



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ – ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Έργο:

*«Έρευνα για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο Δέλτα
Αξιού - Λουδία - Αλιάκμονα και Λιμνοθάλασσα Κίτρους».*

Φάση Γ:

Παραδοτέο Γ. 5:

*«Προτάσεις ελάχιστης παροχής για τους ποταμούς Αξιό και Αλιάκμονα και
διακύμανση της στάθμης στη λιμνοθάλασσα Κίτρους»*

Τεύχος 2ο

Δέλτα Αλιάκμονα

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Οκτώβριος 2015

Το παρόν εκπονήθηκε από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) στο πλαίσιο του έργου «Έρευνα για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο», της Πράξης «Στήριξη της λειτουργίας του Φορέα Διαχείρισης Δέλτα Αξιού - Λουδία - Αλιάκμονα με σκοπό τη διαχείριση της περιοχής ευθύνης του». Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Μακεδονία - Θράκη 2007 - 2013 οι πόροι του οποίου προέρχονται από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων (ΠΔΕ), σε ποσοστό 80% από Κοινοτικά κονδύλια και 20 % από εθνικούς πόρους.

The present report has been prepared by the Greek Biotope/Wetland Centre (E.K.B.Y.) in the framework of the project "Research on the assessment of the ecological flow in the National Park" of the Act "Supporting the operation of the Management Body of Axios - Loudias - Aliakmonas and Kitrous Lagoon for the management of its responsibility area". The project was funded by the Operational Programme Macedonia - Thrace 2007 - 2013, whose resources come from the Public Investment Programme (80 % EU funds and 20 % from national resources).

Η πλήρης αναφορά στο παρόν κείμενο είναι:

Παπαδήμος, Δ. και Χατζηχαλαράμπος Ε. 2015. Προτάσεις ελάχιστης παροχής για τους ποταμούς Αξιό και Αλιάκμονα και διακύμανση της λιμνοθάλασσας Κίτρους. Τεύχος 2^ο: Δέλτα Αλιάκμονα. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη. 35 σελ.

This document may be cited as follows:

Papademos, D. and Hadjicharalambous H. 2015. Proposals of minimum environmental flows for the Axios and Aliakmonas Rivers and water level fluctuation for the lagoon of Kitrous. Part 2: Aliakmonas Delta. Greek Biotope Wetland Centre. Thermi, Greece. 35 p.

ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

| | |
|------------------------|--|
| Παπαδήμος Δημήτριος: | Υπεύθυνος έργου |
| Χατζηχαράλαμπος Έλενα: | Επιστήμονας ειδική στη διατήρηση της βιοποικιλότητας |
| Φυτόκα Ελένη: | Επιστήμονας ειδική σε υγροτοπικά οικοσυστήματα |
| Αποστολάκης Αντώνης: | Επιστήμονας ειδικός σε ΓΣΠ και χαρτογραφία. |
| Δημάκη Μαρία: | Επιστήμονας ειδική στην πανίδα. |
| Ζέρβας Δημήτριος: | Επιστήμονας ειδικός στη βλάστηση. |
| Κεμιτζόγλου Δήμητρα: | Επιστήμονας ειδική σε ζωοβένθος και ποιότητα νερών |
| Κουτράκης Εμανουήλ | Επιστήμονας ειδικός στην Ιχθυοπανίδα |
| Πουλής Γιώργος: | Επιστήμονας ειδικός σε βλάστηση -χλωρίδα. |
| Σαπουνίδης Αργύρης | Επιστήμονας ειδικός σε ιχθυοπανίδα |
| Χατζηιορδάνου Ελένη: | Επιστήμονας ειδική σε ΓΣΠ και χαρτογραφία. |

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| 1. Εισαγωγή | 5 |
| 1.1. Το πλαίσιο εκτίμησης της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο Δέλτα Αξιού – Λουδία - Αλιάκμονα | 5 |
| 1.2. Η μεθοδολογική προσέγγιση της εκτίμησης της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο | 6 |
| 2. Υπερετήσιες παροχές ποταμού Αλιάκμονα | 9 |
| 3. Επιλογή μεταξύ των ειδών-στόχων για τη διερεύνηση της οικολογικής παροχής | 11 |
| 4. Εκτίμηση ελάχιστης οικολογικής παροχής | 25 |
| Βιβλιογραφία | 33 |

1. Εισαγωγή

1.1. Το πλαίσιο εκτίμησης της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο Δέλτα Αξιού – Λουδία - Αλιάκμονα

Το έργο «Έρευνα για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο» αποσκοπεί στη διερεύνηση της απαιτούμενης οικολογικής παροχής για τους Ποταμούς Αξιό και Αλιάκμονα και της διακύμανσης της στάθμης του νερού στη Λιμνοθάλασσα Κίτρους, για τη διασφάλιση των φυσικών διεργασιών των εν λόγω περιοχών. Το έργο εκπονήθηκε στη βάση των ακόλουθων θεσμικών υποχρεώσεων της χώρας (εθνικών, ευρωπαϊκών και διεθνών): α) Κ.Υ.Α. χαρακτηρισμού της περιοχής (Κ.Υ.Α. με αριθμ. 12966/2009), β) Δίκτυο Natura και Ευρωπαϊκές Οδηγίες των Οικοτόπων (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) και των πτηνών (Οδηγία 2009/147/ΕΚ – πρώην 79/409/ΕΟΚ), γ) Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά (Οδηγία 2000/60/ΕΚ), δ) Σύμβαση Ραμσάρ για τους Υγροτόπους. Σε ό,τι αφορά ειδικότερα στην εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και στην υποχρέωση των κρατών μελών για καθορισμό οικολογικών παροχών, επισημαίνεται ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε σχετικές οδηγίες κατά τη διάρκεια υλοποίησης του παρόντος έργου (μόλις τον Φεβρουάριο 2015, βλ. European Union, 2015. CIS guidance document n°31 - Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive¹).

Για την επίτευξη των σκοπών του έργου, εξετάστηκαν και προσδιορίστηκαν οι ανάγκες επιμέρους στοιχείων των οικοσυστημάτων σε νερό (οικολογική παροχή για τα ποτάμια συστήματα και στάθμη για το λιμναίο) και ελήφθησαν υπόψη οι ανάγκες των εμπλεκόμενων κοινωνικών ομάδων (Stakeholders), οι χρήσεις και οι ασκούμενες πιέσεις.

Το παρόν παραδοτέο εκπονήθηκε στο πλαίσιο της Φάσης Γ του έργου, σκοπός της οποίας ήταν η διαμόρφωση της πρότασης ελάχιστης οικολογικής παροχής για τους ποταμούς Αξιό και Αλιάκμονα και διακύμανσης της στάθμης της λιμνοθάλασσας Κίτρους. Οι εργασίες που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο της Φάσης Γ ήταν οργανωμένες σε δύο πακέτα εργασίας με διακριτούς σκοπούς, ή και επιμέρους δράσεις, ως ακολούθως:

Πακέτο εργασίας Γ.1 Υφιστάμενες χρήσεις νερού (απολήψεις/εκτροπές) για τα ποτάμια συστήματα Αξιού και Αλιάκμονα και λιμνοθάλασσας Κίτρους

Σκοπός. Η ποσοτικοποίηση των απολήψεων και εκτροπών από τα ποτάμια συστήματα του Αξιού και του Αλιάκμονα και της λιμνοθάλασσας Κίτρους.

Πακέτο εργασίας Γ.2 Πρόταση ελάχιστης παροχής για τις περιοχές δέλτα Αξιού, δέλτα Αλιάκμονα, λιμνοθάλασσα Κίτρους

Δράση Γ.2.1 Δημιουργία λεπτομερούς ψηφιακού ομοιώματος του ανάγλυφου της υπό μελέτη περιοχής

Σκοπός. Η αναπαράσταση του ανάγλυφου της κάθε περιοχής μελέτης και η τροφοδοσία με υψομετρικά και χωρικά δεδομένα των αντίστοιχων υδραυλικών τους ομοιωμάτων.

Δράση Γ.2.2 Ανάπτυξη των υδροδυναμικών ομοιωμάτων των περιοχών δέλτα Αξιού,

¹<https://circabc.europa.eu/sd/a/4063d635-957b-4b6f-bfd4-b51b0acb2570/Guidance%20No%2031%20-%20Ecological%20flows%20%28final%20version%29.pdf>

δέλτα Αλιάκμονα και Λιμνοθάλασσας Κίτρους

Σκοπός. Η ανάπτυξη των υδροδυναμικών ομοιωμάτων των υπό μελέτη περιοχών (δέλτα Αξιού, δέλτα Αλιάκμονα και αλυκής Κίτρους), για την εκτίμηση του βάθους και της ταχύτητας ροής σε αυτές, υπό συνθήκες διαφορετικών συνθηκών παροχής.

Δράση Γ.2.3 Ανάπτυξη των ομοιωμάτων ποιότητας νερού των περιοχών δέλτα Αξιού, δέλτα Αλιάκμονα και Λιμνοθάλασσας Κίτρους

Σκοπός. Η ανάπτυξη των ποιοτικών ομοιωμάτων των υπό μελέτη περιοχών (δέλτα Αξιού, δέλτα Αλιάκμονα και αλυκής Κίτρους), για την εκτίμηση της μεταβολής της αλατότητας.

Δράση Γ.2.4 Διαμόρφωση προτάσεων ελάχιστης παροχής για τις περιοχές δέλτα Αξιού, δέλτα Αλιάκμονα, λιμνοθάλασσα Κίτρους

Σκοπός. Η εκτίμηση της ελάχιστης παροχής για είδη-στόχους ή/και στάδιο του βιολογικού τους κύκλου.

Ειδικότερα, το παρόν εκπονήθηκε στο πλαίσιο υλοποίησης της Δράσης Γ.2.4 «*Διαμόρφωση προτάσεων ελάχιστης παροχής για τις περιοχές δέλτα Αξιού, δέλτα Αλιάκμονα, λιμνοθάλασσα Κίτρους*», του πακέτου εργασίας Γ2, και αποτελεί το αποτέλεσμα των εργασιών για την περιοχή δέλτα Αλιάκμονα.

1.2. Η μεθοδολογική προσέγγιση της εκτίμησης της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο

Ως αποτέλεσμα της ανάγκης υπολογισμού της ελάχιστης παροχής και στάθμης, έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι, μερικές από τις οποίες έχουν σχεδιαστεί για εξειδικευμένες απαιτήσεις (π.χ. ενδαιτήματα ψαριών), ενώ άλλες είναι περισσότερο γενικές. Παρ' όλα αυτά οι ποσοτικοποιήσεις είναι δύσκολες, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, όπου απουσιάζουν όχι μόνο μελέτες αλληλεπίδρασης υδάτων και της αντίστοιχης βιωτής, αλλά και επαρκή δεδομένα ποσότητας και ποιότητας υδάτων (Γεράκης, Τσιούρης & Τσιαούση 2007).

Στη διεθνή βιβλιογραφία, οι μέθοδοι υπολογισμού της απαιτούμενης οικολογικής παροχής δεν είναι πάντα ξεκάθαρες ως προς την ταξινόμηση και την ομαδοποίησή τους. Υπάρχουν επικαλύψεις, αλλά και κάποια σύγχυση στην ονοματολογία και το περιεχόμενό τους. Σύμφωνα με τους King, Tharme & Brown (1999), King, Tharme & de Villiers (2008), Beaton A.D.J. (2012), Louise Korsgaard (2006) και άλλους ειδικούς, οι μέθοδοι κατατάσσονται στις ακόλουθες πέντε κατηγορίες:

1. Υδρολογικές
2. Υδραυλικές
3. Προσομοίωσης ενδαιτημάτων
4. Ολιστικές
5. Προσανατολισμένες σε ειδικά συστατικά οικοσυστήματος

Η διαμόρφωση προτάσεων ελάχιστης παροχής/στάθμης στις υπό μελέτη περιοχές, η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της Φάσης Γ του έργου, προσεγγίστηκε με την μεθοδολογία της Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής (Instream Flow Incremental Methodology-IFIM) η οποία ανήκει στην κατηγορία μεθόδων της Προσομοίωσης

Ενδαιτημάτων (Γεράκης, Τσιούρης & Τσιαούση 2007, Beaton 2012). Οι μέθοδοι προσομοίωσης ενδαιτημάτων αποτελούνται από δυο συστατικά μέρη, το υδραυλικό και αυτό του ενδαιτήματος. Στο μέρος της μεθόδου που σχετίζεται με το ενδαιτήμα, παρέχεται η σχετική βιολογική πληροφορία υπό τη μορφή κριτηρίων καταλληλότητας ενδαιτήματος (Habitat Suitability Criteria-HSC), για επιμέρους παραμέτρους του νερού (ταχύτητα ροής, βάθος νερού κ.ά.), για κάθε είδος ή και στάδιο του βιολογικού του κύκλου. Μια τιμή καταλληλότητας (όπως αυτή εξάγεται από την καμπύλη του αντίστοιχου κριτηρίου), αποτελεί την ποσοτική έκφραση της καταλληλότητας ενός συγκεκριμένου βάθους ροής, μιας ταχύτητας ροής, ενός τύπου υποστρώματος κ.λπ. για ένα συγκεκριμένο είδος ή και στάδιο της βιολογικής του ανάπτυξης.

Η μεθοδολογία της Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής (IFIM), μεθοδολογία σύνθετη που απαιτεί πολύ χρόνο, εξειδικευμένες τεχνικές και υψηλό κόστος, βασίζεται στην αντίληψη ότι τα «αντικείμενα» στόχοι της διαχείρισης έχουν συγκεκριμένες προτιμήσεις ως προς επιμέρους υδατικές παραμέτρους (π.χ. προτιμούν νερά με ορισμένο βάθος και ταχύτητα), οι οποίες μπορεί να διαφέρουν τόσο μεταξύ των αντικειμένων-στόχων, όσο και μεταξύ των διαφόρων σταδίων του βιολογικού κύκλου ενός αντικειμένου (Pacheco J. & H. Beecher 2010). Η εν λόγω μεθοδολογία αναπτύχθηκε προς το τέλος της δεκαετίας του '70, αρχικά από την ομάδα ενδοποτάμιας ροής της Υπηρεσίας Ιχθυολογίας και Άγριας Ζωής των ΗΠΑ (US Fish και Wildlife Service), υιοθετήθηκε ευρέως (King κ.ά. 1999, Ban κ.ά. 2011) και πλέον αποτελεί μία από τις πιο γνωστές μεθόδους προσομοίωσης ενδαιτημάτων (Rushton 2000, Ban 2011, Beaton 2012).

Η μεθοδολογία της Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής επιλέχθηκε διότι:

- ✓ Αποτελεί εργαλείο διαχείρισης υδάτων το οποίο επιτρέπει την αξιολόγηση διαφόρων επιλογών διαχείρισης βάσει ποσοτικών εκτιμήσεων του ενδαιτήματος ειδών-στόχων στο πλαίσιο κάθε επιλογής (Bovee 1982, Ban 2011).
- ✓ Παρέχει επιστημονική και τεκμηριωμένη αξιολόγηση της παροχής, επιτρέποντας την αξιολόγηση πολλαπλών σεναρίων για διάφορα είδη-στόχους και στάδια του βιολογικού κύκλου τους (Beaton 2012).
- ✓ Ενσωματώνει σύγχρονα συστήματα προσομοίωσης ενδαιτημάτων δίνοντας τη δυνατότητα ολοκληρωμένης αξιολόγησης και οπτικοποίησης της πληροφορίας που πρέπει να λάβουν υπόψη οι ενδιαφερόμενοι (Theodoropoulos & Skoulikidis N. in press 2014).

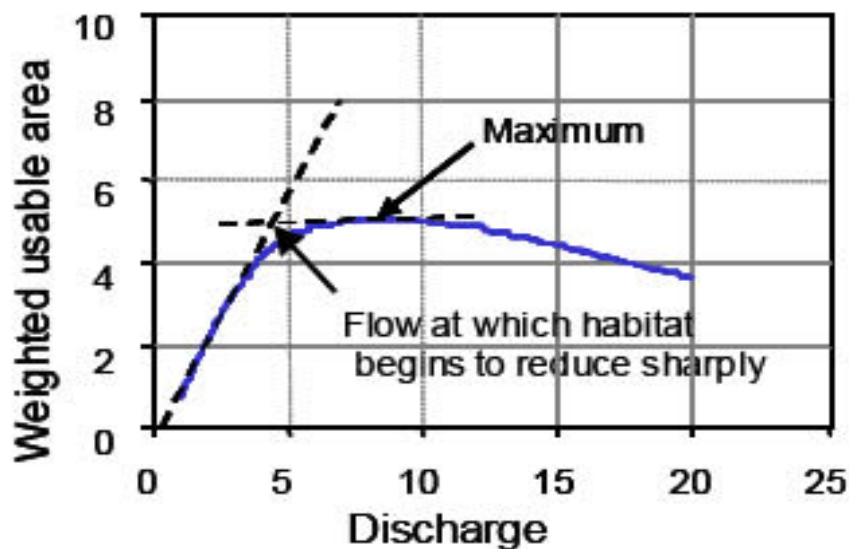
Επισημαίνεται δε ότι η μεθοδολογία της Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής (η οποία είχε ήδη υιοθετηθεί από την εγκεκριμένη πρόταση του έργου και εφαρμόστηκε), βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με τις οδηγίες για καθορισμό οικολογικών παροχών από τα κράτη μέλη, που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Ένωση τον Φεβρουάριο 2015, δηλαδή κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου (βλ. European Union, 2015. CIS guidance document n°31 - Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive²). Ειδικότερα, οι εν λόγω οδηγίες αφενός προάγουν τη χρήση μεθόδων προσομοίωσης ενδαιτημάτων (δηλαδή μεθόδων που συνεξετάζουν το υδραυλικό σκέλος του ποταμού με αυτό του ενδαιτήματος) βάσει επιλεγμένων ειδών-στόχων και αφετέρου η μεθοδολογία της Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής (IFIM) περιλαμβάνεται μεταξύ αυτών που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί από κράτη μέλη (βλ Παράρτημα Β2 του εν λόγω Οδηγού²).

²<https://circabc.europa.eu/sd/a/4063d635-957b-4b6f-bfd4-b51b0acb2570/Guidance%20No%2031%20-%20Ecological%20flows%20%28final%20version%29.pdf>

Από τεχνικής άποψης η μέθοδος:

- ✓ Αποτελεί συνδυασμό ομοιωμάτων (μοντέλων) τα οποία υπολογίζουν τη μεταβολή της έκτασης του ενδιαιτήματος των αντικειμένων-στόχων σε συνάρτηση με τη μεταβολή της παροχής του ποταμού.
- ✓ Αξιολογεί διάφορα είδη βιωτής του ποταμού βάσει των επιδράσεων που αυτά υφίστανται από τις μεταβολές της παροχής του, σε σχέση με τα γνωρίσματα και τη διαθεσιμότητα των μικροενδιαιτημάτων, τη δομή της κοίτης και υδατικών παραμέτρων.

Το παραγόμενο προϊόν της μεθόδου είναι η Σταθμισμένη Χρησιμοποιήσιμη Επιφάνεια ΣΧΕ, Weighted Usable Area-WUA) για τις παροχές εξετάζονται για κάθε είδος-στόχο (ή και βιολογικό στάδιο των ειδών). Τα παραγόμενα ζεύγη τιμών (ΣΧΕ και παροχής), απεικονίζονται σε γράφημα ως ακολούθως:



Τυπική καμπύλη της σχέσης παροχής – ΣΧΕ

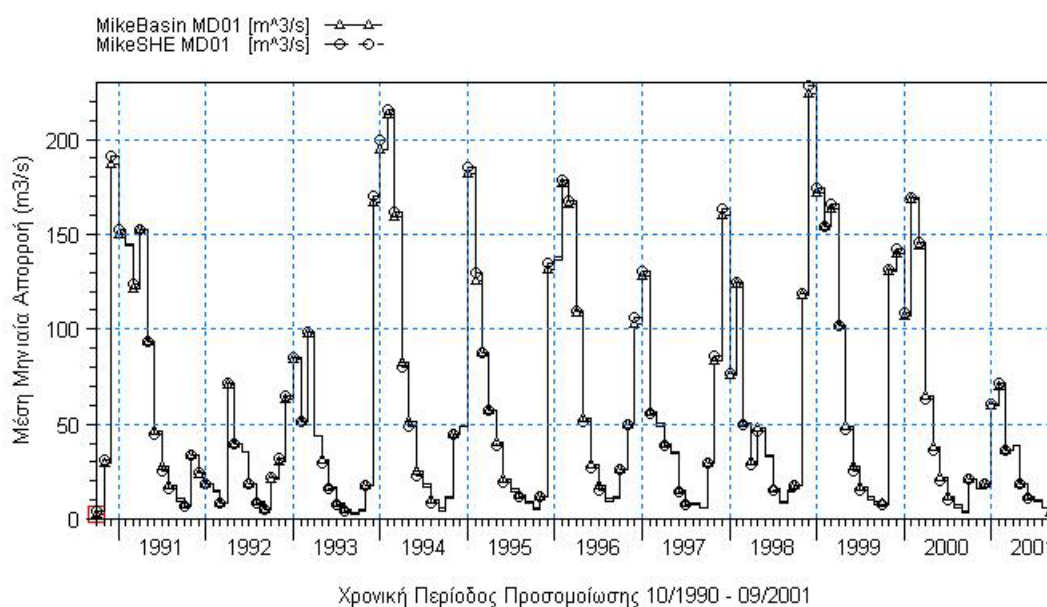
Το σχήμα της καμπύλης η οποία προκύπτει έχει συνήθως τυπική μορφή με το αρχικό της τμήμα να είναι ανοδικό έως ένα μέγιστο σημείο καμψής μετά το οποίο συνήθως αρχίζει να πέφτει. Η πτώση αρχίζει όταν οι τιμές του βάθους ή/και της ταχύτητας ροής αρχίζουν να ξεπερνούν τις επιθυμητές για το υπό εξέταση είδος. Όπως γίνεται αντιληπτό, η καμπύλη παροχής – ΣΧΕ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό όχι μόνο μιας ελάχιστης (ή μέγιστης) παροχής αλλά και ενός εύρους τιμών παροχής. Ως ελάχιστη παροχή μπορεί να καθορισθεί η τιμή της παροχής, είτε στο σημείο της καμπύλης πέρα από το οποίο η ΣΧΕ αρχίζει να μειώνεται, είτε σε μια τιμή μεγαλύτερη της προηγούμενης, η οποία αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό μείωσης της ΣΧΕ. Επίσης ως ελάχιστη παροχή μπορεί να καθορισθεί η παροχή στην οποία αντιστοιχεί μια ελάχιστη αποδεκτή ΣΧΕ, εκφρασμένη σε απόλυτους όρους.

2. Υπερετήσεις παροχές ποταμού Αλιάκμονα

Ο ποταμός Αλιάκμονας είναι το κυριότερο υδάτινο σώμα του Υδατικού Διαμερίσματος της Δυτικής Μακεδονίας, και ταυτόχρονα ένα από τα σημαντικότερα ολόκληρης της χώρας. Είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός της Ελλάδας και βρίσκεται εξ' ολοκλήρου σε ελληνικό έδαφος.

Η αξιοποίηση των υδάτων του ποταμού από τη γεωργία, τον υδροηλεκτρισμό και την ύδρευση γίνεται είτε επί της κοίτης του είτε εντός των υπολεκανών του μέσω αρδευτικών και υδροηλεκτρικών φραγμάτων, ταμιευτήρων αποθήκευσης, συλλογικών αρδευτικών δικτύων και εκτροπών ή ρύθμισης της παροχής του ποταμού.

Στο Σχήμα 1 δίνονται οι μέσες μηνιαίες παροχές του ποταμού στην εκβολή του κατά το χρονικό διάστημα 1991 - 2001, οι οποίες υπολογίστηκαν χωρίς την ύπαρξη απολήψεων από τον ποταμό ή ρύθμισης της ροής των υδάτων του.



Σχήμα 1. Συνολικά διαθέσιμες, μέσες μηνιαίες παροχές στην εκβολή του ποταμού Αλιάκμονα (Βλασταρά κ.ά. 2006)

Από το ανωτέρω σχήμα προκύπτει ότι κατά το διάστημα Μάιος - Οκτώβριος η φυσική παροχή (χωρίς απολήψεις ή ρυθμίσεις), στις εκβολές του ποταμού δεν υπερβαίνει τα 50 m³/s.

Σε συμφωνία με τη διαπίστωση αυτή βρίσκονται και οι μετρήσεις παροχής οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στον ποταμό κατά τη διάρκεια του εν λόγω έργου (Μάιος 2015 - Αύγουστος 2015) και οι οποίες κυμάνθηκαν από 40 έως 10 m³/s. Σημειώνεται ότι το υδρολογικό έτος 2014- 2015 είναι ένα από τα υγρότερα των τελευταίων δεκαετιών.

Με βάση τα ανωτέρω επιλέχθηκε για τους σκοπούς του παρόντος, το εύρος τιμών παροχής για την εκτίμηση της χωρικής μεταβολής των τιμών του βάθους και της ταχύτητας ροής να μην υπερβαίνει τα 50 m³/s.

3. Επιλογή μεταξύ των ειδών-στόχων για τη διερεύνηση της οικολογικής παροχής

Σύμφωνα με την έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της Β' Φάσης του έργου, ως συμπέρασμα προτείνεται η εκτίμηση της οικολογικής παροχής και στάθμης στις τρεις περιοχές μελέτης να βασισθεί στις οικολογικές απαιτήσεις των ειδών-στόχων από τις ομάδες της γλωρίδας και της ιχθυοπανίδας, καθώς οι απαιτήσεις των υπολοίπων ειδών-στόχων εξαρτώνται μόνο έμμεσα από το νερό και σε μεγάλο βαθμό από τη διατήρηση της βλάστησης.

Βάσει του ανωτέρω, τα είδη-στόχοι που απαντούν τον ποταμό Αλιάκμονα αφορούν σε δυο είδη ψαριών (*Squalius vardarensis* και *Rhodeus meridionalis*) και σε οκτώ είδη φυτών (**Juncus acutus**, **Juncus maritimus**, **Potamogeton nodosus**, **Populus alba L.** (Λευκή Λεύκα), **Populus nigra L.** (Μαύρη Λεύκα), **Salix alba**, **Phragmites australis** (νεροκάλαμο) και *Tamarix* (Αρμυρίκια).

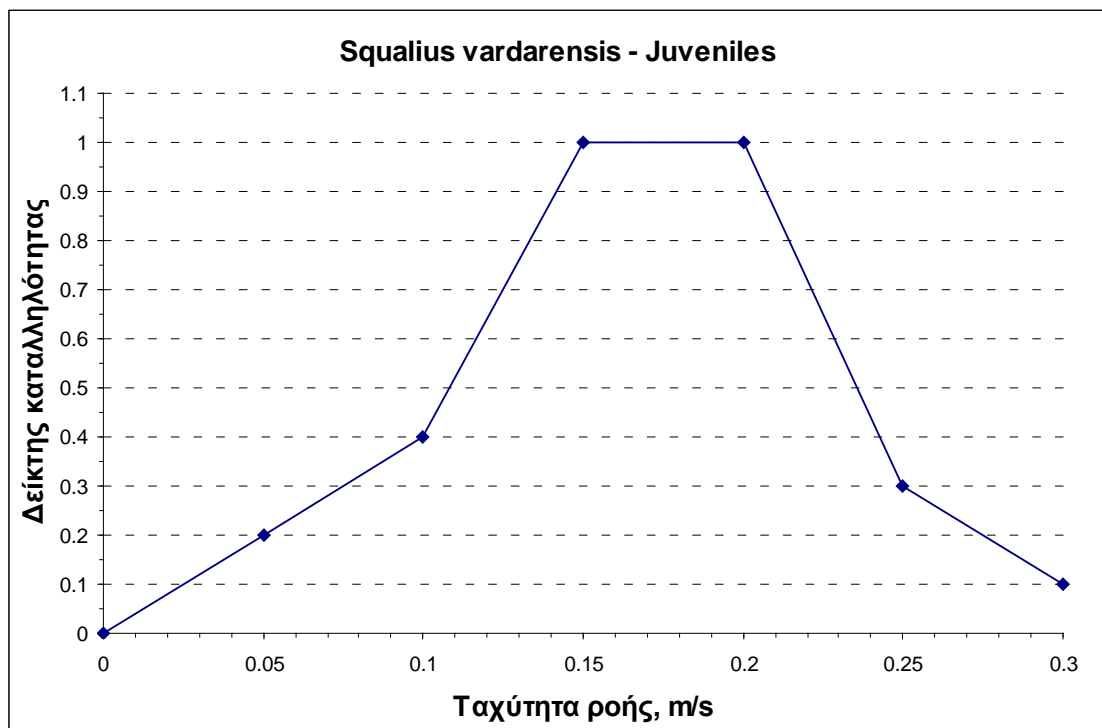
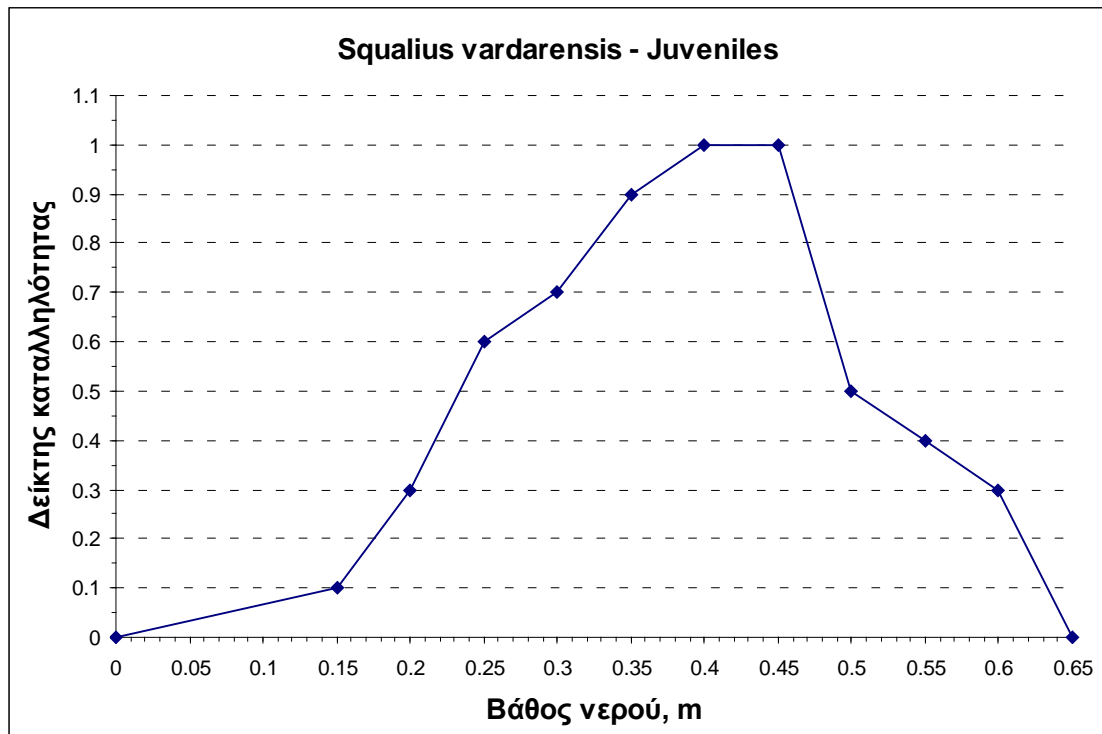
Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα της εξέτασης των οικολογικών απαιτήσεων των ειδών-στόχων σε υδραυλικές παραμέτρους και επιλέγονται τα είδη-στόχοι για τα οποία θα διερευνηθεί η ελάχιστη παροχή για την κάλυψη των απαιτήσεών τους σε νερό.

Είδη στόχοι ιχθυοπανίδας

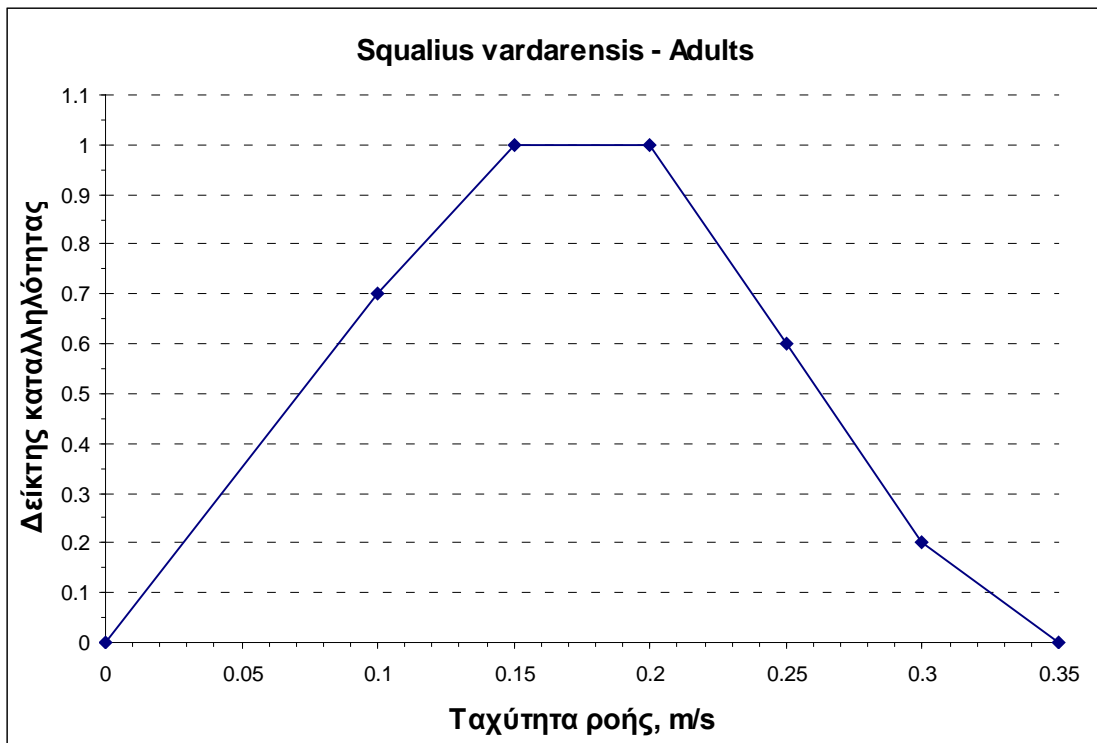
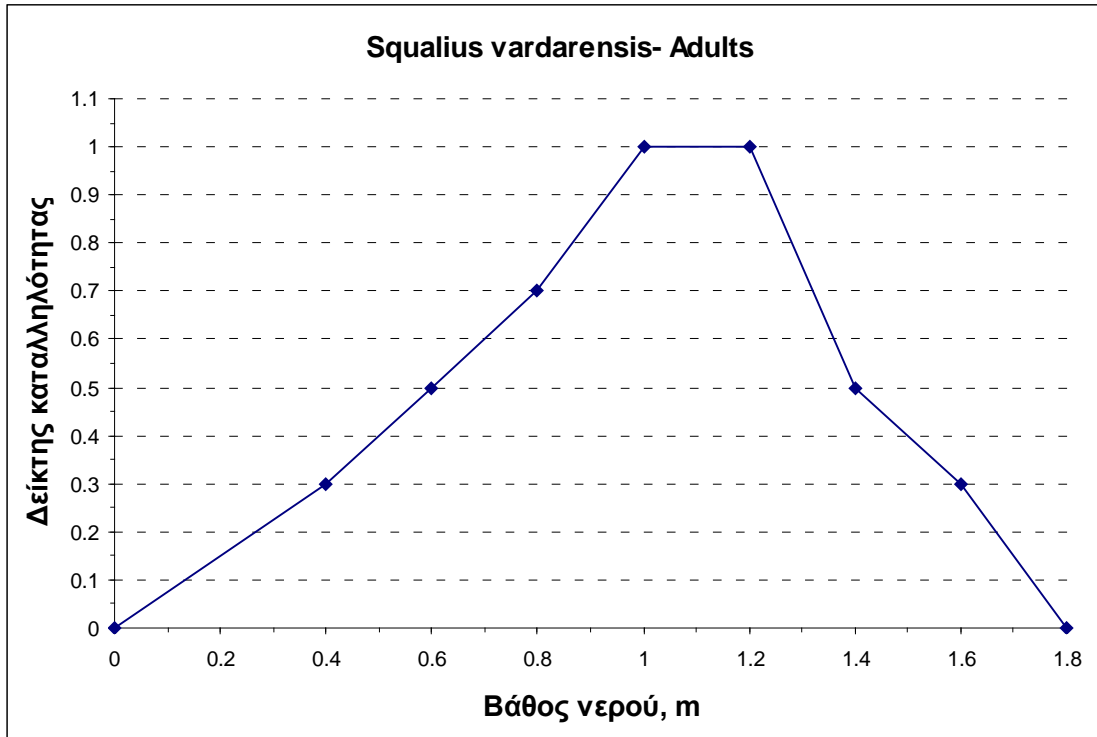
Στα Σχήματα 2 έως 4 δίνονται οι καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος για τα ανωτέρω είδη ψαριών.

Από τα ανωτέρω σχήματα γίνεται αντιληπτό ότι οι ανάγκες του είδους *R. meridionalis* τόσο σε βάθος (0.0 m έως 0.2 m) όσο και σε ταχύτητα ροής (0.0 - 0.3 m/s), θα καλύπτονται πάντοτε από μια ελάχιστη παροχή, η οποία θα υπολογίζονταν έτσι ώστε να καλύπτει τις αντίστοιχες ανάγκες σε βάθος (0.0 έως 0.65 m) και ταχύτητα ροής (0.0 έως 0.3 m/s) του είδους *S. vardarensis*.

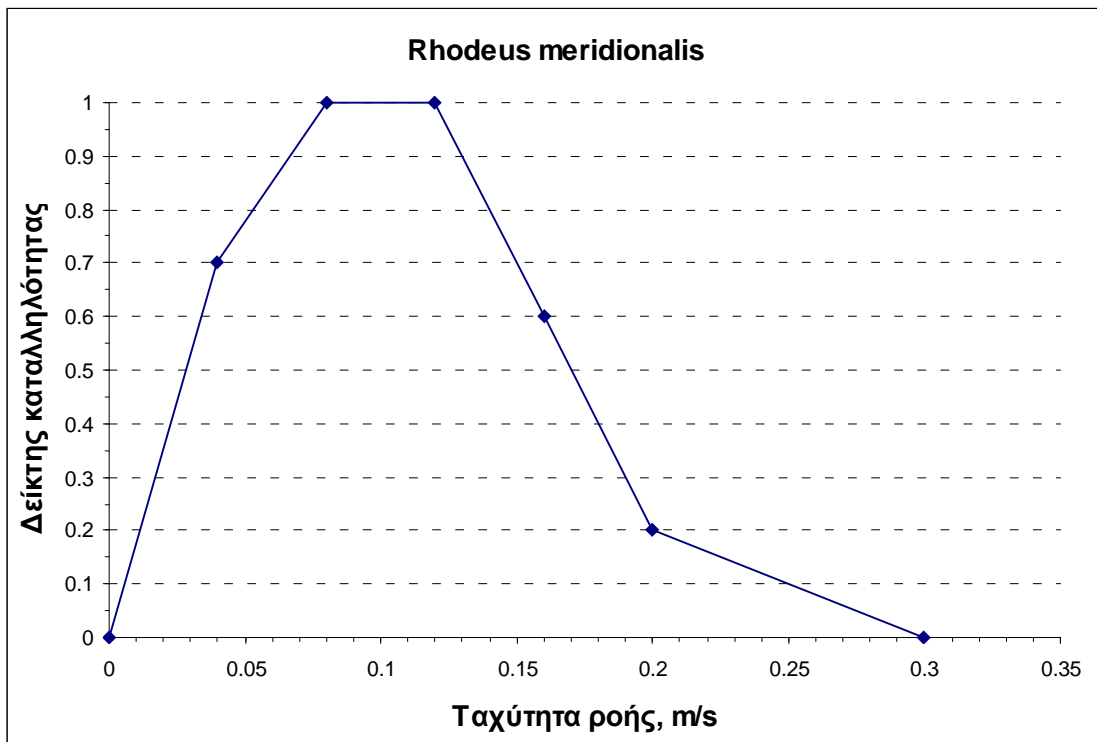
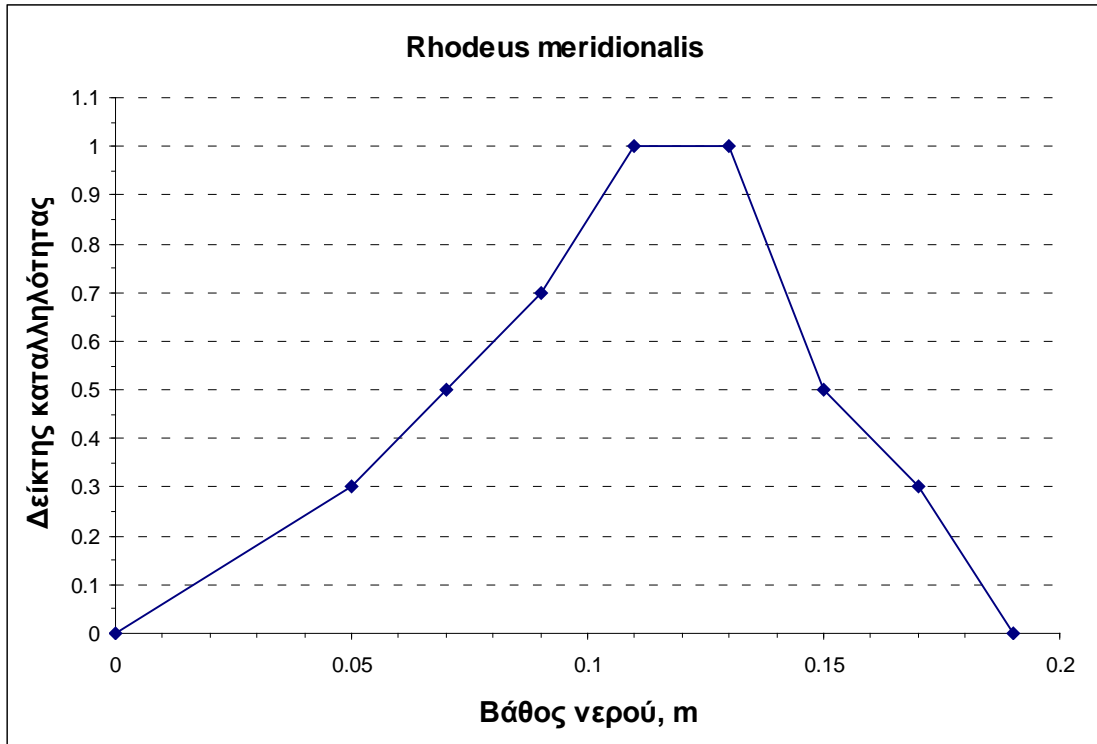
Κατά συνέπεια στο πλαίσιο του παρόντος και όσον αφορά στα είδη στόχους των ψαριών, θα διερευνηθεί μόνο η περίπτωση του είδους *S. vardarensis* για τα νεαρά και ενήλικα άτομα.



Σχήμα 2. Καμπύλες καταλληλότητας ως προς το βάθος και την ταχύτητα νερού, για τα νεαρά άτομα του είδους *S. vardarensis* στον ποταμό Αλιάκμονα.



Σχήμα 3. Καμπύλες καταλληλότητας ως προς το βάθος και την ταχύτητα νερού, για τα ενήλικα άτομα του είδους *S. vardarensis* στον ποταμό Αλιάκμονα.



Σχήμα 4. Καμπύλες καταλληλότητας ως προς το βάθος και την ταχύτητα νερού, για τα ενήλικα άτομα του είδους *R. meridionalis* στον ποταμό Αλιάκμονα.

Είδη στόχοι χλωρίδας

Από τη χωρική κατανομή του βάθους νερού στην περιοχή μελέτης, όπως αυτή υπολογίστηκε από την εφαρμογή του υδροδυναμικού ομοιώματος για παροχές έως και $50 \text{ m}^3/\text{s}$, προκύπτει ότι τα είδη *Juncus acutus*, και *Juncus maritimus* δεν επηρεάζονται. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1, οι περιοχές στις οποίες φύονται τα ανωτέρω είδη, λόγω του ανάγλυφου του εδάφους, δεν είναι δυνατό να κατακλυσθούν από μεγέθη παροχών της θερινής περιόδου. Εάν οι εν λόγω περιοχές κατακλύζονται από γλυκά ύδατα, τότε αυτό πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια μεγάλων παροχών του ποταμού, οι οποίες εμφανίζονται κατά τους χειμερινούς μήνες. Επιπλέον, από την έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στη Β' Φάση του έργου, προέκυψε ότι ο κύριος παράγοντας ο οποίος εκτιμάται να επηρεάζει την ανάπτυξή τους στις θέσεις δίπλα στο νερό, είναι η αλατότητα του εδάφους στο οποίο ριζοβολούν.

Με βάση τα ανωτέρω στο πλαίσιο του παρόντος **δεν** διερευνούνται ελάχιστες παροχές οι οποίες να καλύπτουν τις απαιτήσεις των ειδών είδη *Juncus acutus*, και *Juncus maritimus*.

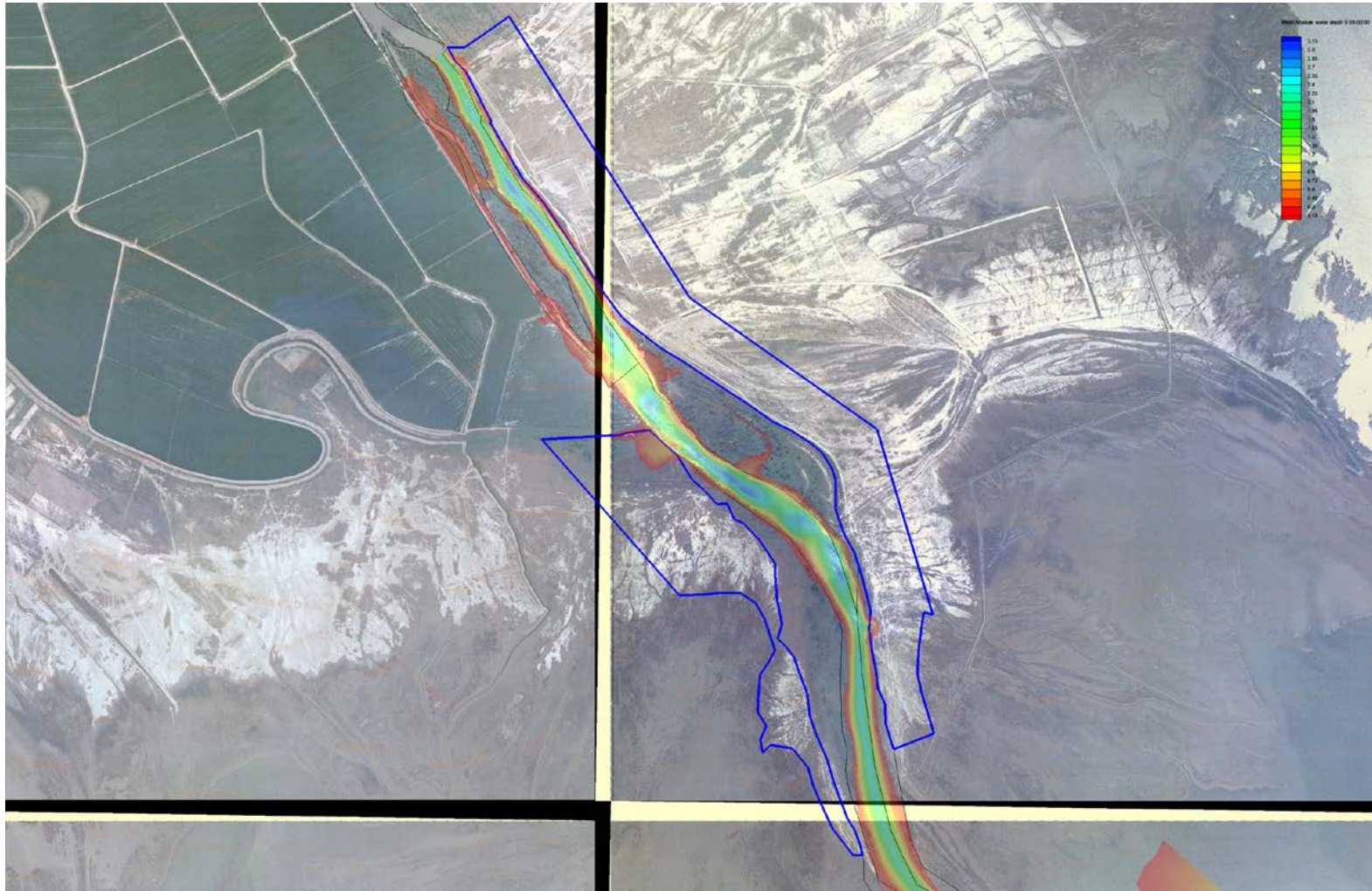
Τα είδη-στόχοι *Populus alba* L. (Λευκή Λεύκα), *Populus nigra* L. (Μαύρη Λεύκα), *Salix alba* L. (Λευκή ιτιά) και *Tamarix* (Αρμυρίκια) μαζί με άλλα δενδρώδη είδη, εντοπίζονται κατά μήκος των όχθων του ποταμού Αλιάκμονα, δημιουργώντας ένα σχετικά πυκνό παραπέτασμα (Παραδοτέο Β2: Χάρτης Β2.2). Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξή τους είναι το βάθος του υπεδάφιου ορίζοντα νερού, η αλατότητα του κορεσμένου εδάφους στις ρίζες τους (Σχήματα 5 έως 8) και η διάρκεια και η συχνότητα της πλημμυρικής περιόδου.

Στο πλαίσιο του παρόντος διερευνάται η ελάχιστη παροχή η οποία εξασφαλίζει το επιθυμητό βάθος του υπεδάφιου ορίζοντα νερού καθώς και την αλατότητα του κορεσμένου εδάφους στις ρίζες τους, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.

Για τις παραμέτρους αυτές γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές:

- α) Το έδαφος εντός της κοίτης των πλημμυρικών αναχωμάτων όπου και φύονται τα ανωτέρω είδη είναι αμμώδες έως υλιοαμμώδες και άρα η υπεδάφια στάθμη του νερού διαμορφώνεται από την ελεύθερη επιφάνεια της ροής του νερού εντός της κύριας κοίτης του ποταμού.
- β) Η αλατότητα του κορεσμένου εδάφους διαμορφώνεται (εμπλουτίζεται ή ξεπλένεται) και βρίσκεται σε ισορροπία με τη συγκέντρωση αλάτων στα ύδατα του ποταμού.

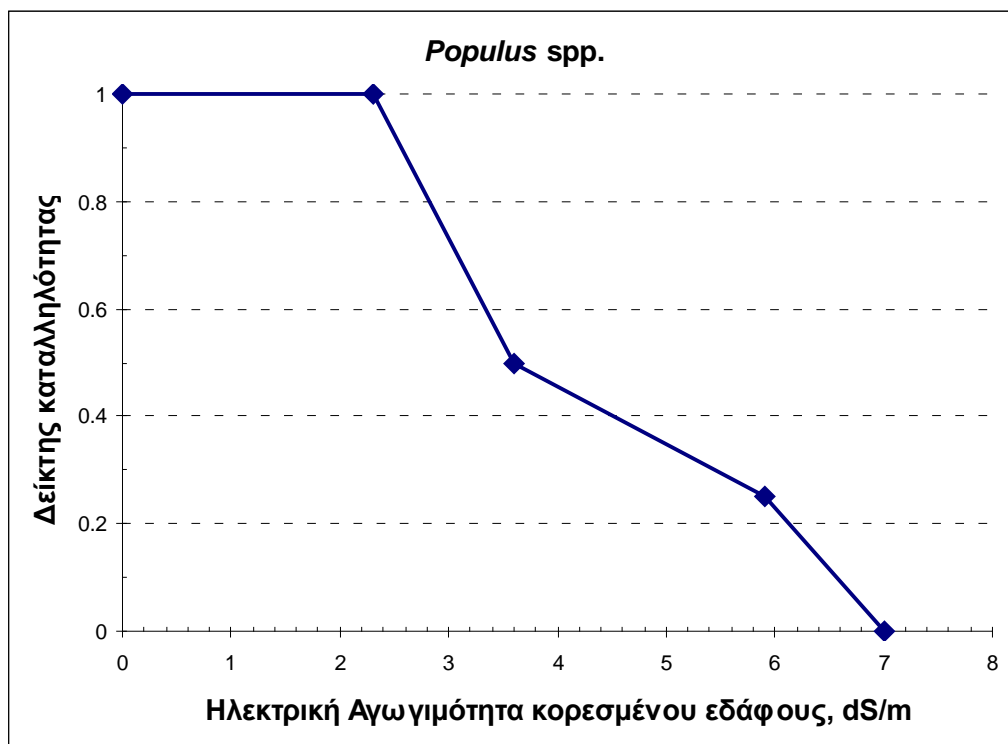
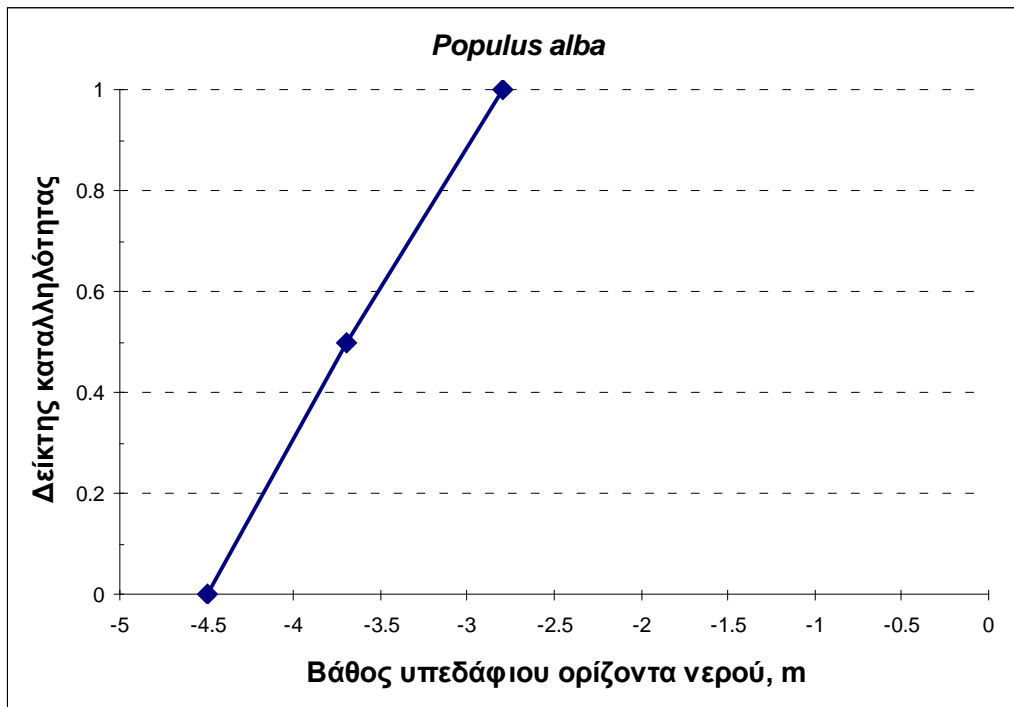
Όσον αφορά στις πλημμυρικές περιόδους, αυτές καθορίζονται (συχνότητα και διάρκεια), από παροχές κατά πολύ μεγαλύτερες των ελάχιστων θερινών, οι οποίες εμφανίζονται κατά τους χειμερινούς μήνες και δεν εξετάζονται στο πλαίσιο του παρόντος.



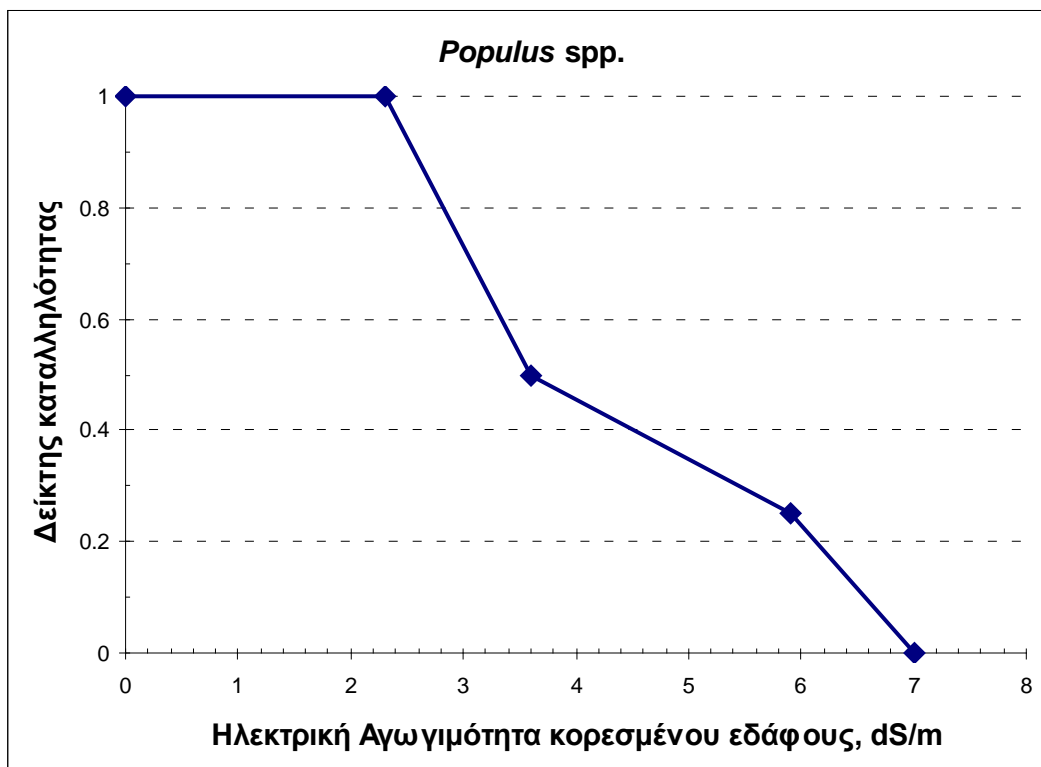
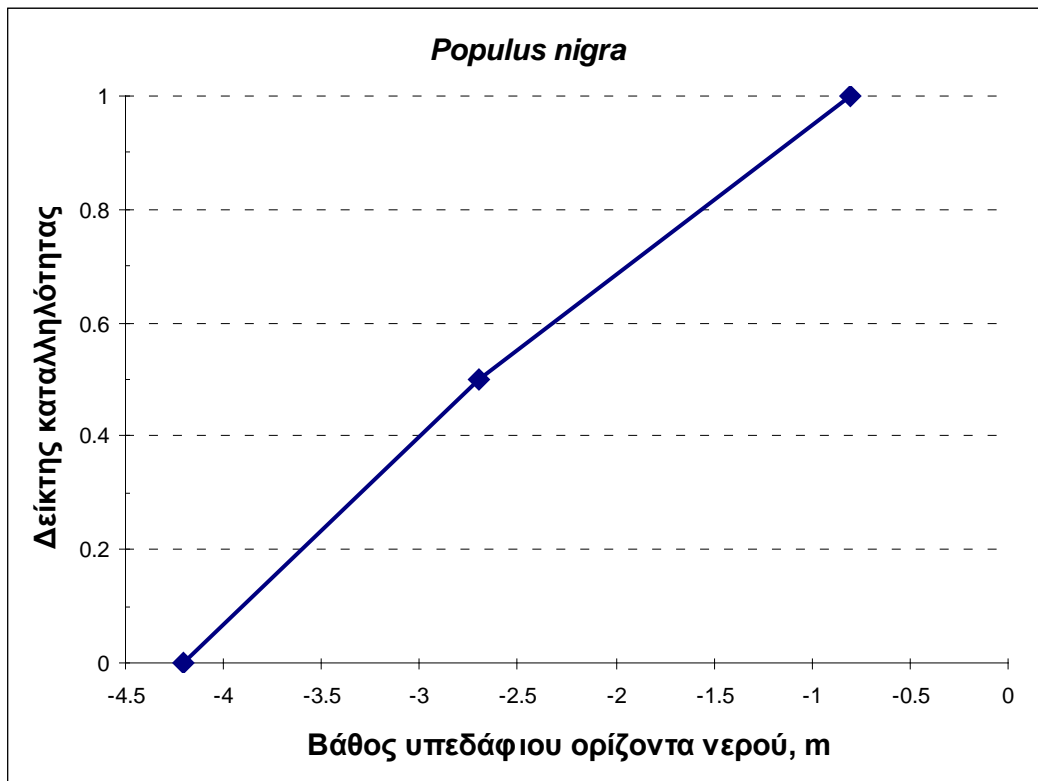
Εικόνα 1. Χωρική κατανομή του βάθους νερού στον π. Αλιάκμονα για παροχή $Q=50 \text{ m}^3/\text{s}$ και περιοχές (γαλάζιο χρώμα), όπου εκτείνονται τα είδη *Juncus acutus*, και *Juncus maritimus*

Το είδος-στόχος *Potamogeton nodosus Poir.* εντοπίζεται εντός του υδάτινου όγκου του ποταμού Αλιάκμονα, σε διακεκομμένες θέσεις πλησίον της ανατολικής όχθης του (Παραδοτέο Β2: Χάρτης Β2.2). Πρόκειται για ένα αποκλειστικά υδρόβιο φυτικό είδος των γλυκών νερών και ανήκει στα εφυδατικά, δηλαδή ριζοβολεί στον πυθμένα και χρησιμοποιεί τα βυθισμένα αλλά και επιπλέοντα φύλλα του για να φωτοσυνθέτει. Λόγω των παραπάνω, οι κύριοι υδρολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξή του είναι το βάθος του υδάτινου όγκου, η ταχύτητα ροής και η αλατότητα του νερού (Σχήμα 9).

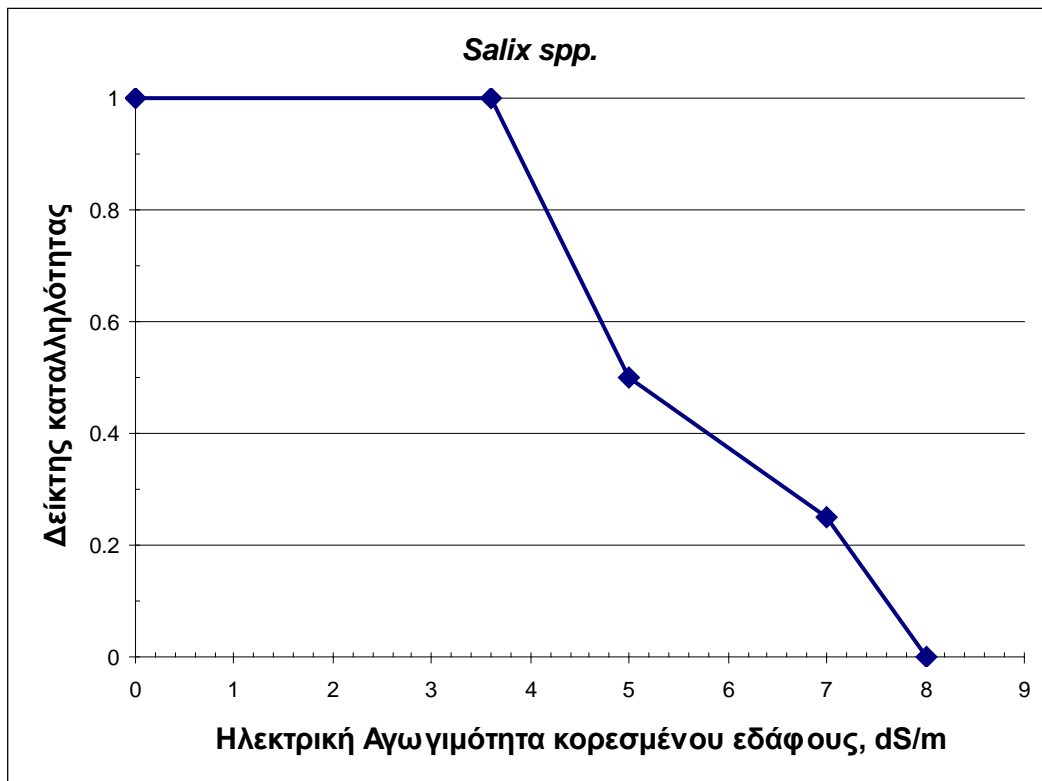
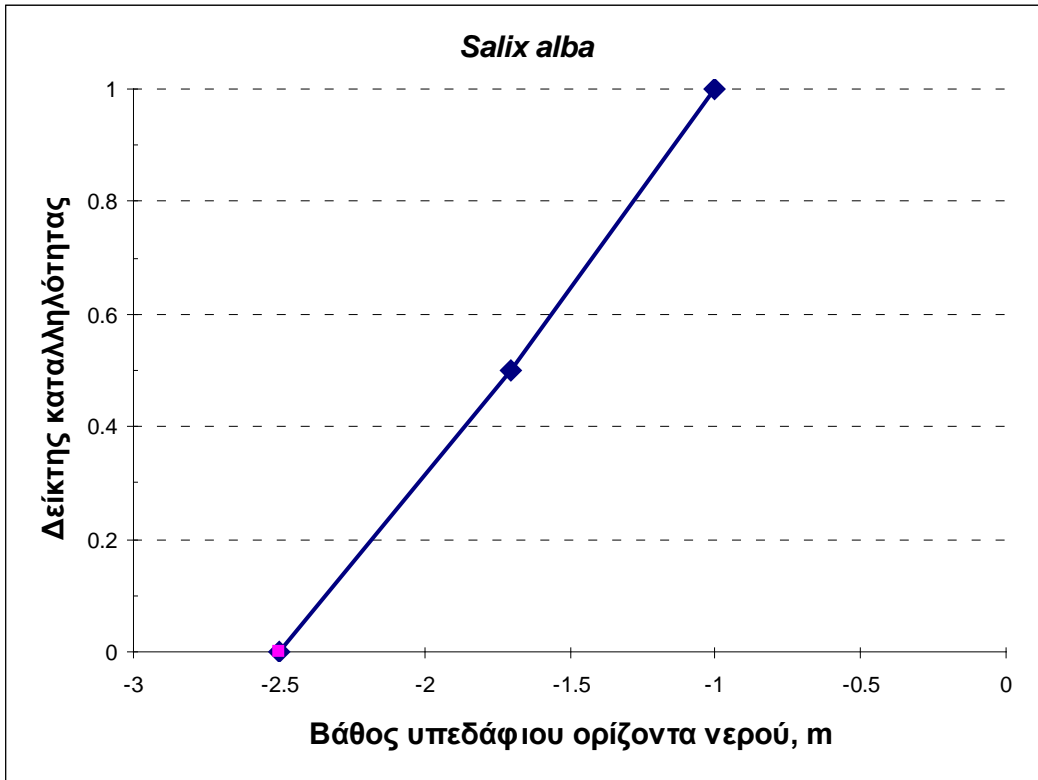
Στο πλαίσιο του παρόντος διερευνάται η ελάχιστη παροχή η οποία εξασφαλίζει τις ανωτέρω παραμέτρους, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.



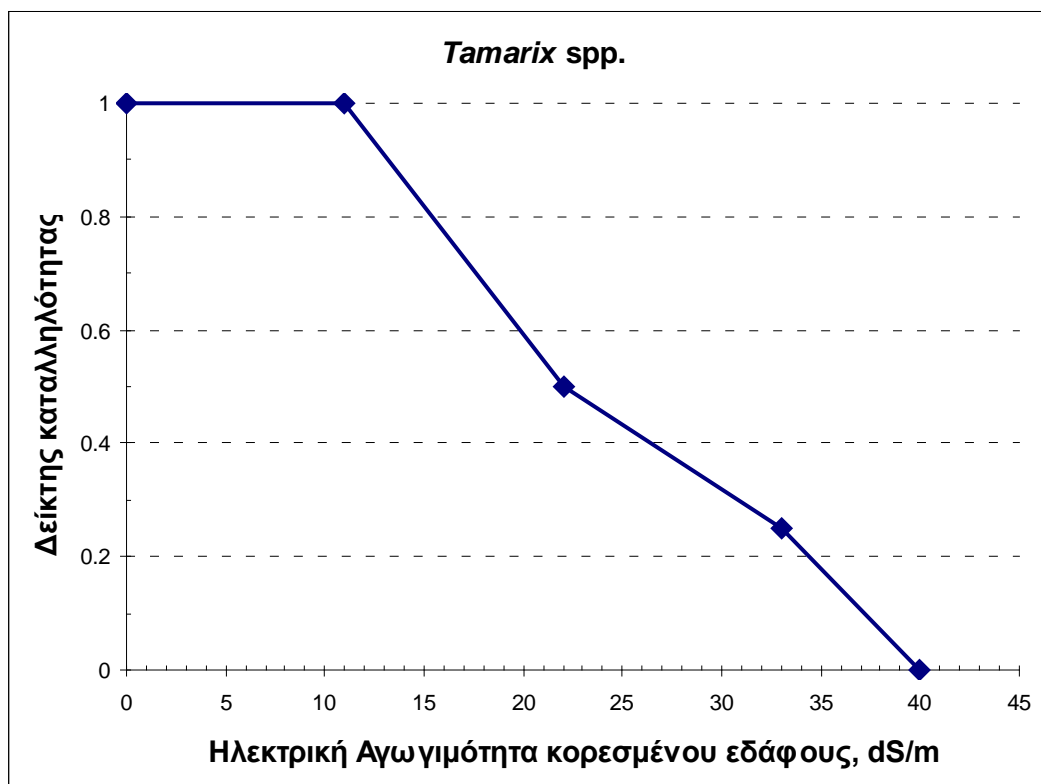
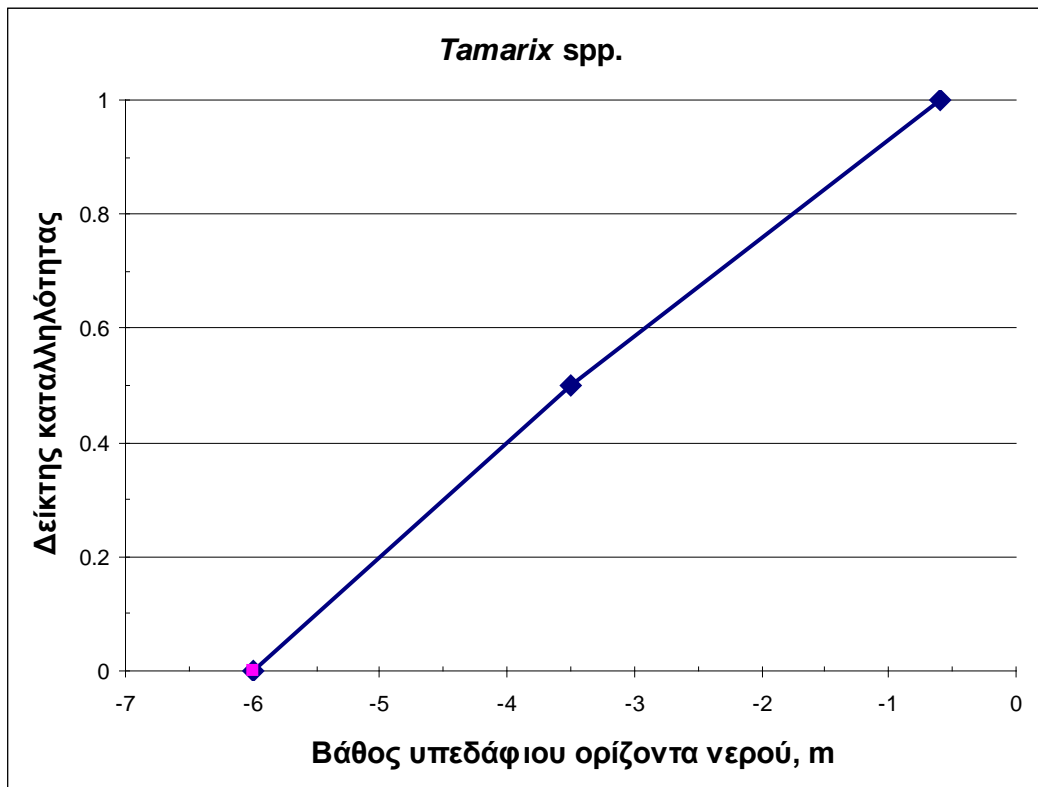
Σχήμα 5. Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος ως προς το βάθος του υπεδάφιου ορίζοντα και την ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμένου εδάφους στις ρίζες του είδους *Populus alba* στον ποταμό Αλιάκμονα.



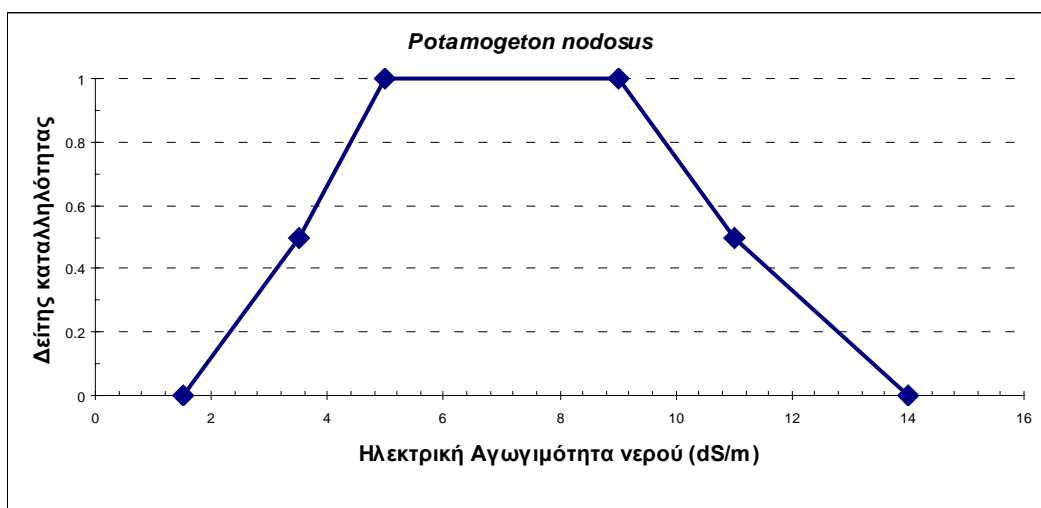
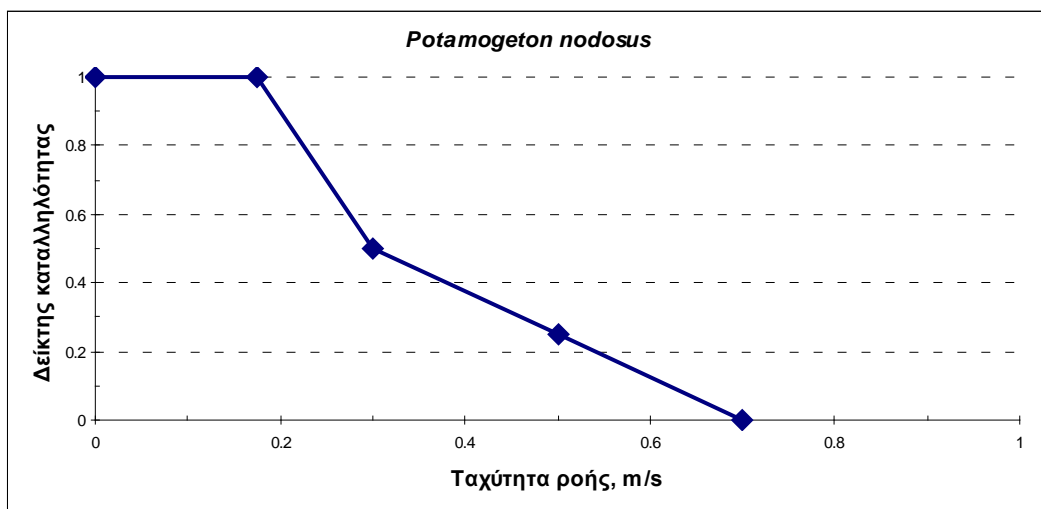
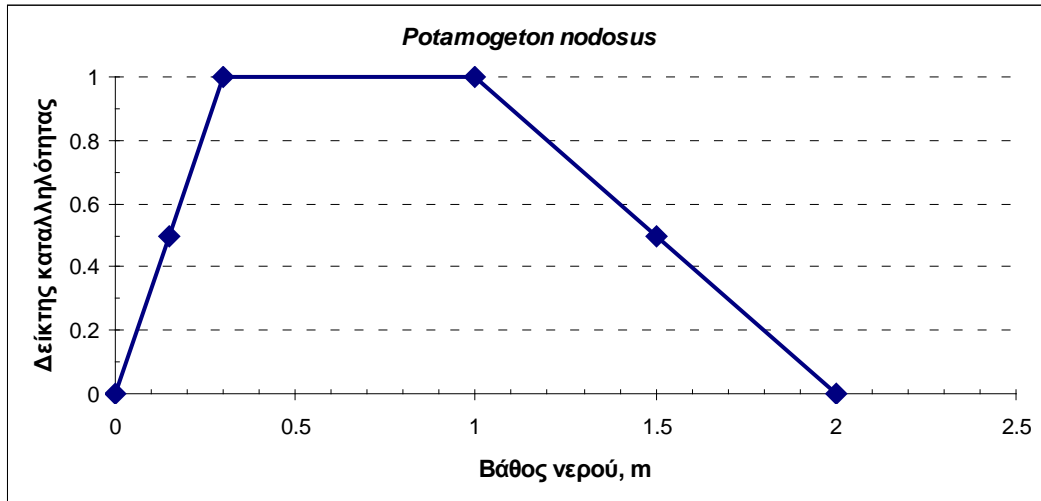
Σχήμα 6. Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος ως προς το βάθος του υπεδάφιου ορίζοντα και την ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμένου εδάφους στις ρίζες του είδους *Populus nigra* στον ποταμό Αλιάκμονα.



Σχήμα 7. Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος ως προς το βάθος του υπεδάφιου ορίζοντα και την ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμένου εδάφους στις ρίζες του είδους *Salix alba* στον ποταμό Αλιάκμονα.



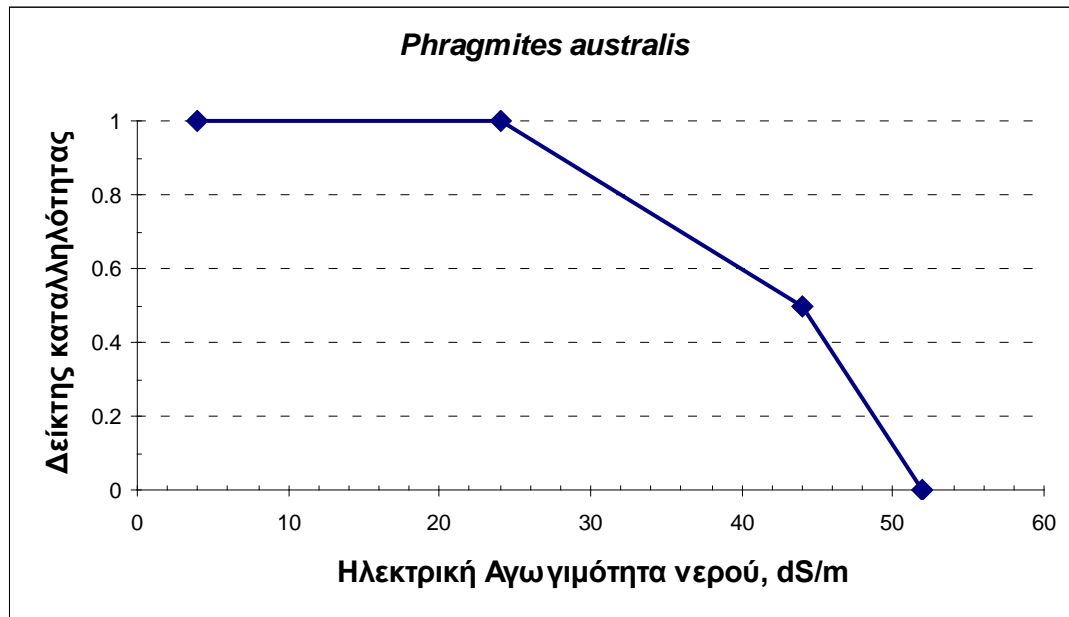
Σχήμα 8. Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος ως προς το βάθος του υπεδάφιου ορίζοντα και την ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμένου εδάφους στις ρίζες του είδους *Tamarix* στον ποταμό Αλιάκμονα.



Σχήμα 9. Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος ως προς το βάθος, την ταχύτητα και την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού, για το είδος *Potamogeton nodosus* Poir στον ποταμό Αλιάκμονα.

Το είδος *Phragmites australis* (νεροκάλαμο), εντοπίζεται στις όχθες των δελταϊκών απολήξεων του ποταμού Αλιάκμονα (Παραδοτέο Β2: Χάρτες Β2.1. και Β2.2). Το νεροκάλαμο σχηματίζει πυκνό καλάμωνα στις όχθες της περιοχής αλλά εισέρχεται και μέσα στον υδάτινο όγκο της κοίτης, στα σημεία όπου δημιουργείται ήπια κλίση. Οπότε, εκτιμάται ότι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης του νεροκάλαμου, στις περιοχές του δέλτα των ποταμών όπου εμφανίζεται, είναι η αλατότητα του νερού (Σχήμα 10).

Στο πλαίσιο του παρόντος διερευνάται η ελάχιστη παροχή η οποία εξασφαλίζει κατάλληλες τιμές αλατότητας για τη διαβίωση του είδους, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.



Σχήμα 10. Καμπύλη καταλληλότητας ενδιαιτήματος ως προς την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού, για το είδος *Phragmites australis* στον ποταμό Αλιάκμονα.

4. Εκτίμηση ελάχιστης οικολογικής παροχής

Το υδροδυναμικό ομοίωμα της υπό μελέτη περιοχής εφαρμόστηκε για σταθερή κάθε φορά παροχή εισόδου 15, 30, 40 και 50 m³/s. Κατά αυτό τον τρόπο προέκυψαν χωρικά κατανεμημένα στην κοίτη του ποταμού (σε κελιά 2m x 2m), τα βάθη και οι ταχύτητες νερού στην κοίτη του ποταμού για κάθε μια από τις παραπάνω τιμές παροχής.

Στη συνέχεια, οι τιμές του βάθους και της ταχύτητας ροής που αντιστοιχούν σε μια τιμή παροχής, με τη χρήση των καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος (HSC) για το υπό διερεύνηση είδος στόχο και στάδιο βιολογικής του ανάπτυξης, μετατράπηκαν σε τιμές δεικτών καταλληλότητας ενδιαιτήματος.

Οι ανωτέρω τιμές (δεικτών καταλληλότητας ενδιαιτήματος), συνδυάστηκαν μεταξύ τους (δείκτης βάθους x δείκτης ταχύτητας), οπότε προέκυψαν τιμές του συνδυασμένου δείκτη καταλληλότητας της περιοχής μελέτης.

Η χωρική κατανομή των τιμών του δείκτη αυτού, οριοθετεί τις εν δυνάμει κατάλληλες περιοχές όπου είναι δυνατό να βρεθεί το κάθε είδος στο στάδιο βιολογικής ανάπτυξης που βρίσκεται υπό την εξεταζόμενη κάθε φορά παροχή. Από τον πολλαπλασιασμό των τιμών του συνδυασμένου δείκτη καταλληλότητας με την επιφάνεια κάθε κελιού (4 m²) στο οποίο αντιστοιχεί, προέκυψε η Έκταση Χρησιμοποιήσιμης Επιφάνειας (EXE) του ενδιαιτήματος ανά κελί.

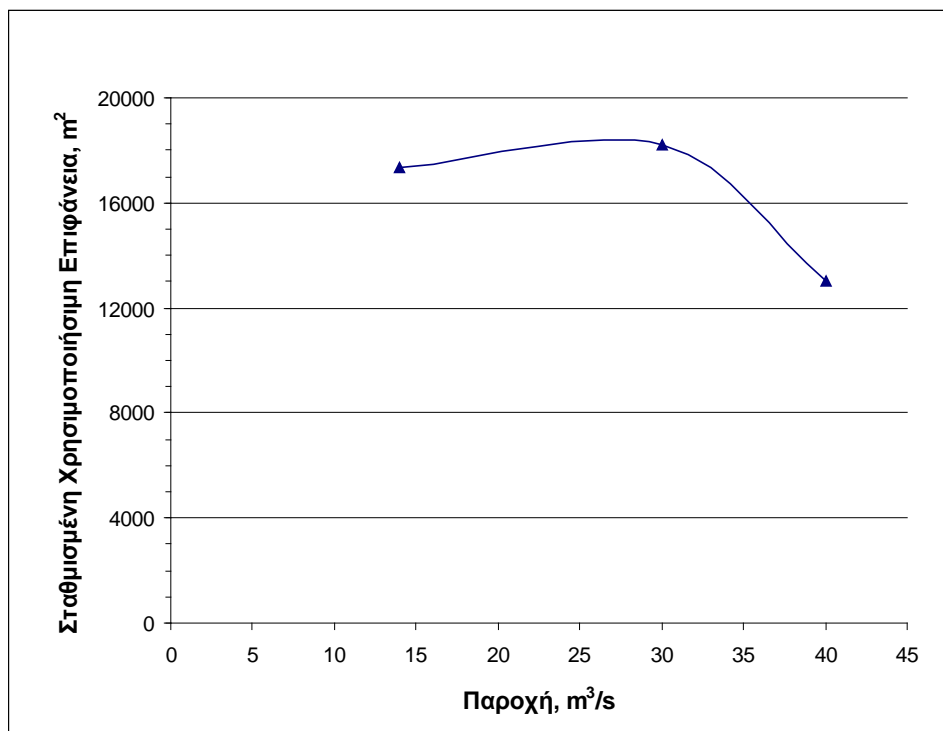
Η Σταθμισμένη Χρησιμοποιήσιμη Επιφάνεια (ΣΧΕ) για το συγκεκριμένο είδος και στάδιο ανάπτυξής του, υπό την αξιολογούμενη παροχή, προκύπτει από το άθροισμα των EXE όλων των κελιών τα οποία βρίσκονται εντός των ορίων του είδους στόχου, όπως αυτά καθορίστηκαν στη Β' Φάση.

Στα Σχήματα 11, 12 και 13 δίνονται οι καμπύλες της ΣΧΕ για τα είδη των ψαριών-στόχων και για το φυτικό είδος στόχο *Potamogeton nodosus*, και το εύρος των τιμών παροχής υπό τις οποίες προέκυψαν. Η παρατηρούμενη ομοιότητα των καμπυλών για τα είδη *Squalius vardarensis - Adults* και *Potamogeton nodosus* οφείλεται στο ότι αφενός τα είδη αυτά χωροθετούνται εντός της ίδιας περιοχής και αφετέρου έχουν παραπλήσιες ανάγκες σε ταχύτητα και βάθος ροής (δες Σχήματα 3 και 9).

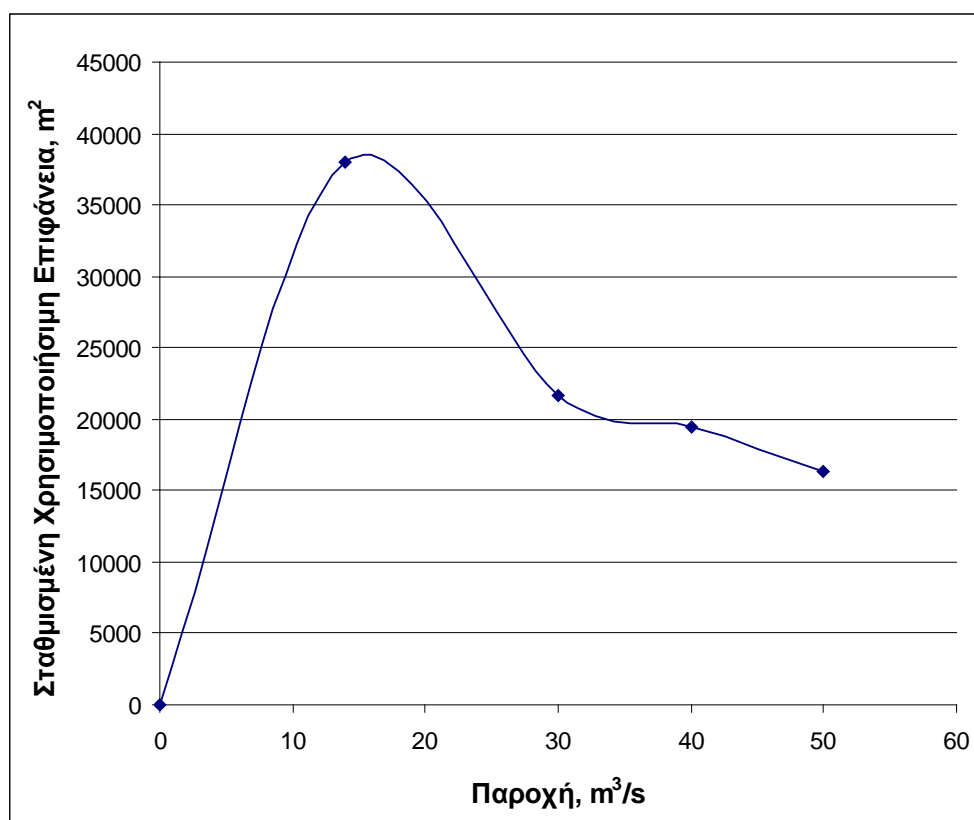
Από το Σχήμα 11 προκύπτει ότι η μέγιστη ΣΧΕ για τα νεαρά άτομα του είδους (*Squalius vardarensis - Juveniles*), επιτυγχάνεται όταν η παροχή είναι 30 m³/s. Παρόλα αυτά η πολύ μικρή κλίση της καμπύλης επιτρέπει την υιοθέτηση ακόμη μικρότερης παροχής, της τάξης των 20 m³/s με ελάχιστη απώλεια χρησιμοποιήσιμης επιφάνειας. Δεδομένου ότι το βιολογικό αυτό στάδιο ανάπτυξης του είδους εντοπίζεται στο χρονικό διάστημα από Αύγουστο έως Σεπτέμβριο, η ελάχιστη παροχή στο διάστημα αυτό θα πρέπει να κυμαίνεται στα 25 m³/s (\pm 5 m³/s).

Από το Σχήμα 12, προκύπτει ότι η μέγιστη ΣΧΕ, για τα ενήλικα άτομα του είδους (*Squalius vardarensis - Adults*), επιτυγχάνεται όταν η παροχή δεν είναι μικρότερη των 15 m³/s. Δεδομένου ότι τα ενήλικα άτομα του είδους αναπαράγονται στο χρονικό διάστημα από Μάιο έως Ιούλιο, η ελάχιστη παροχή στο διάστημα αυτό δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 15 m³/s.

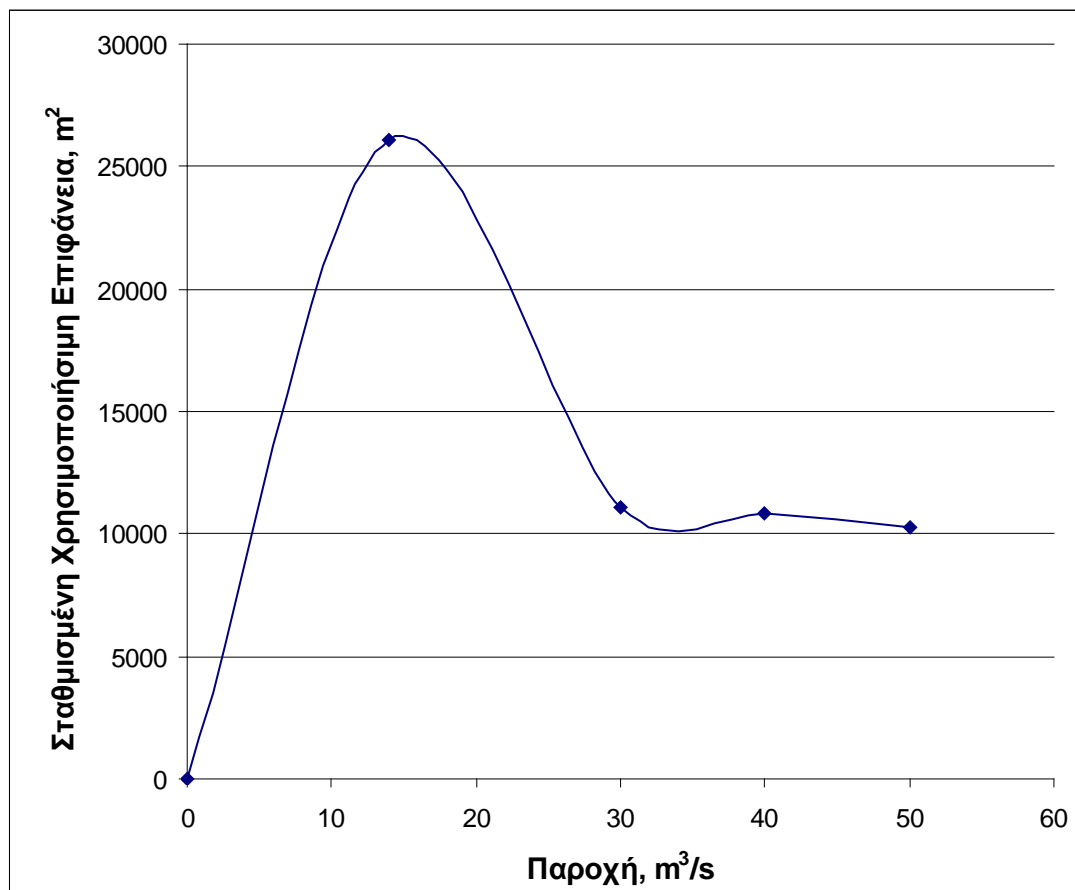
Το ίδιο ύψος παροχής (15 m³/s) εξασφαλίζει επίσης τη μέγιστη χρησιμοποιήσιμη επιφάνεια και για το φυτικό είδος *Potamogeton nodosus* (Σχήμα 13).



Σχήμα 11 Καμπύλη της σταθμισμένης χρησιμοποιήσιμης επιφάνειας (ΣΧΕ) του είδους *Squalius vardarensis* - *Juveniles*



Σχήμα 12 Καμπύλη της σταθμισμένης χρησιμοποιήσιμης επιφάνειας (ΣΧΕ) του είδους *Squalius vardarensis* - *Adults*



Σχήμα 13. Καμπύλη της σταθμισμένης χρησιμοποιήσιμης επιφάνειας (ΣΧΕ) του φυτικού είδους *Potamogeton nodosus*

*Με βάση τα ανωτέρω, για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των ειδών *Squalius vardarensis* (αμφότερα τα στάδια ενηλίκων και νεαρών) και *Potamogeton nodosus* σε βάθος νερού και ταχύτητα ροής, προτείνεται η ελάχιστη παροχή κατά το διάστημα Μάιος - Ιούλιος, να μην είναι μικρότερη των 15 m³/s και κατά το χρονικό διάστημα Αύγουστος - Σεπτέμβριος να κυμαίνεται στα 20 m³/s.*

Στο Σχήμα 14 δίνεται το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης στον ποταμό για παροχή Q=15 m³/s (την ελάχιστη απαιτούμενη για τα είδη ψαριών). Επιπλέον δίνονται τα υψόμετρα του εδάφους στις θέσεις παρακολούθησης (ALI_1 έως ALI_6), οι οποίες βρίσκονται στο ίδιο υψομετρικό επίπεδο όπου φύονται τα είδη στόχοι της χλωρίδας. Με βάση τις απαιτήσεις των ειδών αυτών σε βάθος υπεδάφιου ορίζοντα νερού και τις παραδοχές που έγιναν στο Κεφ. 3, προκύπτουν τα ακόλουθα:

Populus alba L: Με απαιτήσεις σε βάθος υπεδάφιου ορίζοντα από -2.75 m (δείκτης καταλληλότητας 1) έως -4.5 m (όριο εύρους ανοχής), παρουσιάζει σχετικά καλή ανάπτυξη μέχρι το βάθος των 3,7 m. Κατά συνέπεια το είδος αυτό δεν αντιμετωπίζει προβλήματα υπό την εξεταζόμενη παροχή.

Populus nigra L.: Με απαιτήσεις σε βάθος υπεδάφιου ορίζοντα από -4.25 m (όριο εύρους ανοχής) έως -1.0 m (δείκτης καταλληλότητας 1), μπορεί να αναπτυχθεί αρκετά

καλά μέχρι το βάθος των 2,7 m. Κατά συνέπεια το είδος δεν αναμένεται να αντιμετωπίσει προβλήματα υπό την εξεταζόμενη παροχή.

Salix alba : Με απαιτήσεις σε βάθος υπεδάφιου ορίζοντα από -2.5 m (όριο εύρους ανοχής) έως -1.0 m (δείκτης καταλληλότητας 1), έχει μία σχετικά καλή ανάπτυξη σε βάθη μέχρι 1,7 m. Κατά συνέπεια ούτε το είδος αυτό αναμένεται να αντιμετωπίσει προβλήματα υπό την εξεταζόμενη παροχή.

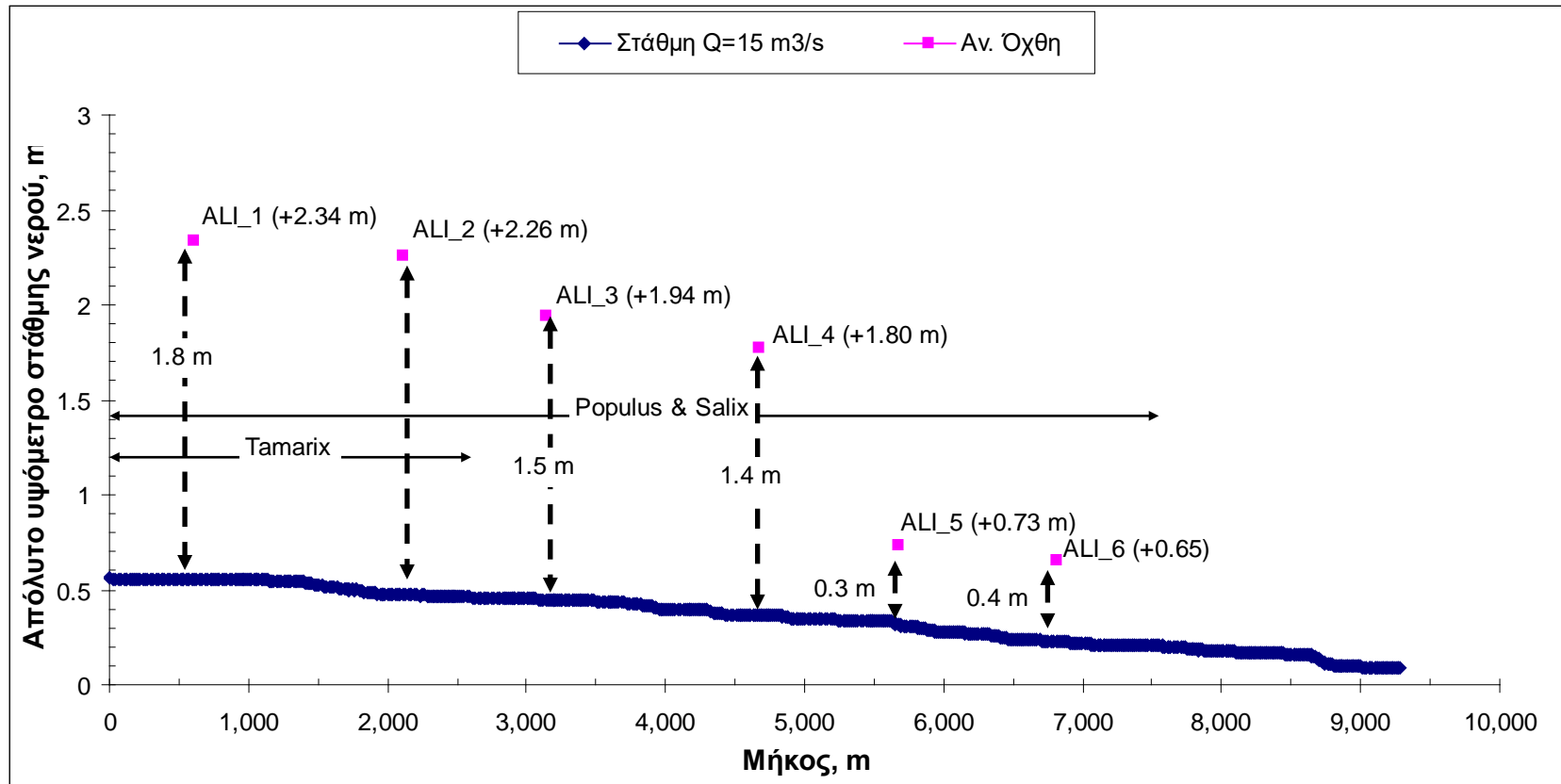
Tamarix : Με απαιτήσεις σε βάθος υπεδάφιου ορίζοντα από -6.0 m (όριο εύρους ανοχής) έως -0.6 m (δείκτης καταλληλότητας 1), παρουσιάζει σχετικά καλή ανάπτυξη μέχρι το βάθος των 3,5 m. Κατά συνέπεια το είδος δεν αναμένεται να αντιμετωπίσει προβλήματα υπό την εξεταζόμενη παροχή.

Με βάση τα ανωτέρω, οι απαιτήσεις των φυτικών ειδών-στόχων ως προς το βάθος του υπεδάφιου ορίζοντα του νερού δεν φαίνεται να αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για τον καθορισμό της ελάχιστης παροχής στο επίπεδο των 15 m³/s.

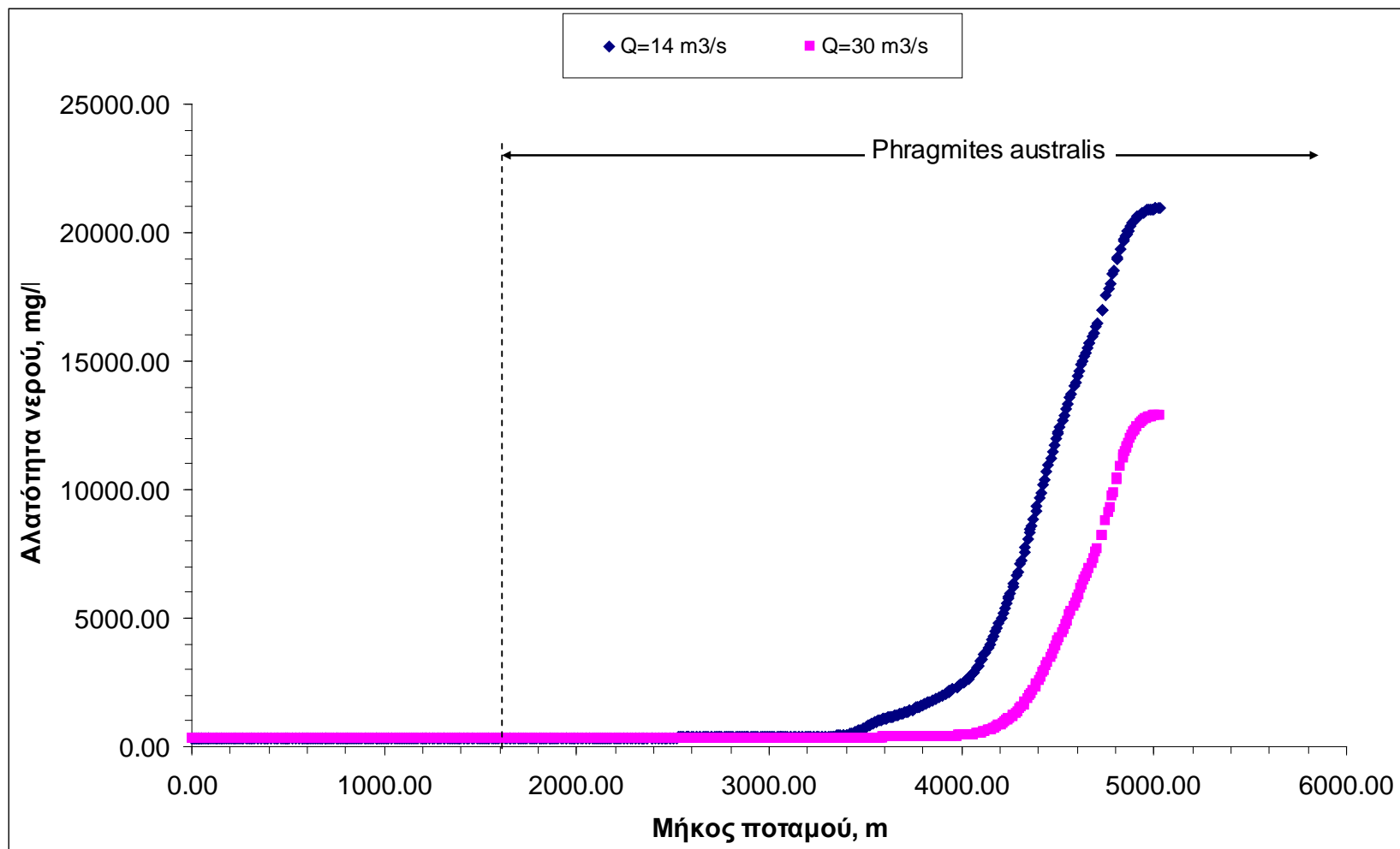
Κατά συνέπεια, για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των φυτικών ειδών-στόχων σε βάθος υπεδάφιου ορίζοντα νερού, προτείνεται η διατήρηση μιας ελάχιστης παροχής στον ποταμό, τουλάχιστον της τάξης των 15 m³/s για την περίοδο Ιούνιος - Σεπτέμβριος.

Για τη διερεύνηση της επίδρασης της αλατότητας στα είδη στόχους, λαμβάνεται υπόψη η μικρότερη απαιτούμενη παροχή των 15 m³/s η οποία καθορίζεται από το είδος *Squalius vardarensis* (ενήλικο στάδιο). Με βάση τις μετρήσεις αλατότητας οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου, επισημαίνεται ότι για παροχή 15 m³/s δεν υφίσταται είσοδος της θαλάσσιας σφήνας μέχρι και τη διατομή ALI 6. Κατά συνέπεια η αλατότητα έως και τη συγκεκριμένη θέση δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για κανένα από τα είδη-στόχους. Κατάντη της θέσης ALI 6, από τα είδη-στόχους απαντά μόνο το είδος *Phragmites australis*. Οι άριστες συνθήκες ανάπτυξης του νεροκάλαμου απαιτούν νερό με ηλεκτρική αγωγιμότητα η οποία κυμαίνεται μεταξύ 2600-16250 mg/l, ενώ σχετικά καλή ανάπτυξη εμφανίζει και σε νερό αγωγιμότητας 16250-28600 mg/l. Η περιοχή στόχος στην οποία φύτευται, βρίσκεται μεταξύ της θέσης δειγματοληψίας ALI_5 και την εκβολή του ποταμού στη θάλασσα. Από το Σχήμα 15 γίνεται αντιληπτό ότι ούτε το συγκεκριμένο είδος αντιμετωπίζει πιέσεις λόγω της αλατότητας, καθώς τα επίπεδα αυτής δεν υπερβαίνουν τα 25000 mg/l για παροχή 15 m³/s.

Βάσει της ανωτέρω ανάλυσης, για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των φυτικών ειδών-στόχων ως προς την αλατότητα των υδάτων, προτείνεται η διατήρηση μιας ελάχιστης παροχής στον ποταμό, τουλάχιστον της τάξης των 15 m³/s για την περίοδο Ιούνιος - Σεπτέμβριος.



Σχήμα 14 Μεταβολή του υπεδάφιου ορίζοντα του νερού στις περιοχές των ειδών *Populus alba* L., *Populus nigra* L., και *Salix alba* L., σε σχέση με τη στάθμη του νερού στον π. Αλιάκμονα, για παροχή $Q=15 \text{ m}^3/\text{s}$.



Σχήμα 15 Μεταβολή της αλατότητας των υδάτων κατά μήκος του π. Αλιάκμονα (στην περιοχή ανάπτυξης του ομοιώματος ποιότητας νερού) για παροχές $Q=15 \text{ m}^3/\text{s}$ και $Q=30 \text{ m}^3/\text{s}$

Στον Πίνακα 1 δίνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις σε παροχή κατά τη διάρκεια των μηνών Μάιος - Σεπτέμβριος, όπως αυτές προέκυψαν από την ανάλυση των απαιτήσεων των ειδών.

Πίνακας 1. Ελάχιστη απαιτούμενη παροχή για τα είδη στόχους, στον π. Αλιάκμονα

| Είδος στόχος | Απαιτούμενη Ελάχιστη Παροχή, m ³ /s | | | | |
|-----------------------------------|--|---------|---------|-----------|-------------|
| | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος |
| <i>Squalius vardarensis</i> | ≥ 15 | ≥ 15 | ≥ 15 | 20 | 20 |
| <i>Potamogeton</i> | ≥ 15 | ≥ 15 | ≥ 15 | 20 | 20 |
| <i>Populus alba</i> <i>L.</i> | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| <i>Populus nigra</i> <i>L.</i> | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| <i>Salix alba</i> | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| <i>Phragmites australis</i> | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| <i>Tamarix spp.</i> | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

Με βάση τον πίνακα 1, προτείνεται η ελάχιστη οικολογική παροχή στον π. Αλιάκμονα, να διαμορφωθεί ως ακολούθως:

- Χρονικό διάστημα Μάιος - Ιούλιος: ≥ 15 m³/s
- Χρονικό διάστημα Αύγουστος - Σεπτέμβριος: 20 m³/s

Βιβλιογραφία

- Ban, X., Du, Y., Liu, H. Z. and Ling, F. (2011), Applying instream flow incremental method for the spawning habitat protection of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). *River Res. Applic.*, 27: 87–98. doi: 10.1002/rra.1341
- Beaton Andrew D.J. 2012. Testing and Refining a Unique Approach for Setting Environmental Flow and Water Level Targets for a Southern Ontario Subwatershed. A Thesis presented to The University of Guelph. 220 p.
- Βλασταρά, Μαρριάννα, Αγγελική Σταυράτη, Ι. Μουλατσιώτης, Κ. Νικολόπουλος, Λίζα Μπενσασσών και Α. Αλεξόπουλος. 2006. Υδατικά ισοζύγια (ως §Α.2.5 του Παραρτήματος της ΕΣΥ). Τόμος ΙΙΙ. Υδατικό διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας, Α' Φάση του έργου "Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων υδατικών διαμερισμάτων Δυτικής Μακεδονίας, Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης". Τεύχος Α06/3. Υπουργείο Ανάπτυξης, Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών πόρων και Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη. 258 σελ + Χάρτες.
- Γεράκης, Π.Α., Σ. Τσιούρης και Βασιλική Τσιαούση (συντονιστές έκδοσης). 2007. Υδατικό καθεστώς και βιωτή υγροτόπων-Προτεινόμενη ελάχιστη στάθμη λιμνών και παροχή ποταμών Μακεδονίας και Θράκης. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας/Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων. Θέρμη. 256 σελ.
- Δημητριάδης, Ξ. 1995. Μέθοδος βελτίωσης της αρδευτικής αποδοτικότητας στα αρδευτικά δίκτυα Αξιού και η σημασία της για τις φυσικές υγροτοπικές περιοχές του Δέλτα. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ και Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). 40 σελ.
- King, J., R. Tharme and C. Brown. 1999. Definition and implementation of instream flows. Cape Town World Commission on Dams. WCD Thematic Report Environmental Issues II.I.
- King JM, RE Tharme & MS de Villiers. (Editors). 2008. ENVIRONMENTAL FLOW ASSESSMENTS FOR RIVERS:MANUAL FOR THE BUILDING BLOCK METHODOLOGY (Updated Edition). Report to the Water Research Commission by Freshwater Research Unit University of Cape Town.
- Louise Korsgaard. 2006. Environmental Flows in Integrated Water Resources Management: Linking Flows, Services and Values. Ph.D.Thesis. Institute of Environment & Resources. Technical University of Denmark.
- Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Θεσσαλονίκης (ΝΑΘ). 1999. Περιβαλλοντική αποκατάσταση Δέλτα Αξιού και Θερμαϊκού Κόλπου με την ορθή διαχείριση των εδαφοϋδατικών πόρων και ανακαίνιση και εκσυγχρονισμό των αρδευτικών δικτύων. Γαλλής Κ., (υπεύθ. Μελέτης). Προκαταρκτική μελέτη, 99 σελ.
- Pacheco J. & H. Beecher 2010. Frequently Asked Questions on IFIM. Water Resources Program. Publication Number: Q-WR-95-104 (8/95; rev. 2/10). Department of Ecology. State of Washington.
- Rushton, C.D. 2000. Instream flows in the State of Washington: Past, present and future. Washington Ecology draft.