



Π.3.1: Δείκτες καταλληλότητας οικοτόπων και οι σχετικοί αλγόριθμοι για την ανάπτυξη του υδροοικολογικού μοντέλου

ECOFLOW-11ΣYN_8_917

04 Μαρτίου 2013 – 31 Οκτωβρίου 2015

το έργο συγχρηματοδοτείται από το **Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)** της **Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.)** στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011»

Πακέτο εργασίας 3 Συλλογή δεδομένων και ανάπτυξη αλγορίθμων

Task: 3.1. Καμπύλες Καταλληλότητας Ενδιαιτημάτων



(Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ II), ΠΕΠ Μακεδονίας – Θράκης, ΠΕΠ Κρήτης και Νήσων Αιγαίου, ΠΕΠ Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας – Ηπείρου, ΠΕΠ Αττικής)

ECOFLOW-11ΣΥΝ_8_917

Τίτλος Παραδοτέου: Συλλογή δεδομένων και ανάπτυξη αλγορίθμων**Υπεύθυνος Φορέας:** ΕΛΚΕΘΕ**Πακέτο Εργασίας 3:** 1**Κατάθεση έως:** 04/09/2014.....**Κατατέθηκε στις:** 30/9/2015.....**Φύση παραδοτέου:** Τεχνική Έκθεση**Περίληψη:**

Το ΠΕ3 στοχεύει στην διαδικασία οικοδόμησης του υδρο-οικολογικού μοντέλου με τη συλλογή των απαραίτητων βιολογικών και υδρολογικών δεδομένων που περιγράφονται στο ΠΕ2. Η εφαρμογή αυτού του μοντέλου απαιτεί, πέραν των υδραυλικών μετρήσεων, λεπτομερή γνώση του οικοτόπου και των απαιτήσεων των ειδών-στόχων για την εξασφάλιση της καλής οικολογικής ποιότητας. Οι απαιτήσεις των ιχθυοκοινωνιών σε συγκεκριμένα ενδιαιτήματα απεικονίζονται σε συγκεκριμένους δείκτες, γνωστούς ως Δείκτες Καταλληλότητας Ενδιαιτημάτων (Habitat Suitability index - HSI), μοντέλα που περιγράφουν την καταλληλότητα των ενδιαιτημάτων για διάφορα είδη-στόχους.

Δεδομένα πεδίου σχετικά με την προτίμηση ειδών ιχθυοπανίδας για συγκεκριμένα ενδιαιτήματα και πως αυτή μεταβάλλεται εποχικά και σε σχέση με την διαθέσιμη παροχή, θα συλλέγονται συνεχώς στις περιοχές μελέτης, οι οποίες θα επιλεγούν με χρήση ειδικών υδροοικολογικών και βιολογικών κριτηρίων ώστε να εξασφαλίζεται η εκπροσώπηση σημαντικής ποικιλίας Ελληνικών υδάτινων οικοσυστημάτων και ειδών ιχθυοπανίδας.

Στατιστική επεξεργασία σε βάθος θα πραγματοποιηθεί στα στοιχεία που θα συλλέγουν και το αποτέλεσμα θα είναι η ανάπτυξη συγκεκριμένων αλγορίθμων περιγράφοντας τη σχέση των βιολογικών δεικτών και των συναφών υδρομορφολογικών συνθηκών.

Αυτοί οι αλγόριθμοι θα χρησιμοποιηθούν σε επόμενο πακέτο εργασίας προκειμένου να ενσωματωθούν σε ένα φιλικό προς το χρήστη λογισμικό, για την εκτίμηση των ελάχιστων οικολογικών απαιτήσεων νερού για την διατήρηση του υπάρχοντος υδάτινου οικοσυστήματος.

Abstract:

WP3 aims to start the process of building hydro-ecological modeling expertise by collection of biological data needed for the application of habitat models, described in WP2. Application of this model requires, in addition to hydraulic measurements, detailed knowledge of the habitat requirements of the target species of concern. The habitat requirements are represented by functions known as Habitat Suitability Indices (HSIs), which are curves describing habitat suitability for various target species. Habitat models are then used to calculate the area of habitat available within the study reach, for each target species and life stage at each simulation discharge.

Habitat preference data will be collected from various survey areas where the habitat models and the IFIM methodology will be applied at a pilot scale. These sites will be selected using specific hydroecological and water management criteria to ensure the representation of a significant variety of aquatic habitats and the common fish species living in the Greek medium sized streams, as well as sites with significant hydrologic alterations from human developments (eg dams and irrigation abstractions).

The outcome of the WP will be specific algorithms describing the estimated HSIs after the statistical correlation of the biological indicators and the associated hydromorphologic conditions. These algorithms will be used in WP 4 in order to be incorporated in a user-friendly software to provide the hydro-ecological model.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Σύνοψη πληροφοριών Αρχείου

Αριθμός Παραδοτέου:	3
Τίτλος Παραδοτέου:	Δείκτες καταλληλότητας οικοτόπων και οι σχετικοί αλγόριθμοι για την ανάπτυξη του υδροοικολογικού μοντέλου
Συγγραφέας:	Παπαδάκη Χ., Δημητρίου Η., Martínez Capel Francisco, Munoz Mas Rafael, Ντοανίδης Α., Ζόγκαρης Σ., Κοτίνας Β., Ευελπίδου Ν., Σταματάκης Μ., Καρκάνη Ε., Καμπόλης Ι., Ιορδάνης Κ., Γιόζας Γ.
Αριθμός Πακέτου Εργασίας:	3
Συντονιστής ΠΕ:	ΕΛΚΕΘΕ– Ινστιτούτο Θαλασσιών Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων
Εταίροι που συμμετέχουν στο ΠΕ:	Δ. Αργυρόπουλος & Συνεργάτες ΟΕ., ΕΚΠΑ – Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Ομάδα στόχος:	Διοικητικούς Φορείς, Διαχειριστές λήψεως αποφάσεων, μελετητές, επενδυτές, πανεπιστήμια, ερευνητικούς φορείς, σπουδαστές, ιδιώτες
Λέξεις κλειδιά:	Καμπύλες Καταλληλότητας Ενδιαιτήματος, Στατιστική ανάλυση, Ιχθυοπανίδα, Σταθμισμένη Κατάλληλη Έκταση

Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	9
1.1	Καταλληλότητα Ενδιαιτημάτων ιχθυοπανίδας.....	9
2	Συλλογή δεδομένων καταλληλότητας ενδιαιτημάτων ελληνικής ιχθυοπανίδας	13
2.1	Περιγραφή περιοχών μελέτης.....	13
2.2	Σχεδιασμός δειγματοληψίας	14
2.3	Δειγματοληψία με τη τεχνική της υποβρύχιας παρατήρησης (snorkeling)	15
3	Επεξεργασία δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος.....	21
3.1	Στατιστική ανάλυση δεδομένων	21
3.2	Διευκρινήσεις δεδομένων Πέστροφας (<i>Salmo farioides</i> ; Karaman, 1938)	23
3.3	Διευκρινήσεις δεδομένων Ποταμοκέφαλου (<i>Squalius sp.</i> Evinos)	30
4	Ανάπτυξη Καμπυλών Καταλληλότητας Ενδιαιτήματος (HSC).....	32
4.1	Σύντομη περιγραφή.....	32
4.2	Αποτελέσματα μικρού μεγέθους πέστροφας (0-10 cm)	33
4.3	Αποτελέσματα μεσαίου μεγέθους πέστροφας (10-20 cm)	37
4.4	Αποτελέσματα μεγάλου μεγέθους πέστροφας (> 20 cm).....	41
4.5	Αποτελέσματα μικρού μεγέθους ποταμοκέφαλου (0-10 cm).....	46
4.6	Αποτελέσματα μεγάλου μεγέθους ποταμοκέφαλου (> 20 cm).....	50
5	Γενικά συμπεράσματα	55
5.1	Συμπεράσματα με βάση τις μετρήσεις της πέστροφας	55
5.2	Συμπεράσματα με βάση τις μετρήσεις του ποταμοκέφαλου	56
5.3	Μεταφορά των καμπυλών καταλληλότητας του Εύηνου και του Βοϊδομάτη σε άλλα ποτάμια με παρόμοια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.....	56
6	Βιβλιογραφία.....	60
6.1	Διεθνής Έντυπη Βιβλιογραφία	61
6.2	Ελληνική Έντυπη Βιβλιογραφία.....	70
7	Ευρετήριο όρων	71
8	Παραρτήματα.....	73
8.1	Παράρτημα Α.....	73
8.1.1	Στατιστική Ανάλυση δεδομένων- Πρόγραμμα R	73
8.2	Παράρτημα Β.....	77



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



8.2.1	Φόρμα Πεδίου Βιολογικών Δεδομένων.....	77
8.3	Παράρτημα Γ	78
8.3.1	Μελέτες περιπτώσεων με τύπους ποταμών διαλείπουσας ροής ανά τον ελλαδικό χώρο	78
8.3.2	Ποταμός Πάμισος Μεσσηνίας	78
8.3.3	Ποταμός Ευρώτας.....	79
8.3.4	Ρόδος.....	80
8.3.5	Σάμος	81
8.3.6	Πάρος – Νάξος.....	83
8.3.7	Ρέματα διαλείπουσας ροής.....	84

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1 Γενικά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης.....	14
Πίνακας 2.2 Τύποι υδρομορφολογικών μονάδων	15
Πίνακας 2.3 Κατηγορίες τύπων υποστρώματος.....	18
Πίνακας 2.4 Συντελεστές υποστρώματος ανά τύπο υποστρώματος	19
Πίνακας 2.5 Αριθμός ειδών ανά τάξη μεγέθους στον ποταμό Βοϊδομάτη και Εύηνο.....	20
Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα στατιστικού τεστ (Kolmogorov - Smirnov test).....	32
Πίνακας 4.2 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μικρό μέγεθος πέστροφας.....	35
Πίνακας 4.3 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μικρό μέγεθος πέστροφας	36
Πίνακας 4.4 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μεσαίο μέγεθος πέστροφας.....	39
Πίνακας 4.5 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεσαίο μέγεθος πέστροφας.....	40
Πίνακας 4.6 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μεγάλο μέγεθος πέστροφας.....	44
Πίνακας 4.7 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεγάλο μέγεθος πέστροφας	45



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Πίνακας 4.8 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθος, ταχύτητα, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου .48	
Πίνακας 4.9 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου49	
Πίνακας 4.10 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθος, ταχύτητα, κυρίαρχο υπόστρωμα και κάλυψη) για το μεγάλο μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου53	
Πίνακας 4.11 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεγάλο μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου54	
Πίνακας 8.1 Είδη Ερπετών στην Πάρο και τη Νάξο84	

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 3.1 Διάγραμμα ροής ανάλυσης συχνотήτων μικροενδιατήματος.....	22
Σχήμα 3.2 Συγκριτικά ιστογράμματα κριτηρίων καταλληλότητας ενδιατήματος υποστρώματος μικρού μεγέθους πέστροφας (άνω διάγραμμα), μεσαίου μεγέθους (μέση) και μεγάλης πέστροφας (κάτω διάγραμμα) από διάφορα ποτάμια της Αμερικής και της Ευρώπης	28
Σχήμα 4.1 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιατήματος βάθους (πάνω) μικρής πέστροφας και ταχύτητας (κάτω). Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες.....	33
Σχήμα 4.2 Καταλληλότητα ενδιατήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω), μικρής πέστροφας, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες).....	34
Σχήμα 4.3 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω),	36
Σχήμα 4.4 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιατήματος βάθους (πάνω) και ταχύτητας (κάτω) μεσαίας πέστροφας. Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες.....	37
Σχήμα 4.5 Καταλληλότητα ενδιατήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μεσαίας πέστροφας, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες).....	38
Σχήμα 4.6 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω),	40
Σχήμα 4.7 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιατήματος βάθους (πάνω) μεγάλης πέστροφας και ταχύτητας (κάτω). Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες.....	42



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Σχήμα 4.8 Καταλληλότητα ενδιατήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μεγάλης πέστροφας, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες).....43

Σχήμα 4.9 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω),.....45

Σχήμα 4.10 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιατήματος βάθους (πάνω) και ταχύτητας (κάτω), μικρού μεγέθους ποταμοκέφαλου. Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες46

Σχήμα 4.11 Καταλληλότητα ενδιατήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μικρού μεγέθους ποταμοκέφαλου, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες).....47

Σχήμα 4.12 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω),.....49

Σχήμα 4.13 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιατήματος βάθους (πάνω) και ταχύτητας (κάτω), μεγάλου μεγέθους ποταμοκέφαλου. Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες51

Σχήμα 4.14 Καταλληλότητα ενδιατήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μεγάλου μεγέθους ποταμοκέφαλου, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες).....52

Σχήμα 4.15 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω),.....53

Ευρετήριο Εικόνων	Εικόνα 2.1 Περιοχή μελέτης για την εκτίμηση της καταλληλότητας ενδιατήματος ιχθυοπανίδας στον ελληνικό χώρο	13
Εικόνα 2.2 Παραδείγματα από βαρίδια με κόκκινες κορδέλες.....		16
Εικόνα 2.3 Σημειωματάριο (dive slate) καταγραφής δεδομένων για την εφαρμογή της υποβρύχιας παρατήρησης.....		16
Εικόνα 2.4 Παρατηρητές κατά την εφαρμογή της τεχνικής υποβρύχιας παρατήρησης.....		17
Εικόνα 2.5 Μετρήσεις πεδίου σε θέσεις όπου έχουν τοποθετηθεί τα βαρίδια		18
Εικόνα 8.1 Βιότοπος Corine Πάμισου Μεσσηνίας.....		79
Εικόνα 8.2 Βιότοπος Corine Ποταμιού Ευρώτα.....		80
Εικόνα 8.3 Βιότοποι Natura νήσου Ρόδου		81
Εικόνα 8.4 Υδρογραφική Λεκάνη "Ποταμιου" (αριστερά) και Φουρνιώτικου ρέματος (δεξιά)		82
Εικόνα 8.5 Ποταμοκέφαλος σε εσωτερικά ύδατα της Σάμιου (στο τέλος της ξηρής περιόδου), καθώς και γυρίνος βατράχου (δεξιά)		83

Παρόλα αυτά η ανάπτυξη διαχειριστικών σχεδίων και πρακτικών με σκοπό να μειωθούν οι επιπτώσεις που δημιουργούνται εξαιτίας της υδρομορφολογικής υποβάθμισης είναι ζήτημα που αφορά την κάθε χώρα ξεχωριστά με βάση τις προτεραιότητες της και το εθνικό νομικό πλαίσιο (Tharme, 2003).

Αν και σε πολλές περιπτώσεις τα αποτελέσματα των μεθόδων αυτών είναι ικανοποιητικά, δεν είναι λίγες οι φορές που έχει ασκηθεί κριτική καθώς τείνουν να γίνονται απλουστεύσεις ή και γενικεύσεις που είναι αποπροσανατολιστικές (Tharme, 2003). Επιπλέον, με αυτό τον

Το κενό αυτό καλύπτεται από μία άλλη κατηγορία μεθόδων, τις μεθοδολογίες προσομοίωσης ενδιαιτημάτων, οι οποίες στοχεύουν στην άμεση εκτίμηση των μεταβολών των ενδιαιτημάτων των οργανισμών (Tharme, 2003). Οι μεθοδολογίες προσομοίωσης ενδιαιτημάτων, έχουν μία περισσότερο ολιστική προσέγγιση λαμβάνοντας υπόψη υδρολογικές, υδραυλικές και βιολογικές παραμέτρους, με στόχο την εκτίμηση για διαφορετικά σενάρια παροχής, της ποσότητας και της καταλληλότητας των ενδιαιτημάτων που υπάρχει διαθέσιμο στους οργανισμούς (Maddock, 1999). Η Μέθοδος Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής (IFIM) διεθνώς, έχει εφαρμοστεί περισσότερο από όλες της μεθοδολογίες της κατηγορίας αυτής (Tharme, 2003), θεωρούμενη ως η πλέον επιστημονικά άρτια για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών ροών (Gore and Nestler, 1988). Η IFIM, διακρίνεται σε τρία επιμέρους στάδια εφαρμογής της (Person *et al.*, 2014):

1. Υδροδυναμική προσομοίωση. Προσομοίωση χωρικών και χρονικών μεταβολών υδραυλικών παραμέτρων; βάθους, ταχύτητας, υποστρώματος και κάλυψης (Gibson, 1993).
2. Προσομοιώσεις καταλληλότητας ενδιαιτήματος. Προσομοίωση των απαιτήσεων των ειδών ως προς τις φυσικές παραμέτρους (βάθος, ταχύτητα, τύπος υποστρώματος, κάλυψη).
3. Συνδυασμός των προηγούμενων δύο σταδίων, συσχέτιση των αποτελεσμάτων των μοντέλων προσομοίωσης ενδιαιτημάτων με τα αποτελέσματα του υδροδυναμικού μοντέλου.

Οι HSC ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που έχουν αναπτυχθεί (Bovee, 1986). Η κατηγορία I αφορά καμπύλες οι οποίες αναπτύσσονται με βάση την γνώση από ειδικούς επιστήμονες (expert judgment) ή και μέσα από τη βιβλιογραφία. Συνεπώς δεν



σχετίζονται με δεδομένα πεδίου. Η κατηγορία II αφορά τις Καμπύλες Χρήσης Ενδιαιτήματος. Βασίζονται στην ανάλυση των συχνοτήτων εμφάνισης τιμών του βάθους, της ταχύτητας, του τύπου υποστρώματος, της κάλυψης πυθμένα κτλ. σε σημεία όπου εντοπίζεται ο οργανισμός στόχος (δεν καταγράφονται τιμές σε σημεία όπου δεν παρατηρήθηκε ιχθυοπανίδα). Σταδιακά, με την απόκτηση εμπειρίας και με αφορμή ένα άρθρο που δημοσιεύτηκε από τον Johnson (1980), αναπτύχθηκε μία νέα μέθοδος (καμπύλες II 1/2) στην οποία αλλάζει η στρατηγική της συλλογής δεδομένων. Ουσιαστικά ο τρόπος συλλογής είναι ακριβώς ο ίδιος με τις καμπύλες της κατηγορίας II, αλλά η δειγματοληψία γίνεται με ισοκατανεμημένη προσπάθεια σε όλους τους τύπους των ενδιαιτημάτων. Παρόλα αυτά, πολλοί συγγραφείς δεν αναγνωρίζουν τη δειγματοληψία με ισοκατανεμημένη προσπάθεια ως ξεχωριστή κατηγορία καμπυλών και τη συγκαταλέγουν στην κατηγορία II. Η τελευταία κατηγορία III αφορά τις Καμπύλες Προτίμησης ενδιαιτήματος. Οι καμπύλες αυτές σταθμίζονται με βάση έναν συντελεστή βαρύτητας ενώ ταυτόχρονα βασίζονται σε παρατηρήσεις πεδίου σχετικά με την πιθανή χρήση αλλά και μη χρήση των ενδιαιτημάτων. Ο πιο διαδεδομένος συντελεστής βαρύτητας στην συγκεκριμένη προσέγγιση, είναι ο λόγος της χρήσης του ενδιαιτήματος ως προς τη διαθεσιμότητα (forage ratio) (Voos, 1981).

Συνοψίζοντας, ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα που υπάρχουν, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και οι αντίστοιχες κατηγορίες καμπυλών. Για κάθε παράμετρο του ενδαιτήματος που εξετάζεται (βάθος, ταχύτητα, υπόστρωμα, κάλυψη), υπολογίζεται η αντίστοιχη καμπύλη καταλληλότητας (βάθους, ταχύτητας, υποστρώματος, κάλυψης).

Το τελικό στάδιο για την εκτίμηση της καταλληλότητας των ενδιαιτημάτων γίνεται με τον υπολογισμό του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας (Habitat Suitability Index - HSI), ο οποίος παίρνει τιμές από μηδέν έως ένα, κατά αντίστοιχο τρόπο με εκείνο των καμπυλών (Vadas and Orth, 2001).

Η κοινή προσέγγιση στη μεθοδολογία της IFIM είναι να πραγματοποιείται βαθμονόμηση της έκτασης που προσομοιώνεται στο υδροδυναμικό μοντέλο, με το σύνθετο δείκτη καταλληλότητας; η συνολική έκταση που θα πάρει τιμές δείκτη καταλληλότητας ονομάζεται σταθμισμένη κατάλληλη έκταση (Weighted Usable Area - WUA) και η έκταση της, αποτελεί κριτήριο της ποιότητας και της ποσότητας του διαθέσιμου ενδιαιτήματος. Επιπλέον, μπορεί να γίνει περαιτέρω ανάλυση όπως για παράδειγμα να κατασκευαστεί η καμπύλη διάρκειας ενδιαιτήματος με βάση διαφορετικά καθεστάτα ροής τα οποία ρυθμίζονται από τον άνθρωπο (Milhous *et al.*, 1990).

Ο υπολογισμός της WUA εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται οι δείκτες καταλληλότητας ενδιαίτηματος της κάθε παραμέτρου ξεχωριστά (βάθος, ταχύτητα, υπόστρωμα, κάλυψη κτλ, Boavida *et al.*, 2014, Munoz-Mas *et al.*, 2012).

Οι μέθοδοι συνδυασμού διαφοροποιούνται ως εξής:

- Χαμηλός (lowest) (Korman *et al.*, 1994).

Σύμφωνα με τη μέθοδο του χαμηλού, η παράμετρος με τον χαμηλότερο δείκτη καταλληλότητας (SI) ασκεί τη μεγαλύτερη επιρροή στον υπολογισμό του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας καθορίζοντας την ανώτερη τιμή που μπορεί να πάρει αυτός. Συνεπώς μία παράμετρος με υψηλό SI δεν μπορεί να αντισταθμίσει την επιρροή που ασκεί μία άλλη παράμετρος με χαμηλό SI σε ένα συγκεκριμένο σημείο.

- Πολλαπλασιασμός (product) (Bovee, 1986).

Στον πολλαπλασιασμό μία παράμετρος με υψηλό SI δεν μπορεί να αντισταθμίσει την επιρροή που ασκεί μία άλλη παράμετρο με χαμηλό SI σε ένα συγκεκριμένο σημείο (Bovee, 1986), αλλά στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν καθορίζονται όρια.

- Αριθμητικός μέσος (arithmetic mean) (Terrell, 1984).

Σύμφωνα με τον αριθμητικό μέσο όταν οι συνθήκες καταλληλότητας ενδιαιτήματος είναι καλές με βάση μία παράμετρο (πχ υψηλός SI ταχύτητας) τότε μπορούν να αντισταθμιστούν οι συνθήκες από κάποια άλλη παράμετρο όπου θα έχει χαμηλό δείκτη (Terrell, 1984).

- Γεωμετρικός μέσος (geometric mean) (Terrell, 1984).

Στην περίπτωση του γεωμετρικού μέσου όλες οι παράμετροι αντιμετωπίζονται με την ίδια σημαντικότητα (Benaka, 1999, Rubec *et al.*, 1999).

Συμπερασματικά, η επιλογή της μεθόδου υπολογισμού του σύνθετου δείκτη είναι υψίστης σημασίας για την εκτίμηση της καταλληλότητας των ενδιατημάτων και πρέπει να επιλέγεται με βάση τα είδη της ιχθυοπανίδας που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης.

2 Συλλογή δεδομένων καταλληλότητας ενδιαιτημάτων ελληνικής ιχθυοπανίδας

2.1 Περιγραφή περιοχών μελέτης

Για τη μελέτη της καταλληλότητας των ενδιαιτημάτων στην Ελλάδα επιλέχθηκαν δύο ενδημικά είδη. Τρία μεγέθη της πέστροφας¹ (*Salmo farioides*; Karaman, 1938) (μικρό μέγεθος 0-10cm, μεσαίο μέγεθος 10-20 cm και μεγάλο μέγεθος >20cm) ως ένα από τα σημαντικότερα είδη ιχθυοπανίδας των ελληνικών ορεινών ποταμών και δύο μεγέθη (μικρό μέγεθος 0-10cm, μεγάλο μέγεθος >10cm) του ποταμοκέφαλου² (*Squalius sp.* Evinos), κρίθηκαν ικανά με βάση τη βιβλιογραφία και τη γνώμη των ειδικών, ως αντιπροσωπευτικοί δείκτες των περιβαλλοντικών ροών. Οι περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες απεικονίζονται στην εικόνα 2.1.



Εικόνα 2.1 Περιοχή μελέτης για την εκτίμηση της καταλληλότητας ενδιαιτήματος ιχθυοπανίδας στον ελληνικό χώρο

¹ Αγγλική ονομασία: West Balkan trout

² Αγγλική ονομασία: Evinos chub

Κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της, η έκταση της λεκάνης απορροής του Βοϊδομάτη βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 1000 m με τις υψηλότερες κορυφές να υπερβαίνουν τα 2400 m του όρους Τύμφη. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται πολύ κοντά στα σύνορα με το φαράγγι του Βίκου. Η μέση ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 1100 και 1700 mm, αποδίδοντας μία μέση ετήσια παροχή της τάξεως των 13 m³/s.

Ως περιοχή μελέτης του ενδιαφέροντος του Ποταμοκέφαλου (*Squalius sp.* Evinos) επιλέχθηκε ο ποταμός Εύηρος. Η λεκάνη απορροής του Ευήνου βρίσκεται στη Δυτική Ελλάδα, με τον ποταμό να εκβάλλει στο Πατραϊκό κόλπο. Η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής καταλαμβάνει 1164.3 km² με μέση ετήσια βροχόπτωση 1200 mm και με εξατμισοδιαπνοή αντίστοιχα στα 498 mm. Σύμφωνα με το Ζαρρή (2010) η μέση ετήσια παροχή του ποταμού υπολογίζεται στα 22.9 m³/s, η μέση ετήσια στερεοπαροχή στα 42.5 kg/s και τα αιωρούμενα φερτά υλικά ανά έτος στα 1466.4 t/km².

Από το 2001 λειτουργεί φράγμα με έκταση που καταλαμβάνει 351.8 km² και με ωφέλιμη χωρητικότητα 112.1 hm³. Μέχρι στιγμής η οικολογική παροχή υπολογίζεται στα 1 m³/s, σύμφωνα με το διαχειριστικό σχέδιο της λεκάνης απορροής του Ευνού (Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, 1996). Στον πίνακα 2.1 αναφέρονται γενικά χαρακτηριστικά των θέσεων δειγματοληψίας των δύο ποταμών.

Πίνακας 2.1 Γενικά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης

	Βοϊδομάτης	Εύηνος
Μέσο Πλάτος (m)	20.9	16.5
Μετρηθείσα Παροχή (m ³ /s)	6.29	2.98
Μέση Ταχύτητα (m/s)	0.31	0.34
Μέγιστη Μετρηθείσα ταχύτητα (m/s)	1.66	1.54
Μέσο Βάθος (m)	1.1	0.68
Μέγιστο Βάθος (m)	2.6	2.55
Κυρίαρχο Υπόστρωμα	Χαλίκι	Βότσαλο

2.2 Σχεδιασμός δειγματοληψίας

Για τη συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ισοκατανεμημένης προσπάθειας (equal effort) με τη τεχνική της υποβρύχιας παρατήρησης σε

Η ισοκατανεμημένη προσπάθεια αποσκοπεί στην ομοιόμορφα κατανεμημένη δειγματοληψία ανάμεσα σε τμήματα του ποταμού όπου επικρατούν συνθήκες με αργή ροή και σε τμήματα με ταχεία ροή (Munoz-Maset *et al.*, 2012). Για το σκοπό αυτό οριοθετούνται στο ποτάμι YMM, οι οποίες διακρίνονται σε τύπους σύμφωνα με τον πίνακα 2.2. Η δειγματοληψία έγινε κατά τους θερινούς μήνες όπου η διάκριση των YMM είναι εφικτή, ενώ παράλληλα δεν διατρέχονται κίνδυνοι για την εφαρμογή της υποβρύχιας παρατήρησης. Τα ποταμολίμνια χρησιμοποιούνται ως αντιπροσωπευτικοί τύποι YMM με αργή ροή, ενώ οι υπόλοιποι τρεις τύποι του πίνακα 2.2 αντιπροσωπεύουν νερά με ταχεία ροή.

Τύπος YMM	Αγγλική ορολογία
ποταμολίμνια, βαθιὰ και αργή ροή	Pools
αβαθή τμήματα με ταχεία ροή	Rapid
μετρίως βαθιά και με ταχεία ροή	Run
αβαθή με μέτρια ροή τμήματα	Riffle

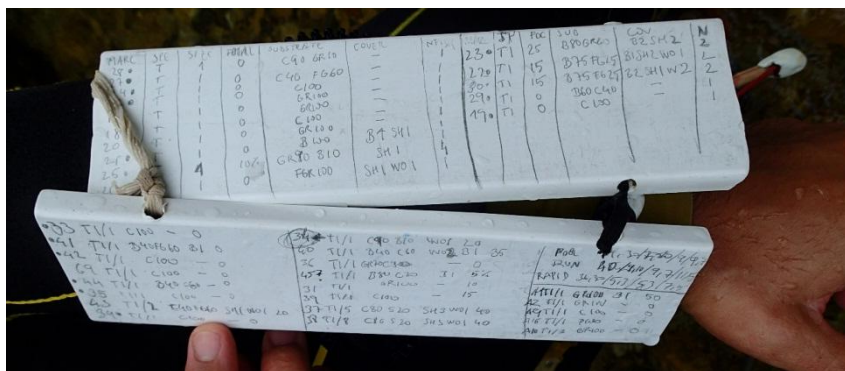
2.3 Δειγματοληψία με τη τεχνική της υποβρύχιας παρατήρησης (snorkeling)

Η τεχνική της Υποβρύχιας Παρατήρησης (ΥΠ) εφαρμόστηκε με τυποποιημένες διαδικασίες (Heggnes *et al.*, 1990, Martinez-Capel *et al.*, 2009), με σκοπό τη συλλογή δεδομένων που σχετίζονται με την καταλληλότητα των ενδιατημάτων ιχθυοπανίδας. Η υποβρύχια παρατήρηση στοχεύει στην καταγραφή δεδομένων σε θέσεις τις οποίες η ιχθυοπανίδα χρησιμοποιεί ενεργά, αποφεύγοντας τη συλλογή δεδομένων που σχετίζονται με διαταραχή η οποία μπορεί να οφείλεται σε φόβο. Σε αυτό το στάδιο τοποθετούνται εντός της κοίτης αριθμημένα βαρίδια (markers), με κόκκινες κορδέλες (εικόνα 2.2) στα σημεία εκείνα όπου παρατηρείται το ψάρι στόχος.

³ Τμήματα του ποταμού με ομοιόμορφες υδρομορφολογικές συνθήκες



Ο παρατηρητής κινείται διαδοχικά από τη μία όχθη στην άλλη από τα κατάντη προς τα ανάντη καταγράφοντας σε ειδικό σημειωματάριο (dive slate) (εικόνα 2.3), κωδικοποιημένα το είδος και την τάξη μεγέθους της ιχθυοπανίδας, τον αριθμό του βαριδίου (marker), το είδος του υποστρώματος σε ακτίνα 15 εκατοστών από το ψάρι, το ποσοστό του βάθους στο οποίο παρατηρείται και την κάλυψη. Ανάλογα με το είδος και το μέγεθος, τα ψάρια μπορεί να συναντώνται σε ομάδες (κοπάδια). Σε αυτή την περίπτωση καταγράφεται και ο αριθμός των ψαριών που παρατηρήθηκαν σε μία συγκεκριμένη θέση.



Βασικός εξοπλισμός για την εφαρμογή της υποβρύχιας παρατήρησης είναι (εικόνα 2.4):

1. Μάσκα με αναπνευστήρα,
2. Στολή Κατάδυσης,
3. Προσημειωμένα Βαρίδια με Κόκκινη Κορδέλα,
4. Τσάντα από ανθεκτικό ύφασμα που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τα βαρίδια.
5. Πλαστικό σημειωματάριο για δύτες (dive slate)



Εικόνα 2.4 Παρατηρητές κατά την εφαρμογή της τεχνικής υποβρύχιας παρατήρησης

Η διάρκεια εφαρμογής της συγκεκριμένης τεχνικής, διαμορφώνεται ανάλογα με τον τύπο της YMM (διαστάσεις, αφθονία των ειδών, θερμοκρασία κτλ). Αρχικά ο παρατηρητής παραμένει ακίνητος παρατηρώντας τη συνολική εικόνα της YMM με σκοπό να εξοικειωθεί με τον χώρο και τις συνθήκες. Σε όλη τη διάρκεια της τεχνικής οι κινήσεις πρέπει να είναι ήπιες ώστε να προκαλείται η ελάχιστη δυνατή διαταραχή στους οργανισμούς. Η παρατήρηση και η καταγραφή ξεκινά εφόσον τα ψάρια επανακτήσουν τη φυσιολογική τους συμπεριφορά (βγαίνουν από τις κρυψώνες, παίρνουν θέσεις για τη συλλογή τροφής κτλ). Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας (λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτό είναι το χρονικό διάστημα όπου τα περισσότερα είδη ιχθυοπανίδας παραμένουν ενεργά) και σε διαυγή νερά όπου η ορατότητα είναι εφικτή σε ικανοποιητικό βαθμό χωρίς να προκαλείται ενόχληση της ιχθυοπανίδας, (Heggenes, 1991).

Μόλις ολοκληρωθεί η τοποθέτηση των βαριδιών, πραγματοποιούνται μετρήσεις με φορητά όργανα πεδίου στα αντίστοιχα σημεία και σε τουλάχιστον τέσσερις αντιπροσωπευτικές διατομές κατά μήκος κάθε τύπου ΥΜΜ.

Βασικός εξοπλισμός για τις μετρήσεις (εικόνα 2.5) είναι:

1. μολίσκος για τη μέτρηση της ταχύτητας του νερού
2. σταδία με προσημειωμένες ενδείξεις βάθους,
3. αποστασιόμετρο για τη μέτρηση των διαστάσεων των ΥΜΜ
4. GPS για την καταγραφή της τοποθεσίας που έγινε η παρατήρηση
5. φόρμα πεδίου για την καταγραφή των δεδομένων



Εικόνα 2.5 Μετρήσεις πεδίου σε θέσεις όπου έχουν τοποθετηθεί τα βαρίδια.

Τα δεδομένα καταγράφονται σε ειδική φόρμα πεδίου βιολογικών δεδομένων (παράρτημα 6.2) και αφορούν την περιοχή της δειγματοληψίας (ημερομηνία, ποτάμι, όνομα παρατηρητή, τοποθεσία), το είδος, τον αριθμό, το μέγεθος της ιχθυοπανίδας, το υπόστρωμα, την κάλυψη, το βάθος, την ταχύτητα, το σημειακό βάθος και τη σημειακή ταχύτητα. Η ταχύτητα της στήλης του νερού καταγράφεται στο 60% του βάθους όταν δεν υπερβαίνει το 1 m, ενώ στο 20% και στο 80% όταν είναι μεγαλύτερο από το 1m. Το σημειακό βάθος καταγράφεται ως ποσοστό επί του συνολικού, για να αποτυπώσει το ύψος στο οποίο βρέθηκε το είδος στόχος. Στο ποσοστό του βάθους όπου έγινε η παρατήρηση της ιχθυοπανίδας γίνεται και η μέτρηση της σημειακής ταχύτητας. Η καταγραφή του σημειακού βάθους και κατ' επέκταση της σημειακής ταχύτητας όπου παρατηρήθηκαν οι οργανισμοί, είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς, οι ταχύτητες κατά μήκος της στήλης του νερού μεταβάλλονται (Milhous, 1999; Martínez-Capel *et al.*, 2004, 2008).

Η καταγραφή ως προς τους τύπους του υποστρώματος αφορά ακτίνα 15 εκατοστών από το σημείο παρατήρησης του οργανισμού. Η καταγραφή γίνεται με βάση το σύστημα ταξινόμησης της Αμερικανικής Γεωφυσικής Ένωσης (πίνακας 2.3).

Πίνακας 2.3 Κατηγορίες τύπων υποστρώματος

Τύπος υποστρώματος		Μέγεθος (mm)	Κωδικοί
1	Βλάστηση	-	ΒΛ
2	Ιλύς	< 0.06	Υ
3	Άμμος	0.06 - 0.02	Α
4	Λεπτά χαλίκια	2 - 8	ΛΧ
5	Χαλίκια	8 – 64	Χ
6	Κροκάλες	64 - 256	Κ
7	Βράχια	< 256	Β

Πίνακας 2.4 Συντελεστές υποστρώματος ανά τύπο υποστρώματος

Συντελεστής	Τύπος
0.08	Βράχια
0.07	Κροκάλες
0.06	Βότσαλο
0.05	Χαλίκι
0.04	Λεπτό χαλίκι
0.03	Άμμος
0.02	Ιλύς

Στον πίνακα 2.5 παρουσιάζονται οι συνολικές παρατηρήσεις ανά τάξη μεγέθους της ιχθυοπανίδας για τους ποταμούς Βοϊδομάτη και Εύηνο. Ταυτόχρονα με τη συλλογή δεδομένων της ιχθυοπανίδας, ορίζονται διατομές κατά μήκος της κοίτης όπου σε ίσα διαστήματα καταγράφεται η μέση ταχύτητα της στήλης του νερού, το βάθος, ο τύπος του υποστρώματος και η κάλυψη (ανεξάρτητες μετρήσεις, πίνακας 2.5), για τον υπολογισμό των καμπυλών τύπου III (Καμπύλες Προτίμησης ενδιαιτήματος).

Πίνακας 2.5 Αριθμός ειδών ανά τάξη μεγέθους στον ποταμό Βοϊδομάτη και Εύηνο

	Βοϊδομάτης		Εύηνος	
	Αριθμός ψαριών	Ανεξάρτητες μετρήσεις	Αριθμός ψαριών	Ανεξάρτητες μετρήσεις
Μεγάλη Πέστροφα	104	103		
Μεσαία Πέστροφα	87	73		
Μικρή Πέστροφα	94	69		
Μεγάλος Ποταμοκέφαλος			368	172 (77.378)
Μικρός Ποταμοκέφαλος			342	114 (60.92)

Η διάκριση των ατόμων της ιχθυοπανίδας σε διαφορετικές τάξεις μεγέθους εξαρτάται από το είδος. Σε είδη με σχετικά μικρή σωματοδομή, μέχρι δύο ηλικιακές κλάσεις μπορούν να παρατηρηθούν με ακρίβεια από τους μελετητές. Μερικοί ερευνητές διακρίνουν το μέγεθος σε κλίμακα εκατοστών (π.χ. 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, κτλ.). Για παράδειγμα στην Αμερική πολλές μελέτες βασίζουν την παρατήρηση σε απλές τάξεις μεγέθους με σκοπό να διευκολύνεται η παρατήρηση ως προς τα διαφορετικά είδη ιχθυοπανίδας ταυτόχρονα. Επιπλέον κατά αυτό τον τρόπο υπάρχει το πλεονέκτημα της εύκολης σύγκρισης με είδη από άλλες χώρες, ακόμα και με είδη διαφορετικής ταξινόμησης (Martinez Capel, 2014).

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν φόρμες πεδίου οι οποίες συμπεριλαμβάνουν και πληροφορίες ως προς τη συμπεριφορά του οργανισμού στόχου (holding position, feeding). Στη συγκεκριμένη περίπτωση τα δεδομένα που καταγράφονται, προέρχονται από θέσεις που καταλαμβάνει η ιχθυοπανίδα ώστε να λάβει τροφή, καθώς οι θέσεις αυτές θεωρούνται περισσότερο αποδοτικές από πλευράς ενέργειας που καταναλώνει ο οργανισμός (Rincon and Lobon - Cervia, 1993).

Βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι εφαρμόζεται ακόμα και σε περιοχές με δυσμενές τοπογραφικό ανάγλυφο, όπου δεν είναι δυνατή η εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης τεχνικής όπως αυτής της ηλεκτραλιείας (Heggenes et al, 1990; Martínez-Capel και García de Jalón, 1999; Martínez-Capel *et al.*, 2008). Επιπλέον με την ΥΚ γίνεται λεπτομερή αποτύπωση των θέσεων που χρησιμοποιούν τα ψάρια εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο την πληρέστερη διεξαγωγή συμπερασμάτων ως προς τη δομή και την λειτουργία των οικοσυστημάτων χωρίς να υπάρχουν φαινόμενα μετατόπισης λόγω διαταραχής της φυσιολογικής συμπεριφοράς των οργανισμών στόχων (Bovee και Cochnauer, 1977; Bovee, 1986; Gatz Jr et al., 1987; Heggenes, 1991). Οι περιορισμοί της μεθόδου σχετίζονται με τη θολερότητα του νερού και με τις ταχύτητες οι οποίες αν είναι εξαιρετικά μεγάλες (μεγαλύτερες από 1.5 m/ sec) υπάρχει κίνδυνος για τη σωματική ακεραιότητα του μελετητή.

3 Επεξεργασία δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος

3.1 Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Εφόσον ολοκληρωθεί η συλλογή των δεδομένων, ακολουθεί στατιστική επεξεργασία τους. Δύο ειδών προσεγγίσεις ανάλογα με το είδος των δεδομένων (ποσοτικά ή ποιοτικά) χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση συγγονοτήτων σε επίπεδο μικροενδιαιτήματος.

Σύμφωνα με την πρώτη προσέγγιση τα ποσοτικά δεδομένα (ταχύτητας, βάθους, δείκτη υποστρώματος και δείκτη κάλυψης) ομαδοποιούνται σε ισομεγέθεις κλάσεις και αναπαρίστανται σε ιστόγραμμα (histogram). Αρχικά δοκιμάζονται τα όρια των κλάσεων των ιστογραμμάτων με σκοπό να αποφευχθούν τιμές οι οποίες δεν θα έχουν οικολογική σημασία, καθώς τα δεδομένα αναμένεται να έχουν είτε γραμμική συσχέτιση ή να ακολουθούν κανονική κατανομή (Austin, 2007).

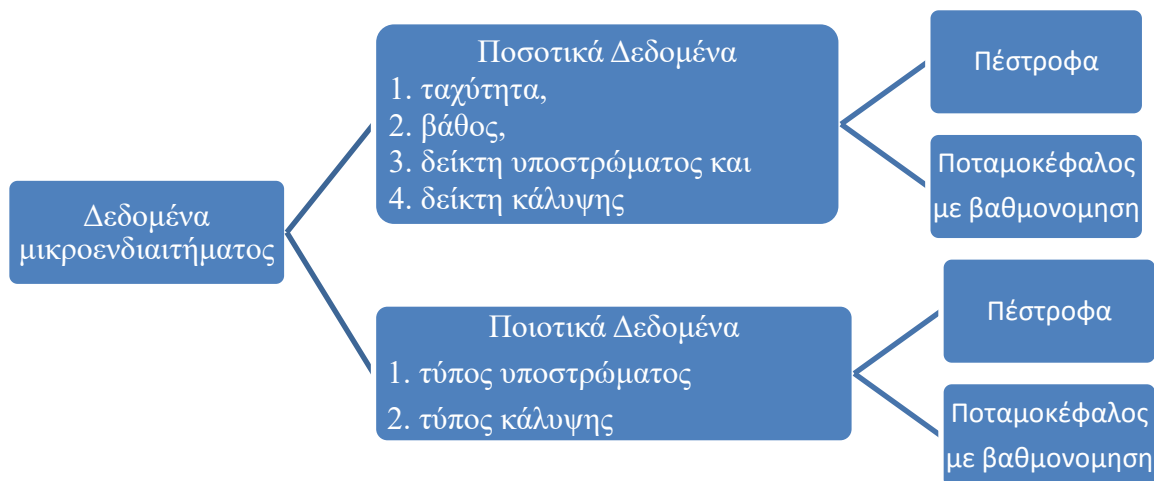
Σύμφωνα με τη δεύτερη προσέγγιση η ανάλυση των συχνοτήτων ποιοτικών δεδομένων (κυρίαρχο υπόστρωμα και κυρίαρχη κάλυψη) έγινε για κάθε τύπο ξεχωριστά (πχ χαλίκια, βράγια, κτλ).

Πριν από οποιαδήποτε επεξεργασία εξετάσθηκε για όλες τις τάξεις μεγέθους και για όλες τις παραμέτρους (βάθος, ταχύτητα, υπόστρωμα, κάλυψη) αν υπήρχε κάποια τυχαία χρήση ενδιαιτήματος. Είναι απαραίτητο να εξετασθεί αν το ενδιαίτημα που υπάρχει διαθέσιμο είναι διαφορετικό ως προς αυτό που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν οι οργανισμοί, ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχει επιλεκτική συμπεριφορά. Για το σκοπό αυτό εφαρμόστηκε στατιστικός έλεγχος ανάλυσης Kolmogorov-Smirnov (Smirnov, 1939) με 95% διάστημα βεβαιότητας ($\alpha=0.05$), όπως έχει αντιστοίχως εφαρμοστεί και σε άλλες μελέτες (Groshens y Orth, 1993; Hayes y Jowett, 1994). Ο έλεγχος αυτός επιτρέπει την αξιολόγηση του βαθμού ανεξαρτησίας μεταξύ των δεδομένων, είναι μη παραμετρικός και αναλύει ποσοτικές διαφορές και κατανομές μεταξύ των δεδομένων. Για τα δεδομένα του υποστρώματος χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης υποστρώματος όπως περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Τα δεδομένα που αφορούν τον ποταμοκέφαλο έδειξαν ότι προτιμά να βρίσκεται σε ομάδες (κοπάδια) γεγονός που σημαίνει ότι δεν υπάρχει ανταγωνιστική συμπεριφορά μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους. Ο αριθμός των ψαριών που καταγράφηκαν ανά θέση χρησιμοποιείται και ως ένα βαθμό ως ένδειξη της καταλληλότητας του ενδιαιτήματος, επομένως χρησιμοποιήθηκε ώστε να γίνει μια πρώτη βαθμονόμηση των δεδομένων ως προς την ανάλυση συχνοτήτων. Παρ' όλα αυτά τα κοπάδια πολλές φορές μπορεί να σχηματίζονται

για την προστασία από θηρευτές. Συνεπώς, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι όσο μεγαλύτερο είναι ένα κοπάδι ποταμοκέφαλων τόσο καλύτερες είναι οι συνθήκες μικροενδιαιτήματος στο σημείο αυτό. Κατά αυτό το σκεπτικό οι ακραίες τιμές κατέχουν σημαντικό ρόλο στην περεταίρω επεξεργασία των δεδομένων για την ανάπτυξη των HSC. Για να μειωθεί η επιρροή που ασκούν στο σύνολο των δεδομένων οι ακραίες τιμές, χρησιμοποιήθηκε η σχέση $\log+1$ για να μετασχηματισθεί ο αριθμός των παρατηρήσεων των ψαριών ανά θέση, όπως έχει ήδη εφαρμοστεί και σε προηγούμενες μελέτες (Brosse and Lek, 2000, Fukuda *et al.*, 2011).

Στο σχήμα 3.1 αναπαρίσταται το διάγραμμα ροής για την στατιστική επεξεργασία της ανάλυσης των συχνοτήτων από τα δεδομένα σε επίπεδο μικροενδιαιτήματος (στις θέσεις όπου καταγράφηκαν παρατηρήσεις ιχθυοπανίδας).



Σχήμα 3.1 Διάγραμμα ροής ανάλυσης συχνοτήτων μικροενδιαιτήματος

Μετά την κατασκευή των ιστογραμμάτων των ποσοτικών δεδομένων προσαρμόστηκε πάνω τους μία καμπύλη τρίτου πολωνυμικού βαθμού. Η όλη διαδικασία έγινε στο πρόγραμμα R (R development Core Team, 2012) και η επεξεργασία έγινε με σκοπό τη διατήρηση της αρχής της οικολογικής θεωρίας κατά Austin, (2007).

Τα ποιοτικά δεδομένα δεν παρουσιάζουν ενδιαμέσες τιμές, συνεπώς όπου χρειαζόταν έγινε χειροκίνητη επεξεργασία ώστε να είναι και αυτά συμβατά με την αρχή της οικολογικής

Μέχρι σήμερα, υπάρχουν μελέτες όπου δείχνουν διαφορετικά αποτελέσματα ως προς τις βέλτιστες τιμές των παραμέτρων όταν συγκρίνονται οι μετρήσεις από τις μέσες τιμές (βάθους, ταχύτητας κτλ) με τις αντίστοιχες σημειακές μετρήσεις (Martinez - Capel *et al.*, 2008), χωρίς ωστόσο το γεγονός αυτό να έχει πυροδοτήσει μέχρι τώρα την αποκλειστική χρήση αυτών των δεδομένων. Τα τρισδιάστατα μοντέλα είναι τα καταλληλότερα εργαλεία ώστε να υποδεχθούν τέτοιου είδους δεδομένα, τα οποία όμως είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο.

Η ιεράρχηση ως προς την επιλογή των ενδιαιτημάτων της πέστροφας έχει μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό μέχρι τώρα (Sloman and Armstrong, 2002). Τα μεγάλα σαλμονοειδή

Οι φορές όπου παρατηρήθηκε ένα ψάρι σε θέσεις με μηδενική ταχύτητα ήταν αρκετές. Σε αυτές τις περιπτώσεις θεωρείτε ότι τα ψάρια αναζητούν καταφύγιο καθώς δεν υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα ως προς την παροχή τροφής (Hauer *et al.*, 2012). Κατά αυτό τον τρόπο δεν αποδόθηκε μεγάλη τιμή του δείκτη καταλληλότητας, καθώς θα είχε μεγάλη επίδραση στην τελική αξιολόγηση ως προς την αξιολόγηση των συνθηκών που προτιμούν οι συγκεκριμένες πέστρες. Κάτι το οποίο μπορεί να έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση αν ο υπολογισμός του τελικού σύνθετου δείκτη καταλληλότητας γίνει με τρόπο όπου οι

παράμετροι ασκούν ανεξάρτητη επιρροή και δεν συσχετίζονται μεταξύ τους, οδηγώντας με αυτό το τρόπο σε λανθασμένα αποτελέσματα σχετικά με τα ενδιαστήματα που προτιμούν οι πέστροφες, εφόσον έχει ήδη τεκμηριωθεί επαρκώς ότι η ευρύτερη οικογένεια των σαλμονοειδών προτιμούν νερά με υψηλές ταχύτητες.

Όσον αφορά τους τύπους YMM, έχει γίνει αναφορά σε προηγούμενες μελέτες ότι υπάρχει σαφής διαφοροποίηση μεταξύ των τύπων YMM που προτιμούν τα μεγαλύτερα σε σχέση με τα μικρότερα μεγέθη πέστροφας (Baran *et al.*, 1997), όπου τα μικρότερα βρίσκονται συχνότερα σε τύπους YMM με ρηχά και νερά με αυξημένη παροχή. Συγκεκριμένα οι Elso και Giller (2001) ανακάλυψαν ότι η μικρή πέστροφα καταλαμβάνει θέσεις με γρήγορη ροή και μόλις φτάνει σε ένα συγκεκριμένο στάδιο μεταφέρεται σε ποταμολίμνια. Αυτή η συμπεριφορά εξηγείται από την ανταγωνιστικότητα που επικρατεί στο είδος, στην τήρηση ορίων (Elliott, 1990; Elso and Giller, 2001) και στο ρίσκο ενδεχόμενης επίθεσης από θηρευτές, καθώς το βάθος παρέχει κάλυψη ειδικά από θηρευτές που βρίσκονται εκτός της κοίτης (Greenberg *et al.*, 1997).

Μία πολύ πρόσφατη μελέτη βασιζόμενη σε πολυκριτηριακή ανάλυση δεδομένων έδειξε ένα μεγαλύτερο εύρος ορίων ταχύτητας προτίμησης της πέστροφας από ότι σε άλλες προηγούμενες μελέτες (Munoz-Mas *et al.*, 2014).

Οι αρχικές καμπύλες του βάθους και της ταχύτητας είχαν μεγάλη κλίση όσο αυξάνονταν οι αντίστοιχες τιμές των παραμέτρων αυτών. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι δεν υπήρχαν στους συγκεκριμένους τύπους YMM πολλές θέσεις με αυτές τις υψηλές τιμές και όχι απαραίτητα ότι τα ψάρια δεν τις προτιμούν. Κατά αυτό τον τρόπο η απόδοση ενός χαμηλού δείκτη καταλληλότητας σε αυτές τις μετρήσεις μπορεί να περιορίσει τη δυνατότητα εφαρμογής των συγκεκριμένων καμπυλών σε άλλους τύπους ποταμών, όπου αν υπήρχαν σε μεγαλύτερο ποσοστό διαθέσιμες υψηλές τιμές ταχύτητας και βάθους θα μπορούσαν τα ψάρια να τις χρησιμοποιήσουν και σε μεγαλύτερο ποσοστό. Για να μειωθεί η επίδραση του φαινομένου αυτού, υιοθετήθηκε ένα νέο κριτήριο το οποίο βασίζεται στις καμπύλες προτίμησης ενδιαιτήματος (καμπύλες τύπου III) οι οποίες έγιναν με βάση το λόγο της χρήσης του ενδιαιτήματος ως προς τη διαθεσιμότητα του (forage ratio). Αν και γενικότερα αυτές οι καμπύλες δεν ενδείκνυνται για την εκτίμηση της καταλληλότητας ενδιαιτήματος (Payne and Allen, 2009), η συνεισφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι υπολογίζουν τα όρια της αναλογίας της χρήσης του ενδιαιτήματος σε σύγκριση με αυτό που υπάρχει διαθέσιμο. Συγκεκριμένα, για την εξομάλυνση της κλίσης των τελικών καμπυλών υιοθετήθηκε ένα κριτήριο ως προς το ελάχιστο όριο της καμπύλης, με βάση το οποίο όταν η αρχική τιμή του



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα
ανταγωνιστική
ποιότητα παντού



η περιφέρεια στο **επίκεντρο** της ανάπτυξης



Σε κάποιες μελέτες μέχρι τώρα δεν υπολογίζεται το υπόστρωμα ως παράμετρος καταλληλότητας ενδιαιτήματος (Jowett and Davey, 2007, Lambert and Hanson, 1989); ενώ σε κάποιες άλλες λαμβάνονται υπόψη μόνο ορισμένοι τύποι υποστρώματος (Rincon and Lobon - Cervia, 1993, Vismara *et al.*, 2001), κάτι το οποίο ισχύει και για την παρούσα μελέτη.

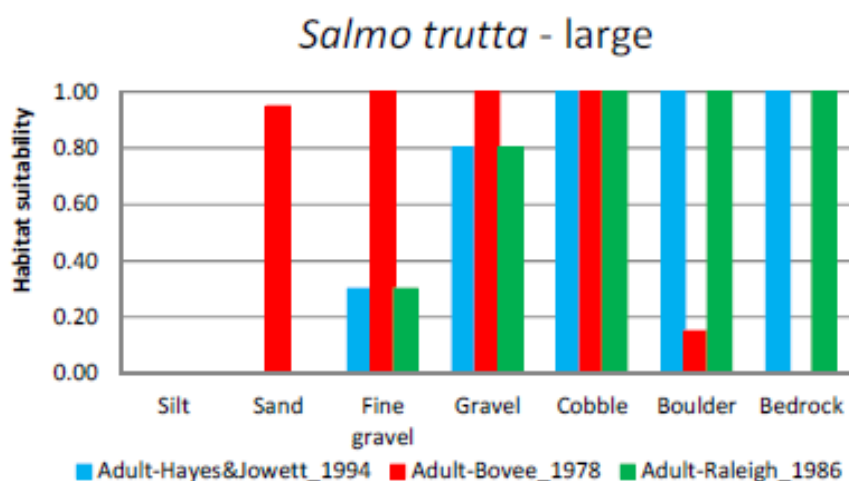
Επιπλέον επειδή η επίδραση του τύπου υποστρώματος είναι ένα θέμα που έχει μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό σε διάφορες περιοχές και υπάρχει διαθέσιμη πληροφορία κρίθηκε επαρκές να αξιοποιηθούν καμπύλες της κατηγορίας I, όπου η πληροφορία από τα δεδομένα της δειγματοληψίας στον ελληνικό χώρο δεν μπορούσαν να οδηγήσουν στην εκτίμηση καμπυλών τύπου II. Συγκεκριμένα πολλές προσεγγίσεις προτείνουν ως προς τον τύπο υποστρώματος με το μεγαλύτερο δείκτη καταλληλότητας ένα μεσαίο προς λεπτόκοκκο υπόστρωμα (Bovee, 1978, Heggenes, 1996, Munoz-Mas *et al.*, 2014, Rincon and Lobon - Cervia, 1993). Αλλά το πως καταλήγει να είναι η κλίση της καμπύλης αντίστοιχων δεδομένων είναι κάτι που διαφέρει πολύ μέχρι στιγμής στη βιβλιογραφία.

Ειδικά για τα μικρά ψάρια, ορισμένες μελέτες δείχνουν μια γενική τάση μείωσης της καταλληλότητας του ενδιαιτήματος βασιζόμενες στον τύπο υποστρώματος του οποίου έχει αποδοθεί μεγάλος SI (π.χ. γαλίκι).

Δύο από τις σημαντικότερες μελέτες γύρω από το θέμα αυτό (σχήμα 3.2) αποδίδουν τιμές του SI μεταξύ των ορίων 0.65 και 0.75 (για μέγεθος ψαριού μέχρι 15 cm, Raleigh *et al.*, 1986). Αντίθετα, άλλες μελέτες από τον Bovee (1978) και από τον Heggenes *et al.* (1991) αποδίδουν πολύ χαμηλότερες τιμές. Διατηρώντας μια ενδιάμεση προσέγγιση, στην παρούσα μελέτη αποδόθηκε μία βαθμιαία μείωση του SI ξεκινώντας από το χαλίκι και πηγαίνοντας προς περισσότερο λεπτόκοκκα υλικά; αποδόθηκε 0.4 στην ιλύ και στην άμμο, 0.8 για το λεπτό χαλίκι, 0.9 για το βότσαλο και χαμηλότερες τιμές για τα βράχια και τους ογκόλιθους. Κατά αυτό τον τρόπο διατηρείται μια οικολογική σημασία στην απόδοση των τιμών SI στους τύπους του υποστρώματος, παρά την έλλειψη δεδομένων από τις εργασίες πεδίου. Οι ίδιοι δείκτες χρησιμοποιήθηκαν και για τα μεσαία μεγέθους ψάρια με τη διαφορά ότι η βέλτιστη τιμή του δείκτη (1) αποδόθηκε στα βότσαλα όπως φαίνεται και σε άλλες μελέτες (Bovee, 1978, Heggenes *et al.* 1991). Στα μεγάλα μεγέθους ψάρια η βέλτιστη τιμή του δείκτη (1) αποδόθηκε στα βράχια ενώ χαμηλότερος δείκτης αποδόθηκε στα βότσαλα και στα χαλίκια.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι σε ορισμένα εργαλεία όπως το PHABSIM (Milhous, 1979) και το RHYHABSIM (Jowett, 1999), δεν επιτρέπεται τη χρήση του υποστρώματος και της κάλυψης ξεχωριστά. Συνεπώς είναι ευθύνη του χρήστη των εργαλείων αυτών να ενώσει την πληροφορία από αυτές τις δύο παραμέτρους σε ένα ενιαίο πρότυπο υπό τη μορφή δεικτών ή ορίζοντας κάποιον άλλο τρόπο ώστε να συνυπολογιστούν στην εκτίμηση της καταλληλότητας των ενδιαιτημάτων.

Για τα δεδομένα του ποταμοκέφαλου τέθηκαν ορισμένοι προβληματισμοί ως προς τη σημαντικότητα της απουσίας ορισμένων τύπων υποστρώματος και κάλυψης και το κατά πόσο αυτά θα διαδραματίσουν ουσιαστικό ρόλο για τη χρήση των HSC και σε άλλα ποτάμια. Υπάρχει σαφής διαφοροποίηση της χρήσης του ενδιαιτήματος καθώς αλλάζει το μέγεθος του ψαριού. Από αντίστοιχες Ευρωπαϊκές μελέτες για το *Leuciscus cephalus* τα πολύ μικρά σε μέγεθος ψάρια (γόνοος) βρίσκονται συνήθως σε στάσιμα νερά βάθους 20 με 50 cm, με ιλύ και χαλίκι και παρουσία μακρόφυτων και κορμών; αντίθετα τα πολύ μικρά *Leuciscus leuciscus* αποφεύγουν τους κορμούς, ενώ προτιμούν μακρόφυτα και περίφυτα και ένα εύρος βαθών (Cowx and Welcomme, 1998). Στις μελέτες της Ιβηρικής χερσονήσου, όλα τα μεγέθη

Για τον Εύηνο ποταμό, οι θέσεις όπου επιλέχθηκαν περισσότερο δεν είχαν κάλυψη ούτε βρίσκονταν κοντά σε μεγάλους βράχους, ενώ τα μεγάλα μεγέθη επέλεξαν θέσεις με σκιά. Κατά αυτό τον τρόπο, η τιμή 0.5 SI υιοθετήθηκε για όλες τις κατηγορίες κάλυψης και για τα δύο μεγέθη.

4 Ανάπτυξη Καμπυλών Καταλληλότητας Ενδιαστήματος (HSC)

4.1 Σύντομη περιγραφή

Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τη δειγματοληψία με τη τεχνική της υποβρύχιας παρατήρησης και τους τύπους καμπυλών καταλληλότητας ενδιατημάτων που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, αναπτύχθηκαν ο τύπος II - Χρήσης (use) και ο τύπος III- Προτίμησης (preference). Τέλος αναπτυχτήκαν οι τελικές καμπύλες (HSC- final) πραγματοποιώντας ορισμένες μεταβολές στα όρια των τιμών των καμπυλών II, με βάση τη γνώμη των ειδικών (expert judgment), με σκοπό την ευρύτερη αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της καταλληλότητας της ελληνικής ιχθυοπανίδας όχι μόνο στα στενά όρια των συγκεκριμένων ποταμών από τους οποίους έγινε η συλλογή των δεδομένων, αλλά και ευρύτερα σε άλλους ποταμούς με παρόμοια υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά.

Ο Τύπος II - Καμπύλες Χρήσης Ενδιατιήματος και ο τύπος III - Καμπύλες Προτίμησης Ενδιατιήματος, αναπτύχθηκαν αποκλειστικά με βάση τα δεδομένα της δειγματοληψίας από τα ελληνικά ποτάμια. Στα διαγράμματα που ακολουθούν ο τύπος II (use) απεικονίζεται με μπλε χρώμα και ο τύπος III (preference) με κίτρινο. Οι τελικές καμπύλες (HSC- final) απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα.

Αρχικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από το στατιστικό τεστ Kolmogorov-Smirnov (πίνακας 4.1). Σύμφωνα με αυτά φαίνεται ότι η πέστροφα (W.B. Trout) είναι πολύ επιλεκτική ως προς τις θέσεις που καταλαμβάνει, ειδικά ως προς το βάθος και την ταχύτητα. Ωστόσο, το αντίθετο φαίνεται για τον ποταμοκέφαλο (E. Chub), όπου ειδικότερα για το μεγάλο μέγεθος φαίνεται ότι οι θέσεις που καταλαμβάνει είναι τυχαίες.

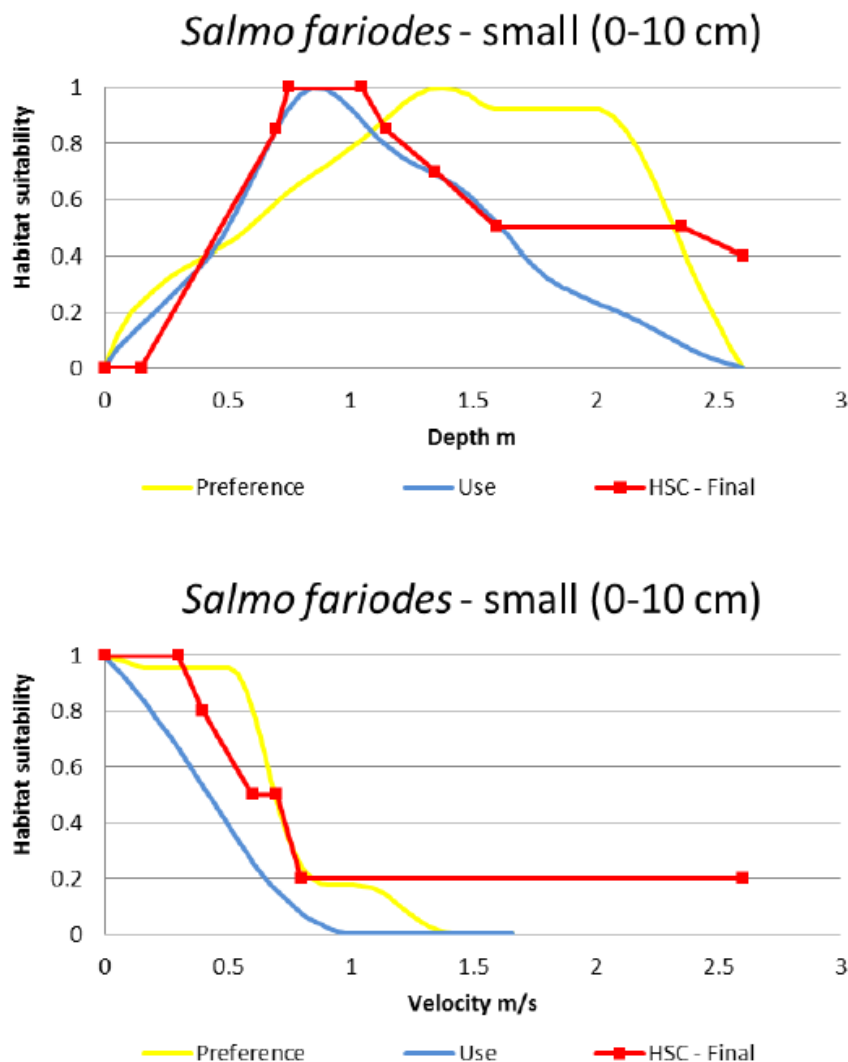
Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα στατιστικού τεστ (Kolmogorov - Smirnov test)

Μέγεθος και Είδος	Ταχύτητα (m/sec)	Βάθος (m)	Δείκτης Υποστρώματος
Μικρή W.B. Trout	0.011	0.023	0.01
Μεσαία W.B. Trout	0.014	0.126	0.023
Μεγάλη W.B. Trout	0	0	0.689
Μικρά E. Chub	0.06	0.099	0.852
Μεγάλα E. Chub	0.496	0.429	0.009

4.2 Αποτελέσματα μικρού μεγέθους πέστροφας (0-10 cm)

Σχετικά με το βάθος η μέγιστη καταλληλότητα εμφανίστηκε μεταξύ των τιμών 0.75 και 1.05 m. Η καμπύλη τείνει να καταλήγει προς το 2.25 m. Σύμφωνα με το κριτήριο για την εξομάλυνση της τάσης της καμπύλης ορίστηκε το χαμηλότερο όριο στα 0.4 m (σχήμα 4.1). Επιπλέον, στη καμπύλη προτίμησης αποτυπώνεται ένα μεγαλύτερο εύρος βέλτιστων βαθών. Συνεπώς, τα τελικά όρια του βέλτιστου βάθους διευρύνθηκαν μεταξύ 1.6 και 2.35 m.

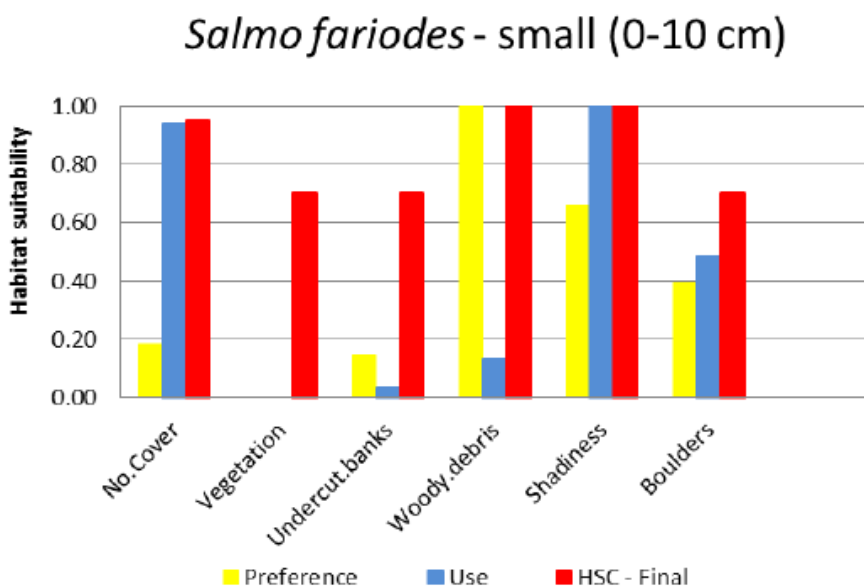
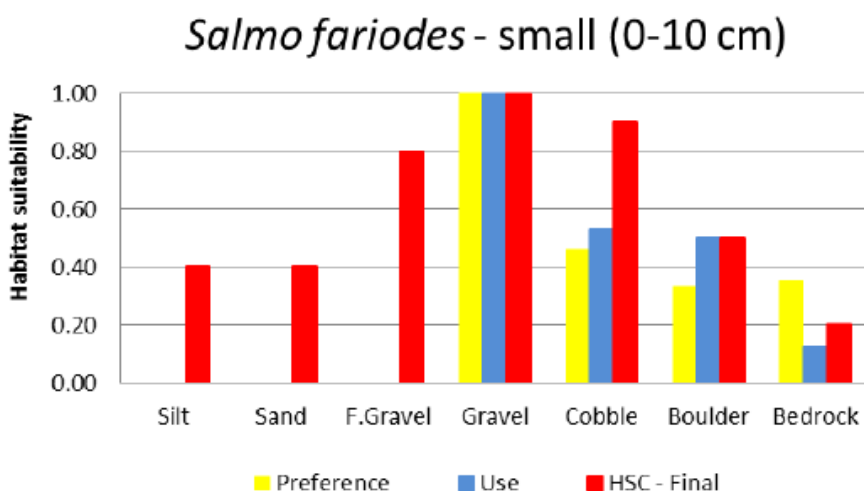
Η καμπύλη της χρήσης ταχύτητας εμφανίζει μία γραμμική μείωση από τη μηδενική τιμή (0 m/s) μέχρι και τη τιμή (0.85 m/s), ενώ στη καμπύλη προτίμησης της ταχύτητας εμφανίζεται σταθεροποίηση μεταξύ των τιμών 0 και 0.65 m/s.



Σχήμα 4.1 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος βάθους (πάνω) μικρής πέστροφας και ταχύτητας (κάτω). Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες

Η μεγαλύτερη καταλληλότητα του κυρίαρχου υποστρώματος είναι αποτέλεσμα συνδυασμού δεδομένων χρήσης και προτίμησης (σχήμα 4.2). Ο τύπος υποστρώματος με τη μεγαλύτερη καταλληλότητα είναι το χαλίκι. Στον Βοϊδομάτη, ως τύπος υποστρώματος δεν εμφανίστηκε πιο λεπτόκοκκο υλικό από το χαλίκι, συνεπώς για να μπορέσουν να εφαρμοστούν τα ιστογράμματα και αλλού αποδόθηκε η τιμή 0.7 σε όλους τους υπόλοιπους τύπους που δεν εμφανίστηκαν.

Για την κάλυψη η βέλτιστη καταλληλότητα ως προς τη χρήση αφορούσε θέσεις με σκιά, ενώ ως προς την προτίμηση αφορούσε θέσεις με κορμούς.



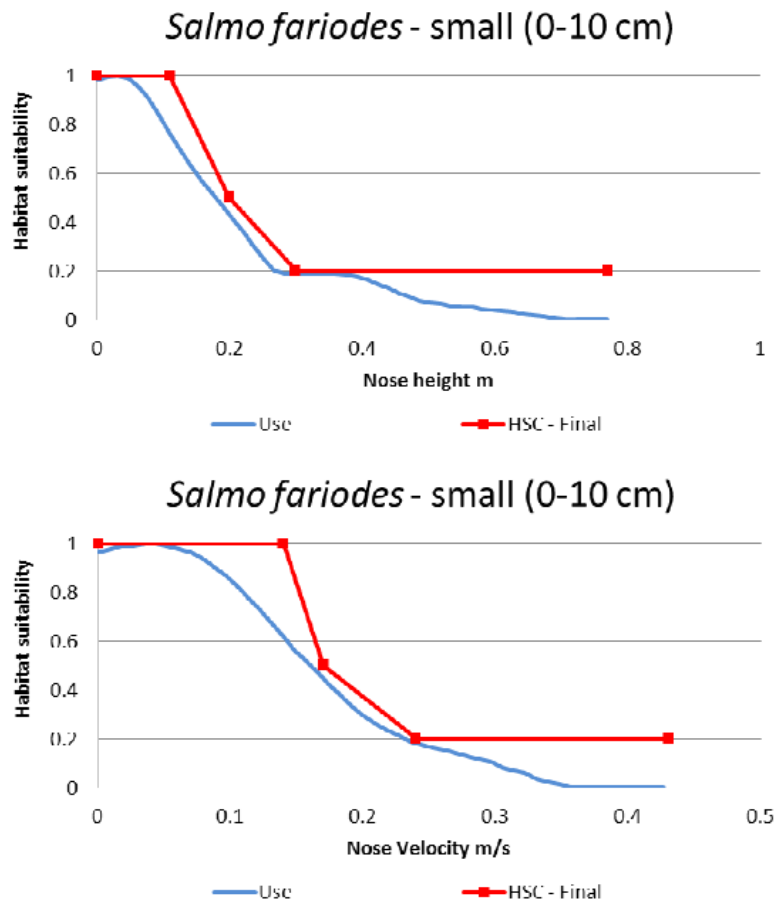
Σχήμα 4.2 Καταλληλότητα ενδαιτήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω), μικρής πέστροφας, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες)

Στον πίνακα 4.2 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μικρό μέγεθος πέστροφας.

Πίνακας 4.2 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μικρό μέγεθος πέστροφας

Βάθος (m)	HIS	Μέση ταχύτητα (m/ sec)	HIS	Κυρίαρχο υπόστρωμα	HIS	Κάλυψη	HIS
0	0	0	1	Ιλύς	0.4	-	1
0.15	0	0.3	1	Άμμος	0.4	Βλάστηση	0.7
0.7	0.85	0.4	0.8	Λεπτό Χαλίκι	0.8	Σπηλιές	0.7
0.75	1	0.6	0.5	Χαλίκι	1	Κορμοί	1
1.05	1	0.7	0.5	Βότσαλο	0.9	Σκιά	1
1.15	0.85	0.8	0.2	Βράχος	0.5	Βράχια	0.7
1.35	0.7	2.6	0.2	Ογκόλιθος	0.2		
1.6	0.5						
2.35	0.5						
2.6	0.4						

Τα αποτελέσματα των δεδομένων σημειακού βάθους έδειξαν ότι προτιμούνται θέσεις πολύ κοντά στον πυθμένα (0.05 m). Ενώ τα αποτελέσματα σχετικά με τη σημειακή ταχύτητα έδειξαν ότι οι θέσεις που χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο ήταν αυτές με ταχύτητες χαμηλότερες των 0.15 m/sec (σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω), (μπλε χρώμα καμπύλες χρήσης, κόκκινο χρώμα τελικές καμπύλες), μικρής πέστροφας

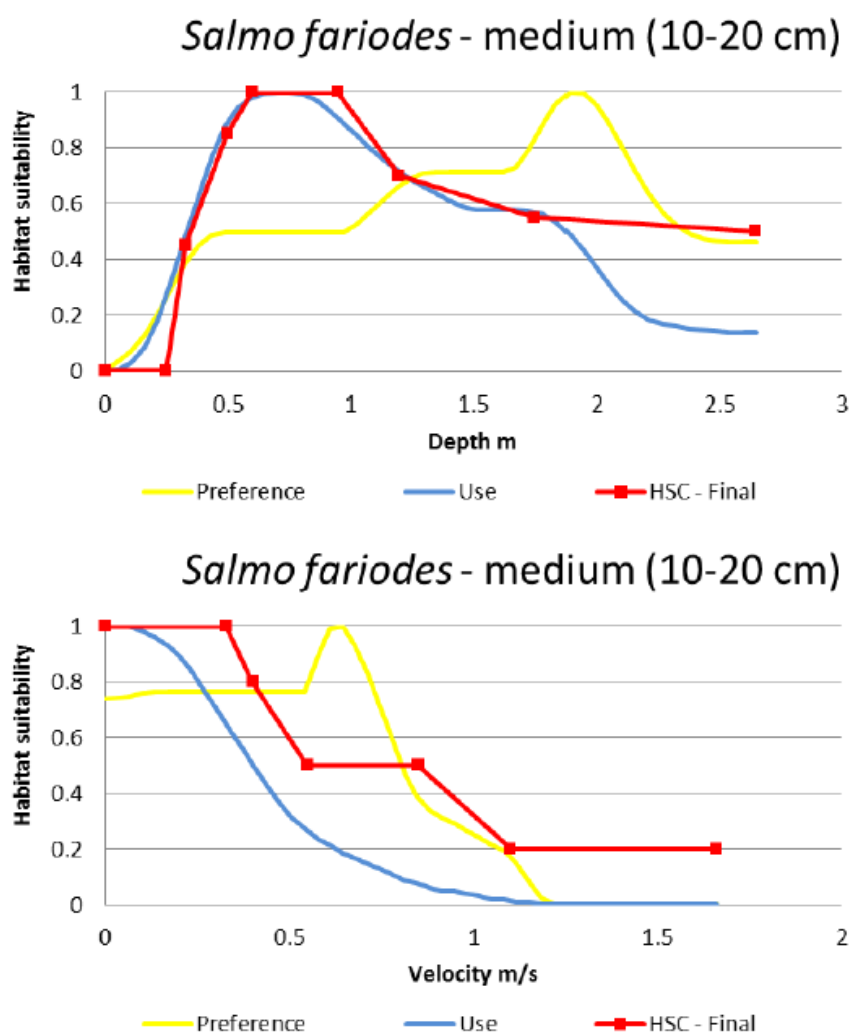
Στον πίνακα 4.3 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μικρό μέγεθος πέστροφας.

Πίνακας 4.3 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μικρό μέγεθος πέστροφας

Σημειακό βάθος (m)	HIS	Σημειακή ταχύτητα (m/ sec)	HIS
0	1	0	1
0.11	1	0.14	1
0.2	0.5	0.17	0.5
0.3	0.2	0.24	0.2
0.77	0.2	0.43	0.2

4.3 Αποτελέσματα μεσαίου μεγέθους πέστροφας (10-20 cm)

Σχετικά με το βάθος η μέγιστη καταλληλότητα εμφανίστηκε μεταξύ των τιμών 0.6 και 0.75 m. Η καμπύλη τείνει να καταλήγει προς το 2.5 m. Η καμπύλη προτίμησης παρουσίασε μετατόπιση σε μεγαλύτερο βάθος ως προς το βέλτιστο. Συνεπώς, τα τελικά όρια του βέλτιστου βάθους για τον υπολογισμό της τελικής καμπύλης διευρύνθηκαν. Ενώ σύμφωνα με το κριτήριο για την εξομάλυνση της τάσης της καμπύλης ορίστηκε το χαμηλότερο όριο στα 0.5 m (σχήμα 4.4). Η καμπύλη της χρήσης ταχύτητας εμφανίζει μία γραμμική μείωση μέχρι το 1 m/s, ενώ στη καμπύλη προτίμησης της ταχύτητας εμφανίζεται βελτιστοποίηση στο 0.65 m/s (σχήμα 4.4).

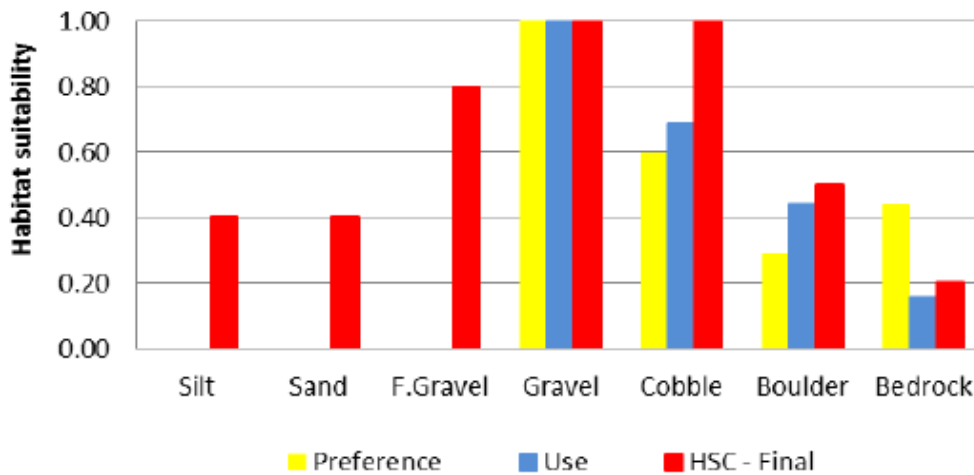


Σχήμα 4.4 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος βάθους (πάνω) και ταχύτητας (κάτω) μεσαίας πέστροφας. Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες

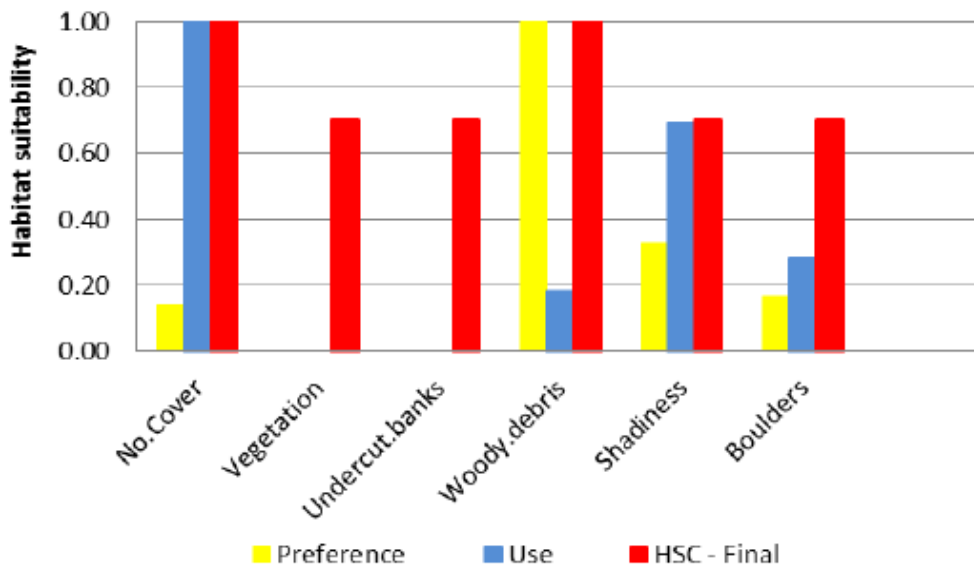
Η μεγαλύτερη καταλληλότητα του κυρίαρχου υποστρώματος είναι αποτέλεσμα συνδυασμού δεδομένων χρήσης και προτίμησης (σχήμα 4.5). Ο τύπος υποστρώματος με τη μεγαλύτερη καταλληλότητα είναι το χαλίκι. Όπως και στα ιστογράμματα της μικρής πέστροφας αποδόθηκε η τιμή 0.7 σε όλους τους υπόλοιπους τύπους που δεν εμφανίστηκαν.

Ως προς την κάλυψη η βέλτιστη καταλληλότητα της χρήση αφορούσε θέσεις χωρίς καμία κάλυψη, ενώ για την προτίμηση αφορούσε θέσεις με κορμούς, (σχήμα 4.5).

Salmo fariodes - medium (10-20 cm)



Salmo fariodes - medium (10-20 cm)

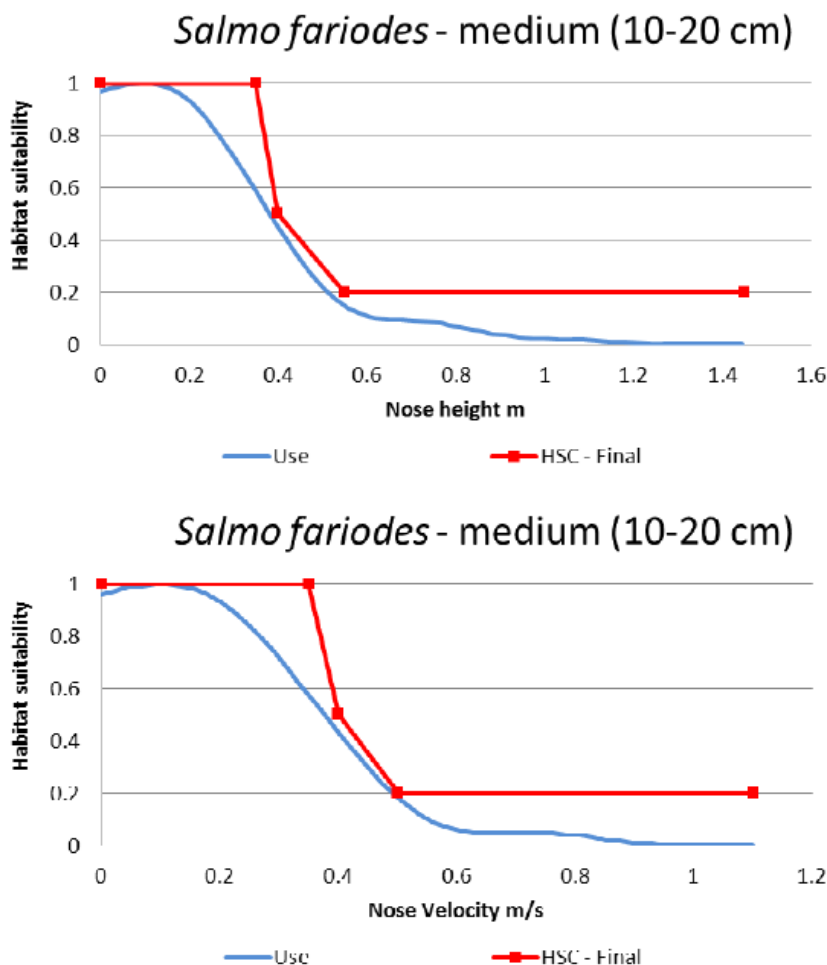


Σχήμα 4.5 Καταλληλότητα ενδιαιτήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μεσαίας πέστροφας, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες)

Πίνακας 4.4 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μεσαίο μέγεθος πέστροφας

Βάθος (m)	HIS	Μέση ταχύτητα (m/ sec)	HIS	Κυρίαρχο υπόστρωμα	HIS	Κάλυψη	HIS
0	0	0	1	Ιλύς	0.4	Χωρίς	1
0.25	0	0.33	1	Άμμος	0.4	Βλάστηση	0.7
0.33	0.45	0.4	0.8	Λεπτό Χαλίκι	0.8	Σπηλιές	0.7
0.5	0.85	0.55	0.5	Χαλίκι	1	Κορμοί	1
0.6	1	0.85	0.5	Βότσαλο	1	Σκιά	0.7
0.95	1	1.1	0.2	Βράχος	0.5	Βράχια	0.7
1.2	0.7	1.66	0.2	Ογκόλιθος	0.2		
1.75	0.55						

Τα αποτελέσματα των δεδομένων σημειακού βάθους έδειξαν ότι προτιμούνται θέσεις μέχρι το μισό μέτρο βάθος με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης το 0.15 m. Ενώ τα αποτελέσματα σχετικά με τη σημειακή ταχύτητα έδειξαν ότι οι θέσεις που χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο ήταν αυτές με ταχύτητες χαμηλότερες των 0.4 m/sec, σχεδόν διπλάσια από αυτά της μικρής πέστροφας, (σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω), (μπλε χρώμα καμπύλες χρήσης, κόκκινο χρώμα τελικές καμπύλες) μεσαίας πέστροφας

Στον πίνακα 4.5 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεσαίο μέγεθος πέστροφας.

Πίνακας 4.5 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεσαίο μέγεθος πέστροφας

Σημειακό βάθος (m)	HIS	Σημειακή ταχύτητα (m/sec)	HIS
0	1	0	1
0.35	1	0.35	1
0.4	0.5	0.4	0.5
0.55	0.2	0.5	0.2
1.45	0.2	1.1	0.2

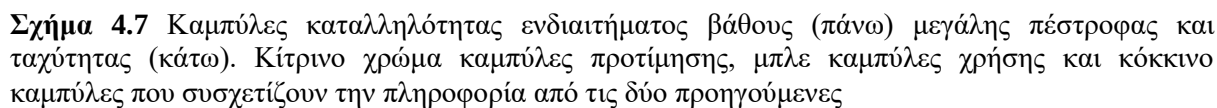
4.4 Αποτελέσματα μεγάλου μεγέθους πέστροφας (> 20 cm)

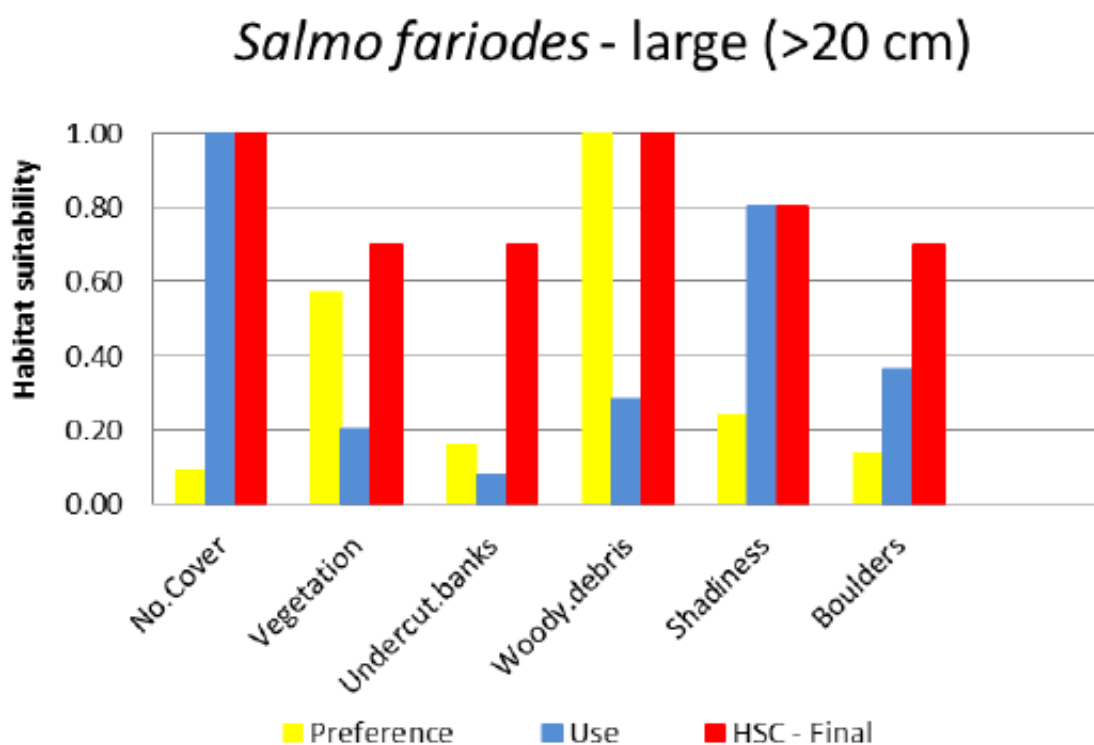
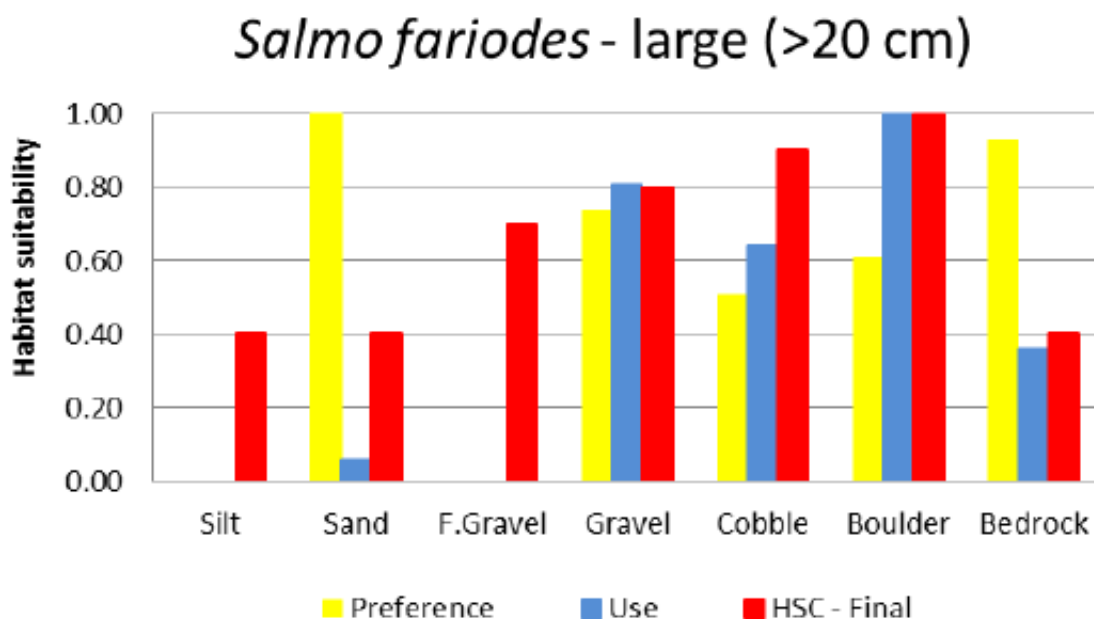
Σχετικά με το βάθος η μέγιστη καταλληλότητα εμφανίστηκε σε μεγαλύτερα βάθη συγκριτικά με τα δύο μικρότερα μεγέθη. Η καμπύλη προτίμησης παρουσίασε μετατόπιση ως προς το βέλτιστο βάθος στα 2 m. Συνεπώς, τα τελικά όρια του βέλτιστου βάθους για τον υπολογισμό της τελικής καμπύλης ορίστηκαν μεταξύ του 1.4 και 1.8 m. Ενώ σύμφωνα με το κριτήριο για την εξομάλυνση της τάσης της καμπύλης ορίστηκε το χαμηλότερο όριο στα 0.5 m (σχήμα 4.7).

Η καμπύλη της χρήσης ταχύτητας δεν εμφανίζει βέλτιστη τιμή στη μηδενική ταχύτητα σε αντίθεση με τα μικρότερα μεγέθη. Ωστόσο, εμφανίζεται μια μικρή κορυφή η οποία μειώνεται απότομα. Συγκριτικά με τα μικρότερα μεγέθη της πέστροφας, η τελική καμπύλης της ταχύτητας για τη μεγάλη πέστροφα έχει περισσότερο διευρυμένα όρια (σχήμα 4.7).

Ο τύπος υποστρώματος σύμφωνα με τα δεδομένα χρήσης με τη μεγαλύτερη καταλληλότητα είναι τα βράχια. Ενώ σύμφωνα με τα δεδομένα προτίμησης είναι η άμμος. Όπως και στα ιστογράμματα της μικρής πέστροφας αποδόθηκε η τιμή 0.7 σε όλους τους υπόλοιπους τύπους που δεν εμφανίστηκαν (σχήμα 4.8).

Ως προς την κάλυψη η βέλτιστη καταλληλότητα της χρήσης αφορούσε θέσεις χωρίς καμία κάλυψη, όπως και για τη μεσαία πέστροφα ενώ για την προτίμηση αφορούσε θέσεις με κορμούς και υδρόβια βλάστηση (σχήμα 4.8).





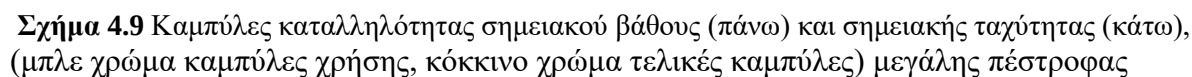
Σχήμα 4.8 Καταλληλότητα ενδιαιτήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μεγάλης πέστροφας, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες)

Στον πίνακα 4.6 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μεγάλο μέγεθος πέστροφας.

Πίνακας 4.6 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μεγάλο μέγεθος πέστροφας

Βάθος (m)	HIS	Μέση ταχύτητα (m/sec)	HIS	Κυρίαρχο υπόστρωμα	HIS	Κάλυψη	HIS
0	0	0	0.9	Ιλύς	0.4	Χωρίς	1
0.4	0	0.1	0.9	Άμμος	0.4	Βλάστηση	0.7
0.5	0.4	0.15	1	Λεπτό Χαλίκι	0.7	Σπηλιές	0.7
0.7	0.65	0.3	1	Χαλίκι	0.8	Κορμοί	1
1.1	0.65	0.5	0.6	Βότσαλο	0.9	Σκιά	0.8
1.4	1	0.7	0.4	Βράχος	1	Βράχια	0.7
1.8	1	1	0.2	Ογκόλιθος	0.4		
2	0.7	1.66	0.2				
2.4	0.5						

Τα αποτελέσματα των δεδομένων σημειακού βάθους έδειξαν ότι προτιμούνται θέσεις μέχρι το μισό μέτρο βάθος με ορισμένα να το ξεπερνούν. Τα αποτελέσματα σχετικά με τη σημειακή ταχύτητα έδειξαν ότι οι θέσεις που χρησιμοποιήθηκαν παρόμοιες ταχύτητες με τα μεσαίου μεγέθους ψάρια (0.4 m/sec), (σχήμα 4.9).



Στον πίνακα 4.7 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεγάλο μέγεθος πέστροφας.

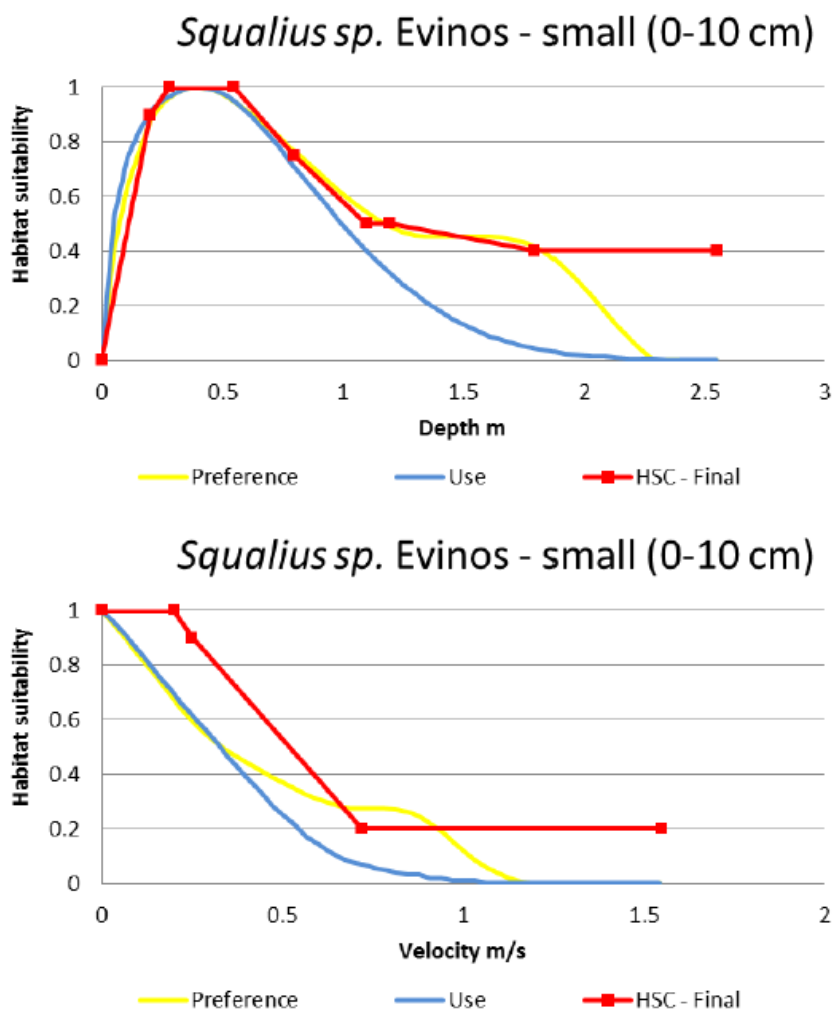
Πίνακας 4.7 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεγάλο μέγεθος πέστροφας

Σημειακό βάθος (m)	HIS	Σημειακή ταχύτητα (m/sec)	HIS
0	1	0	1
0.15	1	0.13	1
0.4	0.5	0.2	0.8
0.7	0.2	0.28	0.5
1.6	0.2	0.36	0.2
		0.77	0.2

4.5 Αποτελέσματα μικρού μεγέθους ποταμοκέφαλου (0-10 cm)

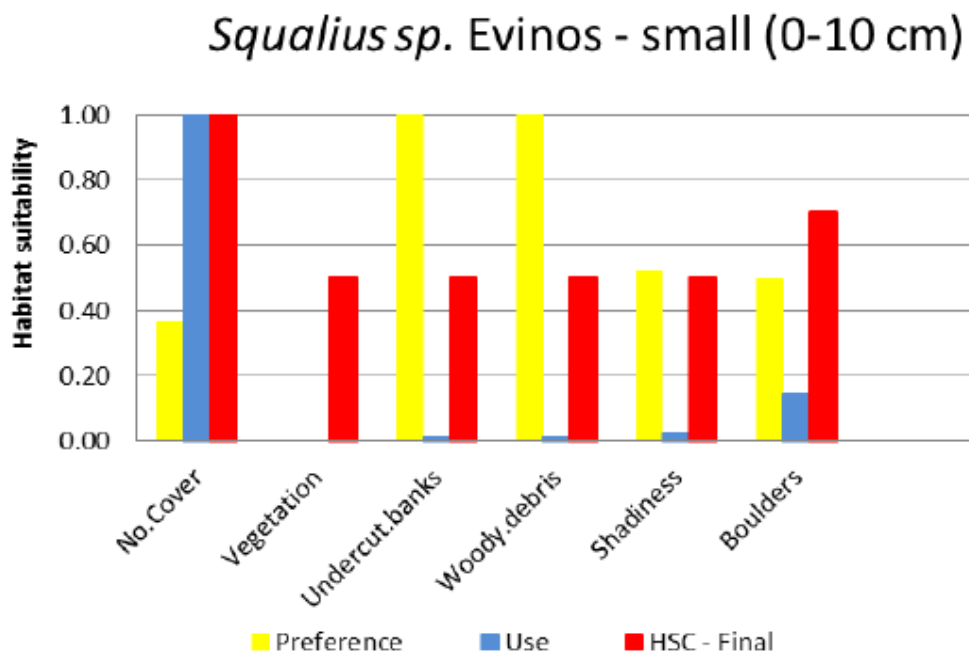
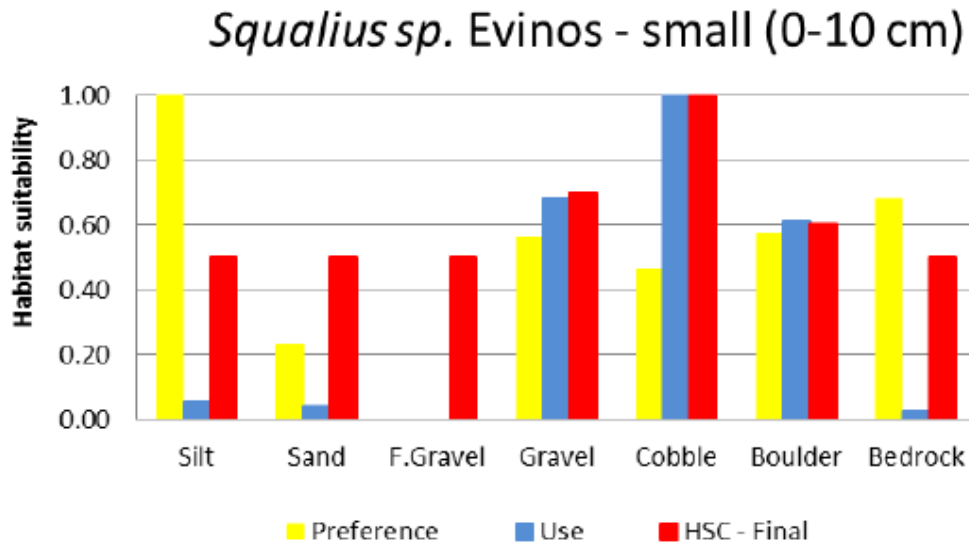
Σχετικά με το βάθος η μέγιστη καταλληλότητα εμφανίστηκε μεταξύ των τιμών 0.28 και 0.55 m. Η καμπύλη τείνει να καταλήγει προς το 1.5 m. Σύμφωνα με το κριτήριο για την εξομάλυνση της τάσης της καμπύλης ορίστηκε το χαμηλότερο όριο στα 0.4 m (σχήμα 4.10). Επιπλέον, στη καμπύλη προτίμησης αποτυπώνεται ένα μεγαλύτερο εύρος βέλτιστων βαθών. Συνεπώς, τα τελικά όρια του βέλτιστου βάθους διευρύνθηκαν μεταξύ 1.6 και 2.35 m.

Η καμπύλη της χρήσης ταχύτητας εμφανίζει μία γραμμική μείωση από τη μηδενική τιμή (0 m/s), ενώ δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις με την καμπύλη προτίμησης της ταχύτητας. Σύμφωνα με το κριτήριο για την εξομάλυνση της τάσης της καμπύλης ορίστηκε το χαμηλότερο όριο στα 0.2 m (σχήμα 4.10).



Σχήμα 4.10 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος βάθους (πάνω) και ταχύτητας (κάτω), μικρού μεγέθους ποταμοκέφαλου. Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες

Ο τύπος υποστρώματος με τη μεγαλύτερη καταλληλότητα σύμφωνα με τα δεδομένα της χρήσης είναι το βότσαλο, ενώ με τα δεδομένα προτίμησης είναι η ιλύς. Αποδόθηκε η τιμή 0.5 σε όλους τους υπόλοιπους τύπους που δεν εμφανίστηκαν. Ως προς την κάλυψη η βέλτιστη καταλληλότητα της χρήση αφορούσε θέσεις χωρίς καμία κάλυψη, ενώ για την προτίμηση αφορούσε θέσεις με βράχια, (σχήμα 4.11).



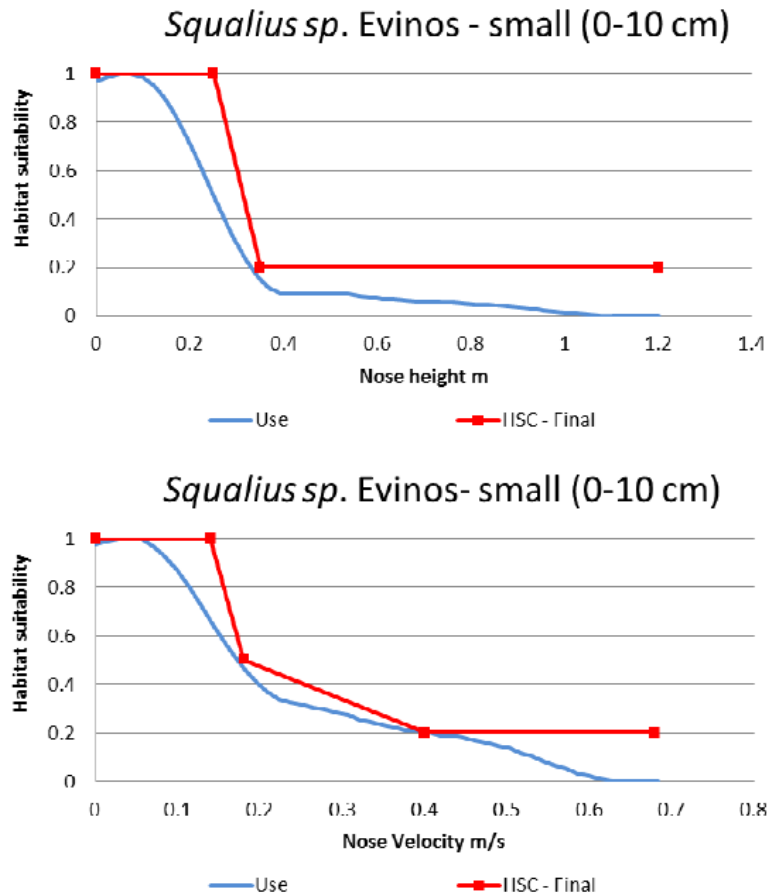
Σχήμα 4.11 Καταλληλότητα ενδιαιτήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μικρού μεγέθους ποταμοκέφαλου, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες)

Στον πίνακα 4.8 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου.

Πίνακας 4.8 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου

Βάθος (m)	HIS	Μέση ταχύτητα (m/sec)	HIS	Κυρίαρχο υπόστρωμα	HIS	Κάλυψη	HIS
0	0	0	1	Ιλύς	0.5	Χωρίς	1
0.2	0.9	0.2	1	Άμμος	0.5	Βλάστηση	0.5
0.28	1	0.25	0.9	Λεπτό Χαλίκι	0.5	Σπηλιές	0.5
0.55	1	0.72	0.2	Χαλίκι	0.7	Κορμοί	0.5
0.8	0.75	1.55	0.2	Βότσαλο	1	Σκιά	0.5
1.1	0.5			Βράχος	0.6	Βράχια	0.7
1.2	0.5			Ογκόλιθος	0.5		
1.8	0.4						
2.55	0.4						

Τα αποτελέσματα των δεδομένων σημειακού βάθους έδειξαν ότι προτιμούνται θέσεις πολύ κοντά στον πυθμένα (0.05 m). Τα αποτελέσματα σχετικά με τη σημειακή ταχύτητα έδειξαν ότι τα μισά ψάρια κατέλαβαν θέσεις με ταχύτητες (0.2 m/sec), ενώ τα υπόλοιπα είχαν μια διάχυτη συμπεριφορά με μεγάλη διασπορά δεδομένων (σχήμα 4.12).



Σχήμα 4.12 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω), (μπλε χρώμα καμπύλες χρήσης, κόκκινο χρώμα τελικές καμπύλες) για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου

Στον πίνακα 4.9 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου.

Πίνακας 4.9 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου

Σημειακό βάθος (m)	HIS	Σημειακή ταχύτητα (m/sec)	HIS
0	1	0	1
0.25	1	0.14	1
0.35	0.2	0.18	0.5
1.2	0.2	0.4	0.2
		0.68	0.2

4.6 Αποτελέσματα μεγάλου μεγέθους ποταμοκέφαλου (> 20 cm)

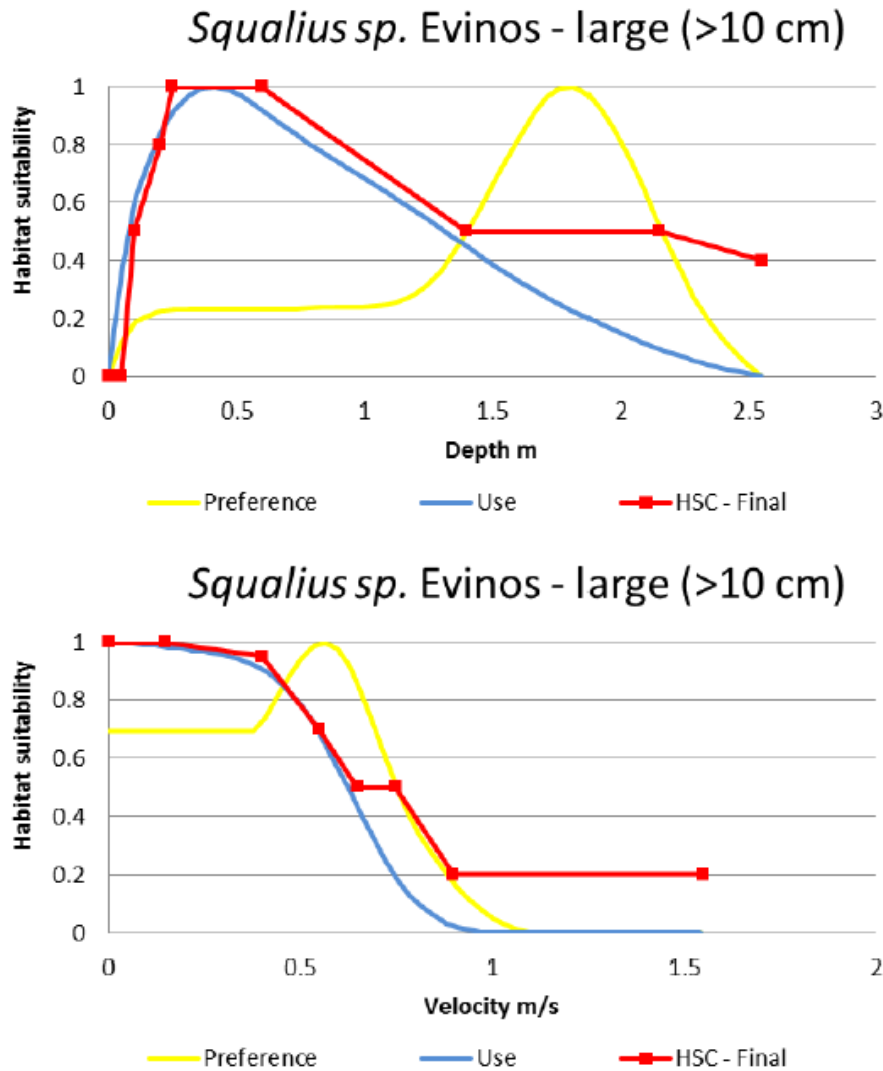
Σχετικά με το βάθος η μέγιστη καταλληλότητα εμφανίστηκε σε μεγαλύτερα βάθη συγκριτικά με το μικρό μέγεθος. Ωστόσο η καμπύλη προτίμησης έδειξε χαμηλό βαθμό εμπιστοσύνης καθώς είχε μία πολύ μεγάλη μετατόπιση προς τα μεγαλύτερα βάθη (πχ 1.9 m). Οπότε σε αυτή την περίπτωση η διαμόρφωση της τελικής καμπύλης ακολούθησε τη μορφή της ανάπτυξης της καμπύλης της χρήσης διευρύνοντας ελαφρώς το εύρος των βέλτιστων τιμών ώστε να καλύπτονται εν μέρη και οι παρατηρήσεις με βάση τα δεδομένα της προτίμησης. Επιπλέον, στη καμπύλη προτίμησης αποτυπώνεται ένα μεγαλύτερο εύρος βέλτιστων βαθμών, (σχήμα 4.13).

Η καμπύλη της χρήσης ταχύτητας εμφανίζει παραβολική μορφή ξεκινώντας από τη μηδενική τιμή (0 m/s). Αν και σε αυτή τη περίπτωση η αξιοπιστία της καμπύλης προτίμησης είναι υπό αμφισβήτηση ωστόσο διακρίνεται μία τάση προτίμησης προς μεγαλύτερες ταχύτητες γεγονός αναμενόμενο. Σύμφωνα με το κριτήριο για την εξομάλυνση της τάσης της καμπύλης ορίστηκε το χαμηλότερο όριο στα 0.2 m (σχήμα 4.13).



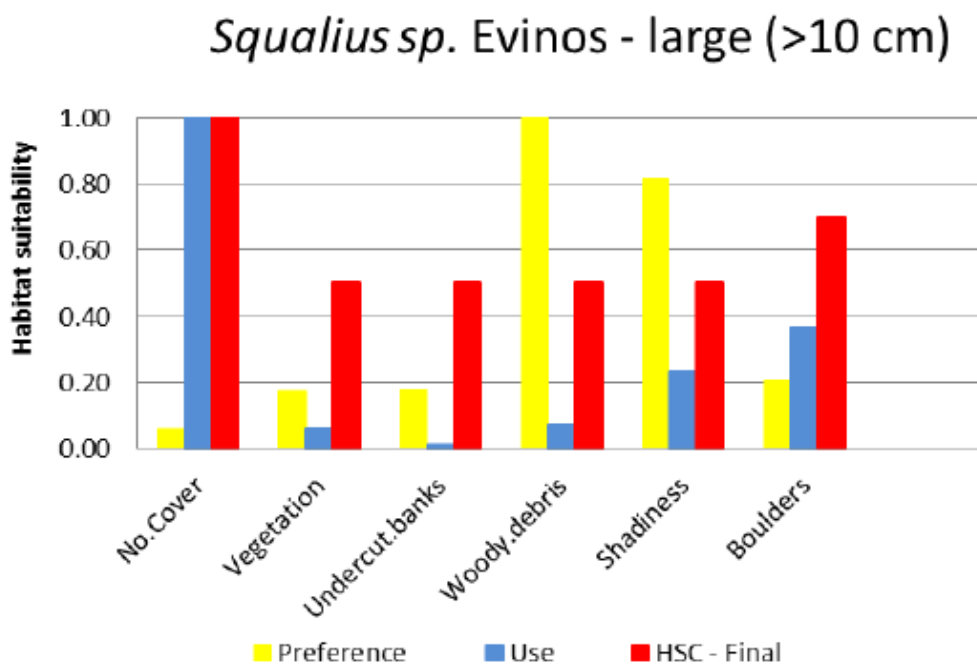
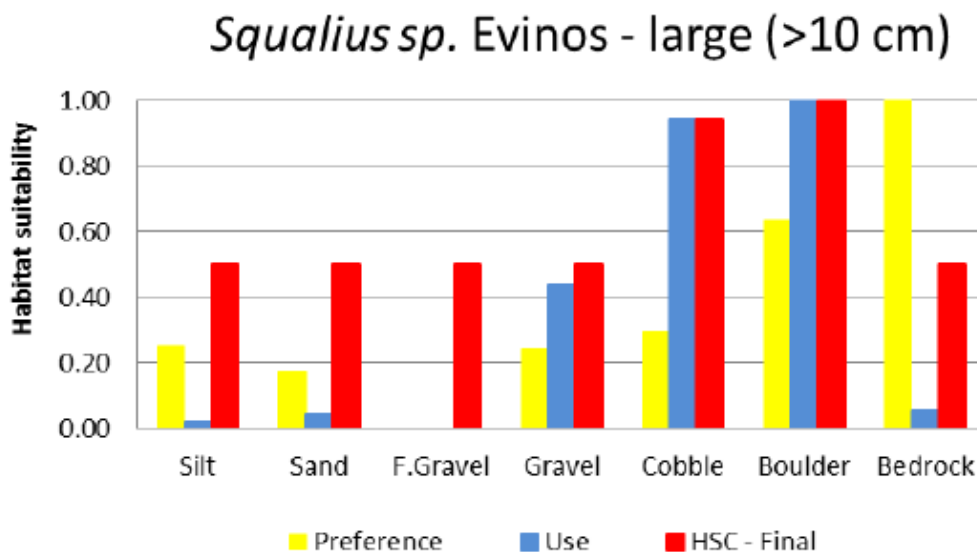
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ





Σχήμα 4.13 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος βάθους (πάνω) και ταχύτητας (κάτω), μεγάλου μεγέθους ποταμοκέφαλου. Κίτρινο χρώμα καμπύλες προτίμησης, μπλε καμπύλες χρήσης και κόκκινο καμπύλες που συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες

Ο τύπος υποστρώματος με τη μεγαλύτερη καταλληλότητα σύμφωνα με τα δεδομένα της χρήσης είναι τα βράχια και τα βότσαλα, ενώ με τα δεδομένα προτίμησης είναι οι ογκόλιθοι. Αποδόθηκε η τιμή 0.5 σε όλους τους υπόλοιπους τύπους που δεν εμφανίστηκαν. Ως προς την κάλυψη η βέλτιστη καταλληλότητα της χρήση αφορούσε θέσεις χωρίς καμία κάλυψη, ενώ για την προτίμηση αφορούσε θέσεις με κορμούς και σκιά, ενώ αποδόθηκε η τιμή 0.5 σε όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες που δεν εμφανίστηκαν (σχήμα 4.14).



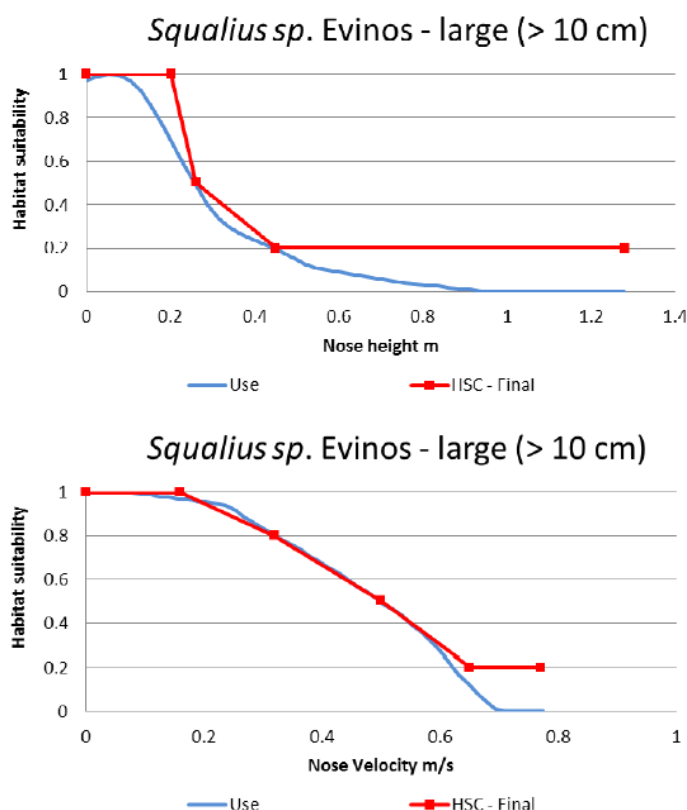
Σχήμα 4.14 Καταλληλότητα ενδιαιτήματος υποστρώματος (πάνω) και κάλυψης (κάτω) μεγάλου μεγέθους ποταμοκέφαλου, (κίτρινες μπάρες προτίμησης, μπλε χρήσης και κόκκινες μπάρες συσχετίζουν την πληροφορία από τις δύο προηγούμενες)

Στον πίνακα 4.10 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθους, ταχύτητας, κυρίαρχου υποστρώματος και κάλυψης) για το μεγάλο μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου.

Πίνακας 4.10 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους (βάθος, ταχύτητα, κυρίαρχο υπόστρωμα και κάλυψη) για το μεγάλο μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου

Βάθος (m)	HIS	Μέση ταχύτητα (m/sec)	HIS	Κυρίαρχο υπόστρωμα	HIS	Κάλυψη	HIS
0	0	0	1	Ιλύς	0.5	Χωρίς	1
0.05	0	0.15	1	Άμμος	0.5	Βλάστηση	0.5
0.1	0.5	0.4	0.95	Λεπτό Χαλίκι	0.5	Σπηλιές	0.5
0.2	0.8	0.55	0.7	Χαλίκι	0.5	Κορμοί	0.5
0.25	1	0.65	0.5	Βότσαλο	0.94	Σκιά	0.5
0.6	1	0.75	0.5	Βράχος	1	Βράχια	0.7

Τα αποτελέσματα των δεδομένων σημειακού βάθους έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα με αυτά του μικρού μεγέθους, καταλαμβάνοντας θέσεις πολύ κοντά στον πυθμένα (0.05 m). Τα αποτελέσματα σχετικά με τη σημειακή ταχύτητα έδειξαν ότι καταλαμβάνονται θέσεις με ταχύτητες μέχρι και 0.55 m/sec (σχήμα 4.15).



Σχήμα 4.15 Καμπύλες καταλληλότητας σημειακού βάθους (πάνω) και σημειακής ταχύτητας (κάτω), (μπλε χρώμα καμπύλες χρήσης, κόκκινο χρώμα τελικές καμπύλες) για το μεγάλο μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου

Στον πίνακα 4.11 παρατίθενται οι τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μικρό μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου.

Πίνακας 4.11 Τιμές δεικτών καταλληλότητας (κριτήρια καταλληλότητας) για τις παραμέτρους σημειακό βάθος και σημειακή ταχύτητα για το μεγάλο μέγεθος του ποταμοκέφαλου του Ευήνου

Σημειακό βάθος (m)	HIS	Σημειακή ταχύτητα (m/sec)	HIS
0	1	0	1
0.2	1	0.16	1
0.26	0.5	0.32	0.8
0.45	0.2	0.5	0.5
1.28	0.2	0.65	0.2
		0.77	0.2

5 Γενικά συμπεράσματα

5.1 Συμπεράσματα με βάση τις μετρήσεις της πέστροφας

Η πέστροφα μικρού μεγέθους καταλαμβάνει θέσεις μεσαίου βάθους (0.6- 0.95 m), με χαμηλή ταχύτητα (0 - 0.3 m/sec) και με μεσαίου (χαλίκι) με τάση προς περισσότερο χονδρόκοκκα υποστρώματα (βράχια). Ταυτόχρονα επιλέγει θέσεις με κάλυψη ειδικά αυτές που είναι κοντά σε κορμούς και σε σκιά, αλλά ωστόσο, ένας επίσης σημαντικός αριθμός βρέθηκε σε θέσεις χωρίς καμία εντελώς κάλυψη.

Η πέστροφα μεσαίου μεγέθους καταλαμβάνει θέσεις μεσαίου βάθους (0.75- 1.05 m), με χαμηλή ταχύτητα (0 - 0.3 m/sec) και με μεσαίου (χαλίκι) προς χονδρόκοκκου υποστρώματος (βράχια). Δεν σχετίζεται άμεσα με δεδομένα κάλυψης, ωστόσο παρατηρήθηκε συχνά σε θέσεις με παρουσία κορμών.

Η πέστροφα μεγάλου μεγέθους καταλαμβάνει θέσεις μεγάλου βάθους (1.4- 1.8 m), με χαμηλή ταχύτητα (0,15 - 0.3 m/sec) και με χονδρόκοκκα υποστρώματα (βράχια). Δεν έχει σχετίζεται με δεδομένα κάλυψης, ωστόσο παρατηρήθηκε σε θέσεις με παρουσία κορμών.

Σε γενικές γραμμές η πέστροφα (*Salmo farioides*; Karaman, 1938), στις συγκεκριμένες εργασίες πεδίου παρουσίασε παρόμοιες προτιμήσεις ως προς τις ληφθείσες θέσεις και με άλλα σαλμονοειδή όπως καταγράφεται στην διεθνή βιβλιογραφία (Ayllon *et al.*, 2010, Bovee, 1978, Raleigh *et al.*, 1986). Αυτές οι ομοιότητες είναι ακόμα μεγαλύτερες όταν συγκρίνονται και με δεδομένα της καφέ πέστροφας. Όπως και άλλα είδη, έτσι και η *Salmo farioides* έδειξε μια τάση να επιλέγει βαθύτερες θέσεις (Ayllon *et al.*, 2010). Η μεγάλη καφέ πέστροφα επιλέγει σχετικά βαθιά ποταμολίμνια, καταλαμβάνοντας θέσεις κοντά στον πυθμένα με αργή ροή και με μεσαία προς πολύ χονδρόκοκκα υποστρώματα (Armstrong *et al.*, 2003, Ayllon *et al.*, 2010, Heggenes, 1996, Moyle, 2002), παρόμοια δηλαδή χαρακτηριστικά με την υπό μελέτη πέστροφα. Ωστόσο το εύρος των τιμών της ταχύτητας ήταν αρκετά πιο μικρό σε σχέση με προηγούμενες μελέτες (Ayllon *et al.*, 2010, Bovee, 1978, Munoz-Mas *et al.*, 2014, Raleigh *et al.*, 1986). Γεγονός το οποίο αποδίδεται στις χαμηλές θερμοκρασίες του νερού του Βοϊδομάτη ακόμα και κατά τους θερινούς μήνες. Οι τελικές καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος προσαρμόστηκαν με βάση αυτές τις διαπιστώσεις. Για την ασφαλέστερη διεξαγωγή συμπερασμάτων σκόπιμο θα ήταν η συλλογή περισσότερων δεδομένων.

Τα *Squalius* έχουν μελετηθεί σε πολύ μικρό βαθμό, ωστόσο τα αποτελέσματα από τις δειγματοληψίες στον Εύηνο παρουσίασαν παρόμοια αποτελέσματα με ό τι μελέτες έχουν γίνει μέχρι τώρα για αυτό το είδος διεθνώς (Martelo *et al.*, 2014, Martinez-Capel, 2000, Martinez-Capel *et al.*, 2009, Santos *et al.*, 2004). Τα μικρού μεγέθους ψάρια έδειξαν ότι ακολουθούν μία στρατηγική παραμονής κοντά στην ακτή, καταλαμβάνοντας ρηχές θέσεις, ενώ τα μεγάλα ψάρια έδειξαν να καταλαμβάνουν θέσεις με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Τα αποτελέσματα των τελικών καμπυλών (HSC-final) αναπτύχθηκαν αξιοποιώντας διαθέσιμη γνώση και δεδομένα πεδίου από τον Εύηνο και τον Βοϊδομάτη με σκοπό να διευρυνθούν τα όρια εφαρμογής τους και σε άλλα ποτάμια με παρόμοια υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο, πριν την εφαρμογή των καμπυλών καταλληλότητας σε άλλα ποτάμια πέρα από αυτά που έχουν συλλεχθεί τα πρωτογενή δεδομένα, συνίσταται να πραγματοποιείται ένας δειγματοληπτικός έλεγχος με δεδομένα πεδίου κατά την εφαρμογή των προϋπαρχόντων καμπυλών καταλληλότητας, για την εξακρίβωση της ορθής εφαρμογής τους, όταν δεν είναι εφικτή η επιτόπια ανάπτυξη HSC (Bovee *et al.*, 1998).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι τα ποτάμια διακρίνονται σε διαφορετικούς τύπους ανάλογα με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που επικρατούν στην κοίτη και στην πλημμυρική τους ζώνη. Επίσης διακρίνονται επιμέρους ζώνες ανάλογα με τους οργανισμούς που διαβούν σε αυτά. Σήμερα, η έρευνα της βιοτικής ταξινόμησης των ποταμών σε διάφορες κλίμακες αποτελεί πολύ ενεργητικό ερευνητικό πεδίο. Τα ποτάμια προσφέρουν ευρεία διαβάθμιση συνθηκών και ενδιαιτημάτων από τις πηγές έως τις εκβολές τους, κι αυτή η διαβάθμιση αντανακλάται στη διαφοροποίηση του τρόπου ζωής και της

συμπεριφοράς των οργανισμών που συναντώνται κατά μήκος και κατά πλάτος ενός ποταμού. Διαφορετικές συνθήκες αντιπροσωπεύουν και τις προτιμήσεις από διαφορετικούς οργανισμούς καθώς αυτοί έχουν αναπτύξει προσαρμοστικότητα σε συγκεκριμένους τύπους ενδιαιτημάτων. Στα πλαίσια του ECOFLOW πραγματοποιήθηκαν εργασίες πεδίου και δειγματοληψίες τόσο σε ηπειρωτικές όσο και σε νησιωτικές περιοχές για την διερεύνηση των διαφορετικών τύπων ποταμών και των επιμέρους ζωνών με στόχο να διαπιστωθεί η δυνατότητα εφαρμογής της μεθοδολογίας και σε άλλες περιοχές (Παράρτημα Γ). Τα αποτελέσματα αυτών των εργασιών έδειξαν ότι η μεθοδολογία εκτίμησης της οικολογικής παροχής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ECOFLOW είναι δυνατόν να εφαρμοστεί και σε άλλους τύπους ποταμών με την προϋπόθεση να κατασκευαστούν καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτημάτων για τους οργανισμούς που διαβιούν στα ποτάμια όπου πρόκειται να εφαρμοστεί η μεθοδολογία. Η επικρατέστερη επιστημονική άποψη γύρω από τα θέματα της καταλληλότητας των ενδιαιτημάτων, είναι ότι οι οργανισμοί διαμορφώνουν τις ανάγκες τους μέσα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που επικρατούν σε κάθε σύστημα ξεχωριστά.

Σε περιπτώσεις όπου δεν είναι εφικτή η ανάπτυξη τοπικών καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος για τη διαχείριση των περιβαλλοντικών ροών, προτείνεται να γίνεται οριοθέτηση της μεταβολής του φυσικού καθεστώτος από τους εμπλεκόμενους φορείς (Bovee *et al.*, 1998). Όταν οι φορείς δεν μπορούν να καταλήξουν σε σύμφωνη γνώμη τότε κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος για την εξακρίβωση της εγκυρότητας του εγχειρήματος της χρήσης καμπύλων καταλληλότητας που έχουν αναπτυχθεί σε άλλες περιοχές με παρόμοια χαρακτηριστικά (Bovee *et al.*, 1998).

Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνει είτε επαληθεύοντας τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εκτίμηση της Σταθμισμένης Κατάλληλης Έκτασης (WUA) με μια σύγκριση δεδομένων αφθονίας της ιχθυοπανίδας σε συγκεκριμένες θέσεις, είτε εφαρμόζοντας τον έλεγχο μεταφοράς δεδομένων του Bovee και Thomas (1993), ή εξετάζοντας άλλες παραμέτρους πραγματοποιώντας πολυπαραμετρική ανάλυση.

Ακόμα και όταν ένα πολυκριτηριακό μοντέλο προσομοίωσης ενδιαιτήματος δείχνει να ανταποκρίνεται καλά στους διάφορους ελέγχους μεταξύ των δεδομένων του αρχικού ποταμού από τον οποίο συλλέχθηκαν τα δεδομένα, οι πληροφορίες που συλλέγονται από την εφαρμογή του σε ένα άλλο ποτάμι είναι εξαιρετικά χρήσιμες για την αποδοτικότητα του και τη γενίκευση των αποτελεσμάτων αλλού (Muñoz-Mas *et al.*, 2014).

Σχετικά με τη χρήση μονοπαραγοντικών μοντέλων καταλληλότητας ενδιαιτήματος όπως είναι οι καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος οι Morhardt και Mesick (1988) έχουν επισημάνει:

- Οι παράμετροι (βάθος, ταχύτητα, υπόστρωμα και κάλυψη) δρουν ανεξάρτητα χωρίς να μπορεί να εξακριβωθεί η οποιαδήποτε σχέση μεταξύ τους.
- Η Κατάλληλη Σταθμισμένη Έκταση (WUA) είναι ένας δείκτης και δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα στο πεδίο.
- Διαφορετικές εκτιμήσεις της Κατάλληλης Σταθμισμένης Έκτασης (WUA) είναι δυνατόν να προκύψουν εφαρμόζοντας διαφορετική προσέγγιση στον υπολογισμό του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας (Muñoz-Mas *et al.*, 2012, Boavida *et al.*, 2014).
- Η Κατάλληλη Σταθμισμένη Έκταση συνδυάζει ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά. Μία μεγάλη έκταση με χαμηλή καταλληλότητα ενδιαιτημάτων μπορεί να δώσει ίδια αθροιστικά αποτελέσματα με μία άλλη, αρκετά μικρότερη περιοχή, με υψηλή καταλληλότητα.
- Στην κοινή προσέγγιση του υπολογισμού της WUA δεν λαμβάνεται υπόψη η σημειακή ταχύτητα του ψαριού (Grossman and De Sostoa, 1994, Martínez-Capel *et al.*, 2009), γεγονός που μπορεί να υποβαθμίσει το τελικό αποτέλεσμα, καθώς έχει ήδη εξακριβωθεί η χρησιμότητα του σημειακού βάθους και της σημειακής ταχύτητας στους υπολογισμούς της WUA (Martínez-Capel *et al.*, 2004, Martínez-Capel *et al.*, 2008), παρόλα αυτά ο έγκυρος υπολογισμός αυτών των παραμέτρων απαιτεί ιδιαίτερα δύσκολες τεχνικές στο πεδίο.

Καταλήγοντας, σήμερα υπάρχουν αρκετές πρακτικές όπου μπορούν να περιορίσουν ή και να εξαλείψουν εντελώς τις αρνητικές επιπτώσεις στον τελικό υπολογισμό της WUA. Παραδείγματα τέτοιων πρακτικών είναι τα πολυκριτηριακά μοντέλα, τα δισδιάστατα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης, η χωρική διακριτοποίηση των ενδιαιτημάτων επιτρέποντας τον καθορισμό των περιοχών που έχουν μεγαλύτερη σημασία (Pasternack, 2011), καθώς και η σύνδεση των ενδιαιτημάτων (connectivity) για κάθε σενάριο παροχής. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να γίνει περαιτέρω ερευνητική προσπάθεια για να βελτιωθεί η συνδυαστική χρήση καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτημάτων με υδραυλικά μοντέλα σεναρίων οικολογική παροχής και εργαλεία υποβοήθησης λήψης αποφάσεων για την

διαχείριση των οικολογικών παροχών. Η ενοποίηση και βελτιστοποίηση τέτοιων επιστημονικών προσεγγίσεων και εργαλείων μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη εκτίμηση του οικολογικού καθεστώτος ροής με θετικά αποτελέσματα για την διατήρηση σημαντικών υδάτινων οικοσυστημάτων με την ταυτόχρονη βιώσιμη εκμετάλλευση των υδατικών αποθεμάτων για ανθρωπογενείς σκοπούς.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



6 Βιβλιογραφία

6.1 Διεθνής Έντυπη Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφία: Abrahams, M. and Kattenfeld, M., 1997. The role of turbidity as a constraint on predator-prey interactions in aquatic environments. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 40 (3), 169-174. <http://dx.doi.org/10.1007/s002650050330>.

- Ahmadi-Nedushan B., St-Hilaire A., Be'Rube M., Robichaud E., Thiemonge N. and Bobee B. (2006). A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment, *River Research and Applications* 22: 503–523
- Alcaraz-Hernández J.D., Martínez-Capel F., Peredo-Parada M. and Hernández-Mascarell A.B., (2011). Mesohabitat heterogeneity in four mediterranean streams of the Jucar river basin Eastern Spain. *Limnetica*, 30, 363–378
- Alexander, R.M., 2005. Models and the scaling of energy costs for locomotion. *J. Exp. Biol.* 208 (9), 1645-1652. <http://dx.doi.org/10.1242/jcb.01484>.
- Allan J.D., (1995). *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Chapman & Hall: London.
- Allen M.A., (2000). Seasonal microhabitat use by juvenile spring Chinook salmon in the Yakima River basin, Washington. *Rivers* 7(4):314-332
- Angermeier P. L., Winston, M. R., (1999). Characterizing fish community diversity across Virginia landscapes: Prerequisite for conservation, *Ecological Applications*, 9: 335 – 349
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. and Milner, N.J., 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fish. Res.* 62 (2), 143-170. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00160-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00160-1).
- Austin, M., 2007. Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. *Ecol. Model.* 200 (1-2), 1-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.07.005>.
- Ayllon, D., Almodovar, A., Nicola, G.G. and Elvira, B., 2010. Ontogenetic and spatial variations in brown trout habitat selection. *Ecol. Freshw. Fish.* 19 (3), 420–432. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.2010.00426.x>.
- Bailey, G.N., Lewin, J., Macklin, M.G. and Woodward, J.C., 1990. The "older fill" of the voidomatis valley, North-west Greece and its relationship to the Palaeolithic archaeology and glacial history of the region. *J. Archaeol. Sci.* 17 (2), 145-150. [http://dx.doi.org/doi:10.1016/0305-4403\(90\)90055-A](http://dx.doi.org/doi:10.1016/0305-4403(90)90055-A).
- Baran, P., Delacoste, M. and Lascaux, J.M., 1997. Variability of mesohabitat used by brown trout populations in the French central Pyrenees. *Trans. Am. Fish. Soc.* 126 (5), 747-757. [http://dx.doi.org/10.1577/1548- 8659\(1997\)1262.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548- 8659(1997)1262.3.CO;2).
- Bayley P.B. & LI. H.W., (1992). Riverine fishes. In Calow, P. & G.E. Petts (eds), *The Rivers Handbook: Hydrological and Ecological Principles*. Vol. 1. Blackwell, Oxford: 251-281
- Bayly I. A. E. & Williams, W. D., 1936-2002 (1973). *Inland waters and their ecology*. Longman Australia, Camberwell, Vic
- Beecher HA, Caldwell BA, Demond SB., (2002). Evaluation of depth and velocity preferences of juvenile coho salmon in Washington streams. *North American Journal of Fisheries Management* 22: 785–795

- Belliard J., Boët P. & Tales E., (1997). Regional and longitudinal patterns of fish community structure in the Seine River basin, France. *Environmental Biology of Fishes*, **50**, 133-147
- Benaka, L.R.(eds.), 1999. Fish habitat : Essential fish habitat and rehabilitation. American Fisheries Society, Hartford CT, (USA), 419 pp.
- Bischoff, A. and Freyhof, J., 1999. Seasonal shifts in day-time resource use of 0+ barbel, *Barbus barbus*. *Environ. Biol. Fish.* **56** (1-2), 199-212. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1007552318543>.
- Boavida, I., Dias, V., Ferreira, M.T. and Santos, J.M., 2014. Univariate functions versus fuzzy logic: Implications for fish habitat modeling. *Ecol. Eng.* **71** 533-538. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.07.073>.
- Bovee K.D., (1997). Data collection procedures for the Physical Habitat Simulation System. U.S. Geological Survey, Biological Resources Div., Fort Collins, CO. 141 pp.
- Bovee K.D., and Cochnauer T., (1977). Development and evaluation of weighted criteria, probability-of-use curves for instream flow assessments: fisheries. Instream Flow Information Paper 3. United States Fish and Wildlife Service FWS/OBS-77/63. 38pp
- Bovee, K.D., 1978. Probability of use criteria for the family Salmonidae. Instream Flow Information Paper No. 4. FWS/OBS-78/07 Washington DC, (USA).
- Bovee, K.D., 1986. Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper No. 21. FWS/OBS-86/7. Biol. Rep. 86 (7) Washington DC, (USA).
- Bovee K.D., Newcomb T.J., and Coon T.G., (1994). Relations between habitat variability and population dynamics of bass in the Huron River, Michigan. Biological Report 21. Washington, DC: U.S. Geological Survey. 63 p
- Bovee, K.D., Lamb, B.L., Bartholow, J.M., Stalnaker, C.B., Taylor, J. and Henriksen, J., 1998. Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology Geological Survey - Information and Technology Report 1998-0004, Fort Collins, CO (USA).
- Brooks, R.T. 2009. Potential impacts of global climate change on the hydrology and ecology of ephemeral freshwater systems of the forests of the northeastern United States. *Climate Change* 95:469-483.
- Brosse, S. and Lek, S., 2000. Modelling roach (*Rutilus rutilus*) microhabitat using linear and nonlinear techniques. *Freshwater Biol.* **44** (3), 441-452. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427.2000.00580.x>.
- Capra H., Breil P., Souchon Y., (1995). A new tool to interpret magnitude and duration of fish habitat variations. *Regulated Rivers: Research and Management*, **10**. 281-289
- Chow, V.T., (1959). Open-channel hydraulics: New York, *McGraw-Hill*, 680 p
- Conallin, J., Boegh, E. and Jensen, J.K., 2010. Instream physical habitat modelling types: An analysis as stream hydromorphological modelling tools for EU water resource managers. *Int. J. River Basin Manage.* **8** (1), 93-107. <http://dx.doi.org/10.1080/15715121003715123>.
- Cowx, I.G. and Welcomme, R.L.(eds.), 1998. Rehabilitation of rivers for fish. FAO: Food & Agriculture Organization of the United Nations, Rome (Italy), 260 pp.

- Barlow, W.R.T., Vie, J.C., (2005). Identifying important sites for conservation of freshwater biodiversity: extending the species-based approach. *Fish. Manage.Ecol.* **12**, 287–293
- Diego García de Jalón, (2003). The Spanish Experience in Determining Minimum Flow Regimes in Regulated Streams. *Canadian Water Resources Journal*, **28**, 2
- Dieterich, M., and N. H. Anderson. 2000. The invertebrate fauna of summer-dry streams in western Oregon. *Archiv fur Hydrobiologie* 147:273-295.
- Dolloff C. A., Hankin D. G. & Reeves G. H., (1993). Basinwide estimation of habitat and fish populations in streams Technical report. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Southeastern Forest Experiment Station. USA. **25**
- Elliott, J.M., 1990. Mechanisms responsible for population regulation in young migratory trout, *Salmo trutta*. III. The role of territorial behaviour. *J. Anim. Ecol.* 59 (3), 803-818.
- Elso, J.I. and Giller, P.S., 2001. Physical characteristics influencing the utilization of pools by brown trout in an afforested catchment in Southern Ireland. *J. Fish Biol.* 58 (1), 201-221. <http://dx.doi.org/10.1006/jfbi.2000.1439>.
- Engineering, Logan (USA), 172 pp. Waters, B.F., 1976. A Methodology for Evaluating the Effects of Different Streamflows on Salmonid Habitat - Proceedings of the Symposium and Specialty Conference on Instream Flow Needs. Bethesda, MD (USA), 13.
- ESM, Washington DC, (USA).
- European Parliament & Council, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Directive 2000/60/EC.
- Fausch, K.D. and Northcote, T.G., 1992. Large woody debris and salmonid habitat in a small coastal British Columbia stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49 (4), 682-693. <http://dx.doi.org/10.1139/f92-077>.
- Frissel C.A., Liss W.J., Warren C.E. & Hurley M.D., (1986). A hierarchical framework for stream classification: view streams in a watershed context. *Environmental Management* **10**: 199-214
- Fukuda, S., Mouton, A.M. and De Baets, B., 2011. Abundance versus presence/absence data for modelling fish habitat preference with a genetic Takagi-Sugeno fuzzy system. *Environ. Monit. Assess.* 184 (10), 6159 – 6171. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-011-2410-2>.
- Gatz Jr, A.J., Sale, M.J. and Loar, J.M., 1987. Habitat shifts in rainbow trout: competitive influences of brown trout. *Oecologia* 74 (1), 7-19. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00377339>.
- Geist DR, Jones J, Murray CJ, Dauble DD., (2000). Suitability criteria analyzed at the spatial scale of redd clusters improved estimates of fall Chinook salmon spawning habitat use in the Hanford Reach, Columbia River. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **57**: 1636–1646.
- Gibson, R.J., 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 3 (1), 39-73. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00043297>.
- Giller PS, Malmqvist B., (1998). *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford University Press: New York.
- Gore, J.A. and Nestler, J.M., 1988. Instream flow studies in perspective. *Regul. Rivers: Res. Manage.* 2 (2), 93- 101. <http://dx.doi.org/10.1002/rrr.3450020204>.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



- Greenberg, L.A., Bergman, E. and Eklov, A.G., 1997. Effects of predation and intraspecific interactions on habitat use and foraging by brown trout in artificial streams. *Ecol. Freshw. Fish* 6 (1), 16-26. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.1997.tb00138.x>.
- Guay J.C., Boisclair D, Rioux D, Leclerc M, Lapointe M, Legendre P., (2000). Development and validation of numerical habitat models for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 2065–2075.
- Gustafsson, P., Greenberg, L.A. and Bergman, E., 2014. Woody debris and terrestrial invertebrates - effects on prey resources for brown trout (*Salmo trutta*) in a boreal stream. *Environ. Biol. Fishes* 97 (5), 529-542. <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-014-0250-y>.
- Hauer, C., Unfer, G., Graf, W., Leitner, P., Zeiringer, B. and Habersack, H., 2012. Hydro-morphologically related variance in benthic drift and its importance for numerical habitat modelling. *Hydrobiologia* 683 (1), 83-108. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-011-0942-7>.
- Hayes, J.W. and Jowett, I.G., 1994. Microhabitat models of large drift-feeding brown trout in three New Zealand rivers. *J. Fish. Manage.* 14 (4), 710-725. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675\(1994\)014<2.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675(1994)014<2.3.CO;2).
- Heggenes, J., 1996. Habitat selection by brown trout (*Salmo trutta*) and young Atlantic salmon (*Salmo salar*) in streams: static and dynamic hydraulic modelling. *Regul. River.* 12 (2–3), 155-169. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199603\)12:2/3.0.CO;2-D](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199603)12:2/3.0.CO;2-D).
- Heggenes, J., Bagliniere, J.L. and Cunjak, R.A., 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecol. Freshw. Fish* 8 (1), 1-21. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.1999.tb00048.x>.
- Heggenes, J., Brabrand, A and Saltveit, S., 1990. Comparison of Three Methods for Studies of Stream Habitat Use by Young Brown Trout and Atlantic Salmon. *T. Am. Fish. Soc.* 119 (1), 101-111. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659\(1990\)119<2.3.co;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(1990)119<2.3.co;2).
- <http://dx.doi.org/10.1086/648310>.
- Huet M., (1959), Profiles and biology of western European streams as related to fisheries management. *Transactions of the American Fisheries Society* 88: 155–163
- Illies J. & Botosaneanu L., (1963). Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Int. Assoc. Theor. Appl. Limnol. Commun.*, 12: 1-57 pp
- Jackson D.A., Peres-Neto PA, Olden JD., (2001). What controls who is where in freshwater fish communities—the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences* 58: 157–170.
- Jager, H., DeAngelis D.L., Sale M.J., Winkle W. Van, and Schmoyer D.D., (1993). An individual-based model for Smallmouth Bass reproduction and young of the year dynamics in streams. *Rivers* 4: 91-113
- Johnson, H.D., 1980. The comparison of usage and availability measurement for evaluating resource preference. *Ecology* 61 65-71. <http://dx.doi.org/10.2307/1937156>.
- Jowett, I.G., (1982). The incremental approach to studying stream flows: New Zealand case studies. In: McColl, R.H.S. (Ed.), *River low flows: conflicts of water use. Ministry of Works and Development Water and Soil Miscellaneous Publication* 47: 9-15
- Jowett, I.G., 1999. River Hydraulics and Habitat Simulation (RHYHABSIM 5.0).

- 
- ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ**
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



- Maddock, I., 1999. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. *Freshwat. Biol.* 41 (2), 373-391. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00437.x>.
- Mallet JP, Lamouroux P, Sagnes P, Persat H., (2000). Habitat preferences of European grayling in a medium size stream, the Ain River, France. *Journal of Fish Biology* 56: 1312–1326.
- Marsili-Libelli, S., Giusti, E. and Nocita, A., 2013. A new instream flow assessment method based on fuzzy habitat suitability and large scale river modelling. *Environ. Modell. Softw.* 41 27-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.10.005>.
- Martelo, J., Grossman, G.D., Porto, M. and Filomena Magalhaes, M., 2014. Habitat patchiness affects distribution and microhabitat use of endangered Mira chub *Squalius torgalensis* (Actinopterygii, Cypriniformes). *Hydrobiologia* 732 (1), 93-109. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-014-1850-4>.
- Martinez-Capel, F., 2000. Preferencias de microhabitat de *Barbus bocagei*, *Chondrostoma polylepis* y *Leuciscus pyrenaicus* en la cuenca del rio Tajo. 337.
- Martinez-Capel, F., Garcia de Jalon, D. and Rodilla-Alama, M., 2004. On the estimation of nose velocities and their influence on the physical habitat simulation for *Barbus bocagei*. *Hydroecologie Appliquee* 14 (1), 139- 159. <http://dx.doi.org/10.1051/hydro:2004009>.
- Martinez-Capel, F., Peredo, M., Hernandez-Mascarell, A. and Munne, A., 2008. Nose velocity calculation for spatial analysis of habitat and environmental flow assessments. 4th ECRR Conference on River Restoration, Venice, (Italy),
- Martinez-Capel, F., Garcia De Jalon, D., Werenitzky, D., Baeza, D. and Rodilla-Alama, M., 2009. Microhabitat use by three endemic Iberian cyprinids in Mediterranean rivers (Tagus River Basin, Spain). *Fisheries Manag. Ecol.* 16 (1), 52-60. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00645.x>.
- Matthews W. J., (1988). North American streams as systems for ecological study. *Journal of the North American Benthological Society* 7(4): 387–4
- Meyer, J.L, L.A. Kaplan, D. Newbold, D.L. Strayer, C.J. Woltemade, J.B. Zedler, R. Beilfuss, Q. Carpenter, R. Semlitsch, M.C. Watzin, P.H. Zedler. 2003. Where rivers are born: the scientific imperative for defending small streams and wetlands. American Rivers, Sierra Club, Washington, DC.
- Milhous, R.T., 1979. PHABSIM System for instream flow studies. Summer Computer Simulation Conference, Toronto, Ontario (Canada), 440-446.
- Milhous, R.T., 1999. Nose velocities in physical habitat simulation. XXVIII IAHR Congres, Graz, (Austria), -.
- Milhous, R.T., Bartholow, J.M., Updike, M.A. and A.R., M., 1990. Reference manual for generation and analysis of Habitat Time Series - Version II Biological Report 90; 27, Washington DC, (USA).
- Ministry of the Environment Planning and Public Works, 1996. Water Resources Management Plan of Evinos R. catchment 1, Athens (Greece).
- Moss B., (2000). Biodiversity in fresh waters – an issue of species preservation or system functioning? *Environmental Conservation*, 27:1-4
- Mouton, A., Meixner, H., Goethals, P.L.M., De Pauw, N. and Mader, H., 2007. Concept and application of the usable volume for modelling the physical habitat of riverine organisms. *River Research and Applications* 23 (5), 545-558. 10.1002/rra.998.

- Mouton, A.M., Alcaraz-Hernandez, J.D., De Baets, B., Goethals, P.L.M. and Martinez-Capel, F., 2011. Datadriven fuzzy habitat suitability models for brown trout in Spanish Mediterranean rivers. *Environ. Modell. Softw.* 26 (5), 615–622. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.12.001>.
- Moyle P., (1996). Status of Aquatic Habitat Types. Sierra Nevada Ecosystems Project: Final report to Congress. Assessments and Scientific Basis for management options. University of California, Centers of Water and Wildland Resources. Vol. **II** (32): 945-952
- Moyle, P.B., 2002. Inland Fishes of California. 517University of California Press, Berkeley, CA (USA), 517 pp.
- Munoz-Mas, R., Martinez-Capel, F., Garofano-Gomez, V. and Mouton, A.M., 2014. Application of Probabilistic Neural Networks to microhabitat suitability modelling for adult brown trout (*Salmo trutta* L.) in Iberian rivers. *Environ. Modell. Softw.* 59 (0), 30-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.05.003>.
- Munoz-Mas, R., Martinez-Capel, F., Schneider, M. and Mouton, A.M., 2012. Assessment of brown trout habitat suitability in the Jucar River Basin (SPAIN): Comparison of data-driven approaches with fuzzy-logic models and univariate suitability curves. *Sci. Total Environ.* 440 123-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.07.074>.
- Muus B.J. & Dahlstroem P., (1971). Freshwater fishes of Britain and Europe. Collins Sons and Co. (New edition 1978)
- Nehring R.B. and Anderson R.M., (1993). Determination of Population-Limiting Critical Salmonids Habitats in Colorado Streams Using the Physical Habitat Simulation System. *Rivers* 4(1):1-19
- Olden, J.D., Lawler, J.J. and Poff, N.L., 2008. Machine learning methods without tears: A primer for ecologists. *Q. Rev. Biol.* 83 (2), 171-193. <http://dx.doi.org/10.1086/587826>.
- Palau, A. and Alcazar, J., 1996. The Basic Flow: An Alternative Approach to Calculate Minimum Environmental Instream Flows. 2nd International Symposium on Habitats Hydraulics, Quebec (Canada), 547-558.
- Payne, T.R. and Allen, M.A., 2009. Application of the use-to-availability electivity ratio for developing habitat suitability criteria in PHABSIM instream flow studies. Proceedings of the 7th International Symposium on Ecohydraulics, Concepcion (Chile).
- Payne, T.R. and Jowett, I.G., 2012. SEFA - Computer Software System for Environmental Flow Analysis based on the Instream Flow Incremental Methodology. 9th International Symposium on Ecohydraulics, Concepcion (Chile).
- Peeters E., Gardeniers J., (1998). Logistic regression as a tool for defining habitat requirements of two common gammarids. *Freshwater Biology* 39: 605–615.
- Person, E., Bieri, M., Peter, A. and Schleiss, A.J., 2014. Mitigation measures for fish habitat improvement in Alpine rivers affected by hydropower operations. *Ecohydrology* 7 (2), 580-599. <http://dx.doi.org/10.1002/eco.1380>.
- Poff N.L., Allan J.D., Bain M.B., Karr J.R., Prestegard K.L., Richter B.D., Sparks R.E. & Stromberg J.C., 1997. *The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration*. *BioScience*, 47, 769–784
- Pont, D., Hugueny, B., Beier, U., Goffaux, D., Melcher, A., Noble, R., et al, 2006. Assessing river biotic condition at a continental scale: A European approach using functional metrics and fish assemblages. *J. Appl. Ecol.* 43 (1), 70-80. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01126.x>.

- R Development Core Team, 2012. R: A language and environment for statistical computing.
- Raleigh, R.F., Zuckerman, L.D. and Nelson, P.C., 1986. Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: brown trout, revised FWS/OBS - 82/10.71, Washington DC, (USA).
- Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Wigington, R. and Braun, D.P., 1997. How much water does a river need? *Freshw. Biol.* 37 (1), 231-249. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00153.x>.
- Rincon, P.A. and Lobon-Cervia, J., 1993. Microhabitat use by stream-resident brown trout: bioenergetic consequences. *T. Am. Fish. Soc.* 122 (4), 575-587. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659\(1993\)122<3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(1993)122<3.CO;2).
- Roni, P. and Quinn, T.P., 2001. Density and size of juvenile salmonids in response to placement of large woody debris in western Oregon and Washington streams. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 58 (2), 282-292. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfas-58-2-282>.
- Rosenfeld J., (2003). Assessing the habitat requirements of stream fishes: an overview and evaluation of different approaches. *Transactions of the American Fisheries Society* 132: 953–968
- Rubec, P.J., Bexley, J.C.W., Norris, H., Coyne, M.S., Monaco, M.E., Smith, S.G., et al, 1999. Suitability modeling to delineate habitat essential to sustainable curves: white sucker. *Am. Fish. Soc. Symp.* 22 108-133.
- Santos, J.M., Godinho, F.N. and Ferreira, M.T., 2004. Microhabitat use by Iberian nase *Chondrostoma polylepis* and Iberian chub *Squalius carolitertii* in three small streams, north-west Portugal. *Ecol. Freshw. Fish* 13 (3), 223-230. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.2004.00054.x>.
- Sloman, K.A. and Armstrong, J.D., 2002. Physiological effects of dominance hierarchies: Laboratory artefacts or natural phenomena? *J. Fish Biol.* 61 (1), 1-23. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01733.x>.
- Stalnaker C., L. B. Lamb, J. Henrickson, K. Bovee, and J. Bartholow. 1995. The instream flow incremental methodology, a primer for IFIM. Biological Report 29, U. S. National Biological Service, Washington, D.C. 44 p
- Stalnaker, C.B., Bovee, K.D. and Waddle, T.J., 1996. Importance of the temporal aspects of habitat hydraulics to fish population studies. *Regul. Rivers Res. Manage.* 12 (2-3), 145-153. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199603\)12:2<33.0.CO;2-H](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199603)12:2<33.0.CO;2-H).
- Stehr, W.C., and J.W. Branson. 1938. An ecological study of an intermittent stream. *Ecology* 19(2):294-310.
- Strakosh, T.R., Neumann, R.M. and Jacobson, R.A., 2003. Development and assessment of habitat suitability criteria for adult brown trout in southern New England rivers. *Ecol. Freshw. Fish.* 12, 4265-274. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1600-0633.2003.00022.x>.
- Studley TK, Baldrige JE, Wise LM, Spina AP, Railsback SF, McElravy E, Travanti L, Yuen TDF, Lindahl RB, Chase SD, Smith RW., (1995). Response of fish populations to altered flows project, Volume I: predicting trout populations from streamflow and habitat variables. Research and Development Project, Pacific Gas and Electric Company, Entrix. Report n8 009.4-94.3
- Sweka, J.A. and Hartman, K.J., 2006. Effects of large woody debris addition on stream habitat and brook trout populations in Appalachian streams. *Hydrobiologia* 559 (1), 363-378. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-005-9117-8>.

- Tennant, D.L., 1976. Instream Flow Regimens for Fish, Wildlife, Recreation and Related Environmental Resources. Fisheries 1 (4), 6-10. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8446\(1976\)0012.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8446(1976)0012.0.co;2).
- Terrell, J.W., 1984. Proceedings of a workshop on fish habitat suitability index models. 393Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior Biological Report, -, 393 pp.
- Tharme, R.E., 2003. A global perspective on environmental flow assessment: Emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River Res. Appl. 19 (5-6), 397- 441. <http://dx.doi.org/10.1002/rra.736>.
- Turak E. & Koop. K., (2008). Multi-attribute ecological river typology for assessing ecological condition and conservation planning. *Hydrobiologia* 603:83–104. DOI 10.1007/s10750-007-9249-0.
- Tzoraki O., and N.P. Nikolaidis. 2007. A generalized framework for modeling the hydrologic and biogeochemical response of a Mediterranean temporary river basin. *Journal of Hydrology* 346:112–121.
- U.S. Fish and Wildlife Service, 1981. Standards for the Development of Habitat Suitability Index Models.103
- Uys M. C. & O’Keefe J. H., (1997). Simple words and fuzzy zones: early directions for temporary river research in South Africa. *Environmental Management* 21:517-531
- Vadas, R.L. and Orth, D.J., 2001. Formulation of habitat suitability models for stream fish guilds: Do the standard methods work? Trans. Am. Fish. Soc. 130 (2), 217-235. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659\(2001\)1302.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(2001)1302.0.CO;2).
- Vismara, R., Azzellino, A., Bosi, R., Crosa, G. and Gentili, G., 2001. Habitat suitability curves for brown trout (*Salmo trutta fario* L.) in the River Adda, Northern Italy: Comparing univariate and multivariate approaches. Regul. River. 17 (1), 37–50. [http://dx.doi.org/10.1002/1099-1646\(200101/02\)17:13.0.CO;2-Q](http://dx.doi.org/10.1002/1099-1646(200101/02)17:13.0.CO;2-Q).
- Voos, K.A., 1981. Simulated use of the exponential polynomial/maximum likelihood technique in developing suitability of use functions for fish habitat. 172Utah State University. Department of Civil and Environmental
- Woodward, J.C., Hamlin, R.H.B., Macklin, M.G., Hughes, P.D. and Lewin, J., 2008. Glacial activity and catchment dynamics in northwest Greece: Long-term river behaviour and the slackwater sediment record for the last glacial to interglacial transition. *Geomorphology* 101 (1-2), 44-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.05.018>.
- Zarris, D., 2010. Analysis of the environmental flow requirement incorporating the effective discharge concept. 6th International Symposium on Environmental Hydraulics, Athens (Greece), 1125-1130.
- Zika, U. and Peter, A., 2002. The introduction of woody debris into a channelized stream: effect on trout populations and habitat. River Res. Appl. 18 (4), 355-366. <http://dx.doi.org/10.1002/rra.677>.

6.2 Ελληνική Έντυπη Βιβλιογραφία

- Νικολαΐδης Ν., Ν. Σκουλικίδης, Κ.Τσακίρης, & Ν. Καλογεράκης, 2006. Προκαταρκτικό Σχέδιο Διαχείρισης της Λεκάνης Απορροής του Ποταμού Ευρώτα και της Παράκτιας Ζώνης. Τεχνική έκθεση 242σ. + Παράρτημα 79 σ. Στην Έκδοση : Νικολαΐδης Ν., Ν. Καλογεράκης, Ν. Σκουλικίδης, Κ. Τσακίρης, 2005- 2009.Τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον για αγροτική ανάπτυξη. Πρόγραμμα Life-περιβάλλον, LIFE05ENV/Gr/000245 EE (EnviFriendly).

7 Ευρετήριο όρων

Βιωτή: Είναι το σύνολο των οργανισμών που υπάρχουν σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Ενδιαίτημα: ορίζεται ως το φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζει και αναπαράγεται ένα είδος, ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα

Ενδοποτάμια Αυξητική Ροή (IFIM): εργαλείο υποβοήθησης λήψης αποφάσεων. Αναπτύχθηκε το 1970 από διεπιστημονική ομάδα με σκοπό να γεφυρώσει τις ανάγκες των σχεδίων διαχείρισης για τους υδατικούς πόρους με τις ανάγκες διατήρησης της βιοποικιλότητας στις συνθήκες αναφοράς. Εμπεριέχει τεχνικές αναλυτικών διαδικασιών και υπολογιστικών μεθόδων, οι οποίες προσπαθούν να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα των οριακών μεταβολών της ροής ενός ποταμού στη δομή της κοίτης, στην ποιότητα του νερού, στη θερμοκρασία και στη διαθεσιμότητα των κατάλληλων μικροενδιαιτημάτων.

Έργα Υδρομάστευσης: Έργα μεταφοράς νερού

Ηλεκτραλιεία: χρήση ηλεκτρικού ρεύματος για να αναισθητοποιηθούν στιγμιαία τα ψάρια ή για να αναγκαστούν να κολυπήσουν παρά τη θέλησή τους προς ένα ηλεκτρικό πεδίο για συλλογή

Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος ιχθυοπανίδας: Μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης χαρακτηριστικών των μεσοενδιαιτημάτων της ιχθυοπανίδας

Μεσοενδιαίτημα: Το φυσικό περιβάλλον, σε μεσαία κλίμακα, στο οποίο ζει και αναπαράγεται ένα είδος, ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα

Μικροενδιαίτημα: Το φυσικό περιβάλλον, σε μικρή κλίμακα, στο οποίο ζει και αναπαράγεται ένα είδος, ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα

Ποτάμι: Τα υδάτινα ρεύματα που παρουσιάζουν μόνιμη ροή

Σημειακή Ταχύτητα: Η ταχύτητα του νερού στο ύψος της στήλης νερού όπου παρατηρήθηκε ο οργανισμός στόχος κατά τη διάρκεια της τεχνικής υποβρύχιας παρατήρησης

Υδατικό Καθεστώς: Το σύνολο των χαρακτηριστικών που αφορούν τα νερά των ποταμών



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Υδρογραφικό δίκτυο: δίκτυο μεταφοράς - κίνησης του επιφανειακού νερού και των ιζημάτων μιας υδρολογικής λεκάνης

Υδρολογική λεκάνη: μία καλά καθορισμένη τοπογραφική και υδρολογική ενότητα, η οποία αποτελεί τη στοιχειώδη χωρική μονάδα της αποστράγγισης της επιφάνειας της χέρσου

Υδρο-οικολογία: Είναι η επιστήμη που σχετίζεται με τα ενδιαίτηματα των οργανισμών και το πως αυτοί αλληλεπιδρούν με τα υπόγεια και επιφανειακά νερά



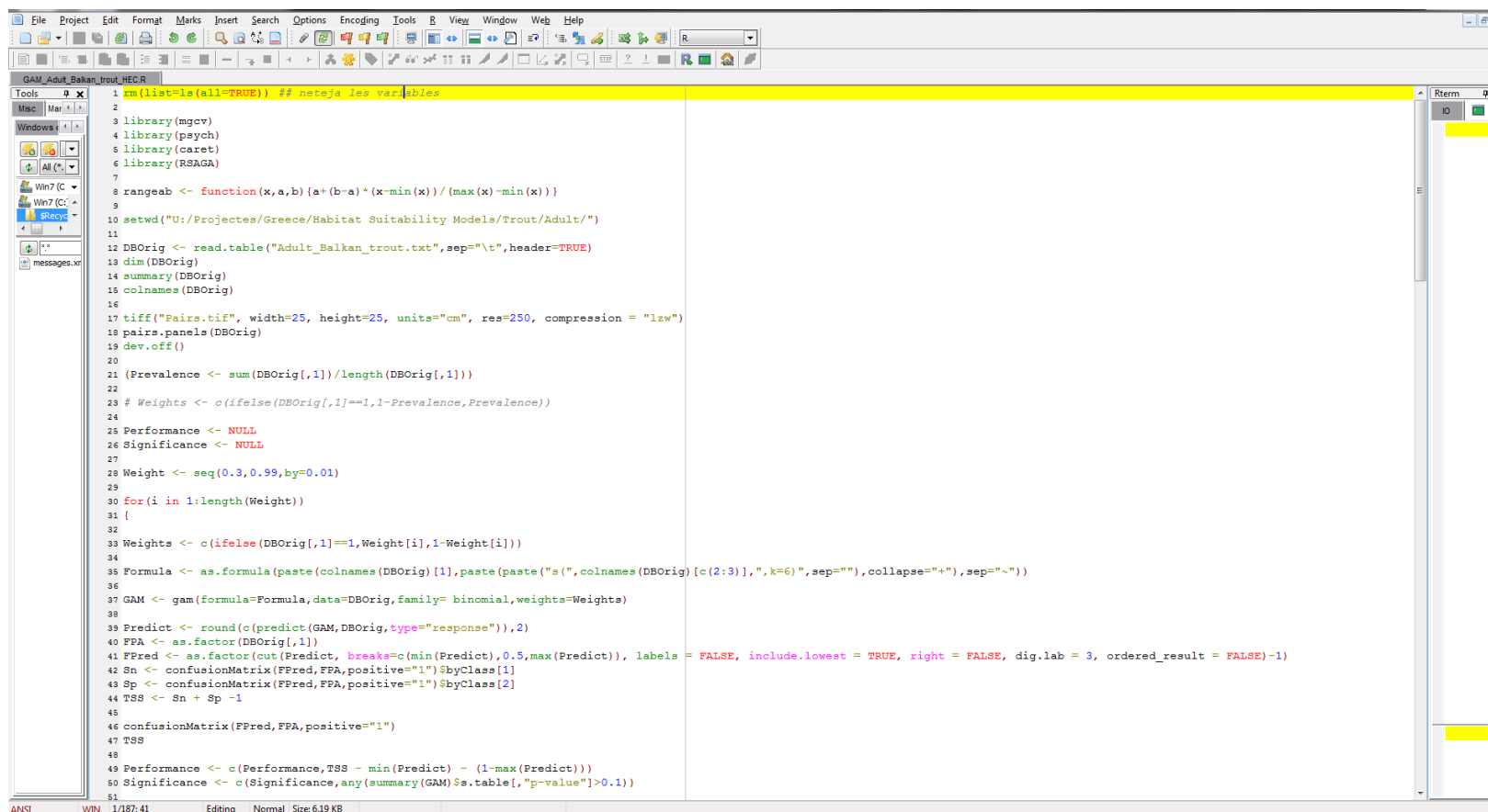
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



8 Παραρτήματα

8.1 Παράρτημα Α

8.1.1 Στατιστική Ανάλυση δεδομένων- Πρόγραμμα R



```

1 km(list=ls(all=TRUE)) ## note: les variables
2
3 library(mgcv)
4 library(psych)
5 library(caret)
6 library(RSAGA)
7
8 rangeab <- function(x,a,b) {a+(b-a)*(x-min(x))/(max(x)-min(x))}
9
10 setwd("U:/Projectes/Greece/Habitat Suitability Models/Trout/Adult/")
11
12 DBOrig <- read.table("Adult_Balkan_trout.txt",sep="\t",header=TRUE)
13 dim(DBOrig)
14 summary(DBOrig)
15 colnames(DBOrig)
16
17 tiff("Pairs.tif", width=25, height=25, units="cm", res=250, compression = "lzw")
18 pairs.panels(DBOrig)
19 dev.off()
20
21 (Prevalence <- sum(DBOrig[,1])/length(DBOrig[,1]))
22
23 # Weights <- c(ifelse(DBOrig[,1]==1,1,1-Prevalence,Prevalence))
24
25 Performance <- NULL
26 Significance <- NULL
27
28 Weight <- seq(0.3,0.99,by=0.01)
29
30 for(i in 1:length(Weight))
31 {
32
33 Weights <- c(ifelse(DBOrig[,1]==1,Weight[i],1-Weight[i]))
34
35 Formula <- as.formula(paste(colnames(DBOrig)[1],paste(paste("s(",colnames(DBOrig)[c(2:3)],",",k=6)",sep=""),collapse="+"),sep="~"))
36
37 GAM <- gam(formula=Formula,data=DBOrig,family= binomial,weights=Weights)
38
39 Predict <- round(c(predict(GAM,DBOrig,type="response")),2)
40 FPA <- as.factor(DBOrig[,1])
41 FFPred <- as.factor(cut(Predict, breaks=c(min(Predict),0.5,max(Predict)), labels = FALSE, include.lowest = TRUE, right = FALSE, dig.lab = 3, ordered_result = FALSE)-1)
42 Sn <- confusionMatrix(FFPred,FPA,positive="1")$byClass[1]
43 Sp <- confusionMatrix(FFPred,FPA,positive="1")$byClass[2]
44 TSS <- Sn + Sp -1
45
46 confusionMatrix(FFPred,FPA,positive="1")
47 TSS
48
49 Performance <- c(Performance,TSS - min(Predict) - (1-max(Predict)))
50 Significance <- c(Significance,any(summary(GAM)$table[, "p-value"]>0.1))
51

```



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



```

File Project Edit Format Marks Insert Search Options Encoding Tools R View Window Web Help
49 Performance <- c(Performance, TSS - min(Predict) - (1-max(Predict)))
50 Significance <- c(Significance, any(summary(GAM)$s.table[, "p-value"]>0.1))
51
52 }
53
54 Performance
55 Significance
56
57 names(Performance) <- as.character(1:length(Weight))
58
59 Performance <- Performance[!Significance]
60
61 Weight[as.numeric(names(which.max(Performance)))]
62
63 Weights <- c(ifelse(DBOrig[,1]==1, Weight[as.numeric(names(which.max(Performance)))], 1-Weight[as.numeric(names(which.max(Performance)))])
64
65 Formula <- as.formula(paste(colnames(DBOrig)[1], paste(paste("s(", colnames(DBOrig)[c(2:3)], ", ", k=6), sep=")", collapse="+"), sep="~"))
66
67 GAM <- gam(formula=Formula, data=DBOrig, family=binomial, weights=Weights)
68 summary(GAM)
69
70 Predict <- round(c(predict(GAM, DBOrig, type="response")), 2)
71 FPA <- as.factor(DBOrig[,1])
72 FPred <- as.factor(cut(Predict, breaks=c(min(Predict), 0.5, max(Predict)), labels = FALSE, include.lowest = TRUE, right = FALSE, dig.lab = 3, ordered_result = FALSE)-1)
73 Sn <- confusionMatrix(FPred, FPA, positive="1")$byClass[1]
74 Sp <- confusionMatrix(FPred, FPA, positive="1")$byClass[2]
75 TSS <- Sn + Sp - 1
76
77 confusionMatrix(FPred, FPA, positive="1")
78 TSS
79
80 windows()
81 plot(GAM, residuals=TRUE, rug=TRUE, se=TRUE, pages=1, select=NULL, scale=0,
82 n=100, n2=40, pers=TRUE, theta=30, phi=30, jit=FALSE, xlab=NULL,
83 ylab=NULL, main=NULL, ylim=NULL, xlim=NULL, too.far=0.1,
84 all.terms=FALSE, shade=TRUE, shade.col="steelblue1",
85 shift=0, trans=I, seWithMean=FALSE, by.resids=FALSE,
86 scheme=0, las=1)
87
88 tiff("GAM_Response.tif", width = 12, height = 6, units = "cm", compression = "lzw", res=500)
89
90 op <- par(cma=c(0.1, 0.1, 0.1, 0.1), mar=c(4, 4, 1.5, 1.5))
91
92 plot(GAM, residuals=TRUE, rug=TRUE, se=TRUE, pages=1, select=NULL, scale=0,
93 n=100, n2=40, pers=TRUE, theta=30, phi=30, jit=FALSE, xlab=NULL,
94 ylab=NULL, main=NULL, ylim=NULL, xlim=NULL, too.far=0.1,
95 all.terms=FALSE, shade=TRUE, shade.col="steelblue1",
96 shift=0, trans=I, seWithMean=FALSE, by.resids=FALSE,
97 scheme=0, las=1)
98
99 par(op)

```



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



```

File Project Edit Format Marks Insert Search Options Encoding Tools R View Window Web Help
GAM_AduIt_Bakan_trout_HEC R
Tools
Misc
Windows
Win7 (C:)
Win7 (C:)
Win7 (C:)
messages.xr
100
101 dev.off()
102
103 windows()
104 plot(DBOrig[,1],Predict,xlim=c(0,1),ylim=c(0,1),xlab="Observed",ylab="Predicted",main=paste("GAM Adult",round(TSS,2),sep="\n TSS ="))
105 abline(a=0,b=1,col="grey",lty="dashed",lwd=1.5)
106 abline(a=0.5,b=0,col="red",lwd=1.5)
107
108 tiff("ObservedPredicted.tif",width = 8, height = 8.5, units = "cm", compression = "lzw",res=500)
109
110 op <- par(cma=c(0.1,0.1,0.1,0.1),mar=c(4,4,3,1.5))
111
112 plot(DBOrig[,1],Predict,xlim=c(0,1),ylim=c(0,1),xlab="Observed",ylab="Predicted",main=paste("GAM Balkan trout Adult",round(TSS,2),sep="\n TSS ="),las=1)
113 abline(a=0,b=1,col="grey",lty="dashed",lwd=1.5)
114 abline(a=0.5,b=0,col="red",lty="dashed",lwd=1.5)
115
116 dev.off()
117
118 windows()
119 gam.check(GAM, old.style=TRUE,type=c("response"))
120
121 #####
122 ## Ara avaluem els models - HEC ##
123 #####
124
125 Flow <- c("007","010","015","025","050","080","130","200","300")
126
127 Realflow <- c(0.7,1,1.5,2.5,5,8,13,20,30)
128
129 Results <- mat.or.vec(length(Flow),2)
130
131 Results[1:length(Flow),1] <- Realflow
132
133 for(i in (1:length(Flow)))
134 {
135
136 DepthData <- read.ascii.grid(file=paste("U:/Projectes/Greece/Congress II/InterpolacioRafa/HEC_DEPTH/",Flow[i],"d.txt",sep=""), return.header = TRUE)
137 # dim(DepthData)
138 # summary(c(DepthData))
139 # image(DepthData$data)
140
141 VelData <- read.ascii.grid(file=paste("U:/Projectes/Greece/Congress II/InterpolacioRafa/HEC_VELOCITY/",Flow[i],"vel.txt",sep=""), return.header = TRUE)
142 # dim(VelData)
143 # summary(c(VelData))
144 # image(VelData$data)
145
146 XYZDepthData <- grid.to.xyz(DepthData)
147 XYZVelData <- grid.to.xyz(VelData)
148
149 CurrentFlow <- data.frame(X=XYZDepthData[,1],Y=XYZDepthData[,2],Velocity=XYZVelData[,3],Depth=XYZDepthData[,3])
150 CurrentFlow <- data.frame(CurrentFlow,Suitability=predict(GAM.CurrentFlow,tvme="response"),Colour=cut(predict(GAM.CurrentFlow,tvme="response"), breaks = seq(0.1,0.2), labels = c("red")

```



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



```

File Project Edit Format Marks Insert Search Options Encoding Tools R View Window Web Help
136 DepthData <- read.ascii.grid(file=paste("U:/Projectes/Greece/Congress II/InterpolacioRafa/HEC_DEPTH/",Flow[i],"d.txt",sep=""), return.header = TRUE)
137 # dim(DepthData)
138 # summary(c(DepthData))
139 # image(DepthData$data)
140
141 VelData <- read.ascii.grid(file=paste("U:/Projectes/Greece/Congress II/InterpolacioRafa/HEC_VELOCITY/",Flow[i],"vel.txt",sep=""), return.header = TRUE)
142 # dim(VelData)
143 # summary(c(VelData))
144 # image(VelData$data)
145
146 XYZDepthData <- grid.to.xyz(DepthData)
147 XYZVelData <- grid.to.xyz(VelData)
148
149 CurrentFlow <- data.frame(X=XYZDepthData[,1], Y=XYZDepthData[,2], Velocity=XYZVelData[,3], Depth=XYZDepthData[,3])
150 CurrentFlow <- data.frame(CurrentFlow, Suitability=predict(GAM, CurrentFlow, type="response"), Colour=cut(predict(GAM, CurrentFlow, type="response"), breaks = seq(0,1,0.2), labels = c("red",
"orange", "yellow", "green", "darkgreen"), include.lowest = TRUE))
151
152 CurrentFlow <- CurrentFlow[complete.cases(CurrentFlow),]
153
154 tiff(paste("HECSuit_", Flow[i], ".tif", sep=""), width = 12, height = 12, units = "cm", compression = "lzw", res=500)
155 plot(CurrentFlow[, "X"], CurrentFlow[, "Y"], pch=15, col=as.character(CurrentFlow[, "Colour"]), xlab="X", ylab="Y", cex=0.25)
156 legend("topleft", legend=c("0.0-0.2", "0.2-0.4", "0.4-0.6", "0.6-0.8", "0.8-1.0"), title="Suitability", fill=c("red", "orange", "yellow", "green", "darkgreen"), bty="n")
157 title(main=paste("Q = ", Realfow[i], " [m3/s]", sep=""), line=2)
158 dev.off()
159
160 Results[i,2] <- round(sum(CurrentFlow[, "Suitability"]), 2)
161
162 }
163
164 Results
165
166 write.table(Results, "WUAQ_HEC.txt", row.names=FALSE, sep="\t")
167
168 tiff("WUA_Flow_HEC.tif", width = 9, height = 6, units = "cm", compression = "lzw", res=500)
169 op <- par(cma=c(0.1,0.1,0.1,0.1), mar=c(4,4,2,1.5))
170 plot(Results[,1], Results[,2], type="l", col="cornflowerblue", xlab=expression(paste("Q [m^3/s]", sep="")), ylab="WUA", main="Balkan trout - Adult", las=1, ylim=c(750,2500))
171 par(op)
172 dev.off()
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185

```



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



8.2.1 Φόρμα Πεδίου Βιολογικών Δεδομένων

Ποτάμι	Περιοχή	Ημερομηνία	ΥΜΜ	Έκταση (m ²)	Βαρίδι	Είδος	Μέγεθος	Αριθμός ψαριών	Βάθος (cm)	Σημιακό Βάθος %	Ταχύτητα 40% (m/sec)	Σημιακή Ταχύτητα (m/sec)
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I 48	Tr	2	1	65	10	0.617	0.475
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I49	Tr	2	1	99	10	0.398	0.148
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I16	Tr	3	1	102	10	0.318	0.077
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I21	Tr	1	1	93	10	0.154	0
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I11	Tr	2	1	84	10	0.392	0.234
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I8	Tr	1	1	85	10	0	0
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I9	Tr	1	1	40	10	0.585	0.364
Βοϊδομάτης	Γεφ. Κλειδ	21/07/2014	Run-Pool	726	I23	Tr	2	1	28	10	0.297	0.297

Τύπος Υποστρώματος							Τύπος Κάλυψης					
Ιλός	Άμμος	Χαλίκι	Βότσαλο	Βράχος	Ογκόλιθος	Αθροισμα	Βλάστηση	Σπηλιές	Κορμοί	Σκιές	Βράχια	Ρίζες
			80	20		100				2	1	
			80	20		100				2		
			80	20		100				2		
			100			100				1	1	
			80	20		100						
		100				100						
			40	60		100						
			70	30		100				1		

8.3 Παράρτημα Γ

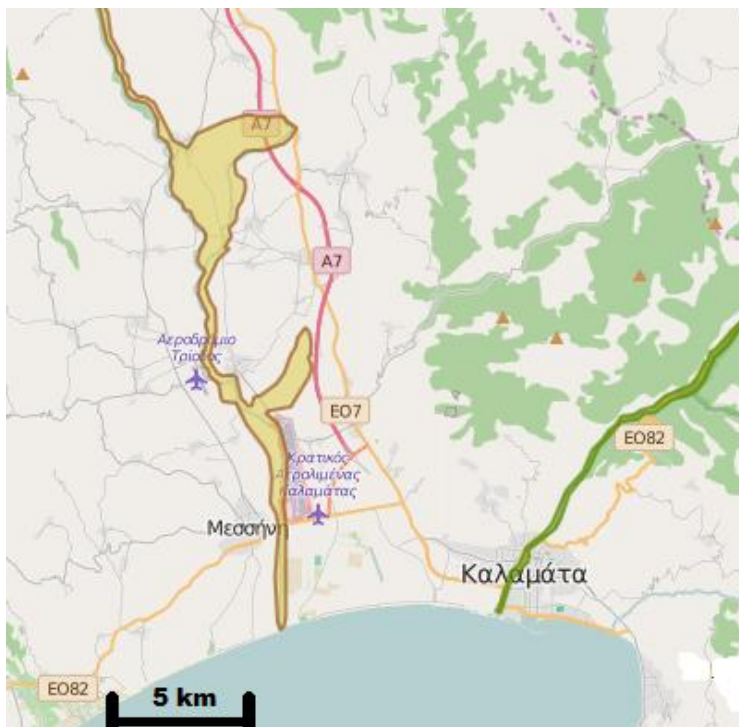
8.3.1 Μελέτες περιπτώσεων με τύπους ποταμών διαλείπουσας ροής ανά τον ελλαδικό χώρο

Στην προσπάθεια αναζήτησης κριτηρίων καταλληλότητας ενδιαιτημάτων σε διαφορετικούς τύπους ποταμών ανά την Ελλάδα, έγιναν εργασίες υπαίθρου σε δυο μεσαίου μεγέθους ποτάμια, τον Πάμισο και τον Ευρώτα στην Πελοπόννησο. Σε πολλά σημεία κατά μήκος της κοίτης τους το καλοκαίρι ξεραίνονται και δημιουργούνται νερόλακκοι, ενώ ιδιαίτερα αισθητή είναι και η ανθρώπινη δραστηριότητα. Επίσης εργασίες υπαίθρου πραγματοποιήθηκαν στη Σάμο στη Ρόδο και στις Κυκλάδες. Στη Σάμο και στη Ρόδο οι εργασίες έγιναν σε ρέματα με πολύ μικρή συνεχή ροή ακόμα και στο τέλος καλοκαιριού. Ενώ στις Κυκλάδες διαπιστώθηκαν δυσκολότερες συνθήκες με έλλειψη τρεχούμενου νερού, σε μεγάλο μέρος του έτους. Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι παρακάτω περιοχές:

8.3.2 Ποταμός Πάμισος Μεσσηνίας

Ο Πάμισος έχει υδρολογική λεκάνη 728 km². Πηγάζει από τα βουνά της Άνω Μεσσηνίας και από καρστικές πηγές του Καρστικού συστήματος του βόρειου Ταΰγετου, το οποίο αναπτύσσεται σε ασβεστόλιθους ζώνης Τριπόλεως και εκφορτίζεται με πηγές βάσης (πηγές Αγίου Φλώρου και Πηδήματος. Το ελάχιστο υψόμετρο είναι 0 (επιφάνεια θάλασσας) και το μέγιστο βρίσκεται σε υψόμετρο 1580 m. Ο Πάμισος εκβάλλει στο Μεσσηνιακό Κόλπο, αφού διασχίσει κάμπο έκτασης 360 km². Η ποιότητα των υδάτων του Πάμισου καλύπτει τις απαιτήσεις βασικών αγρονομικών κριτηρίων για άρδευση γεωργικών εκτάσεων, αλλά εμφανίζονται αυξημένες συγκεντρώσεις Νιτρικών.

Ο ποταμός αποτελεί βιότοπο CORINE (κωδικός A00020019) με σημαντικά ήδη ψαριών και πιο συγκεκριμένα: *Gasterosteus aculeatus*, *Phoxinellus pleurobipunctatus*, *Salaria fluviatilis* και *Tropidophoxinellus spartiaticus* ενώ είναι και τόπος εμφάνισης του θηλαστικού *Lutra lutra* (Βίδρα). Από τις επιτόπιες παρατηρήσεις διαπιστώθηκε ότι η κοίτη του ποταμού είναι υποβαθμισμένη με αρκετές ανθρώπινες παρεμβάσεις (τσιμεντοποιήσεις, επιχωματώσεις) και μείωση της στάθμης τους καλοκαιρινούς μήνες σε πολύ χαμηλά επίπεδα εξαιτίας και των αντλήσεων για γεωργικές χρήσεις. Το είδος *Saralia fluviatis* είναι πολύ συχνό στα νερά του ποταμού ενώ τα υπόλοιπα είδη βρίσκονται αρκετά πιο σπάνια.



Εικόνα 8.1 Βιότοπος Corine Πάμισου Μεσσηνίας.

8.3.3 Ποταμός Ευρώτας

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου και συγκεκριμένα στους Ν. Αρκαδίας και Λακωνίας. Η λεκάνη έχει έκταση 2410 km². Πηγάζει από τη νότια πλευρά του οροπεδίου της Μεγαλόπολης και δέχεται στο ρου του πολλούς μικρούς παραποτάμους. Η μεγάλη πλειοψηφία αυτών των παραποτάμων είναι περιοδικής ροής, εξαιτίας και των πολλών σημείων αντλήσεως που βρέθηκαν στο πεδίο. Στο κάμπο του Βρονταμά βρίσκονται 3 νερόλακκοι που συγκρατούν νερό όλο το έτος με διάμετρο έως 150 μέτρα. 2 Χιλιόμετρα ανάντη της Σκάλας ο ποταμός χάνεται λόγω έντονης καρστικοποίησης της περιοχής, ρέει υπόγεια και επανεμφανίζεται 800 m κατάντη της Σκάλας. Η ποιότητα των υδάτων είναι καλή εξαιτίας και των καρτσικών πηγών που τροφοδοτούν το ποτάμι, με προβλήματα κυρίως όσον αφορά τα νιτρικά και του φωσφόρου . (Νικολαΐδης et al, 2006).

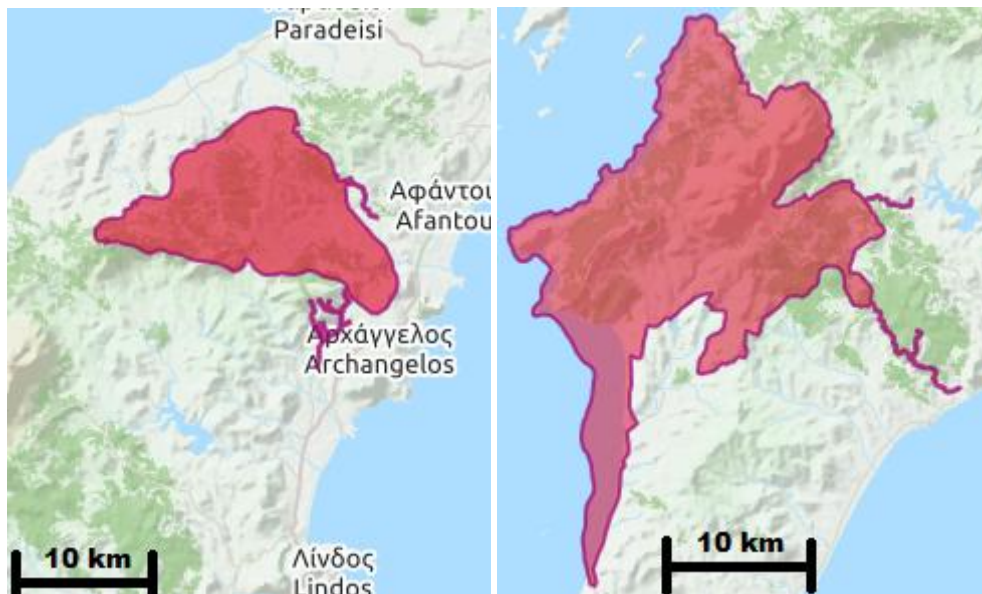
Ο ποταμός αποτελεί βιότοπο CORINE (κωδικός A00010061) με σημαντικά ήδη ψαριών και πιο συγκεκριμένα: *Leuciscus keadicus*, *Salaria fluviatilis*, *Tropidophoxinellus spartiaticus*. Και εδώ η *Salaria fluviatilis* είναι πολύ συχνή, αλλά συναντάμε αρκετά συχνότερα και το είδος *Tropidophoxinellus spartiaticus* σε σχέση με τον ποταμό Πάμισο, ένδειξη για την αρκετά καλύτερη οικολογική κατάσταση του ποταμού.



Η Ρόδος είναι το τέταρτο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας με έκταση 1400 Km². Η σχετική αφθονία του νερού και οι ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες συνεισφέρουν ουσιαστικά στην ανάπτυξη πλούσιων δασών και σπάνιας χλωρίδας αλλά και πανίδας. Επειδή η Ρόδος τροφοδοτεί με γλυκό νερό και τα άνυδρα νησιά, αλλά και εξαιτίας των αυξημένων αναγκών σε νερό κατά τους θερινούς μήνες γίνεται **υπεράντληση των επιφανειακών και υπογείων νερών** με αποτέλεσμα το επιφανειακό νερό να γίνεται υφάλμυρο. Η οικολογική σημασία του νησιού είναι μεγάλη και περιλαμβάνει δυο προστατευόμενες περιοχές, στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού δικτύου NATURA 2000. Η μια περιοχή περιλαμβάνει μέρος της παραλίας και της θαλάσσιας ζώνης της Απολακκιάς, η άλλη περιλαμβάνει τις ορεινές περιοχές του Ακραμίτη, του Αρμενιστή, του Ατταβύρου, του Προφήτη Ηλία καθώς και των Επτά Πηγών και της Κοιλιάδας των Πεταλούδων.

Το μεγαλύτερο ρέμα είναι αυτό του Γαδουρά, οι πηγές του οποίου βρίσκονται στο Όρος Αττάβυρος και του Όρους Προφήτη Ηλία. Συγκρατεί τρεχούμενο νερό όλο το χρόνο, κυρίως κοντά στις πηγές, αλλά και σε χαμηλότερα σημεία. Στο παρελθόν, κοντά στις εκβολές του, σχημάτιζε νερόλακκους. Για να ικανοποιηθούν οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης όλου του νησιού, κατασκευάστηκε τα τελευταία χρόνια το Φράγμα του Γαδουρά, το οποίο έχει μεταβάλει κατά πολύ την εικόνα. Η τροφοδοσία νερού στην κάτω από το φράγμα περιοχή του ρέματος είχε ελαχιστοποιηθεί απειλώντας την οικολογική ισορροπία της περιοχής.

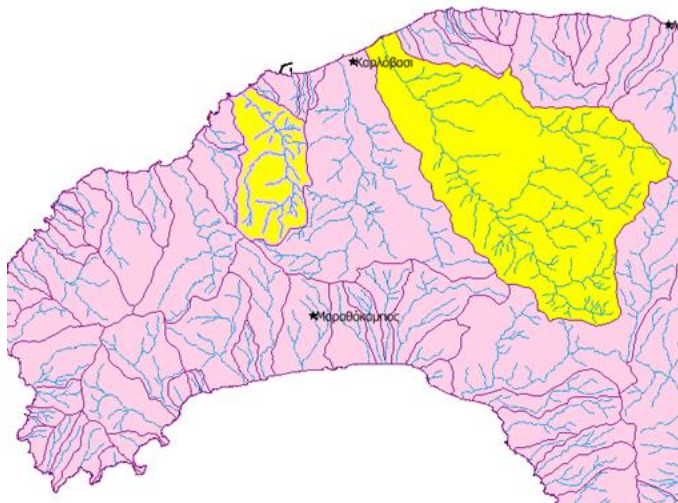
Στη λίμνη των Νάνων ζουν κουνουπόψαρα και κοινοί κυπρίνοι (έχουν μεταφερθεί), ενώ το 1995 εισήχθησαν δυο είδη κυπρίνων στη λίμνη της Απολακκιάς (*Hypophthalmichthys molitrix* και *Ctenopharyngodon idella*), καθώς και ο κοινός κυπρίνος και το *Carassius auratus*. Κατά τις εργασίες υπαίθρου βρέθηκαν *Ladigesocypris ghigi* σε πολλά σημεία καθώς και κάποια χέλια και ποταμοχελώνες. Κατάντι του φράγματος Γαδουρά, πλέον έχουν σχεδόν εξαφανιστεί τα ψάρια, και υπάρχουν μόνο ερπετά.



Εικόνα 8.3 Βιότοποι Natura νήσου Ρόδου

Η Σάμος είναι το όγδοο σε μέγεθος νησί της Ελλάδας και η έκτασή της είναι 477,4 km² .Το 69,6% της επιφάνειας της ανήκει σε ορεινές περιοχές, το 22%, σε ημιορεινές ενώ μόλις το 8,4%, σε πεδινές. Η Σάμος δεν έχει σημαντικούς ποταμούς ή λίμνες. Υπάρχουν κυρίως **χείμαρροι** που συνήθως διατηρούν νερό μόνο το χειμώνα, οι περισσότεροι εκ των οποίων πηγάζουν από τον ορεινό όγκο της Αμπέλου. Υπάρχουν νερόλακκοι σε πολλά σημεία που διατηρούν νερό όλο το έτος όπως και κάποιες μικρές τεχνητές κατασκευές (η πιο σημαντική ανάμεσα στον Πλάτανο και

τα Κοντακαίικα). Υπάρχουν δυο μεγάλες περιοχές Natura 2000, μια στον Κερκετέα και μια στην Άμπελο, όπου ευδοκιμούν κυρίως ερπετά.



Εικόνα 8.4 Υδρογραφική Λεκάνη "Ποταμιού" (αριστερά) και Φουρνιώτικου ρέματος (δεξιά)

Ψάρια εσωτερικών υδάτων, υπάρχουν στα δυο αυτά ρέματα, και πρόκειται κυρίως για τον ποταμοκέφαλο του Αιγαίου cm και πιο συγκεκριμένα στην υδρολογική Λεκάνη του Ποταμιού, όσο και στην κοίτη του Φουρνιώτικου Ρέματος, όπου υπάρχει και η προαναφερθείσα τεχνητή κατασκευή που συγκρατεί νερό όλο το έτος. Πρόκειται για το είδος *Squalius fellowesii*, ενδημικό είδος της Μικράς Ασίας, το οποίο έχει μέγεθος που πλησιάζει τα 20 εκατοστά. Σε όλο το νησί υπάρχουν ερπετά και αμφίβια σε μεγάλους πληθυσμούς (*Bufo bufo*, *Bufo Viridis*, *Hyla arborea*), καθώς και ασπόνδυλα (*Archon apollinus*, *Charaxes jasius*, *Papilio alexanor*, *Pieris ergane* και *Pontia chloridice* στην ζώνη Natura του Κερκετέα. Επίσης κάποια είδη φιδιών και καβουριών.



Εικόνα 8.5 Ποταμοκέφαλος σε εσωτερικά ύδατα της Σάμου (στο τέλος της ξηρής περιόδου), καθώς και γυρίνος βατράχου (δεξιά).

8.3.6 Πάρος – Νάξος

Η **Νάξος** είναι το μεγαλύτερο νησί των Κυκλάδων, στο Αιγαίο Πέλαγος. Το σχήμα της είναι ελλειψοειδές και ένας ορεινός όγκος από Βορά προς Νότο διασχίζει το νησί. Έχει έκταση 442 km². Η Πάρος είναι το τρίτο σε έκταση νησί των Κυκλάδων, με έκταση 196 km² ελλειψοειδές σχήμα, ενώ τα όρη της είναι γυμνά από βλάστηση. Και τα δυο νησιά όπως ολόκληρες οι Κυκλάδες δέχονται χαμηλό ύψος βροχοπτώσεων, κάτι το ποιο σε συνδυασμό με την υπεράντληση των υδάτων οδηγεί σε εξάλειψη επιφανειακών εμφανίσεων νερού. Μόνο στα ορεινά της Νάξου κοντά στην Κεραμωτή υπάρχει τρεχούμενο νερό και το καλοκαίρι. Η Πάρος γενικά είναι άνυδρη μεγάλη περίοδο του έτους

Στη Νάξο βρίσκονται δυο περιοχές ενταγμένες στο δίκτυο Natura 2000: α. Η περιοχή της κεντρικής ορεινής Νάξου έως τη Νότια παραλιακή ζώνη και β. η Αλυκή της Νάξου. Μελετήθηκε κυρίως η πρώτη περιοχή. Δεν βρέθηκαν ψάρια, αλλά ευνοείται η παρουσία ερπετών. Στην Πάρο υπάρχουν κάποιες μικρές περιοχές Natura 2000 (έλος κολυμπήθρες, λιμνοθάλασσα Σάντα Μαρίας, ρεματιά με τις πεταλούδες κ.α). Και εδώ έχουμε επικράτηση των ερπετών καθώς ο ανταγωνισμός από τα ψάρια είναι μηδαμινός (Πίνακας 8.1).

Νάξος-Ερπετά(Κεντρική Ορεινή Νάξος)	Πάρος Ερπετά (περιοχή Πεταλούδες)
Ablepharus kitaibelii fabichi	Ablepharus kitaibelii fabichi
Agama stellio daani	Agama stellio daani
Bufo viridis viridis	Cyrtodactylus kotschy adelphiensis
Cyrtodactylus kotschy adelphiensis	Elaphe quatuorlineata quatuorlineata
Elaphe quatuorlineata quatuorlineata	Elaphe situla
Elaphe situla	Hemidactylus turcicus turcicus
Eryx jaculus turcicus	Lacerta trilineata cariensis
Hyla arborea arborea	Mauremys caspica rivulata
Lacerta trilineata cariensis	Natrix natrix persa
Mauremys caspica rivulata	Telescopus fallax fallax
Podarcis erhardii amorgensis	Testudo marginata
Vipera ammodytes meridionalis	Vipera ammodytes meridionalis

Πίνακας 8.1 Είδη Ερπετών στην Πάρο και τη Νάξο

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε ότι στην κυρίως Ελλάδα, αλλά και στα νησιά μεγάλου μεγέθους (Σάμος, Ρόδος) έχουμε παρουσία νερού σε όλη τη διάρκεια του έτους, είτε με συνεχή ροή κατά σημεία, είτε στάσιμου νερού σε νερόλακκους, κάτι που ευνοεί την συντήρηση υδρόβιων οργανισμών και διαπιστώνετε η ύπαρξη ακόμα και κάποιων ειδών ψαριών, τα οποία είναι ανθεκτικά σε ακραίες συνθήκες. Στις Κυκλάδες από την άλλη μεριά δεν έχουμε κατάλληλες συνθήκες για διατήρηση υδρόβιων οργανισμών, παρά μόνο κάποιων αρθρόποδων σε κάποιες περιπτώσεις.

8.3.7 Ρέματα διαλείπουσας ροής

Τα ρέματα με διακοπτόμενη ροή, είναι ρέματα τα οποία δεν έχουν επιφανειακή ροή νερού για μεγάλο μέρος του έτους. Συγκεντρωτικά αποτελούν μεγάλο μέρος των ποταμών όλου του κόσμου, όσον αφορά τον αριθμό, το μήκος, και την απορροή (Larned *et al.*, 2010). Έρευνες δείχνουν ότι αυτά τα ρέματα, έχουν ιδιαίτερη οικολογική σημασία (Meyer *et al.*, 2003, Larned *et al.*, 2010), καθώς φιλοξενούν μεγάλο αριθμό οργανισμών, αποτελούν ζώνες επεξεργασίας θρεπτικών συστατικών και οργανικών υλικών, ενώ σε πολλές περιπτώσεις αποτελούν συνδετικό κρίκο ανάμεσα στην υδρογραφική λεκάνη στα ανάντη, όπου δεν έχουμε ρέματα με συνεχή ροή, με την κύρια κοίτη του ποταμού στα κατόντη. Ωστόσο οι μελέτες που έχουν γίνει για την

οικολογία αυτών των ρεμάτων είναι ελάχιστες σε σχέση με τα ποτάμια συνεχής ροής. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση των ποταμών που δεν έχουν ροή όλο το έτος (Brooks, 2009), οπότε η περαιτέρω μελέτη τους κρίνεται επιβεβλημένη, έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικότερη η διαχείριση αυτών των περιοχών αλλά και η προστασία τους. Στην Ελλάδα περίπου το μισό υδρογραφικό δίκτυο είναι προσωρινό (Tzoraki and Nikolaidis, 2007), εξαιτίας του Μεσογειακού κλίματος με τα θερμά και ξηρά καλοκαίρια.

Όσον αφορά την υδρολογία τους, μπορούμε να τα διαχωρίσουμε σε δυο κατηγορίες: α. Διαλείποντα ρέματα, στα οποία ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο από την κοίτη για κάποιο διάστημα του έτους οπότε έχουμε και επιφανειακή ροή, και εφήμερα ρέματα, στα οποία ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται πάντα χαμηλότερα από την κοίτη και άρα έχουμε απορροή επιφανειακά μόνο μετά από σημαντικές βροχοπτώσεις και για μικρό χρονικό διάστημα. Είναι συχνό φαινόμενο κατά μήκος μια κοίτης διαλείπουσας ροής, να δημιουργούνται μικρές απομονωμένες λίμνες, οι οποίες συγκρατούν νερό σε όλη τη διάρκεια του έτους, ή για ένα μέρος αυτού, κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επιβίωση πολλών οργανισμών. Εξαιτίας αυτής της ιδιαιτερότητας των συγκεκριμένων τύπων ποταμών, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο για τον υπολογισμό της οικολογικής παροχής διαδραματίζουν και άλλες κατηγορίες οργανισμών εκτός της ιχθυοπανίδας όπως είναι ασπόνδυλα. Είναι αποδεκτό εδώ και πολλές δεκαετίες ότι τα ρέματα με παροδική ροή υποστηρίζουν μια μεγάλη ποικιλία έμβιων όντων (Stehr and Branson 1938), όπως είναι ασπόνδυλα, αμφίβια, ψάρια, ερπετά, κλπ. Όσον αφορά τα ασπόνδυλα, ο αριθμός των ειδών και ο πληθυσμός τους σε τέτοιες περιοχές είναι περιορισμένος, ωστόσο μπορούν να βρεθούν σπάνια είδη (Dieterich and Anderson, 2000). Όσον αφορά τα ψάρια μπορούν είτε να μετακινηθούν από την κεντρική κοίτη του ποταμού προς τα ανάντη όταν τα ρέματα αυτά έχουν ροή, είτε να παραμείνουν σε μικρές λίμνες που σχηματίζονται κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου και κάποιοι μικροί πληθυσμοί να επιζήσουν παρόλη τη χαμηλή ποιότητα του νερού, μέχρι να ξαναεμφανιστεί ροή στο δίκτυο (Labbe and Fausch, 2000). Τα αμφίβια, μπορούν να επιζήσουν τόσο στη ξηρά όσο και στο νερό, ενώ οι περιοχές που μεταβάλλονται από ξηρές σε υγρές αποτελούν ιδανικό μέρος για την εμφάνιση τους, καθώς ο ανταγωνισμός με τα ψάρια είναι μικρότερος σε αυτές τις περιοχές (Wilkins and Peterson, 2000). Πολύ σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την κατάσταση των ποταμών με διακοπτόμενη ροή είναι ο άνθρωπος. Η άμεση ανθρώπινη παρέμβαση σε ρέματα με μη συνεχή ροή μπορεί να προέρχεται από άντληση νερού, υλοτομία, εκτροπή ροής, κατασκευή δρόμων/φραγμάτων/καναλιών ή ακόμα και υπογειοποίηση αυτών των ρεμάτων, διαδικασίες που πρέπει να γίνονται με

ιδιαίτερη προσοχή ώστε να έχουμε τη μικρότερη δυνατή διαταραχή στο οικοσύστημα. Πολύ σημαντικά είναι τα φράγματα τα οποία μπορεί να διακόπτουν τη συνεχή ροή, καθώς και τη ελεύθερη μετακίνηση των οργανισμών (Dodds *et al.*, 2004). Η έμμεση παρέμβαση συνίσταται κυρίως στην κλιματική αλλαγή που επηρεάζει τον πλανήτη και συνεπακόλουθα την επιφανειακή ροή. Επειδή η υδρολογία των εφήμερων ποταμών είναι στενά συνδεδεμένη με τη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία, αυτές οι περιοχές είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες. Σύμφωνα με τα υπάρχοντα κλιματικά σενάρια, οι περίοδοι ξηρασίας αναμένονται να αυξηθούν (Brooks, 2009), και ιδιαίτερα στις εύκρατες περιοχές, όπως η Ελλάδα.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

