



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 3ο

Λιμνοθάλασσα Κίτρους

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 Χατζηχαραλάμπους Ε. 2015. Προτάσεις ελάχιστης παροχής για τους ποταμούς Αξιό και Αλιάκμονα και διακύμανση της λιμνοθάλασσας Κίτρος. Τεύχος 3: Λιμνοθάλασσα Κίτρος. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη. 17 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 Kitros lagoon. Part 3: Kitros Lagoon. Greek Biotope Wetland Centre. Thermi, Greece. 17 p.

ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Παπαδήμος Δημήτριος:	Υπεύθυνος έργου
Χατζηχαράλαμπος Έλενα:	Επιστήμονας ειδική στη διατήρηση της βιοποικιλότητας
Φυτώκα 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	1
1.1. Το πλαίσιο εκτίμησης της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο Δέλτα Αξιού – Λουδία - Αλιάκμονα	1
1.2. Η μεθοδολογική προσέγγιση της εκτίμησης της οικολογικής παροχής στο Εθνικό Πάρκο	2
2. Υπερετήσια στάθμη λιμνοθάλασσας	5
3. Επιλογή ειδών στόχων και καθορισμός ελάχιστης στάθμης της λιμνοθάλασσας.....	7
4. Εκτίμηση ελάχιστης οικολογικής στάθμης.....	9
Βιβλιογραφία	11

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» αποσκοπούσε 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. Για την επίτευξη του σκοπού, 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 λιμνοθάλασσα Κίτρους.

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 για μεν τους ποταμούς με την μεθοδολογία της Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής (Instream Flow Incremental Methodology-IFIM) η οποία ανήκει στην κατηγορία μεθόδων της

Προσομοίωσης Ενδιαιτημάτων (Γεράκης, Τσιούρης & Τσιαούση 2007, Beaton 2012), για δε τη λιμνοθάλασσα Κίτρος με τη γνώση και γνώμη των ειδικών επιστημόνων λόγω απουσίας των βασικών υδραυλικών και υδροχημικών δεδομένων προς ανάλυση (Γεράκης, Τσιούρης & Τσιαούση 2007).

Οι μέθοδοι προσομοίωσης ενδιαιτημάτων αποτελούνται από δυο συστατικά μέρη, το υδραυλικό και αυτό του ενδιαιτήματος. Στο μέρος της μεθόδου που σχετίζεται με το ενδιαίτημα, παρέχεται η σχετική βιολογική πληροφορία υπό τη μορφή κριτηρίων καταλληλότητας ενδιαιτήματος (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 ενδιαιτημάτων (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 ενδιαιτήματος 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 ενδιαιτημάτων 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 εφαρμοστήκε), 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 ενδιαιτημάτων (δηλαδή μεθόδων που συνεξετάζουν το υδραυλικό σκέλος του ποταμού

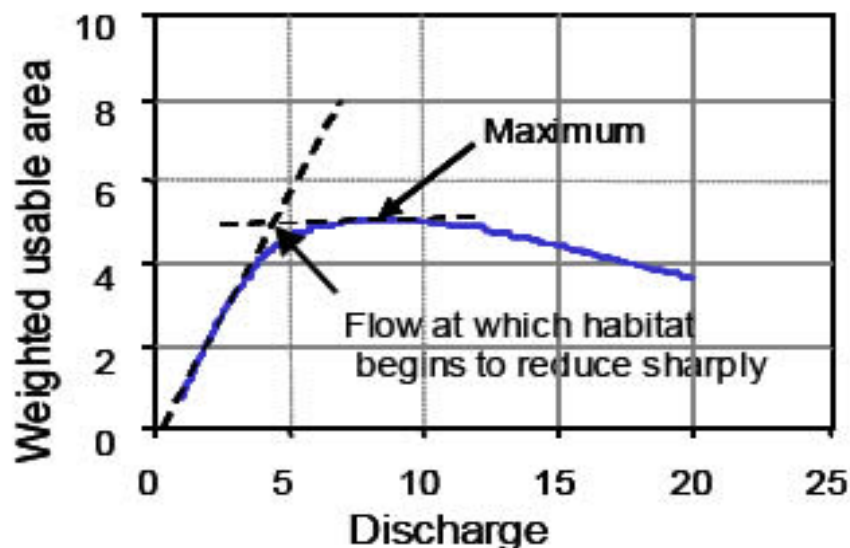
²<https://circabc.europa.eu/sd/a/4063d635-957b-4b6f-bfd4-b51b0acb2570/Guidance%20No%2031%20-%20Ecological%20flows%20%28final%20version%29.pdf>

με αυτό του ενδιαίτηματος) 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).

Από τεχνικής άποψης η μέθοδος:

- ✓ Αποτελεί συνδυασμό ομοιωμάτων (μοντέλων) τα οποία υπολογίζουν τη μεταβολή της έκτασης του ενδιαίτηματος 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 καμπής 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 καθοριστεί 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 καθοριστεί η παροχή στην οποία αντιστοιχεί μια ελάχιστη αποδεκτή ΣΧΕ, εκφρασμένη σε απόλυτους όρους.

2. Υπερετήσια στάθμη λιμνοθάλασσας

Η λιμνοθάλασσα της Αλυκής Κίτρους έχει έκταση περίπου 1590 στρέμματα, και είναι σχεδόν αποκομμένη από τη θάλασσα, καθώς το θαλασσίνο νερό μπαίνει από ένα πολύ μικρό κανάλι πλάτους 6 μ., στο οποίο η ροή του θαλασσινού νερού ελέγχεται από ένα μικρό θυρόφραγμα. Η λιμνοθάλασσα χρησιμοποιείται για την αποθήκευση θαλασσινού νερού προς χρήση από τις αλυκές.

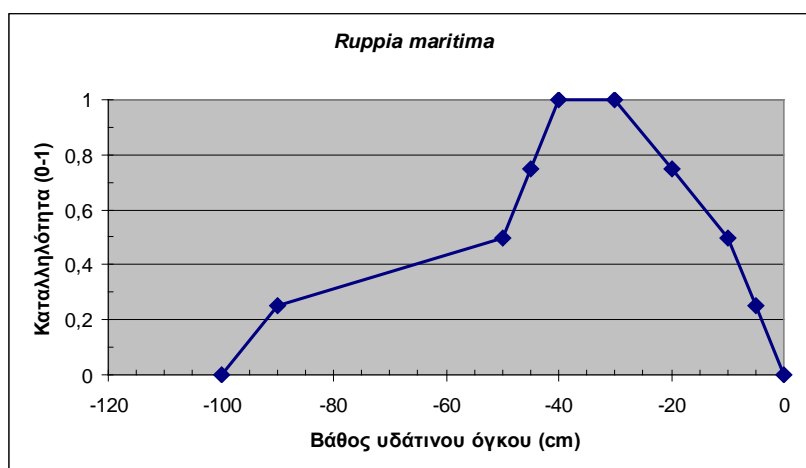
Η καλλιεργητική περίοδος, το χρονικό διάστημα δηλαδή κατά το οποίο η διεργασία παραγωγής άλατος βρίσκεται σε εξέλιξη στην αλυκή, αρχίζει το Μάρτιο με Απρίλιο και τελειώνει κατά κανόνα έως το τέλος Οκτωβρίου, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Κατά την περίοδο αυτή, εισροές νερού στη λίμνη γίνονται κυρίως κατά τη διάρκεια της παλίρροιας (και υπό συνθήκες, με άντληση) και ελέγχονται με θυρόφραγμα. Ειδικότερα, επιδιώκεται ένα μέσο βάθος νερού στη λίμνη 20 - 30 cm (το οποίο κατά θέσεις μπορεί να φτάνει και τα 50 cm), ώστε να μεγιστοποιείται η δέσμευση της θερμότητας από την ηλιακή ακτινοβολία. Στη συνέχεια, το νερό (άλμη), οδηγείται προς τις επόμενες θερμότερες δεξαμενές, για να καταλήξει στα αλοπήγια. Στη λίμνη της αλυκής και στις πρώτες θερμάστρες, η πυκνότητα είναι μικρή και κυμαίνεται στη λίμνη μεταξύ 5-6 °Be και στις θερμάστρες 6-7 °Be.

Με βάση την ανωτέρω διαδικασία παραγωγής άλατος προκύπτει ότι η λίμνη ανανεώνει τα ύδατά της τουλάχιστον δυο φορές ανά έτος.

3. Επιλογή ειδών στόχων και καθορισμός ελάχιστης στάθμης της λιμνοθάλασσας

Με βάση την έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στη Β' Φάση τα είδη στόχοι τα οποία εντοπίστηκαν για την λιμνοθάλασσα Κίτρους αφορούν σε τρία είδη φυτών: το είδος *Ruppia maritima* L το οποίο συμμετέχει στον τύπο οικοτόπου 1150-Λιμνοθάλασσες και τα είδη *Juncus acutus* L. και *Juncus maritimus* Lam. τα οποία συμμετέχουν στον τύπο οικοτόπου 1420-Μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (*Arthrocnemetalia-fruticosi*).

Ο τύπος οικοτόπου 1150-Λιμνοθάλασσες αποτελεί τον οικοτόπο του υδάτινου όγκου της λιμνοθάλασσας (Χάρτης Β2.3) και καταλαμβάνει περιοχή που εκτιμάται στα 246,1 εκτάρια ή 36,03% της περιοχής Natura 2000 GR 1250004 “Αλυκή Κίτρους – Ευρύτερη περιοχή” (ΟΜΙΚΡΟΝ & ΕΝΒΕΚΟ, 2011). Το είδος-στόχος *Ruppia maritima* L. εντοπίστηκε σε αραιές συστάδες, στη βορειοδυτική πλευρά της λιμνοθάλασσας, πλησίον της περιοχής των αλυκών (Χάρτης Β3.3). Πρόκειται για ένα υφυδατικό είδος, το οποίο ριζοβολεί στον πυθμένα και χρησιμοποιεί τα βυθισμένα του φύλλα για να φωτοσυνθέσει. Επιλέγει μεταβατικά ύδατα, με υφάλμυρο νερό. Οι δύο κύριοι παράγοντες υδατικού δυναμικού που μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη του είναι το βάθος και η αλατότητα του νερού στο οποίο αναπτύσσεται.



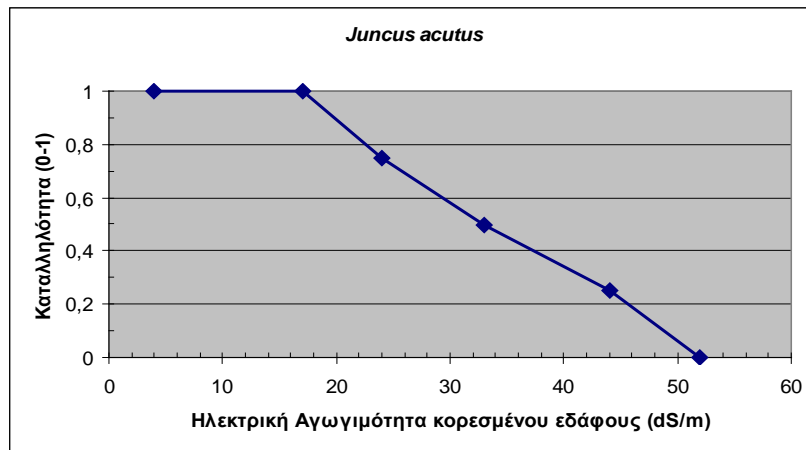
Σχήμα 1. Καταλληλότητα ενδιαιτήματος του είδους *Ruppia maritima*, ως προς το βάθος του υδάτινου όγκου μέσα στο οποίο αναπτύσσεται.

Για το βάθος του υδάτινου όγκου στο οποίο αναπτύσσεται, εκτιμάται ότι αντιμετωπίζει άριστες συνθήκες όταν βρίσκεται σε βάθος 30-40 εκατοστών. Γενικά, μπορεί να αναπτύσσεται αρκετά καλά σε βάθος μεταξύ 10-50 εκατοστών, ενώ τα όρια ανοχής του βρίσκονται από 0-100 εκατοστά βάθους (Σχήμα 1).

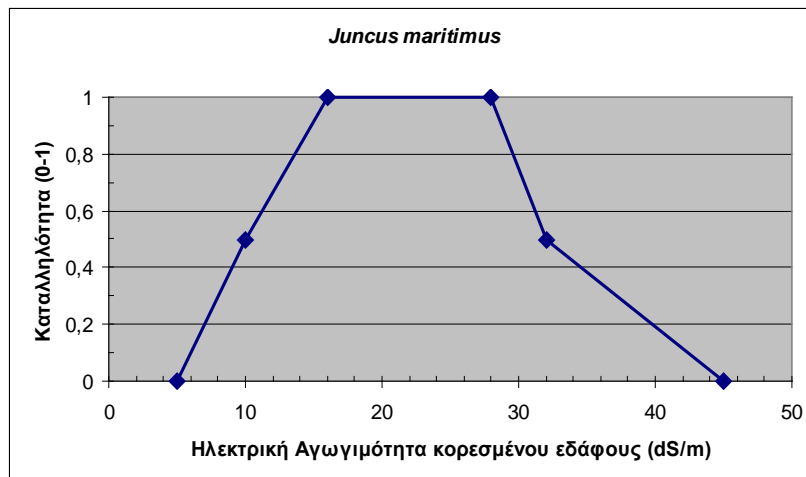
Ο τύπος οικοτόπου 1420-Μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (*Arthrocnemetalia-fruticosi*) εντοπίζεται στη βόρεια-βορειοανατολική όχθη της λιμνοθάλασσας Κίτρους ως ένας από τους δύο τύπους οικοτόπων που καταλαμβάνουν τη μη ανθρωπογενώς διαμορφωμένη περίμετρό της. Τα είδη-στόχοι *Juncus acutus* L. (οξύληκτο βούρλο) και *Juncus maritimus* Lam. (θαλάσσιο βούρλο), εντοπίζονται διάσπαρτα μέσα στο συγκεκριμένο οικοτόπο (Χάρτης Β3.3), με τη μορφή

θαμνόμορφης “φούντας”. Στα σημεία όπου ο οικοτόπος συνορεύει με μόνιμες ή εποχικές υδατοσυλλογές, όπως στην όχθη της λιμνοθάλασσας, η πυκνότητα της βλάστησής τους αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό, σχηματίζοντας πυκνές συστάδες που καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό της όχθης. Ο κύριος παράγοντας που εκτιμάται να επηρεάζει την ανάπτυξή τους στις θέσεις δίπλα στο νερό, είναι η αλατότητα του εδάφους στο οποίο ριζοβολούν.

Στα Σχήματα 2 και 3, παρουσιάζεται η καταλληλότητα ενδιαιτήματος για τα δύο είδη στόχους του γένους *Juncus*, σε σχέση με την αλατότητα του εδάφους, εκφρασμένη ως ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμένου εδάφους πάνω στο οποίο αναπτύσσονται.



Σχήμα 2. Καταλληλότητα ενδιαιτήματος του είδους *Juncus acutus*, ως προς την ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμένου εδάφους πάνω στο οποίο αναπτύσσεται.



Σχήμα 3. Καταλληλότητα ενδιαιτήματος του είδους *Juncus maritimus*, ως προς την ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμένου εδάφους πάνω στο οποίο αναπτύσσεται.

4. Εκτίμηση ελάχιστης οικολογικής στάθμης

Όπως αναφέρεται στο παραδοτέο Γ4 (τεύχος 3) ήταν αδύνατη η ρύθμιση των υδροδυναμικών ομοιομάτων που αναπτύχθηκαν για τη λιμνοθάλασσα Κίτρους καθώς δεν είχαμε στη διάθεσή μας βασικά υδραυλικά και υδροχημικά δεδομένα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή η χωρική κατανομή και περαιτέρω επεξεργασία των οικολογικών απαιτήσεων των ειδών-στόχων για τη διαμόρφωση προτάσεων ελάχιστης στάθμης βάσει των υδροδυναμικών ομοιομάτων. Κατά συνέπεια, οι προτάσεις ελάχιστης στάθμης για τη λιμνοθάλασσα Κίτρους διαμορφώθηκαν σύμφωνα με το σκεπτικό που αναλύεται κατωτέρω και με βάση τη γνώμη του ειδικών.

Τα είδη *Juncus acutus* και *Juncus maritimus* δεν εξαρτώνται από το βάθος νερού, αλλά από την αλατότητα του εδαφικού υποστρώματος όπου φύονται. Οι περιοχές αυτές εντοπίζονται στα ΒΔ της λίμνης και φαίνεται να μην επηρεάζονται από τη διαχείριση των υδάτων της, λόγω υψομέτρου (φαίνεται να βρίσκονται υψηλότερα από τη μέγιστη στάθμη της λίμνης). Ειδικότερα:

- Το είδος *Juncus acutus* εκτιμάται ότι αντιμετωπίζει άριστες συνθήκες σε έδαφος ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεταξύ 4-17 dS/m, έχει μία σχετική καλή ανάπτυξη σε εδάφη που φτάνουν τα 33 dS/m, ενώ το μέγιστο όριο ανοχής του φτάνει τα 52 dS/m.
- Το είδος *Juncus maritimus* εκτιμάται ότι αντιμετωπίζει άριστες συνθήκες σε έδαφος ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεταξύ 16-28 dS/m, έχει μία σχετική καλή ανάπτυξη σε εδάφη με 10-16 και 28-32 dS/m, ενώ τα όρια ανοχής του είναι μεταξύ 5-45dS/m.

Από την περιγραφή των απαιτήσεων των ανωτέρω ειδών, προκύπτει ότι μόνο το είδος *Ruppia maritima* L., εξαρτάται από το βάθος νερού στην περιοχή στην οποία φύεται. Από τις εργασίες πεδίου που πραγματοποιήθηκαν στη Β Φάση του έργου, το μέγιστο βάθος στο οποίο καταγράφηκε το εν λόγω είδος είναι 40 cm (Ιούνιος 2015) και ο πληθυσμός του αξιολογήθηκε σε καλή κατάσταση.

Με βάση τη διαχείριση του εισερχόμενου θαλασσινού νερού στη λιμνοθάλασσα (διατήρηση μέγιστου βάθους σε 20 - 30 cm), δεν προκύπτουν πιέσεις λόγω στάθμης νερού για το εν λόγω είδος. Παρόλα αυτά, δεν κατέστη δυνατή η απόκτηση υψομετρικής πληροφορίας για την περιοχή στην οποία φύεται για την επαλήθευση της διακύμανσης του βάθους νερού.

Από εκτενή μελέτη της οικολογίας των ειδών του γένους *Ruppia* στην δυτική Ευρώπη (VERHOEVEN 1979) προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα ιδιαίτερος σε ό,τι αφορά στο είδος *Ruppia maritima* L.:

- Απαντά σε νερά όπου η αλατότητα παρουσιάζει σχετικά ευρείες διακυμάνσεις (1-42 ‰ Cl⁻).
- Ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών του νερού είναι καλά ανεχτό από το είδος (0-38 °C) και γενικώς το είδος είναι καλά προσαρμοσμένο στις θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούν σε μικρές και ρηχές υδατοσυλλογές
- Έχει την ικανότητα να αναπαράγεται σε πρώιμο στάδιο της ανάπτυξής του και με αυτό τον τρόπο μπορεί να ολοκληρώνει τον κύκλο ζωής του σε μικρότερο χρονικό διάστημα, το οποίο είναι σημαντικό για τη διατήρησή του σε υφάλμυρα έλη τα οποία αποξηραίνονται νωρίς το καλοκαίρι.

- Δείχνει μικρή ανοχή στην ξηρασία. Μετά την αποξήρανση του ενδιαιτήματός του, όλα τα μέρη του φυτού πεθαίνουν μέσα σε λίγες ημέρες εκτός από τα ώριμα σπέρματα τα οποία διατηρούνται σε λήθαργο μέσα στο ίζημα και φυτρώνουν όταν οι συνθήκες γίνουν κατάλληλες.
- Απαντά σε όλη την ποικιλία ιζημάτων χωρίς να δείχνει ιδιαίτερη προτίμηση σε κάποιο τύπο ιζήματος.

Από τα ανωτέρω γίνεται εμφανές ότι το είδος-στόχος *Ruppia maritima* είναι καλά προσαρμοσμένο στις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στα ενδιαιτήματα των αλυκών. Ως εκ τούτου, εκτιμάται ότι η διατήρηση του βάρους του νερού στις θέσεις όπου απαντά στη λιμνοθάλασσα μεταξύ 30-40 cm διασφαλίζει τη διατήρηση της καλής κατάστασής του στην περιοχή.

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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Verhoeven, J.T.A., 1979. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in Western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autecology. *Aquat. Bot.*, 6: 197--268.