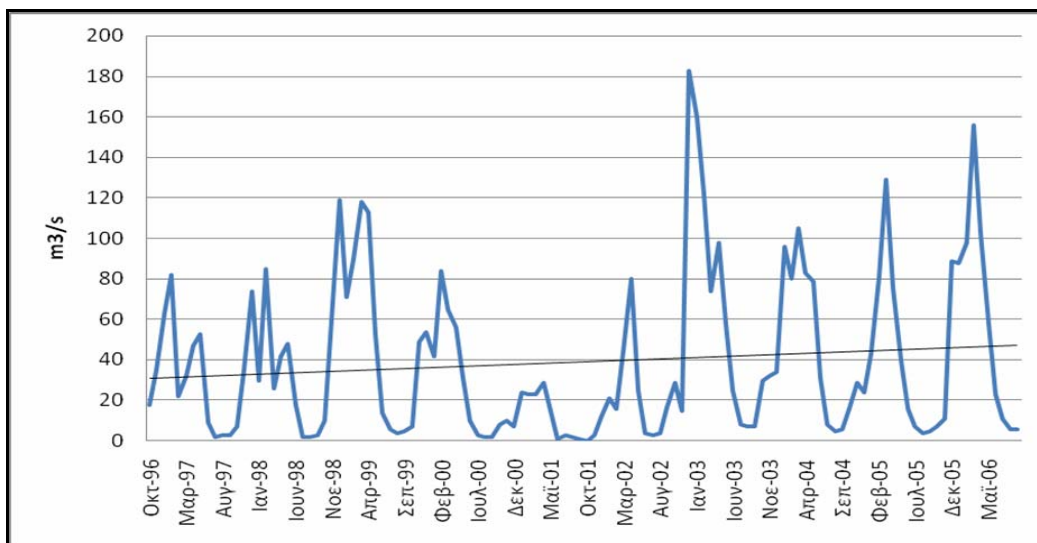


Εικόνα 32: Ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης στο σταθμό Καρπερό (περίοδος 1980-2001)

5.2.11. Παροχή του κύριου ρου στη θέση Ιλαρίωνα

Η μέση μηνιαία παροχή του ποταμού Αλιάκμονα στην θέση Ιλαρίωνα κατά την περίοδο 1996-2006 ήταν $39 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ η μέγιστη τιμή κατά την ίδια περίοδο ήταν $183 \text{ m}^3/\text{s}$ και παρατηρήθηκε τον Δεκέμβριο του 2002 (Εικ. 33). Καταγράφεται μια ελαφρά ανοδική τάση της παροχής στο τμήμα αυτό του ποταμού κατά την ανωτέρω περίοδο, γεγονός όμως που πιθανότατα οφείλεται σε αντίστοιχη αύξηση των βροχοπτώσεων στο διάστημα αυτό. Σε 68% των μέσων μηνιαίων τιμών παροχής του ποταμού κατά την δεκαετία 1996-2006 καταγράφησαν τιμές μικρότερες από $50 \text{ m}^3/\text{s}$, σε 22,5% των περιπτώσεων μετρήθηκαν μέσες μηνιαίες τιμές από $50 - 100 \text{ m}^3/\text{s}$ και μόλις σε 8,5% των μηνών της δεκαετίας καταγράφηκαν μέσες μηνιαίες τιμές παροχής μεγαλύτερες από $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

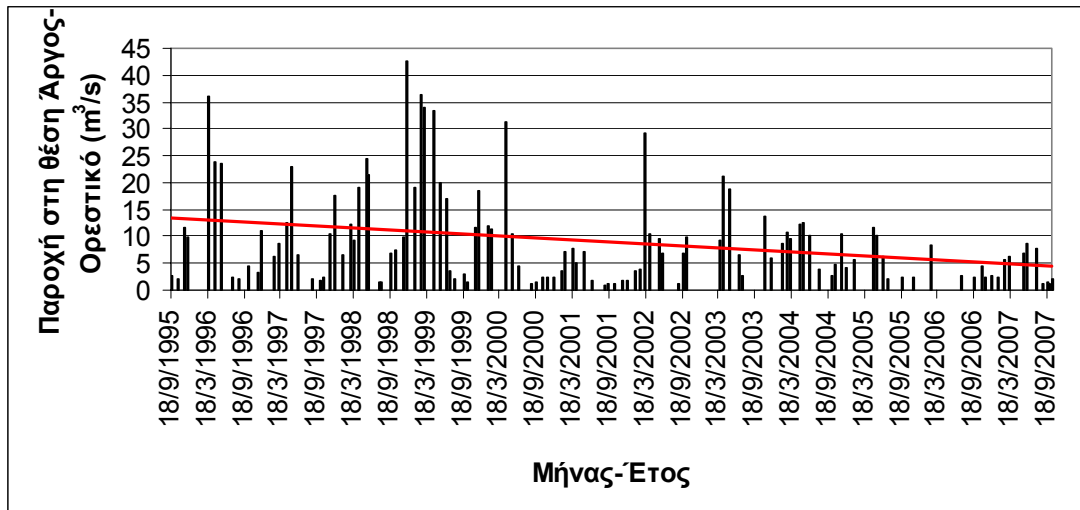
Κατάντη του Ιλαρίωνα η παροχή του ποταμού είναι μεταβλητή, και εξαρτάται από τη λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών Πολυφύτου, Ασωμάτων και Σφηκιάς. Από τη μέση μηνιαία διακύμανση της παροχής του ο Αλιάκμονας χαρακτηρίζεται σαν χιονοβρόχινου τύπου ποταμός.



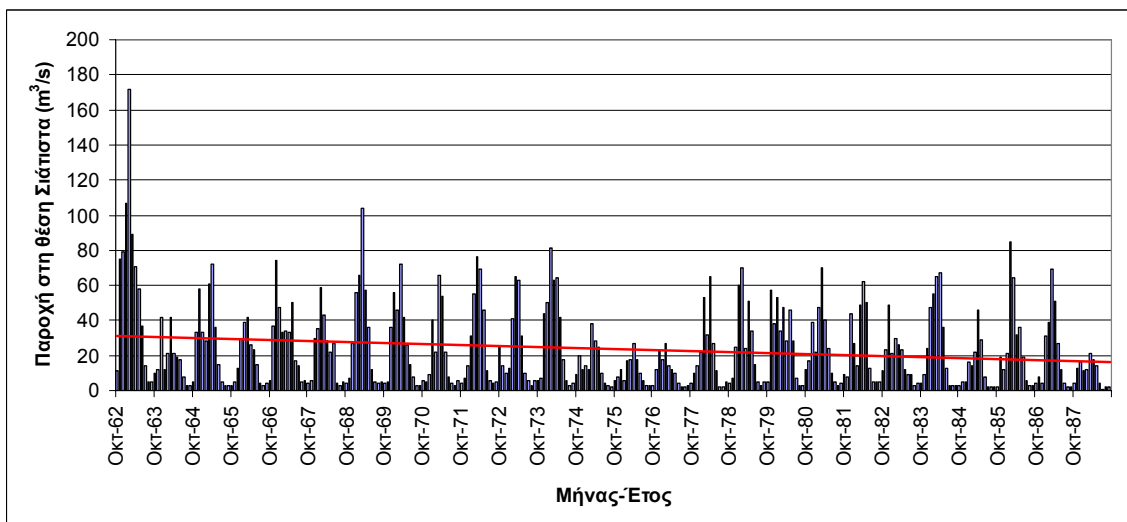
Εικόνα 33: Μέσες μηνιαίες τιμές παροχής του ποταμού Αλιάκμονα στην θέση Ιλαρίωνα.

5.2.12. Ιστορική διακύμανση παροχής

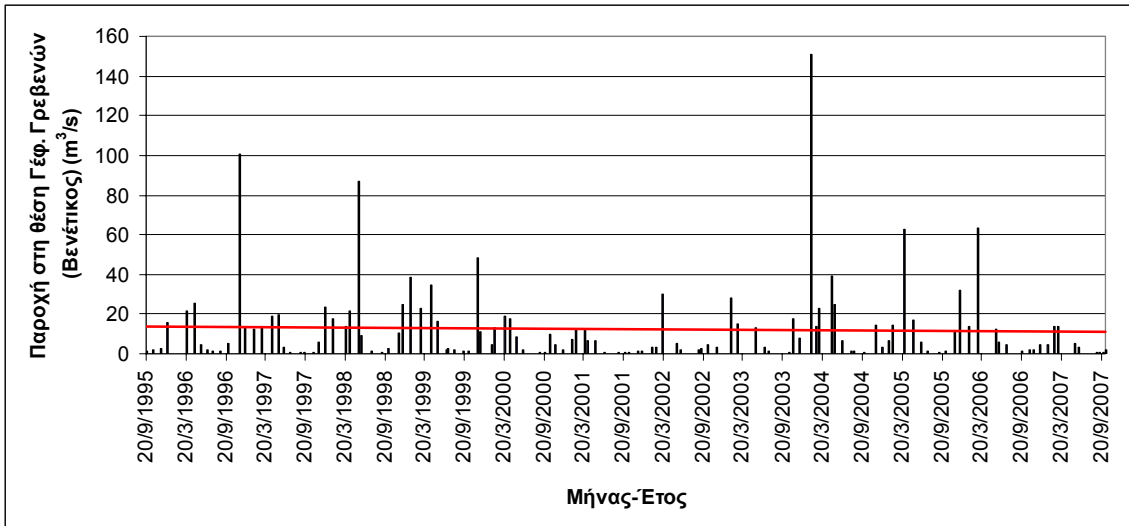
Στις Εικόνες 34 έως 36 παρουσιάζεται η διακύμανση της μετρηθείσας, μηνιαίας παροχής (ΔΕΗ 2008) στις θέσεις Άργος-Ορεστικό, Σιάτιστα και Γέφ. Γρεβενών, οι οποίες συμπίπτουν με τις θέσεις δειγματοληψίας Α09, Α06 και Α02. Υψηλότερες παροχές παρατηρούνται στη θέση Σιάτιστα, χαμηλότερες στη θέση Γέφ. Γρεβενών (Βενέτικος) και ακόμα χαμηλότερες στη θέση Άργος-Ορεστικό (ανάντη-κύριος ρους). Συνολικά, τα στοιχεία δείχνουν πτωτική τάση της παροχής.



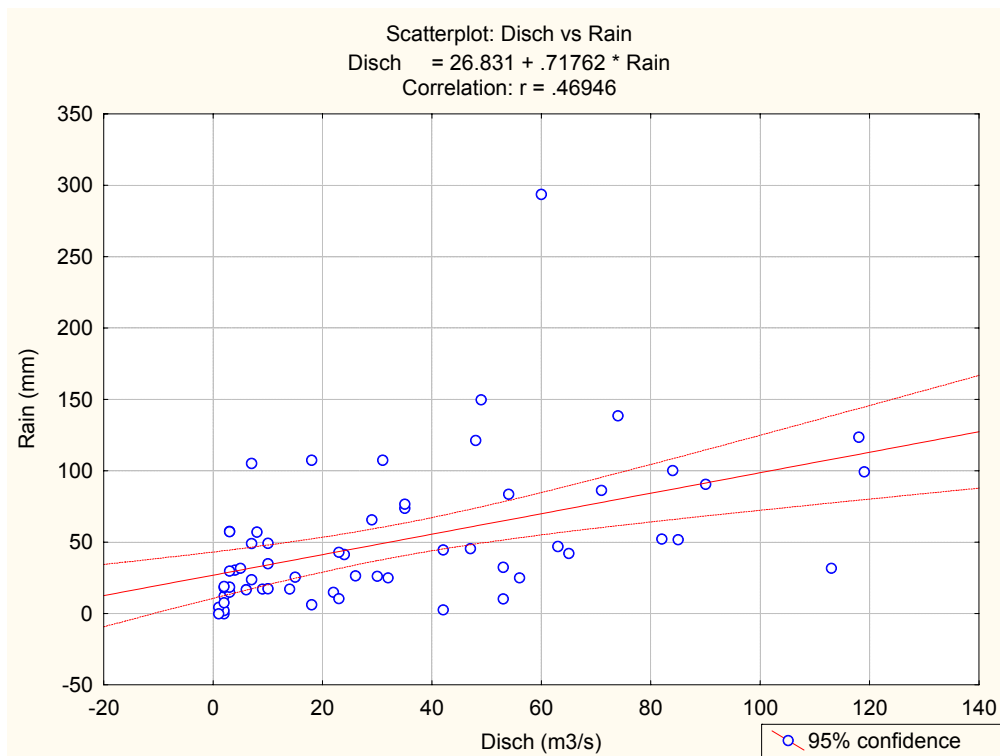
Εικόνα 34: Μετρήσεις παροχής (m³/s) στη θέση Άργος-Ορεστικό (θέση δειγματοληψίας Α09) του ποταμού Αλιάκμονα για την περίοδο 09/1995 έως 10/2007.



Εικόνα 35: Μετρήσεις παροχής (m³/s) στη θέση Σιάτιστα (θέση δειγματοληψίας Α06) του ποταμού Αλιάκμονα για την περίοδο 10/1962 έως 09/1988.



Εικόνα 36: Μετρήσεις παροχής (m³/s) στη θέση Γέφ. Γρεβενών (θέση δειγματοληψίας Α02) του παραπόταμου Βενέτικου (π. Αλιάκμονας) για την περίοδο 10/1962 έως 09/1988.



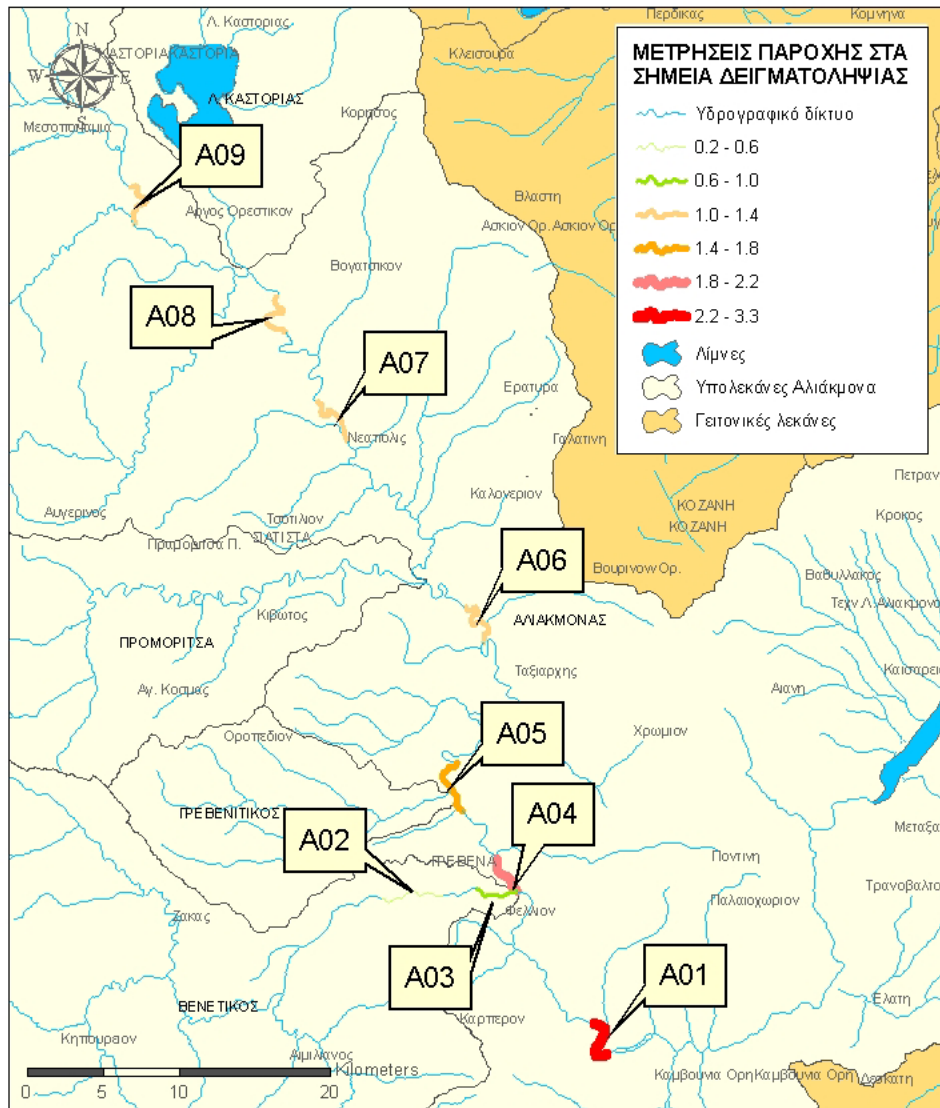
Εικόνα 37: Διάγραμμα συσχέτισης βροχής – παροχής στην θέση Ιλαρίωνα για το διάστημα 1996-2001 (μηνιαίες τιμές).

Η συσχέτιση μέσω μηνιαίων τιμών βροχής – παροχής για την περίοδο 1996 – 2001 στην θέση Ιλαρίωνα έδωσε τιμή συντελεστή συσχέτισης 0,47, που θεωρείται αρκετά υψηλός για τέτοιου τύπου δεδομένα (Εικ. 37). Η σχετικά καλή συσχέτιση των εν λόγω μεγεθών υποδεικνύει ότι, ο βασικός παράγοντας επηρεασμού της παροχής του π. Αλιάκμονα έως το συγκεκριμένο σημείο μέτρησης είναι η βροχόπτωση, ενώ άλλοι παράγοντες, όπως οι αντλήσεις νερού για ανθρωπογενείς δραστηριότητες και οι υπόγειες εισροές / εκροές που σε άλλα αντίστοιχα

συστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, εδώ έχουν μικρότερη σημασία. Με περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης βροχής - απορροής στην συγκεκριμένη περιοχή θα μπορούσε να αναπτυχθεί ένα ικανοποιητικό μοντέλο προσομοίωσης αυτής της διαδικασίας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για διαχειριστικούς αλλά και άλλους σκοπούς.

5.2.13. Μετρήσεις παροχής κατά τη δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2007

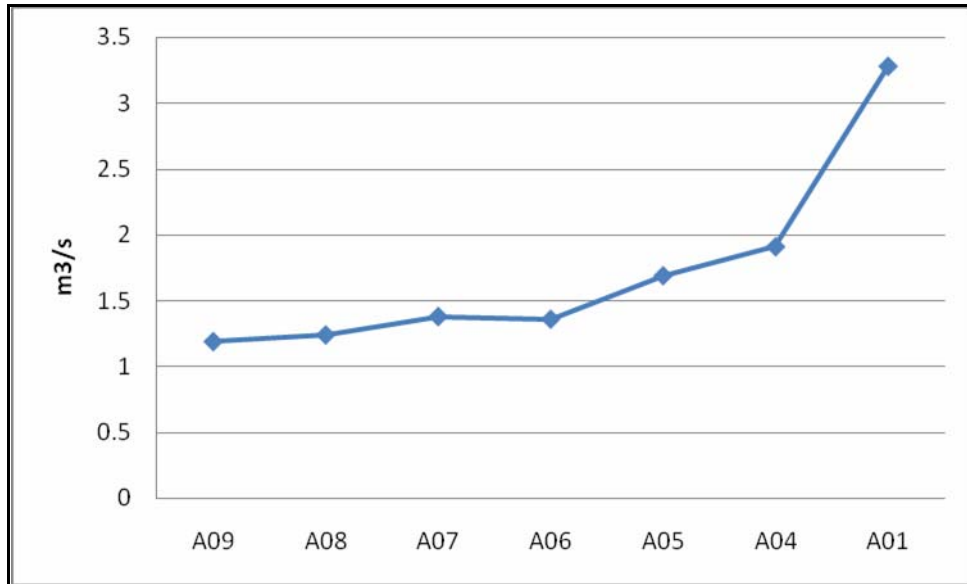
Στην Εικόνα 38 παρουσιάζεται η κατανομή της παροχής κατά τη δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2007, ενώ στον Πίνακα 18 παρουσιάζεται η υπολογισμένη παροχή για τις θέσεις της δειγματοληψίας. Η κατάταξη της μεγαλύτερης προς τη μικρότερη παροχή ακολουθεί τη σειρά A01 > A04 > A05 > A07 > A06 > A08 > A09 > A03 > A02. Η σχετικά κοντινές τιμές στις θέσεις A06 και A07 οφείλονται στις απολήψεις στο κομμάτι αυτό και ειδικότερα στους Δήμους Ασκίου, Νεάπολης, Σιάτιστας και Ηρακλεωτών, κυρίως για λόγους άρδευσης και ύδρευσης, ενώ οι υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας παρουσιάζουν μια αναμενόμενη, ομαλή αύξηση των παροχών από ανάντη προς κατόντη, που υποδεικνύει μικρές σχετικά επιπτώσεις από ανθρωπογενείς απολήψεις.



Εικόνα 38: Κατανομή της παροχής (m^3/s) στις θέσεις δειγματοληψίας A01 έως A09, του ποταμού Αλιάκμονα κατά την δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου (29-30/09/2007).

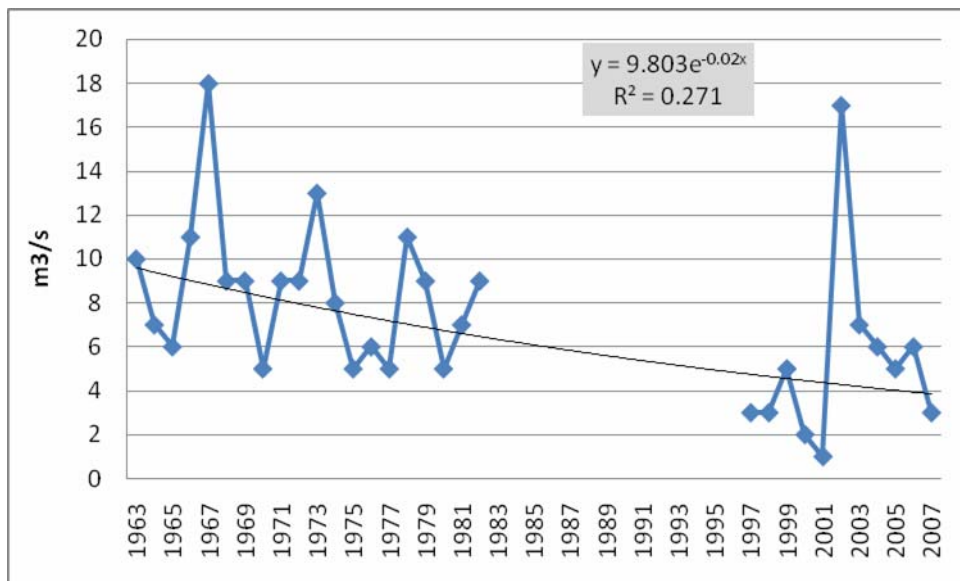
Πίνακας 18: Μετρημένη παροχή (m³/s) στις θέσεις δειγματοληψίας το μήνα Σεπτέμβριο 2007.

	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09
Σεπτ. 2007	3.28	0.52	0.61	1.91	1.69	1.36	1.38	1.24	1.19



Εικόνα 39: Μετρημένη παροχή στον κύριο ρου του Αλιάκμονα από ανάντη προς κατόντη.

Στην θέση A01 η παροχή αυξάνεται σημαντικά εξαιτίας της συμβολής του ποταμού Βενέτικου, ο οποίος κατά την συγκεκριμένη περίοδο συνεισέφερε 0,61 m³/s στον Αλιάκμονα, καθώς και στα υπόλοιπα υδρογραφικό δίκτυο που παρεμβάλλεται μεταξύ της συμβολής με τον Βενέτικο και της θέσης μέτρησης (Καρπερό).



Εικόνα 40: Παροχές πλησίον της θέσης Καρπερό κατά τον μήνα Σεπτέμβριο, την περίοδο 1963 - 2007.

Η μέση τιμή παροχής του Σεπτεμβρίου κατά την τελευταία 10ετία είναι $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (Stand. Dev. = 4,3) πλησίον της θέσης Καρπερό, ενώ κατά τον Σεπτέμβριο του 2007 η τιμή που καταγράφηκε ($3,2 \text{ m}^3/\text{s}$) ήταν κατά 40% μικρότερη από τον ανωτέρω μέσο όρο. Αντίστοιχα κατά την περίοδο 1963 – 1982 η μέση τιμή της παροχής του Σεπτεμβρίου ήταν $8,55 \text{ m}^3/\text{s}$ (Stand. Dev = 3,2) και για την περίοδο 1963 – 2007 (στα έτη 1983 – 1996 δεν υπάρχουν μετρήσεις) ήταν $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (Stand. Dev = 3,9). Η γραμμή τάσης για την περίοδο αυτή δείχνει μια έντονα πτωτική πορεία της παροχής στο τέλος της ξηρής περιόδου που φτάνει κατά μέσο όρο τα $0,16 \text{ m}^3/\text{y}$. Η πτώση αυτή πρέπει να αποδοθεί κατά κύριο λόγο στις μεταβολές της βροχόπτωσης για το τμήμα της λεκάνης απορροής που μελετάμε, διότι οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στις απολήψεις νερού δεν είναι τόσο σημαντικές όπως προαναφέρθηκε.

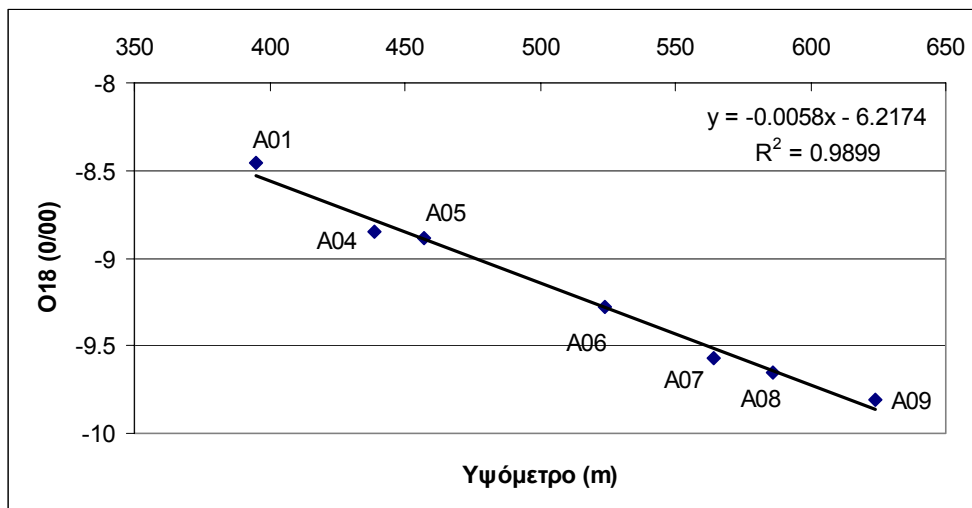
5.2.14. Αναλύσεις ισοτόπων οξυγόνου ($\delta\text{O}18$) κατά τη δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2007

Οι τιμές του $\delta\text{O}18$ στην υδρολογική λεκάνη του άνω ρου του Αλιάκμονα έδειξαν τυπικές τιμές για περιοχές της βόρειας Ελλάδας με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και τροφοδοσίες νερού από μεγάλα υψόμετρα. Ο κύριος ρους του Αλιάκμονα (λεκάνη Γλαρίωνα) παρουσιάζει τιμές που κυμαίνονται από $-8,46$ στην θέση Α01 έως $-9,81$ στην θέση Α09 με μια ομαλή μείωση των τιμών από κατάντη προς ανάντη. Η ομαλή αυτή πτώση των τιμών του $\delta\text{O}18$ υποδεικνύει ότι δεν υπάρχει κάποιο τμήμα του κύριου ρου το οποίο να δέχεται σημαντικές ποσότητες υπόγειου νερού, σε βαθμό που να επηρεάζει τις ισοτοπικές ιδιότητες του ποταμού. Έτσι, αυτή η σταδιακή πτώση τιμών προς ανάντη δικαιολογείται από την αντίστοιχη αύξηση του υψομέτρου τροφοδοσίας του νερού, κάτι που φαίνεται και στην πολύ καλή συσχέτιση των παρατηρηθείσων τιμών με το υψόμετρο (Εικ. 41, $R^2 = 0,99$). Οι τιμές αυτές επίσης υποδεικνύουν και μικρή σχετικά επίδραση της εξάτμισης στο νερό του ποταμού, παρόλο που η δειγματοληψία έγινε στο τέλος της ξηρής περιόδου, κάτι που εξηγείται και από τις σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και την σημαντική ταχύτητα ροής του ποταμού.

Οι μόνες τιμές που διαφοροποιούνται ελαφρά από τα ανωτέρω είναι του ποταμού Βενέτικου, ο οποίος παρουσιάζει ελαφρά μεγαλύτερες τιμές ($-7,97$ και $-7,88$) από τον κύριο ρου του Αλιάκμονα και το γεγονός αυτό οφείλεται στα μικρότερα σχετικά υψόμετρα της υπολεκάνης του, καθώς και στις μικρότερες κλίσεις που ευνοούν μικρότερες ταχύτητες ροής και συνεπώς μεγαλύτερη εξάτμιση.

Πίνακας 19: Αποτελέσματα αναλύσεων O-18 σε δείγματα νερού για τις θέσεις δειγματοληψίας το μήνα Σεπτέμβριο 2007.

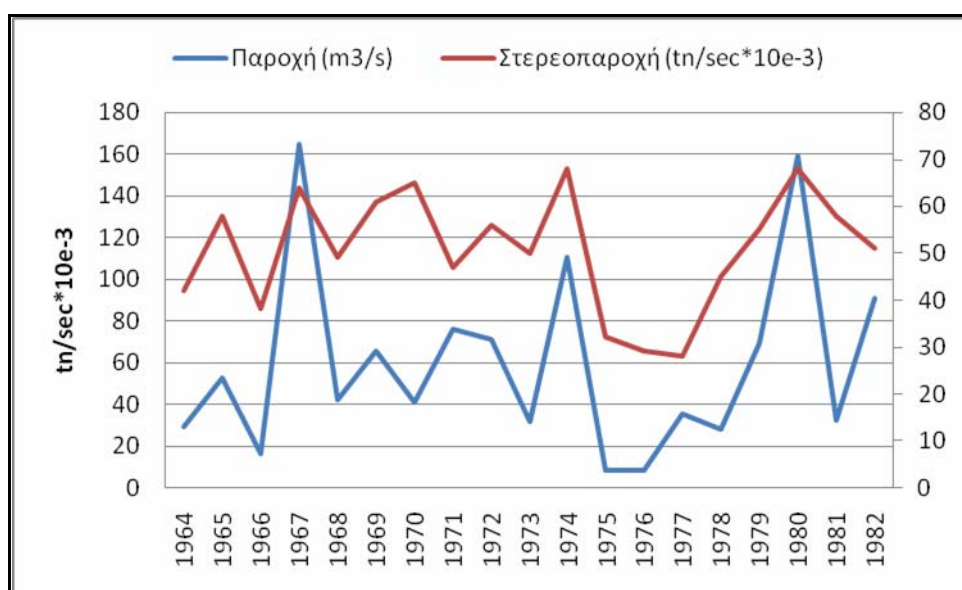
Θέση δειγματοληψίας	Ημ/νία δειγματοληψίας	O-18 [‰]
A01	29/9/2007	-8.46
A02	30/9/2007	-7.97
A03	30/9/2007	-7.88
A04	30/9/2007	-8.85
A05	30/9/2007	-8.89
A06	30/9/2007	-9.28
A07	30/9/2007	-9.57
A08	30/9/2007	-9.65
A09	30/9/2007	-9.81



Εικόνα 41: Συσχέτιση του O18 (‰) στις θέσεις δειγματοληψίας A01 έως A09 (στον κύριο ρου, εκτός των θέσεων στο ρ. Βενέτικο A02 και A03), για την δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2007 (29-30/09/07).

5.2.15. Στερεοπαροχή

Η διαχρονική στερεοπαροχή του Αλιάκμονα στην θέση Ιλαρίωνα για την περίοδο που υφίστανται τέτοιες μετρήσεις (1964-1982), δείχνει διακύμανση τιμών που ακολουθεί τις μεταβολές της παροχής του ποταμού (Εικ. 42). Για το διάστημα 1964-1974 οι τιμές της στερεοπαροχής κυμαινόντουσαν γύρω από τα 120 kg/s (Μέση ετήσια τιμή, Πίνακας 20) με διακύμανση περίπου ± 25 kg/s, ενώ από το 1975 έως το 1979 υπήρξε σημαντική πτώση στην παροχή και στην στερεομεταφορά, που έφτανε το 33% σε σχέση με τις ανωτέρω τιμές. Η πτώση αυτή μπορεί να οφείλεται στην μείωση των βροχοπτώσεων ή και στην αλλαγή της διαίτας του ποταμού από ανθρωπογενείς επιπτώσεις ή από συνδυασμό και των 2 παραγόντων. Έπειτα, παρατηρείται και πάλι σημαντική άνοδος στην παροχή και στην στερεομεταφορά για τα επόμενα 3 χρόνια των διαθέσιμων μετρήσεων.



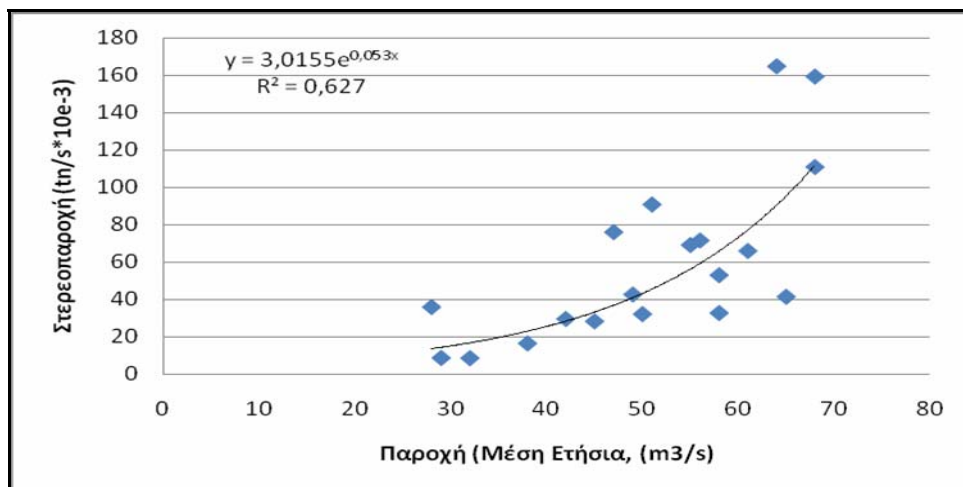
Εικόνα 42: Διάγραμμα παροχής και στερεοπαροχής του Αλιάκμονα (θέση Ιλαρίωνας) κατά την περίοδο 1964-1982 (μέσες ετήσιες τιμές).

Πίνακας 20: Στερεοπαροχές του ποταμού Αλιάκμονα στην περιοχή του Ιλαρίωνα ($\text{tn}/\text{sec} \cdot 10^{-3}$).

ΥΔΡΟΛ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	mean
1962-63	36,1	353,9	527,2	626,2	2823,9	184,5	118,0	57,1	12,6	11,2	1,3	1,3	396,1
1963-64	22,1	17,8	230,5	1,4	18,1	35,0	11,1	5,8	4,0	5,3	0,4	0,4	29,3
1964-65	1,6	87,9	217,2	18,1	20,7	130,3	132,3	19,5	2,2	3,3	0,5	0,4	52,8
1965-66	0,5	3,3	6,1	74,1	37,2	41,7	8,7	8,3	1,9	0,9	0,2	11,8	16,2
1966-67	16,2	204,7	1363,1	70,0	11,3	15,5	20,3	222,4	17,0	21,4	1,6	14,0	164,8
1967-68	1,4	16,1	109,9	46,2	254,4	48,7	11,0	8,2	10,1	1,6	0,4	1,1	42,4
1968-69	1,3	4,3	49,4	149,6	100,8	414,5	44,7	21,5	0,8	1,1	0,5	1,4	65,8
1969-70	0,4	6,6	56,1	165,1	62,3	159,8	28,9	6,8	1,5	6,0	0,2	0,3	41,2
1970-71	5,1	0,3	173,4	401,2	12,6	247,8	55,7	6,9	5,0	0,8	0,4	1,2	75,9
1971-72	0,9	3,2	9,7	62,0	99,8	281,2	349,8	32,6	11,0	4,0	1,3	1,0	71,4
1972-73	27,3	1,5	0,6	2,5	53,0	143,3	118,3	22,9	4,8	2,2	0,6	5,9	31,9
1973-74	6,0	1,3	108,6	189,8	780,6	101,4	107,8	28,6	2,7	1,6	0,4	0,8	110,8
1974-75	8,1	23,9	1,4	1,5	3,5	29,8	14,2	7,0	8,9	0,9	0,6	0,3	8,3
1975-76	3,9	2,5	24,4	0,4	17,6	10,7	21,3	9,7	6,4	2,9	0,4	0,2	8,4
1976-77	0,8	6,2	390,2	13,8	14,1	1,2	1,1	0,3	0,6	0,0	0,1	0,1	35,7
1977-78	0,4	2,4	5,7	30,4	129,8	15,7	131,7	8,0	7,5	0,2	0,1	3,6	28,0
1978-79	0,4	4,5	37,7	496,6	123,3	7,7	133,0	18,0	2,1	1,3	0,3	3,0	69,0
1979-80	3,8	1230,2	183,4	268,1	32,0	107,9	22,1	52,6	9,2	1,6	0,2	0,3	159,3
1980-81	6,1	14,2	123,1	8,0	82,2	84,0	52,6	10,2	7,9	0,5	0,5	0,6	32,5
1981-82	59,5	517,0	87,7	10,9	2,9	232,8	110,3	59,9	2,7	0,6	1,1	2,7	90,7

Πηγή: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Δ/ση Ανάπτυξης ΥΗΕ – Τομέας Υδρολογίας

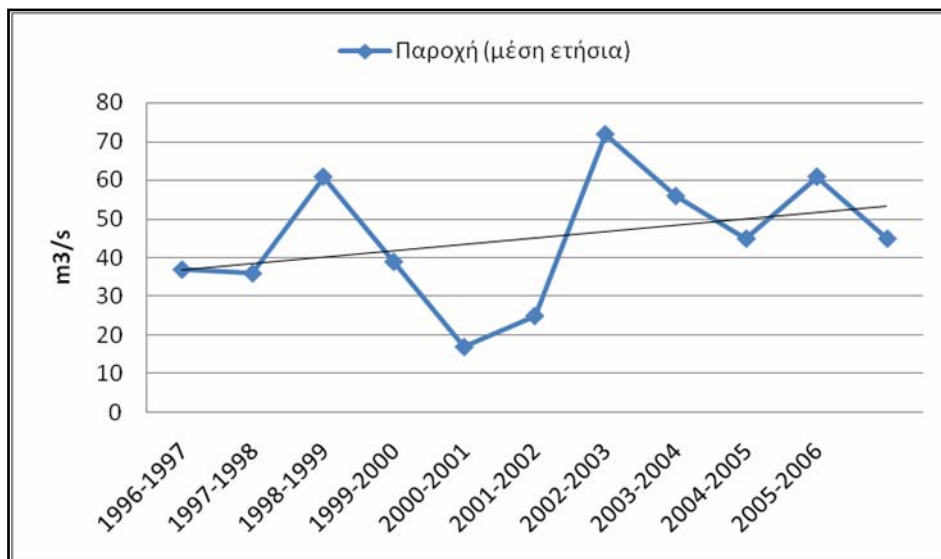
Επιπρόσθετα, η υψηλή συσχέτιση της παροχής με την στερεοπαροχή στον Αλιάκμονα φαίνεται και στην Εικ. 43, όπου ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των 2 παραμέτρων είναι σχετικά υψηλός ($R^2 = 0,627$). Παρόλα αυτά, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επιδρούν στην στερεοπαροχή και που καθορίζουν την διαθεσιμότητα των φερτών υλών. Έτσι, η στερεοπαροχή εξαρτάται και από την λιθολογία των πετρωμάτων της λεκάνης απορροής, από τις εδαφικές κλίσεις, από την πυκνότητα και το είδος της βλάστησης, από την ένταση των βροχοπτώσεων και από την εξωτερική προσφορά (απόθεση ανθρωπογενών υλικών, επιχωματώσεις, εκχερσώσεις, απολήψεις ιζημάτων, κατασκευές, κλπ.). Έτσι, όταν αυξάνεται η στερεοπαροχή σε ένα υδάτινο σύστημα, αυτό μπορεί να οφείλεται στην αύξηση της παροχής ή της έντασης των βροχοπτώσεων ή και στην προσφορά υλικού από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, καθώς και σε συνδυασμό των ανωτέρω.



Εικόνα 43: Διάγραμμα συσχέτισης παροχής και στερεοπαροχής στον Αλιάκμονα (θέση Ιλαρίωνα) κατά την περίοδο 1964-1982 (μέσες ετήσιες τιμές).

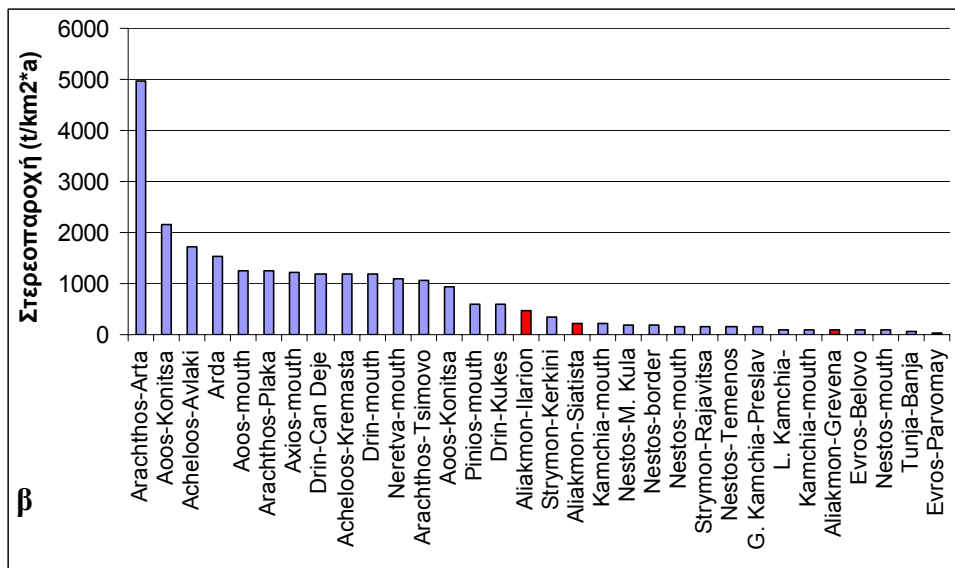
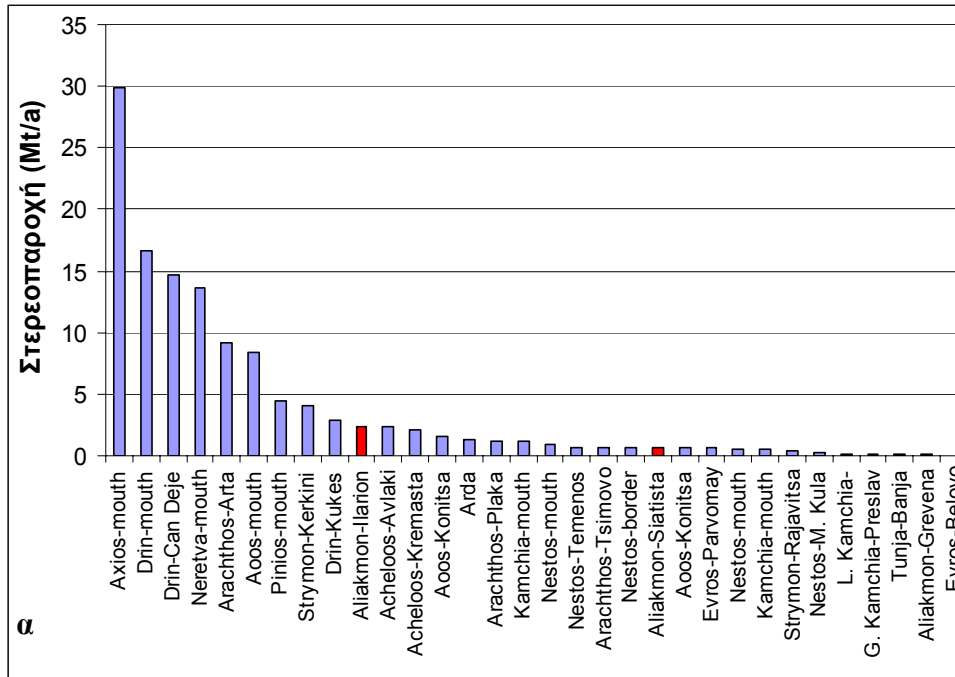
Στην περίπτωση του Αλιάκμονα δεν είναι γνωστή η συνέχεια των διαγραμμάτων των Εικόνων 42 και 43, αφού δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις στερεοπαροχής για τα τελευταία χρόνια. Έτσι, δεν μπορεί να εξεταστεί το ενδεχόμενο μεταβολής του προαναφερθέντος συντελεστή συσχέτισης, κάτι που θα οφειλόταν σε άλλους παράγοντες εκτός της παροχής (πχ. προσφορά υλικού από ανθρωπογενείς δραστηριότητες).

Για την χρονιά ενδιαφέροντος 2006-2007, από ότι φαίνεται από την διακύμανση της παροχής του ποταμού για την περίοδο 1996-2006 (Εικ. 44) φαίνεται μια ελαφρώς αυξητική τάση (μέση αύξηση της τάξης του 15-20% σε σχέση με την τιμή του 1996), που προφανώς σχετίζεται με αντίστοιχη αυξητική τάση των βροχοπτώσεων κατά το ίδιο διάστημα. Η ανωτέρω αυξητική τάση της παροχής αναμένεται να έχει αυξήσει αντίστοιχα και τα επίπεδα στερεοπαροχών στην περίοδο 1996-2006. Επιπροσθέτως, κατά την περίοδο μελέτης υπήρχαν σημαντικά έργα εν εξελίξει ή και μόλις ολοκληρωθέντα (πχ. Εγνατία Οδός), τα οποία διέρχονταν πλησίον του ποταμού και είναι πιθανό να δημιούργησαν και αυτά σημαντικές πηγές προσφοράς φερτών υλών στον Αλιάκμονα κατά την τελευταία δεκαετία.



Εικόνα 44: Διάγραμμα παροχής του Αλιάκμονα (θέση Ιλαρίωνας) κατά την περίοδο 1996-2006 (μέσες ετήσιες τιμές).

Οι Εικόνες 45 α και β, παρουσιάζουν την κατάσταση του Αλιάκμονα από πλευράς στερεοπαροχής σε σχέση με άλλα μεγάλα Βαλκανικά ποτάμια (Skoulikidis 2009). Παρατηρούμε ότι ο Αλιάκμονας στη θέση Ιλαρίωνα, παρουσιάζει αρκετά μεγάλη στερεοπαροχή σε σχέση με τις αντίστοιχες θέσεις στα Σιάτιστα και στα Γρεβενά. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι η στερεοπαροχή ενός ποταμού αυξάνεται προς τα κατάντη, λόγω της αντίστοιχης αύξησης των κλαστικών ιζημάτων στη λεκάνη απορροής.



Εικόνα 45 α, β. Στερεοπαροχή των μεγαλύτερων Βαλκανικών ποταμών (Skoulikidis 2009).

5.3. Βιολογικά χαρακτηριστικά

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται επιλεγμένα στοιχεία της συνολικής πανίδας και χλωρίδας του ποτάμιου διαδρόμου του Αλιάκμονα, με έμφαση στα σημαντικά βιοτικά στοιχεία που συνδέονται με τον ποταμό και τις παρόχθιες ζώνες του. Τονίζουμε ότι συγκεκριμένες ολοκληρωμένες έρευνες για πολλές ομάδες αρθροπόδων, την ερπετοπανίδα, ή τα μεγάλα θηλαστικά, που απαντώνται στην περιοχή δεν έχουν διεξαχθεί σε παρόχθιες ζώνες του κύριου ρου του ποταμού Αλιάκμονα.

5.3.1. Πλαγκτό

Γενικά, τα ποτάμια έχουν πολύ περιορισμένο πλαγκτό και κυρίως ζωοπλαγκτό, λόγω της ροής που παρασύρει τους οργανισμούς, και συνήθως περιέχουν μικρή ποικιλία ειδών που είτε είναι κυρίως βενθικοί ή έχουν ένα μακρύ βενθικό στάδιο στο κύκλο ζωής τους. Ωστόσο, τα μεγάλα ποτάμια, ιδίως αυτά με αργή ροή (όπως συμβαίνει σε τμήματα του Αλιάκμονα) μπορεί να παρουσιάσουν κάποια ικανοποιητική συγκέντρωση πλαγκτικών οργανισμών. Δεδομένα για το φυτοπλαγκτό του Αλιάκμονα δίνονται από τους Montesantou & Tryfon (1999) και Montesantou *et al.* (2000). Εντοπίστηκαν διάφορα είδη χλωροφυκών και διατόμων από τα οποία ορισμένα είναι βενθικά. Το φυτοπλαγκτό της ΤΛ Πολυφύτου μελετήθηκε από τους Ziller *et al.* (2000). Συνολικά αναγνωρίστηκαν 69 taxa που ανήκουν κυρίως στα διάτομα και τα χλωροφύκη. Οι συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτικών οργανισμών δείχνουν αύξηση του ευτροφισμού στη λίμνη, η οποία κατά τη δεκαετία του 1980 ήταν μεσοτροφική και σήμερα χαρακτηρίζεται σαν ευτροφική.

Σε έρευνα του ζωοπλαγκτού κατά μήκος του ποταμού Αλιάκμονα που έγινε τον Απρίλιο του 2005 καταγράφηκαν τρεις μεγάλες ταξινομικές ομάδες ζωοπλαγκτονικών οργανισμών, καθώς και ναύπλιοι (νεαρά στάδια ζωής) πλαγκτικών καρκινοειδών (Talbot 1995). Ωστόσο, η έρευνα αυτή δεν προχώρησε στην αναγνώριση κατώτερων συστηματικών ομάδων (γέννη ή είδη). Σε λεπτομερέστερη έρευνα του ζωοπλαγκτού που έλαβε χώρα με μηνιαίες δειγματοληψίες μεταξύ Φεβρουαρίου 1995 και Ιανουαρίου 1996 σε δύο θέσεις του ποταμού (γέφυρα Κοζάνης–Γρεβενών και Νησέλι) καταγράφηκε από τους Zarfdjian *et al.* (2000) η παρουσία 79 συνολικά ειδών ή γενών, που ανήκουν σε τέσσερις μεγάλες ταξινομικές ομάδες (Τροχόζωα, Κλαδοκερραιωτά, Μαλάκια και Κωπήποδα). Από αυτά, 23 είδη αναφέρονται για πρώτη φορά στην Ελλάδα και ένα ενδέχεται να είναι νέο είδος. Η κυρίαρχη ομάδα ήταν τα Τροχόζωα (rotifers) που αποτελούσαν το 96 % της συνολικής αφθονίας, όπως αναμένεται, λόγω του υψηλού ρυθμού αναπαραγωγής και της ταχείας εναλλαγής γενεών σε αυτή την ομάδα μικρόσωμων οργανισμών. Παρατηρήθηκαν εποχιακές διακυμάνσεις στη σύσταση και αφθονία, με υψηλότερες συγκεντρώσεις το φθινόπωρο, καθώς και διαφορές μεταξύ των δύο σταθμών. Γενικά, ο σταθμός κάτω από τους ταμιευτήρες (Νησέλι) παρουσίασε την υψηλότερη αφθονία, γεγονός που αποδόθηκε στην παρουσία των ταμιευτήρων από όπου το πλαγκτό παρασύρεται κατάντη. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρουσία σε αυτό το σταθμό λαρβών του μυδιού του γλυκού νερού (*Dreissena polymorpha*)⁴ που προφανώς οφείλεται στην ύπαρξη πληθυσμών ενηλίκων μέσα στους ταμιευτήρες. Το είδος αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τη διαχειριστική άποψη, γιατί οι λάρβες επικολλώνται στις υδραυλικές εγκαταστάσεις των ΥΗΕ σταθμών και αναπτύσσονται σε μύδια αποφράσσοντας έτσι τους σωλήνες εισόδου του νερού.

⁴ Πρόσφατες έρευνες αμφισβητούν την παρουσία του ξενικού (εισαχθέντος) είδους *Dreissena polymorpha* σε Ελληνικές λίμνες και ποτάμια και αντίθετα υποστηρίζουν την ύπαρξη ενδημικών ειδών του γένους *Dreissena* στα εσωτερικά νερά της Ελλάδας (π.χ. Albrecht *et al.* 2007, Gelembiuk *et al.* 2006, Therriault *et al.* 2004), περιλαμβανομένου και του Αλιάκμονα (Son 2007).

5.3.2. Βένθος

Η μικροπανίδα της γύρω περιοχής είναι ελάχιστα μελετημένη. Στην ευρύτερη περιοχή όμως έχει καταγραφεί μια σχετικά πλούσια πανίδα λεπιδόπτερων (πεταλούδες, νυχτοπεταλούδες). Αναφέρονται τα εξής είδη στην ευρύτερη περιοχή του έργου: *Spialia phlomidis*, *Erynnis marloyi*, *Iolana iolas*, *Lasiomatta petropolitana*, και *Maculinea arion*. Τα περισσότερα είδη έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την διατήρηση της βιοποικιλότητας. Το είδος *Maculinea arion* είναι σπάνιο σε ευρωπαϊκό επίπεδο και αναφέρεται στο IUCN Red List απειλούμενων ειδών (1993), χαρακτηριζόμενο ως τρωτό («Vulnerable»), ενώ επίσης αναφέρεται στο παράρτημα IV της Οδηγίας για τους οικοτόπους 92/43/EEC. Πολλά είδη πεταλούδων χρησιμοποιούν υγρά λιβάδια και την παρόχθια δενδρώδη βλάστηση του Αλιάκμονα.

Πιθανότατα υπάρχουν και πολλές άλλες ομάδες ασπόνδυλων που να σχετίζονται με τα παρόχθια περιβάλλοντα, όμως δεν υπάρχει πληροφόρηση για συγκεκριμένες συναθροίσεις ειδών και τις κατανομές τους. Το οδοντόγναθο (Odonata) *Stylurus flavipes* που ζει σε ποτάμια και παρόχθια περιβάλλοντα και είναι σπάνιο είδος με τοπική εξάπλωση, εκτιμάται ως απειλούμενο και χρήζει προστασία στην Ευρώπη. Το είδος αυτό αναφέρεται στον παράρτημα IV της Κοινοτικής Οδηγίας 92/43/ΕΕ.



Εικόνα 46: Αχιβάδες της οικογένειας Unionidae στον μέσο ρου του Αλιάκμονα, ανάντη της συμβολής με το ρέμα Γρεβενίτη.

Ειδικές έρευνες για την συστηματική απογραφή ασπόνδυλων ζώων των υδάτων δεν έχουν ολοκληρωθεί στην περιοχή μελέτης. Οι ομάδες μακροασπόνδυλων ζώων που βρέθηκαν σε εννέα διαφορετικούς σταθμούς δειγματοληψίας από τους Lazaridou-Dimitriadou *et al.* 2000 δίνονται στον Πίνακα 21. Στην ευρύτερη περιοχή σε ορισμένα σημεία παρατηρήθηκαν μύδια του γλυκού νερού. Η ομάδα αυτή είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στην αυξημένη ιζηματογένεση (siltation).

Πίνακας 21: Ποσοστιαία συμμετοχή ομάδων μακροσπονδύλων σε διάφορες περιοχές του ποταμού Αλιάκμονα (Σεπτέμβριος 1995).

Σταθμοί	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μελάς	0,2	2,2	47		8	15	5,8	0,8	11,2		9	
Νεστόριο	5,8	39,7		0,3	47,6			0,5	2,1	2,9	0,8	1,3
Αμμουδάρα	0,4	20	0,7	0,4	18,5	1,4	0,1	4,3	15,4	9,4	29,5	
Κωσταράζι		1,3	48,5		0,06	0,02		1,3	3,1	0,7	44,4	0,4
Νεάπολη	0,1	55,8		0,3	6			1,9	6,2	0,9	28,4	
Γρεβενά		31,3		0,6	3,9	0,3	1,2	0,9	41,6	0,3	16	0,6
Παναγιά	6,7	53,2		0,04	23,2			3,2	9,8	3,4		
Αγ. Βαρβάρα		23,8	29,2		15				20,1	0,7		
Νησέλι		0,8			0,2				66,5	1,35	31	

1=Plecoptera, 2=Ephemeroptera, 3=Gammarus, 4= Odonata, 5=Trichoptera, 6= Gastropoda, 7= Bivalvia, 8= Coleoptera, 9= Chironomidae, 10= Diptera, 11= Oligochaeta, 12=Hirudinea

Κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας, τον Αύγουστο του 2007, έγιναν δειγματοληψίες βενθικών μακροασπονδύλων σε 18 σταθμούς κατά μήκος του ποταμού, όπου βρέθηκαν συνολικά 52 ταξινομικές οικογένειες (Πίνακας 22).

Πίνακας 22: Οι ταξινομικές οικογένειες που βρέθηκαν στους 18 σταθμούς δειγματοληψίας του ποταμού Αλιάκμονα.

Τάξη	α/α	Οικογένεια	Τάξη	α/α	Οικογένεια	
Amphipoda	1	Gammaridae	Basommatophora	27	Ancylidae	
	2	Elmidae		Hemiptera	28	Naucoridae
	3	Gyrinidae			29	Aphelocheiridae
Coleoptera	4	Dytiscidae	Megaloptera	30	Sialidae	
	5	Scirtidae		Odonata	31	Calopterygidae
	6	Hydrophilidae			32	Gomphidae
	7	Hydraenidae			33	Platycnemididae
Decapoda	8	Potamonidae	Plecoptera	34	Perlidae	
	9	Ephydriidae		35	Leuctridae	
Diptera	10	Empididae	Pulmonata	36	Lymnaeidae	
	11	Chironomidae		37	Planorbidae	
	12	Ceratopogonidae	Sorbeoconcha	38	Hydrobiidae	
	13	Tabanidae		Unionida	39	Unionidae
	14	Limoniidae	Veneroida		40	Sphaeriidae
	15	Athericidae		41	Leptoceridae	
	16	Tipulidae		42	Hydroptilidae	
	17	Simuliidae		43	Hydropsychidae	
	18	Anthomyiidae		44	Polycentropodidae	
	Ephemeroptera	19		Heptageniidae	Trichoptera	45
20		Leptophlebiidae		46		Limnephilidae
21		Ephemeridae		47		Psychomyiidae
22		Ephemerellidae	48	Rhyacophilidae		
23		Baetidae	49	Sericostomatidae		
24		Prosopistomatidae	50	Goeridae		
25		Potamanthidae	51	Glossosomatidae		
26		Caenidae	52	Brachycentridae		



Εικόνα 47: Αχιβάδα της οικογένειας Unionidae (επάνω) και μύδια *Dreissena* sp. που αφθονούν στην Τ.Λ. Πολυφύτου (αριστερά).

5.3.3. Φυτοκοινωνίες

5.3.3.1. Χλωρίδα - Βλάστηση

Έρευνες που να προσφέρουν και στοιχεία για τη χλωρίδα και βλάστηση στη λεκάνη του Αλιάκμονα έχουν διεξαχθεί από τους ΥΠΕΧΩΔΕ-ΕΘΙΑΓΕ-ΕΟΕ (1995). Περιγραφικά δεδομένα για τη βλάστηση της δελταϊκής περιοχής δίνονται από τους Ζαλίδης & συν. (1994), ΥΠΕΧΩΔΕ (1996-1999). Οι περισσότερες βοτανικές έρευνες στην περιοχή περιορίζονται στους γύρω ορεινούς όγκους και όχι στα ομαλά τμήματα της παραποτάμιας ζώνης ή της κοιλάδας του Αλιάκμονα. Γενικά οι διαθέσιμες πληροφορίες για τη βλάστηση και τη χλωρίδα των παραποτάμιων περιοχών, και ιδιαίτερα για τα παρόχθια δάση είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

Στην περιοχή άμεσης επιρροής του έργου υπάρχουν σημαντικοί σχηματισμοί παρόχθιων δασών όπως έχει αναφερθεί και στην Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου του φράγματος Ιλαρίωνα (ΤΟΠΙΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΕ 1994, 2002), αλλά δεν υπάρχει ολοκληρωμένη εργασία για την σύσταση και κατανομή αυτής της βλάστησης.



Εικόνα 48: Πλούσια παρόχθια βλάστηση απότομων χαράδρων στο μεσαίο τμήμα της χαράδρας Ζάβορδα – Ιλαρίωνα.



Εικόνα 49: Βραχώδεις ορθοπλαγιές με παρόχθια βλάστηση φαραγγιών στα στενά της Ζάβορδας.

Από την παρούσα έρευνα, ως προς την παρόχθια βλάστηση μπορούμε να αναγνωρίσουμε ορισμένες ενότητες του ποταμού που έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Τονίζουμε ότι η παρόχθια βλάστηση έχει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον ως ενδείκτης της κατάστασης διατήρησης των υδρομορφολογικών συνθηκών της παρόχθιας ζώνης (όπως υπογραμμίζεται και στην Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60) και έχει πολύ μεγάλη σημασία στην διάρθρωση και λειτουργία του ποτάμιου διαδρόμου, συχνά επηρεάζοντας άμεσα τα ενδιαιτήματα των ψαριών. Παρακάτω συνοψίζουμε τέσσερις γενικούς τύπους παρόχθιας βλάστησης που απαντούνται στην περιοχή που θα κατακλιστεί από τον ταμιευτήρα του έργου.

Α) Παρόχθια βλάστηση απότομων χαράδρων. Ο ποταμός κατάντη της γέφυρας Παναγίας στο σύμπλεγμα της χαράδρας Ζάβορδας-Ιλαρίωνα έχει πολύ στενή παρόχθια ζώνη, λόγω του απότομου ανάγλυφου, αλλά ιδιαίτερες παρόχθιες φυτοκοινότητες που στο μεγαλύτερο μέρος τους βρίσκονται σε σχετικά καλή κατάσταση διατήρησης (Εικ. 48). Η βλάστηση περιλαμβάνει φυσικούς αραιούς σχηματισμούς πλατάνων (*Platanus orientalis*) και άλλα υγρόφιλα και χερσαία δασικά είδη. Στο χαμηλότερο τμήμα της χαράδρας (κοντά στο σημείο του φράγματος) απαντούνται και ορισμένα αειφύλλα σκληρόφυλλα δέντρα και θάμνοι.

Β) Παρόχθια βλάστηση φαραγγίων. Επίσης στα στενότερα σημεία του ποταμού υπάρχουν σημαντικές βραχόφιλες φυτοκοινότητες ιδιαίτερης οικολογικής σημασίας με σπάνια και ενδημικά είδη (Εικ. 49). Ορισμένα από τα ενδημικά φυτά (χασμόφυτα) απαντούνται σε πολύ περιορισμένη έκταση. Δυστυχώς η περιοχή αυτή έχει ελάχιστα μελετηθεί από βοτανικούς ερευνητές. Όμως, επειδή η περιοχή έχει τα ποικιλόμορφα πετρώματα που συναντώνται και στον Βούρινο, ενδέχεται να έχει και πολλά από τα ενδημικά και σπάνια είδη που απαντούνται σε αυτό το βουνό.

Γ) Αιγλή Πλατανοδάση. Παρόχθια δάση, αποτελούμενα κυρίως από πλατάνια (*Platanus orientalis*) απαντούνται σε ορισμένα σημεία, κυρίως στο ρέμα Σιούτσα, και ιδιαίτερα στον κάτω ρου του ρέματος (Εικ. 50). Αυτά τα δάση κυρίως με μεγάλα έως και υπεραιώνόβια δέντρα είναι σχετικά διαδεδομένα στα μεσαία υψόμετρα, πάνω σε ποτάμιες όχθες με μεγάλους ογκόλιθους ή σχετικά μεγάλο ποσοστό αδιαπέρατου πετρώματος. Η διαπλάσεις αυτές αναφέρονται ως φυσικοί οικότοποι στην Οδηγία για του Οικοτόπους 92/43/ΕΕ «Δάση Ανατολικής Πλατάνου (*Platanion orientalis*) (92C0)»



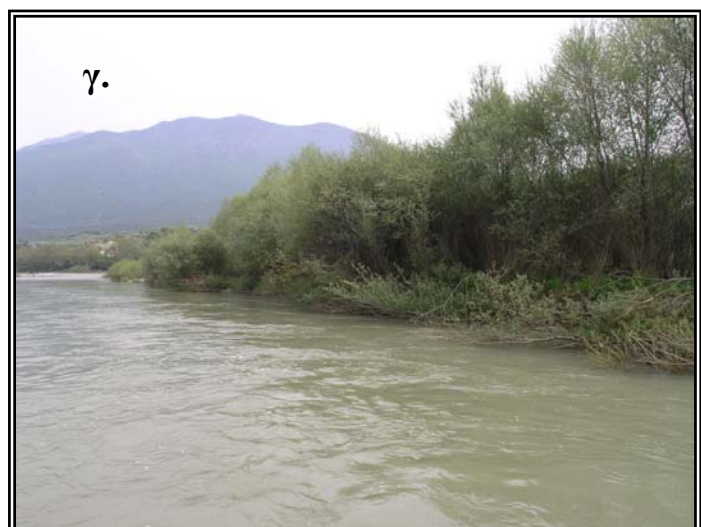
Εικόνα 50: Συστάδες πλατανεώνων με διάσπαρτες ασημοϊτίες *Salix alba* στην γέφυρα Παναγίας.

Δ) Μικτά δάση υγρόφιλων φυλλοβόλων. Ανάντη της Γέφυρας Παναγίας και έως την περιοχή Καρπερού υπάρχει μια εκτεταμένη περιοχή με σχετικά ομαλές όχθες (Εικ. 51) και λεπτόκοκκους ιζηματογενείς εδαφικούς σχηματισμούς (κροκάλες, βότσαλα, χαλίκια, άμμος). Σε τέτοιες θέσεις απαντούνται εκτεταμένα δάση με μικτές υγρόφιλες διαπλάσεις από ιτιές (*Salix alba*) και λεύκες (*Populus alba*). Η εκτάσεις αυτές δημιουργούν τον οικότοπο «Δάση-στοές με *Salix alba* και *Populus alba* (92Α0)». Σε ορισμένα τμήματα ή σε ψηφίδες στις όχθες των ποταμών απαντούνται και σκλήθρα (*Alnus glutinosa*), είδος που σχηματίζει τον οικότοπο «Αλουβιακά δάση με *Alnus glutinosa* και *Fraxinus excelsior* (91Ε0)». Αυτός ο φυσικός οικότοπος έχει γενικώς περιορισμένη εξάπλωση στην Ελλάδα.

Ένα ιδιόμορφο ποτάμιο περιβάλλον σχηματίζουν, τέλος, οι μικροί παραπόταμοι του Αλιάκμονα στην περιοχή κατάκλυσης, που έχουν περιοδική ή εφήμερη ροή. Αν αυτοί οι σχηματισμοί έχουν ροή για λιγότερο διάστημα από λίγες εβδομάδες ή άτακτη μορφή επιφανειακής ροής (π.χ. μόνο μετά από βροχές), τότε θεωρούνται «εφήμεροι ρυάκες» (ephemeral streams). Οι τυπικοί ρυάκες περιοδικής ροής δεν έχουν ροή ή επιφανειακά νερά για μεγάλο διάστημα τους θερινούς μήνες. Υπάρχει ποικιλία μικρών ρυάκων που έχουν τον χαρακτήρα των περιοδικών ροών με πολύ ποικιλόμορφα χαρακτηριστικά παρόχθιας βλάστησης, ροής και υδρομορφολογίας. Ορισμένοι από τους ρυάκες που αναφέρονται εδώ ανήκουν στον οικότοπο «Ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή από *Paspalo-Agrostidion* (3290)».



Εικόνα 51: Μικτά δάση υγρόφιλων φυλλοβόλων. **α.** Δασοσυστάδες με λεύκες *Populus* spp. και ιτιές *Salix* spp., ανάντη του φράγματος Καρπερού, **β.** Πλημμυρισμένη δασοσυστάδα με σκλήθρα *Alnus glutinosa*, κατάντη φράγματος Καρπερού, και **γ.** Πυκνή δασοσυστάδα με ιτιές *Salix* spp. ανάντη γέφυρας Παναγίας.

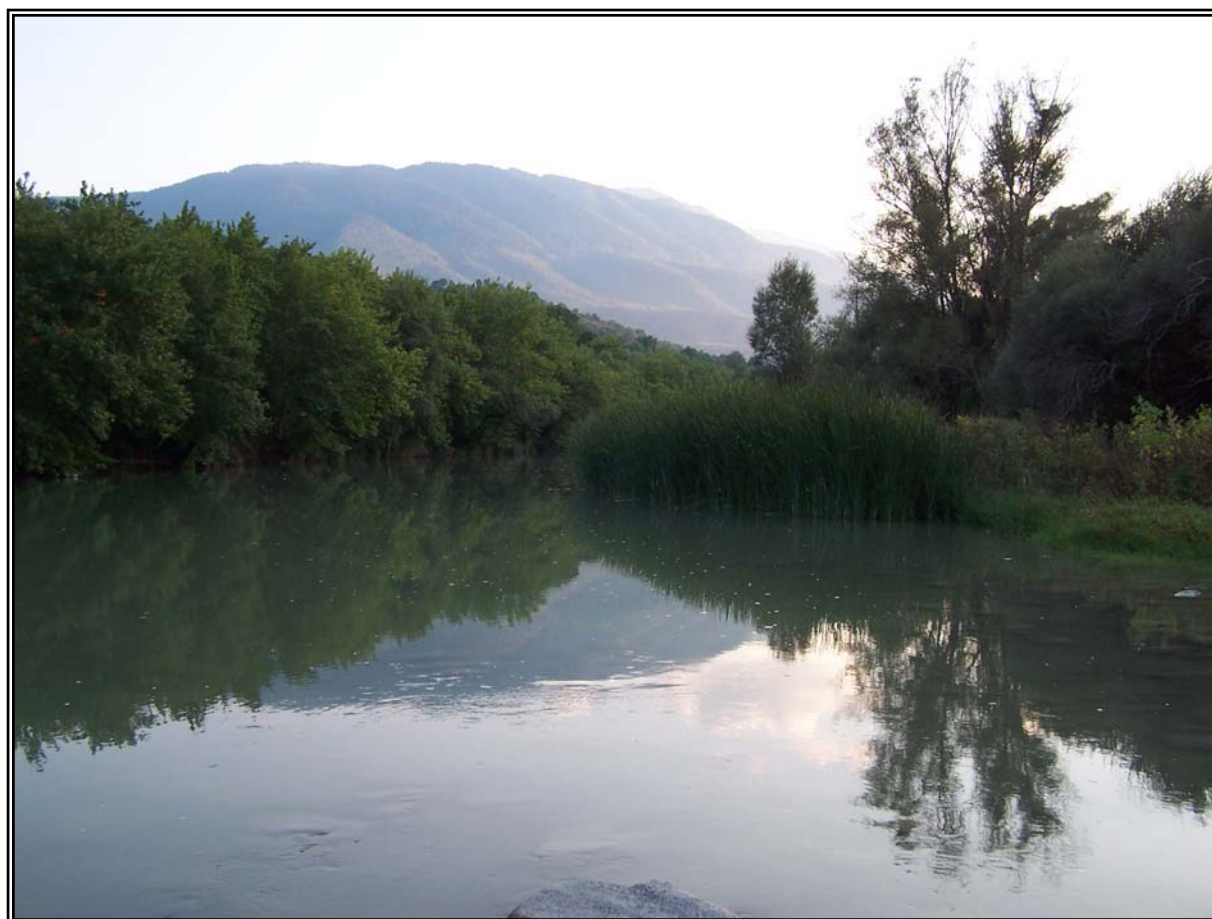




Εικόνα 52: Μανιτάρια του είδους *Agrocybe cylindracea* Φωτ.: Γιώργος Κωνσταντινίδης

5.3.3.2. Μανιτάρια-μύκητες

Στις όχθες του Αλιάκμονα και των παραποτάμων του αναπτύσσονται δεκάδες είδη μανιταριών και άλλων μυκήτων, που ευνοούνται από την αυξημένη υγρασία και την παρουσία υγρόφιλων δασικών συστάδων. Παρά-δειγμα τέτοιων συστάδων αποτελούν οι οικοτόποι με λεύκες και ιτιές «δάση-στοές με *Salix alba* και *Populus alba* (92Α0)», που έχουν μαλακό ξύλο και ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων. Ξεχωριστό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα εξής γένη: *Mitrophora* και *Morchella* που εμφανίζονται την άνοιξη κυρίως κοντά ή μέσα σε εδάφη που έχουν πλημμυρίσει, ενώ πολλά είδη φύονται πάνω σε υγρόφιλα δέντρα μέσα στην παρόχθια ζώνη. Για παράδειγμα, οι πλευρώτοι (*Pleurotus dryinus* και *Pleurotus ostreatus*) και τα είδη *Agrocybe cylindracea* (Εικ. 52), *Pholiota populnea* αναπτύσσονται συχνά σε ξύλο λεύκης (*Populus spp.*).



Εικόνα 53: Παρόχθιο δάσος με αμιγείς πλατανεώνες (αριστερά) και μικτά υγρόφυλλα δέντρα (δεξιά) μαζί με ποτάμιο έλος (*Typha* sp.), στο μεσαίο τμήμα της χαράδρας Ζάβορδα – Ιλαρίωνα.

5.3.4. Ορνιθοπανίδα

Αναλυτικές περιγραφές της ορνιθοπανίδας κατά μήκος του ποταμού Αλιάκμονα δίδονται από τους ΥΠΕΧΩΔΕ – ΕΘΙΑΓΕ - ΕΟΕ (1995), Ζαλίδης & συν. (1994), ΥΠΕΧΩΔΕ (1992) και Babalonas *et al.* (1995), με έμφαση στις περιοχές του Δέλτα και στην περιοχή των Στενών του ποταμού. Παρακάτω θα αναφερθούμε στην ορνιθοπανίδα της περιοχής μελέτης και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή κατάκλυσης από τον νέο ταμιευτήρα και στην περιοχή μόλις κατάντη του φράγματος του Ιλαρίωνα (εκβολές Ιλαρίωνα).

Συνοπτικά, υπάρχουν πολλά και σπάνια μη στρουθιόμορφα πτηνά και άλλα, λιγότερο σπάνια, μεγάλης οικολογικής σημασίας αποδημητικά και επιδημητικά είδη. Η ορνιθοπανίδα σε παρόχθιες ζώνες της περιοχής άμεσης επιρροής του έργου είναι ελάχιστα γνωστή και δεν έχει ποτέ ολοκληρωθεί συγκεκριμένη έρευνα ή μελέτη στον χώρο αυτό. Αξιοπίστα στοιχεία για την ορνιθοπανίδα της ευρύτερης περιοχής περιορίζονται κυρίως στις περιοχές Λίμνης Καστοριάς και στον μέσο ρου του ποταμού Βενέτικου, ενώ ελάχιστες είναι οι καταγεγραμμένες ή δημοσιευμένες καταμετρήσεις πουλιών στην τεχνητή Λίμνη Πολυφύτου. Γι' αυτό το λόγο, κατά την διάρκεια των ιχθυολογικών δειγματοληψιών, καθώς και σε επισκέψεις αυτοψίας, η ομάδα του ΕΛΚΕΘΕ διενήργησε μη συστηματικές καταγραφές ορνιθοπανίδας. Παρακάτω αναφέρονται τα σημαντικότερα είδη ή ομάδες ειδών και τίγονται θέματα σχετικά με την προστασία τους στην ευρύτερη περιοχή του έργου.

5.3.4.1. Αρπακτικά πουλιά (*Acciptriformes*)

Η περιοχή φαίνεται ότι έχει ενδιαφέρον για τα αρπακτικά πουλιά, όμως, όπως προαναφέρθηκε, δεν έχει μελετηθεί ποτέ συστηματικά. Από αδημοσίευτες πληροφορίες της ΕΟΕ, στην περιοχή έχουν καταγραφεί κατά το παρελθόν μεγάλα και σπάνια αρπακτικά (χρυσαιετός, ασπροπάρης, ψαραετός), όμως αυτά τα είδη δεν έγιναν αντιληπτά κατά τις επισκέψεις της ομάδας στην περιοχή. Προφανώς αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ή ότι δεν επισκέπτονται τακτικά αυτά τα είδη την περιοχή. Όμως, λόγω της μεγάλης έκτασης του χώρου που καλύφθηκε κατά τις αυτοψίες, τη μεγάλη έκταση της περιοχής κατάκλυσης του νέου ταμιευτήρα και της πολυπλοκότητας των τοπίων και του ανάγλυφου θα απαιτείτο ειδική προσέγγιση για τον εντοπισμό και την καταμέτρηση όλων των ειδών. Εμφανή κατά την έρευνα μας δίπλα στον ποταμό ήταν μόνο τα ακόλουθα είδη αρπακτικών πουλιών: Φιδαιετός *Circaetus gallicus*, Σφηκιάρης *Pernis apivorus*, Κοινή Γερακίνα *Buteo buteo*, Βραχοκιρκίνεζο *Falco tinnunculus* καθώς και ο Κραυγαετός *Aquila pomarina*.

Κραυγαετός (*Aquila pomarina*)

Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να δοθεί σε αυτό το αρπακτικό που είναι και ένα από τα πιο απειλούμενα είδη στην Ελλάδα. Το είδος προτιμά παρόχθια δάση και παρόχθιες ζώνες, όπου φωλιάζει σε απομονωμένες δενδροσυστάδες ή σε ψηλά δέντρα δύσβατων περιοχών, μακριά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και άλλες ενοχλήσεις. Το είδος τρέφεται ως επί το πλείστον με πουλιά, αμφίβια, ερπετά και μικρά θηλαστικά που βρίσκει δίπλα σε ποταμούς, σε υγρά λιβάδια και υγρά τοπούς και συνεπώς είναι ένα από τα αρπακτικά που θα επηρεαστούν από την κατάκλυση της παρόχθιας περιοχής.

5.3.4.2. Πελαργόμορφα Πουλιά (*Ciconiiformes*).

Στην ευρύτερη περιοχή του έργου υπάρχει σημαντικός πληθυσμός από ερωδιόμορφα πουλιά (*Ardeidae*), που ενισχύεται την περίοδο της μετανάστευσης. Ιδιαίτερης σημασίας περιοχές για τα

ερωδιόμορφα πουλιά είναι η εκβολή του Αλιάκμονα μόλις κατάντη της μονής Ιλαρίωνα, καθώς και ορισμένα πεδινά ή ομαλά τμήματα του ποταμού ανάντη της γέφυρας Παναγίας. Μεγάλες αποικίες σταχτοσκινιάδων (*Ardea cinerea*) καταγράφηκαν στο ρέμα Γρεβενίτη, κοντά στα Γρεβενά (40 περίπου ζεύγη), καθώς και στην περιοχή της Λίμνης Πολυφύτου κοντά στο χωριό Ρύμιο (70 περίπου ζεύγη σε πλατανοδάσος και φυτεία λεύκων). Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι αριθμοί των φωλιάζοντων ερωδιών έχουν αυξηθεί τα τελευταία χρόνια (Υφαντής & Καζαντζίδης 2004). Η πρώτη αποικία (Γρεβενίτης) αποτελεί την μοναδική γνωστή αποικία του είδους στον νομό Γρεβενών, ενώ η μεγάλη αποικία στο Ρύμιο είναι μία από τις δύο γνωστές αποικίες στον νομό Κοζάνης. Δεν υπάρχουν πληροφορίες για την αναπαραγωγή άλλων ειδών ερωδιών στους δύο αυτούς νομούς. Ωστόσο, κατά την αναπαραγωγική περίοδο παρατηρήθηκαν στην περιοχή κατάντη του Καρπερού δύο άτομα του προστατευόμενου είδους Νυχτοκόρακα (*Nycticorax nycticorax*) (Εικ. 54), είδος για το οποίο δεν είχαν αναφερθεί άλλες ενδείξεις ότι μπορεί να φωλιάζει στην περιοχή.



Εικόνα 54: Νυχτοκόρακας.

Μαυροπελαργοί (*Ciconia nigra*)

Σπάνιο και αυστηρά προστατευόμενο είδος πελαργού που αναπαράγεται σε σχετικά άγριες και απομονωμένες τοποθεσίες (δάση, παρόχθιους γκρεμούς, φαράγγια). Τρέφεται κυρίως με ψάρια. Στην περιοχή βρέθηκαν δύο χαρακτηριστικές φωλιές. Η μία βρίσκεται πάνω στην σκίτη της μονής Ζάβορδας και ήταν ανενεργή το 2007, ενώ η άλλη ήταν στο κατάντη μέρος του «κόκκινου φαραγγιού» σχετικά κοντά στο φράγμα του Ιλαρίωνα και ήταν ενεργή το 2007 (Εικ. 55). Υπάρχουν αναφορές για το είδος και στην περιοχή του π. Βενέτικου, ενώ γνωρίζουμε ότι φωλιάζει ένα ζευγάρι κοντά στο Σπήλαιο Γρεβενών. Είναι βέβαιο ότι η κατάκλυση από το νέο ταμιευτήρα θα έχει βραχυπρόθεσμα αρνητικές επιπτώσεις στον μικρό αυτό πληθυσμό μαυροπελαργών της περιοχής.



Εικόνα 55: Μαυροπελαργός στο φαράγγι Λαριούς (Κόκκινο φαράγγι).

5.3.4.3. Πελεκανόμορφα (*Pelecaniformes*)

Κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*)

Κατά τις χειμερινές επισκέψεις παρατηρήθηκαν σημαντικοί αριθμοί κορμοράνων (*Phalacrocorax carbo*) στον Αλιάκμονα και μέχρι αρκετά υψηλά στην περιοχή της συμβολής του Γρεβενίτη ποταμού (περίπου 80 άτομα τον Φεβρουάριο 2007). Μεγάλα σμήνη από κορμοράνους συναντώνται βέβαια και στις εκβολές του Αλιάκμονα, καθώς και μέσα στο ποταμό, μόλις κατάντη

του φράγματος στον Ιλαρίωνα. Καταγράφηκαν ακόμα και περιπτώσεις ψαριών (στην συμβολή Γρεβενίτη-Αλιάκμονα και στη λίμνη Πολυφύτου) που έφεραν τραύματα από επιθέσεις κορμοράνων. Η αύξηση του πληθυσμού των κορμοράνων σε όλη την Ευρώπη, που έχει δημιουργήσει σημαντικές ανησυχίες σε ερασιτέχνες και επαγγελματίες ψαράδες, αναφέρθηκε και από ερασιτέχνες ψαράδες στην περιοχή της λίμνης Πολυφύτου. Έτσι εδώ θα πρέπει να επισημανθεί ότι το είδος ευνοείται από τις ευτροφικές ή μεσοτροφικές λίμνες που συντηρούν μεγάλους αριθμούς μικρού ή μεσαίου μεγέθους ψαριών και επομένως αναμένεται σημαντική αύξηση του πληθυσμού του.



Εικόνα 56: Αργυροπελεκάνοι στη λίμνη Πολυφύτου.

Λαγγόνα (*Phalacrocorax pygmaeus*)

Αντίθετα με τον κορμοράνο, αυτό το σπάνιο πελεκανόμορφο είδος έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη διατήρηση βιοποικιλότητας. Στην περιοχή, το είδος παρατηρήθηκε σε σημαντικούς αριθμούς (δεκάδες πουλιά) και σε πολλά σημεία της εκβολής του Αλιάκμονα στην λίμνη Πολυφύτου. Δεν παρατηρήθηκε κατά τις περιόδους έρευνας μας στο τμήμα ανάντη του Ιλαρίωνα, όμως το είδος διατηρεί σημαντικούς πληθυσμούς και στην Λίμνη Καστοριάς και είναι πολύ πιθανό να επισκέπτεται και τον άνω ρου του ποταμού (π.χ. ανάντη της γέφυρας Παναγίας).

Αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*)

Ένα ακόμα σπάνιο πελεκανόμορφο, ψαροφάγο είδος που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη διατήρηση βιοποικιλότητας. Δεκάδες πουλιά παρατηρούνται σε πολλά σημεία της λίμνης Πολυφύτου (Εικ. 56), καθώς και στο ποτάμι στην περιοχή των εκβολών του Αλιάκμονα κατάντη του Ιλαρίωνα. Κατά την φθινοπωρινές αυτοψίες (Σεπτέμβριος), πολλά άτομα ήταν νεαρά και προφανώς προέρχονταν από την μεγάλη αποικία της Πρέσπας. Η σημασία της λίμνης Πολυφύτου για αυτό το παγκοσμίως απειλούμενο είδος, καθ' όλη την διάρκεια του έτους, καθιστά την λίμνη και ιδιαίτερα το ανώτερο τμήμα των εκβολών ιδιαίτερα σημαντική για την διατήρηση της βιοποικιλότητας (η μεγαλύτερη αποικία αναπαραγωγής του είδους σε παγκόσμιο επίπεδο βρίσκεται στη Μικρή Πρέσπα).

5.3.5. Άλλα Είδη Πανίδας

5.3.5.1. Μεγάλα Θηλαστικά

Οι περισσότερες ζωολογικές έρευνες ή καταγραφές στην ευρύτερη περιοχή περιορίζονται στους γύρω ορεινούς όγκους και όχι στα ομαλά τμήματα της παραποτάμιας ζώνης ή της περιοχής άμεσης επιρροής του έργου της ΔΕΗ. Παρόλα αυτά, ενδέχεται να υπάρξει υψηλό ζωολογικό ενδιαφέρον στο χώρο της παραποτάμιας ζώνης. Η περιοχή της κοιλάδας του Αλιάκμονα, μεταξύ του φράγματος και του Ιλαρίωνα, έχει τουλάχιστον 17 είδη θηλαστικών, (όπως υπολογίζεται από

αδημοσίευτες ζωολογικές έρευνες που βρίσκονται σε εξέλιξη), έξι από τα οποία προστατεύονται από την εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία (Οδηγία για τους οικοτόπους 92/43/ΕΟΚ). Οι τυχαίες και περιστασιακές μας καταγραφές και παρατηρήσεις δείχνουν, ότι πράγματι υπάρχουν ορισμένα σχετικά σπάνια και απειλούμενα θηλαστικά, που διαβιώνουν στην περιοχή άμεσης επιρροής του έργου και δείχνουν να διατηρούν καλούς / ή αξιόλογους πληθυσμούς στον μέσο ρου του Αλιάκμονα. Έτσι, φαίνεται να υπάρχουν σχετικά πλούσια αποθέματα αγριογούρουνων (*Sus scrofa*), ζαρκαδιών (*Capreolus capreolus*), η διαδεδομένη παρουσία της αγριόγατας (*Felis sylvestris*), καθώς και σχετικά σημαντικοί πληθυσμοί άλλων σαρκοβόρων ειδών. Παρακάτω αναφερόμαστε στα τρία σημαντικότερα είδη θηλαστικών που απαντώνται στην περιοχή, καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις / προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από το έργο, στους τοπικούς πληθυσμούς τους.

Βίδρα (*Lutra lutra*).

Αυτό το σχετικά σπάνιο και προστατευόμενο είδος είναι διαδεδομένο σε όλη σχεδόν την περιοχή που θα κατακλυσθεί από τα νερά του νέου ταμιευτήρα. Για την επιβίωση της βίδρας είναι απαραίτητη η διατήρηση των ενδιαιτημάτων τροφοληψίας της (που αποτελείται από ψάρια, αλλά κυρίως αμφίβια), καθώς και των κρησφύγετων για κάλυψη κοντά στο ποτάμι (παρόχθιες δασικές και θαμνώδεις συστάδες ή βραχώδεις σχηματισμοί δίπλα στο νερό).

Λύκος (*Canis lupus*).

Υπήρξαν συχνές αναφορές από κτηνοτρόφους για παρουσία πληθυσμών λύκων σε όλη την περιοχή – ιδιαίτερα ανάντη της περιοχή του φράγματος Καρπερού. Κύρια απαίτηση του είδους είναι η ύπαρξη σχετικά δύσβατων και άγριων περιοχών για την αναπαραγωγή του. Τέτοια κατάλληλα σημεία-κρησφύγετα υπάρχουν στην περιοχή, και εντοπίζονται κυρίως στην αριστερή όχθη (βόρεια πλευρά) του κύριου ρου του ποταμού, ανάντη γέφυρας Παναγίας, καθώς και στην ευρύτερη περιοχή της χαράδρας Ζάβορδα-Ιλαρίωνα.

Αρκούδα (*Ursus arctos*).

Για χρόνια υπήρξε άγνοια για τους πληθυσμούς αρκούδας στην περιοχή και το είδος είχε μάλλον εξαφανιστεί από αρκετά σημεία του νομού Γρεβενών κατά το πρόσφατο παρελθόν. Σήμερα όμως φαίνεται πως υπάρχει ένας σημαντικός μόνιμος πληθυσμός αρκούδας στην κοιλάδα του Αλιάκμονα και μέσα στην χαράδρα Ζάβορδας-Ιλαρίωνα. Κατά την διάρκεια των ερευνών μας εντοπίστηκαν περιττώματα αρκούδας (άνοιξη του 2007) στην περιοχή του Φράγματος του Καρπερού, ενώ σε συνεντεύξεις με ντόπιο κτηνοτρόφο στην ίδια περιοχή υπήρξε αναφορά για αρκούδες σε αρκετά σημεία της αριστερής (βόρειας) όχθης του ποταμού, κατάντη της περιοχής του φράγματος. Το είδος απαιτεί σχετικά δύσβατες και άγριες περιοχές για την αναπαραγωγή, αλλά και για την σημαντική περίοδο της χειμερινής νάρκης, οπότε η περιοχή του Καρπερού έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού διαθέτει «τοπία διάβρωσης» με ξηρές χαράδρες, πυκνή βλάστηση και παρόχθιες δασικές συστάδες κατάλληλες για κάλυψη. Όπως επίσης και όλη η περιοχή ανάντη του φράγματος Καρπερού, που είναι σχετικά δύσβατη και διατηρεί άγριες εκτάσεις με εντυπωσιακούς βραχώδεις σχηματισμούς και πυκνή δασική βλάστηση με δρύες (*Quercus frainetto*), κατάλληλη για αρκούδες και λύκους. Μέχρι και πρόσφατα, στις 12 Μαΐου 2008, μέσα στην χαράδρα Ζάβορδας-Ιλαρίωνα (περιοχή κόκκινο φαράγγι), αναφέρθηκε από τουριστική ομάδα raft η παρουσία μίας μεγάλης θηλυκής αρκούδας με δύο μικρά αρκουδάκια. Η αρκούδα με τα μικρά της βρισκόταν στην αριστερή (βόρεια πλευρά) του φαραγγιού, από την μεριά του όρους Βούρινου και η ομάδα πρόλαβε ακόμα και να την φωτογραφήσει (Trekking Hellas Γρεβενών).

Βασική προϋπόθεση επιβίωσης των μεγάλων θηλαστικών, είναι η δυνατότητα να εκτελούν τις απαραίτητες χερσαίες μετακινήσεις για αναζήτηση τροφής και καταλύματος. Σήμερα, τα

θηλαστικά αυτά σχετικά εύκολα μπορούν να περάσουν τον ποταμό σε πολλά σημεία. Όμως, μετά το πέρας της πλήρωσης του ταμιευτήρα Ιλαρίωνα θα υπάρξει ένα μεγάλο μήκος υδάτινο «εμπόδιο» σε αυτές τις χερσαίες μετακινήσεις, που ειδικά για την αρκούδα κρίνεται σοβαρό. Όσο για τη βίδα, το μοναδικό πρόβλημα που δημιουργείται με την δημιουργία της νέας φραγμαλίμνης συνδέεται κυρίως με την έλλειψη κάλυψης (παρόχθιας βλάστησης), δίπλα στο νερό, όπου αναζητεί την τροφή της.

5.3.5.2. Ερπετά και Αμφίβια

Στην περιοχή υπάρχει σχετικά μεγάλος αριθμός ειδών ερπετών και αμφιβίων, ιδιαίτερα στα παραποτάμια ενδιαιτήματα. Κατά την διάρκεια των ερευνών μας συναντήσαμε αρκετά ορεινά δασόβια είδη (όπως τα *Bombina variegata* και *Salamandra salamandra*), καθώς και τυπικά είδη της μεσογειακής περιοχής (*Hyla arborea*) στην περιοχή. Ενδιαφέρον προκαλεί η παρουσία του λοφιοφόρου τρίτων (Triturus cristatus), ένα σχετικά σπάνιο αμφίβιο. Σχεδόν όλα τα ερπετά της περιοχής είναι προστατευόμενα ή απειλούμενα βάσει της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η πανίδα δεν έχει μελετηθεί συστηματικά στην περιοχή.

5.3.6. Ιχθυοπανίδα

Η ιχθυοπανίδα του συστήματος του ποταμού Αλιάκμονα περιλαμβάνει 32 είδη αποκλειστικά του γλυκού νερού από τα οποία 22 είναι αυτόχθονα και τα υπόλοιπα έχουν εισαχθεί. Βέβαια στον κατώτερο ρου του ποταμού υπάρχουν και ορισμένα είδη θαλασσινής προέλευσης που όμως δεν περιλαμβάνονται σε αυτή την καταγραφή. Υπάρχει μια αισθητή διαφορά μεταξύ των ιχθυοκοινοτήτων του κατώτερου και του άνω ρου του ποταμού. Περίπου τα μισά από τα είδη, ζουν μόνο στο κατώτερο τμήμα του συστήματος (δηλαδή κατάντη του φράγματος Πολυφύτου-Στενά Αλιάκμονα).

Πριν από την παρούσα έρευνα υπήρχαν σημαντικά κενά στις γνώσεις μας για τα ψάρια του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα. Στοιχεία για την ιχθυοπανίδα της περιοχής άμεσης επιρροής του ΥΠΕ Ιλαρίωνα ήταν εξαιρετικά περιορισμένα, ενώ τα μόνα πρόσφατα και αξιόπιστα ερευνητικά δεδομένα για την ευρύτερη περιοχή μελέτης αναφέρονταν σε περιορισμένα τμήματα του ποταμού Βενέτικου (Kokkinakis 2006, πληροφορίες από τις τοπικές υπηρεσίες αλιείας). Δυστυχώς δεν έχουν δημοσιευθεί αναλυτικά δεδομένα δειγματοληψιών από ορισμένες ερευνητικές προσπάθειες που είχαν διεξαχθεί παλιότερα στον άνω και μέσο ρου του ποταμού (Economidis *et al.* 1981), ενώ νεότερες έρευνες (Οικονομίδης & συν. 2001, Kokkinakis 2006) δεν προσφέρουν στοιχεία για την περιοχή άμεσης επιρροής του έργου. Ιδιαίτερα εμφανής ήταν η έλλειψη πληροφοριών για την παλαιότερη σύσταση των ιχθυοπληθυσμών και την κατανομή των ειδών στον άνω ρου, με τα οποία θα μπορούσαν να γίνουν συγκρίσεις με τα δεδομένα του παρόντος έργου.

Είναι αδιαμφισβήτητο όμως ότι η λεκάνη απορροής του Αλιάκμονα είναι από τις πιο πλούσιες σε είδη ψαριών του γλυκού νερού στην Ελλάδα και αυτό προσδίδει ιδιαίτερη διάκριση στο συγκεκριμένο υδάτινο σύστημα, ως περιοχή με υψηλό ιχθυολογικό ενδιαφέρον (υψηλή βιοποικιλότητα). Από τα ιθαγενή είδη ψαριών της περιοχής, αρκετά αναφέρονται στο Κόκκινο Βιβλίο Απειλούμενων Σπονδυλόζωων της Ελλάδας, στους καταλόγους της Οδηγίας για τους Οικοτόπους (Κατάλογοι παραρτημάτων Κοινοτικής Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ) ή στον Κατάλογο Απειλούμενων Ειδών της Παγκόσμιας Ένωσης Προστασίας της Φύσης (IUCN). Στην ιχθυοπανίδα περιλαμβάνονται και αρκετά μεταναστευτικά είδη ψαριών (όπως είδη στα γένη *Barbus*, *Vimba*, *Chondrostoma* και *Salmo*) που μπορούν να επηρεαστούν άμεσα από τα έργα στην περιοχή άμεσης επιρροής καθώς και στη ευρύτερη περιοχή μελέτης.

Ωστόσο, κανένα από αυτά τα είδη ψαριών που απαντούνται στον άνω ρου δεν αποτελεί αποκλειστικό ενδημικό είδος της λεκάνης απορροής του Αλιάκμονα. Τα περισσότερα ιθαγενή είδη του ποταμού είναι διαδεδομένα και σε άλλα συστήματα ποταμών της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας, όπως στον Αξιό, τον Λουδία και τον Γαλλικό, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην παλαιότερη διασύνδεση αυτών των ποταμών κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο, περίπου 20.000 χρόνια πριν, που επέτρεψε μεταναστεύσεις ψαριών και την ομογενοποίηση της ιχθυοπανίδας τους (Lykousis *et al.* 2005).

5.4. Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο προστασίας

Η προστασία φυσικών περιοχών υπαγορεύεται κυρίως από την ελληνική νομοθεσία (Π.Δ. 996/71, Ν. 1650/86), τις διεθνείς συμβάσεις (π.χ. Σύμβαση ΡΑΜΣΑΡ) και κοινοτικές οδηγίες (π.χ. 2000/60/ΕΚ). Δύο σημαντικές κοινοτικές οδηγίες που προωθούν την δημιουργία προστατευόμενων περιοχών είναι η 79/409/ΕΟΚ «για την Προστασία των Άγριων Πτηνών» και η 92/43/ΕΟΚ «για τη Διατήρηση των Φυσικών Οικοτόπων».

Με βάση την κοινοτική οδηγία 79/409 καθορίζονται οι κατάλληλες περιοχές που ονομάζονται Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ ή SPA) για τη διατήρηση των ειδών της ορνιθοπανίδας και των βιοτόπων τους, με ειδικό στόχο τα είδη που περιλαμβάνονται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας. Ζώνες Ειδικής Προστασίας υπάρχουν διάσπαρτες σε όλη την Ελλάδα και περιλαμβάνονται στο Δίκτυο προστατευόμενων περιοχών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Natura 2000). Το δίκτυο αυτό πραγματοποιήθηκε και επέκτεινε της ήδη δημιουργημένες προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδας με την εφαρμογή της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Η επέκταση προστατευόμενων περιοχών στόχευε στην προστασία και ειδική διαχείριση περιοχών που φιλοξενούν οικοτόπους προτεραιότητας του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας, καθώς και είδη πανίδας και χλωρίδας του Παραρτήματος ΙΙ. Σήμερα, οι προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδας καλύπτουν σχετικά μεγάλη έκταση (περίπου το 21% της επικράτειας) και το δίκτυο αυτό επεκτείνεται με την δημιουργία νέων περιοχών (Ζωνών Ειδικής Προστασίας). Ο προσδιορισμός, η οριοθέτηση και η ιεράρχηση της σημασίας των προτεινόμενων προστατευόμενων περιοχών έχει αρχίσει από παλιά, αλλά σχετικά πρόσφατα πήρε έκταση και εκτιμήθηκε η ιδιαίτερη σημασία τους για την διαχείριση της βιοποικιλότητας. Γενικώς, είναι γνωστό, ότι ορισμένες ομάδες ειδών ζώων (όπως η ορνιθοπανίδα και τα μεγάλα θηλαστικά) κατευθύνουν, ως ενδείκτες, τις οριοθετήσεις προστατευόμενων περιοχών. Πολύ πρόσφατα, ιδιαίτερα μετά την εφαρμογή της Οδηγίας για τους Οικοτόπους (92/43/ΕΚ) βλέπουμε και είδη ψαριών, αλλά και σπάνιους σχηματισμούς βλάστησης ή συναθροίσεις χλωρίδας να παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην δημιουργία νέων προστατευόμενων περιοχών.

Από τον κύριο ρου του ποτάμιου διαδρόμου μόνο το Δέλτα και τα Στενά του Αλιάκμονα έχουν ενταχθεί στις προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000. Παρότι η λεκάνη απορροής έχει προστατευόμενες περιοχές στα ορεινά δασικά τμήματα, σχετικά λίγες περιοχές είναι προστατευόμενες πάνω στο ίδιο τον ποταμό ή στον ποτάμιο διάδρομο. Παρακάτω αναφέρουμε συνοπτικά στοιχεία για τις δύο προστατευόμενες περιοχές πάνω στον κύριο ρου του ποταμού.

Οι εκβολές και το δέλτα του ποταμού Αλιάκμονα μαζί με αυτές των ποταμών Αξιού και Λουδία αποτελούν υγρότοπο διεθνούς σημασίας για την προστασία της βιοποικιλότητας που προστατεύεται από τη συνθήκη Ramsar. Ειδικά η περιοχή «Δέλτα Αξιού – Εκβολές Λουδία – Δέλτα Αλιάκμονα – Ποταμός Αξιός (GR1220010)» διέπεται από πολλές προστατευτικές διατάξεις (Οικονομίδης & συν. 2001). Το δέλτα επίσης του ποταμού μαζί με αυτά των ποταμών Αξιού και τις εκβολές του Λουδία αποτελούν «Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά (IBA)» και

προστατεύονται από τη σύμβαση Βέρνης και τη σύμβαση Βαρκελώνης. Η περιοχή Στενά του Αλιάκμονα ορίστηκε ως Natura 2000, επειδή αρχικά πληρούσε κριτήρια ως Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά (IBA) (αρπακτικά πουλιά, υδρόβια μεταναστευτικά είδη). Στην περιοχή αυτή περιλαμβάνεται και τμήμα του τεχνητού ταμιευτήρα της Αγ. Βαρβάρας.

Οι περιοχές της λεκάνης που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000 και βρίσκονται σε άμεση επαφή με την κοιλάδα του ποταμού Αλιάκμονα είναι οι εξής:

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΠΙΣΗΜΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)
GR1210002	STENA ALIAKMONA	ΣΤΕΝΑ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ	3623,73
GR1220002	DELTA AXIOU-LOUDIA- ALIAKMONA-EVRYTERI PERIOCHI-AXIOUPOLI	ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ-ΛΟΥΔΙΑ- ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ-ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ-ΑΞΙΟΥΠΟΛΗ	33676,35
GR1220012	LIMNOTHALASSA EPANOMIS ΚΑΙ THALASSIA PARAKTIA ZONI	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΕΠΑΝΩΜΗΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	830,38
GR1320001	LIMNI KASTORIAS	ΛΙΜΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	4732,50
GR 1330001	OROS VOURINOS	ΟΡΟΣ ΒΟΥΡΙΝΟΣ	3100,00

2006/613/EC: Commission Decision of 19 July 2006 adopting, pursuant to Council Directive 92/43/EEC, the list of sites of Community importance for the Mediterranean biogeographical region (notified under document number C/2006/3261)

Στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν και ορισμένα Καταφύγια Άγιας Ζωής (N 177/1975 & 2637/98) που κατά το παρελθόν ονομάζονταν καταφύγια θηραμάτων, ενώ σε σχετικά μικρή απόσταση από την περιοχή μελέτης του μέσου ρου του Αλιάκμονα υπάρχουν οι οριοθετημένες Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά, στις οποίες έχουν διεξαχθεί καταγραφές της ορνιθοπανίδας (Bourdakis & Vareltzidou 2000). Οι τέσσερις περιοχές αυτές είναι η εξής:

1. Φαράγγι ή Στενά Αλιάκμονα (τόπος 049)
2. Όρος Όρλιακας και Τσούργιακας (τόπος 050)
3. Όρος Βούρινος (τόπος 051)
4. Αντιχάσια και Μετέωρα (τόπος 053)

Εικάζεται ότι, ορισμένα είδη προστατευόμενων αρπακτικών πουλιών ή και άλλα σπάνια μη-στρουθιόμορφα, επισκέπτονται σημεία ή περιοχές του χώρου που θα κατακλυστεί από το φράγμα του Ιλαρίωνα (π.χ. το Κόκκινο Φαράγγι για τα αρπακτικά πουλιά), ενώ ορισμένα είδη (ιδιαίτερα τα αρπακτικά) μπορεί να προέρχονται από τις περιοχές που αναφέρονται παραπάνω, ή να συνδέονται με τις περιοχές αυτές για αναπαραγωγή (φώλιασμα) ή τροφοληψία.

Τέλος, στην περιοχή έρευνας υπάρχει ένα Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (Κωδ. AT4011020, Ονομ. Μονή Ζάβορδας, περιοχή Παναγιάς), που αναφέρεται ως εντυπωσιακό τοπίο με Αρχαιολογικό Ενδιαφέρον και που τμήμα του θα κατακλυστεί από τον νέο ταμιευτήρα.