



## Π.2.2 Οδηγός για την προσαρμογή των οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων

ECOFLOW-11ΣΥΝ\_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 2: Εννοιολογική ανάλυση και ανάπτυξη της μεθόδου εκτίμησης της οικολογικής παροχής

Task: Τεχνική έκθεση



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

**ECOFLOW-11ΣΥΝ\_8\_917**

**Τίτλος Παραδοτέου:** Οδηγός για την προσαρμογή των οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων

**Υπεύθυνος Φορέας:** ΕΛΚΕΘΕ

**Πακέτο Εργασίας:** 2

**Κατάθεση έως:** 04/03/2014.....

**Κατατέθηκε στις:** 04/06/2014.....

**Φύση παραδοτέου:** Τεχνική έκθεση



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



### Περίληψη:

Το συγκεκριμένο παραδοτέο 2.2 αποτελεί έναν οδηγό για την προσαρμογή των οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων. Για το σκοπό αυτό γίνεται αναλυτική περιγραφή των μοντέλων προσομοίωσης ενδιαιτήματος, του τρόπου συλλογής δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος και της διαδικασίας προσαρμογής των μοντέλων σε διαφορετικούς τύπους υδάτινων σωμάτων.

Τα μοντέλα προσομοίωσης ενδιαιτήματος (οικοσυστημικά μοντέλα) είναι στατιστικά μοντέλα με πολλές εφαρμογές. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων που αφορούν τη διαχείριση υδατικών οικοσυστημάτων. Μέσω αυτών των μοντέλων μπορεί ο χρήστης να λάβει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τους υδρόβιους οργανισμούς που βρίσκονται στην περιοχή ενδιαφέροντος και να τις ενσωματώσει στις αποφάσεις που καλείται να πάρει ως προς την κατασκευή έργων στη κοίτη των ποταμών αλλά και ως προς τη διαχείριση των υδατικών αποθεμάτων γενικότερα.

Υπό προϋποθέσεις εξετάζεται η προσαρμογή των μοντέλων προσομοίωσης σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων. Εφόσον πληρούνται τα απαραίτητα κριτήρια για τη μεταφορά των δεδομένων που προέρχονται από μία κατηγορία των μοντέλων προσομοίωσης ενδιαιτήματος, ακολουθεί η υδραυλική προσομοίωση ως βασικό στάδιο της προτεινόμενης μεθοδολογίας για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής στα ελληνικά δεδομένα.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Abstract:**

This deliverable 2.2 is a guidebook for the repetition of the habitat modeling adaptation process in other water body types. Habitat suitability models (HSM) and the data collection procedures for the estimation of the habitat suitability curves are being described in detail within this deliverable.

The habitat suitability models are statistical models. They are designed for a wide variety of planning applications where habitat information is an important consideration in the decision process. They are mainly used in decision making procedures for the management of aquatic ecosystems. Through these models the user can acquire significant information in relation to riverine organisms and their life stages and it is possible to predict the likely occurrence or distribution of species based on relevant variables. HSM are becoming an increasingly important tool in conservation planning and wildlife management

However, it is impossible to develop a model that performs equally well in all situations. The models are hypotheses of species-habitat relationships, and model users should recognize that the degree of veracity of these models, may vary according to geographical area and the extent of the data base for individual variables.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



## Σύνοψη πληροφοριών Αρχείου

Αριθμός Παραδοτέου:	2.2
Τίτλος Παραδοτέου:	Οδηγός για την προσαρμογή των οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων
Συγγραφείς:	Παπαδάκη Χ., Δημητρίου Η., Ντοανίδης Λ., Ζόγκαρης Σ., Ευελπίδου Ν., Σταματάκης Μ., Καρκάνη Ε., Francisco Martínez Capel., Rafael Mas Munoz
Αριθμός Πακέτου Εργασίας:	2
Συντονιστής ΠΕ:	ΕΛΚΕΘΕ - Ινστιτούτο Θαλασσίων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων
Εταίροι που συμμετέχουν στο ΠΕ:	ΕΚΠΑ – Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ομάδα στόχος:	Διοικητικούς Φορείς, Διαχειριστές λήψεως αποφάσεων, μελετητές, επενδυτές, πανεπιστήμια, ερευνητικούς φορείς, σπουδαστές, ιδιώτες
Λέξεις κλειδιά:	Καμπύλες Καταλληλότητας Ενδιατήματος, Ενδιατήματα, Οικολογική παροχή,



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



## Πίνακας Περιεχομένων

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή .....</b>	<b>10</b>
1.1	Βιοτικές και αβιοτικές παράμετροι .....	10
1.2	Ταξινόμηση και τύποι ποταμών .....	11
1.3	Τυπολογία ορεινών ελληνικών ποταμών .....	16
<b>2</b>	<b>Οικοσυστημικά Μοντέλα και Μοντέλα Προσομοίωσης ενδιαιτήματος.....</b>	<b>19</b>
2.1	Γενική περιγραφή.....	19
2.2	Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος – Habitat Suitability Curves (HSC).....	20
2.3	Καμπύλες Καταλληλότητας Χρήσης Ενδιαιτήματος.....	22
2.4	Συλλογή δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών καταλληλότητας χρήσης ενδιαιτήματος.....	23
2.5	Καμπύλες Καταλληλότητας Προτίμησης Ενδιαιτήματος.....	24
<b>3</b>	<b>Προσαρμογή οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων...28</b>	
3.1	Προϋποθέσεις προσαρμογής οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων .....	28
<b>4</b>	<b>Υδραυλική προσομοίωση .....</b>	<b>30</b>
4.1	Γενικά.....	30
4.1.1	Οριοθέτηση περιοχής εφαρμογής της υδραυλικής προσομοίωσης.....	30
4.2	Επιλογή μεμονωμένων τύπων μεσοενδιαιτήματος .....	33
4.2.1	Σύντομη περιγραφή υδραυλικής προσομοίωσης.....	34
4.2.2	Επιλογή υδραυλικού μοντέλου που να ανταποκρίνεται στις Ελληνικές συνθήκες.....	35
4.2.3	Εφαρμογή υδραυλικού μοντέλου .....	37
4.2.4	Βαθμονόμηση υδραυλικού μοντέλου.....	39
4.2.5	Αποτελέσματα υδραυλικού μοντέλου .....	39
<b>5</b>	<b>Συνδυασμός αποτελεσμάτων υδραυλικού μοντέλου με τα αποτελέσματα των μοντέλων προσομοίωσης ενδιαιτήματος.....</b>	<b>40</b>
5.1	Καμπύλες καταλληλότητας και υδραυλικό μοντέλο .....	40
5.2	Υπολογισμός σύνθετου δείκτη καταλληλότητας ενδιαιτημάτων .....	43



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΠ II  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η παράμετρος στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη

5.3	Υπολογισμός Σταθμισμένης Κατάλληλης Έκτασης.....	45
<b>6</b>	<b>Αποτελέσματα μεθόδου .....</b>	<b>48</b>
6.1	Στάδια εφαρμογής μεθόδου εκτίμησης της οικολογικής παροχής.....	48
6.2	Κατάρτιση Καμπύλης Διάρκειας Ενδιαιτήματος.....	51
6.3	Καθορισμός διακύμανσης οικολογικής παροχής σε ετήσια βάση – Καθεστώς Οικολογικής Ροής.....	54
<b>7</b>	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>58</b>
7.1	Διεθνής Έντυπη Βιβλιογραφία.....	59
<b>8</b>	<b>Ευρετήριο Όρων .....</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>Παραρτήματα.....</b>	<b>64</b>
	Παράρτημα Α .....	64
	Καμπύλες Καταλληλότητας Χρήσης Ενδιαιτήματος .....	64
	<b>Παράρτημα Β .....</b>	<b>67</b>
	Πρωτόκολλα πεδίου.....	67
	Συλλογή δεδομένων χρήσης ενδιαιτήματος .....	67
	Πρωτόκολο δειγματοληψίας συλλογής δεδομένων προτίμησης ενδιαιτήματος .....	69
	<b>Παράρτημα C .....</b>	<b>70</b>
	Παράδειγμα αντιστοίχισης αποτελεσμάτων υδραυλικού μοντέλου σε τιμές δείκτη καταλληλότητας.....	70

## Ευρετήριο Πινάκων

<b>Πίνακας 3.1</b>	<b>Διαμήκης ζώνωση των βιοτικών τύπων και των αβιοτικών τους χαρακτηριστικών .....</b>	<b>13</b>
<b>Πίνακας 4.1</b>	<b>Τύποι ΥΜΜ.....</b>	<b>33</b>
<b>Πίνακας 5.1</b>	<b>Αποτελέσματα υδραυλικών μοντέλων (προσομοιωμένα βάθη) για τρεις τιμές παροχών .....</b>	<b>41</b>



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΜΕ II  
ΕΡΜΑ 2007-2013  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

**Πίνακας 5.2** Αποτελέσματα υδραυλικών μοντέλων (προσομοιωμένες ταχύτητες) για τρεις τιμές παροχών.....42

### Ευρετήριο Σχημάτων

**Σχήμα 5.1** Διάγραμμα με την συνολική κατάλληλη σταθμισμένη έκταση για μία περιοχή μελέτης, με βάση δέκα σενάρια παροχών.....47

**Σχήμα 6.1** Σχεδιάγραμμα ροής από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για ένα σενάριο παροχής ( $1\text{m}^3/\text{sec}$ ).....48

**Σχήμα 6.2** Πολυκριτηριακή ανάλυση για την επιλογή της οικολογικής παροχής συνεκτιμώντας ανάγκες που είναι βασικές για την ανθρώπινη κοινωνία .....51

**Σχήμα 6.3** Καμπύλη διάρκειας παροχής με ποσοστά εμφάνισης στη μονάδα του χρόνου ....53

**Σχήμα 6.4** Καμπύλη κατάλληλης έκτασης ενδιαιτήματος και βέλτιστη και ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή.....56

### Ευρετήριο Εικόνων

**Εικόνα 1.1** Η συνέχεια των ποταμών συναρτήσεϊ του καθεστώτος της ροής και της εποχικότητας της παροχής του νερού στην κοίτη (τροποποιημένο σχήμα από Uys & O’Keeffe 1997, Κούτσικος 2009)..... 15

**Εικόνα 1.2** Παράδειγμα ιχθυολογικής ζώνωσης ποταμών στην κεντρική Ευρώπη –των Muus & Dahlstroem (1971), μεταφρασμένο από Κουσσουρή (1998), διορθωμένο και συμπληρωμένο..... 16

**Εικόνα 2.1** Καμπύλη Καταλληλότητας Χρήσης ενδιαιτήματος για την ταχύτητα.....22

**Εικόνα 2.2** Καταγραφή δεδομένων χρήσης και προτίμησης ενδιαιτήματος .....25

**Εικόνα 2.3** Δεδομένα για την εκτίμηση καμπυλών καταλληλότητας χρήσης και καμπυλών προτίμησης καταλληλότητας ενδιαιτήματος .....26

**Εικόνα 2.4** Παράδειγμα από τον υπολογισμό των Καμπυλών Καταλληλότητας Προτιμήσεως Ενδιαιτήματος.....27

**Εικόνα 4.1** Ποτάμια θέση, περιοχή όπου επιλέγεται να γίνει η μέθοδος της χαρτογράφησης ενδιαιτημάτων.....31



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ποδοκτα πανού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρεια στο κέντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



<b>Εικόνα 4.2</b> Χωρική διακριτοποίηση των ποταμών ανάλογα με την τάξη μεγέθους της περιοχής που μελετάται (τροποποιημένο από Frissell et al., 1986 ).....	32
<b>Εικόνα 4.3</b> Διακριτοποίηση ποταμού σε κελιά. Σε κάθε κελί επικρατούν διαφορετικές υδρογεωμορφολογικές συνθήκες.....	34
<b>Εικόνα 4.4</b> Διακριτοποίηση διατομής σε κελιά και υπολογισμός ταχύτητας σε καθένα από αυτά.....	38
<b>Εικόνα 5.1</b> Αναπαράσταση κελιών (ψηφιδωτή μορφή αρχείου) από τα αποτελέσματα του υδραυλικού μοντέλου ως προς μια παράμετρο (ταχύτητα) .....	41
<b>Εικόνα 5.2</b> Αποτελέσματα υδραυλικού μοντέλου ως προς το βάθος (αριστερά) και την ταχύτητα (δεξιά) εκφρασμένα σε τιμές δείκτη καταλληλότητας .....	43
<b>Εικόνα 5.3</b> Καταλληλότητα των ενδαιτημάτων ως προς το σύνολο των παραμέτρων που μελετώνται (ταχύτητα, βάθος ) για μία παροχή $8\text{m}^3/\text{sec}$ .....	44
<b>Εικόνα 5.4</b> Ποσοστά συνολικής υπό μελέτη έκτασης ανά κλάση καταλληλότητας ενδαιτήματος και παροχή.....	45
<b>Εικόνα 5.5</b> Ψηφιδωτό αρχείο με τιμές δεικτών καταλληλότητας για κάθε μια παράμετρο (βάθος, ταχύτητα, κάλυψη), Το άθροισμα των κελιών με τον ίδιο σύνθετο δείκτη καταλληλότητας είναι η κατάλληλη σταθμισμένη έκταση.....	46
<b>Εικόνα 6.1</b> Κατάλληλη σταθμισμένη έκταση για δύο είδη στόχους σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης .....	49
<b>Εικόνα 6.2</b> Διάγραμμα ροής της προτεινόμενης μεθοδολογίας για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής με όλα τα στάδια εφαρμογής της.....	50
<b>Εικόνα 6.3</b> Χρονοσειρά διακύμανσης κατάλληλης έκτασης ενδαιτήματος και καμπύλης διάρκειας ενδαιτήματος, από τον συνδυασμό χρονοσειράς παροχών και καμπύλης WUA ..	52



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



## 1 Εισαγωγή

### 1.1 Βιοτικές και αβιοτικές παράμετροι

Βασικός στόχος της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η ποσοτικοποίηση των σχέσεων μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων που συμμετέχουν στη δομή των οικοσυστημάτων των ποταμών. Οι αβιοτικές παράμετροι εκτιμώνται μέσα από την παρατήρηση των οργανισμών στόχων στο φυσικό τους περιβάλλον, με σκοπό να οριστικοποιηθούν οι συνθήκες που είναι απαραίτητες να επικρατούν για την επιβίωση των οργανισμών (Armstrong et al., 2003; Rosenfield, 2003).

Οι αβιοτικές παράμετροι διακρίνονται σε χημικές και φυσικές. Οι χημικές αβιοτικές παράμετροι (pH, διαλυμένο οξυγόνο, θρεπτικά στοιχεία, οργανική και ανόργανη σύσταση) επηρεάζουν τα ενδαιτήματα με άμεσο τρόπο δρώντας απευθείας στη λειτουργία των οργανισμών (Jackson et al., 2001). Οι φυσικές αβιοτικές παράμετροι επηρεάζουν τη δομή και τη βιομάζα των οργανισμών (Allan, 1995; Boone, 1998; Peeters and Gardeniers, 1998; Vadas and Orth, 2001). Συνεπώς οι σχέσεις μεταξύ των υδρόβιων οργανισμών και η πληθυσμιακή κατανομή τους, διαμορφώνονται ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο και τις φυσικοχημικές παραμέτρους που επικρατούν εκεί.

Οι πιο σημαντικές φυσικές παράμετροι είναι το βάθος (Geist et al., 2000; Guay et al., 2000; Kynard et al., 2000, Beecher et al., 2002), η ταχύτητα και η παροχή (Geist et al., 2000; Kynard et al., 2000; Mallet et al., 2000; Peeters and Gardeniers, 1998), η προστασία (κάλυψη των οργανισμών εντός της κοίτης από φυσικά αντικείμενα ή παράγοντες, οι οποίες τους παρέχουν καταφύγιο από τις υψηλές ταχύτητες) (Vadas and Orth, 2001) και ο τύπος του υποστρώματος (Knapp and Preisler, 1999; Vadas and Orth, 2001).

Η ταχύτητα του νερού και κατ' επέκταση η παροχή, θεωρούνται από τις σημαντικότερες φυσικές παραμέτρους οι οποίες επηρεάζουν τους οργανισμούς. Η ποσότητα και οι ταχύτητες



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανάπτυξη  
ανάπτυξη



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΜΕ II  
ΕΡΜΕ II  
η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

του νερού ενός ποταμού είναι το μέσο μεταφοράς θρεπτικών στοιχείων για τους υδρόβιους οργανισμούς καθώς και το μέσο από το οποίο εξαρτάται το διαθέσιμο οξυγόνο. Επιπλέον πολλοί από τους μικροοργανισμούς της βενθικής πανίδας τείνουν να παρασύρονται (drifting) ανάλογα με τις διαβαθμίσεις της ροής με αποτέλεσμα να μεταφέρονται σε νέες θέσεις και συνεπώς να δημιουργούνται νέες δυναμικές για την εξέλιξη των μεσοενδιαιτημάτων της ιχθυοπανίδας.

Το υπόστρωμα ανάλογα με τη σύστασή του, παρέχει διαφορετικές δυνατότητες στα είδη των οργανισμών όπως αναπαραγωγή, ξεκούραση, καταφύγιο από θηρευτές και από αυξημένες ταχύτητες (Giller and Malmqvist, 1998). Επιπλέον πάνω στο υλικό του υποστρώματος προσκολλώνται με την μετακίνηση από το νερό διατροφικά στοιχεία και μικροοργανισμοί (επίφυτα άλγη) και με αυτό τον τρόπο καλύπτονται ορισμένες από τις διατροφικές ανάγκες των οργανισμών.

Άλλες φυσικές παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν τη δομή και τη σύσταση των οργανισμών είναι η θερμοκρασία, η διάχυση του φωτός, και η κλίση του πυθμένα. Η θερμοκρασία του νερού των ποταμών αποτελεί και καθοριστικό παράγοντα ως προς τα είδη των οργανισμών που υπάρχουν, είτε άμεσα είτε έμμεσα μέσα από την επιρροή που ασκεί στην συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και του ρυθμού του μεταβολισμού (Giller and Malmqvist, 1998).

Απώτερος σκοπός της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η οικολογική παροχή να υπολογίζεται μέσα από τις ανάγκες των οργανισμών που ζουν στο ποτάμι, εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο τη βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων και την ομαλή λειτουργία τους προστατεύοντας τη βιοποικιλότητα και ικανοποιώντας ταυτόχρονα τις ανθρώπινες ανάγκες.

Η μεθοδολογία εκτίμησης της οικολογικής παροχής που προτείνεται για τα Ελληνικά ποτάμια βασίζεται σε δύο κατηγορίες μαθηματικής μοντελοποίησης. Την υδραυλική προσομοίωση και τα μοντέλα προσομοίωσης ενδιαιτήματος.

## 1.2 Ταξινόμηση και τύποι ποταμών

Μέχρι σήμερα όσον αφορά την αξιολόγηση της οικολογικής παροχής και του καθεστώτος ροής σε διεθνές επίπεδο, δεν υπάρχει μία ευρέως εφαρμόσιμη μεθοδολογία που να δίνει



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΠΠΑ II  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η παράμετρος στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη

βέλτιστα αποτελέσματα για κάθε ποτάμιο σύστημα. Κάθε μέθοδος είναι κατάλληλη κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Ειδικότερα, οι μέθοδοι οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τους τη βιωτή των οικοσυστημάτων των ποταμών, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους ορισμένους καθοριστικούς παράγοντες, οι οποίοι συμμετέχουν στην ορθή εφαρμογή των μεθόδων εκτίμησης της οικολογικής παροχής. Αυτοί είναι η τάξη μεγέθους της λεκάνης απορροής, οι γεωμορφολογικές συνθήκες και οι βιοτικές παράμετροι του ποταμού. Για παράδειγμα δεν μπορεί να εφαρμοστεί η ίδια μεθοδολογία αυτούσια σε ένα μεγάλο ποτάμι με έντονες κλίσεις και σε ένα μικρότερο με ήπιες κλίσεις.

Για να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο ζήτημα, ορίζονται τύποι ποταμών - ζώνωση<sup>1</sup> μέσω της παρατήρησης και της μελέτης των υδρομορφολογικών χαρακτηριστικών των ποταμών, διαμορφώνοντας έτσι συστήματα ταξινόμησης. Συνεπώς, η ταξινόμηση των ποταμών σε τύπους είναι μία αρχική συνθήκη πάνω στην οποία βασίζεται η μεθοδολογία της εκτίμησης της οικολογικής παροχής των ελληνικών ποταμών.

Συνήθως η ταξινόμηση προσεγγίζει ένα σύστημα συνολικά και προσπαθεί να ορίσει τύπους που έχουν κοινά ή παρόμοια αβιοτικά και βιοτικά χαρακτηριστικά, διαδραματίζοντας ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην έρευνα ποικιλόμορφων και δυναμικών φυσικών σχηματισμών – όπως είναι οι ποταμοί. Ένας τύπος ποταμού μπορεί να ορισθεί ως «μια τεχνητά οριοθετημένη και οικολογικά ευδιάκριτη οντότητα με περιορισμένη εσωτερική βιοτική και αβιοτική ποικιλότητα και μια βιοτική και αβιοτική διαφοροποίηση από άλλους τύπους» (Turak & Koop 2008).

Η ταξινόμηση των ποταμών σε τύπους έχει τις ρίζες της σε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις: α) τη γεωμορφολογική (που ταξινομεί τη γεωφυσική δομή και δυναμική ποτάμιων διαδρόμων) και β) τη βιολογική (που ταξινομεί βιοκοινότητες ή διακριτούς τύπους οικοτόπων, δηλαδή σχηματισμούς βιοκοινοτήτων φυσικού περιβάλλοντος, που στηρίζονται

---

<sup>1</sup>Η ζώνωση εστιάζει σε ευρύτερους «τύπους ενδιαιτημάτων (υπόκεφάλαιο 3.2)» που καθορίζονται από συναθροίσεις, όχι μόνο ειδών αλλά και του αβιοτικού περιβάλλοντος (Angermeir & Winston 1999, Darwell & Vie 2005)



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΡΜ II  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

κυρίως στα βιογεωγραφικά χαρακτηριστικά και τις τοπικές συναθροίσεις της βιωτής). Στον πίνακα 3.1 αναφέρεται ένα παράδειγμα από τη βιβλιογραφία (Ζόγκαρης 2009) όπου παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αβιοτικά χαρακτηριστικά για τους τρεις μείζονες βιοτικούς τύπους (ή ζώνες) και περιγράφεται η χωρική κατανομή τους κατά μήκος ενός τυπικού ποταμού της Δυτικής Ελλάδας.

Η διάκριση των υδατικών οικοσυστημάτων σε τύπους και πιο συγκεκριμένα η ανάγκη δημιουργίας τυπολογίας γίνεται κυρίως για λόγους καλύτερης περιγραφής, κατανόησης και κατ' επέκταση μελέτης τους (Κούτσικος 2009).

**Πίνακας 1.1** Διαμήκης ζώνωση των βιοτικών τύπων και των αβιοτικών τους χαρακτηριστικών

	<b>ΤΥΠΟΣ Α (ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ)</b>	<b>ΤΥΠΟΣ Β (ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ- ΜΠΡΙΑΝΑΣ)</b>	<b>ΤΥΠΟΣ C (ΟΡΕΙΝ. ΚΥΠΡΙΝΟΕΙΔΩΝ)</b>
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΠΗΓΗ	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ – ΜΕΣΑΙΑ	ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ
ΕΚΤΑΣΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΗΣ	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ – ΜΕΣΑΙΑ	ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ
ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΣΥΝΗΘΩΣ > 500 Μ (ΣΠΑΝΙΑ ΕΩΣ 350 Μ)		250– 600 Μ (ΣΠΑΝΙΑ ΕΩΣ 800 Μ)
ΚΛΙΣΗ	> 2 %	≈ 2 %	< 2 %
ΘΕΡΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	< 17 °C	15 - 20 °C	16 - 26 °C
ΣΚΙΑΣΗ	>50% (ΠΟΙΚΙΛΛΕΙ ΠΟΛΥ)	30-60	<30
ΠΛΑΤΟΣ ΚΟΙΤΗΣ	< 6 Μ	5 – 10 Μ	7 – 20 Μ
ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ	< 30 CM	25 – 35 CM	> 30 CM
ΜΕΓΙΣΤΟ ΒΑΘΟΣ	< 1.5 Μ	< 2 Μ	< 2.5 Μ
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	> 50 % ΒΡΑΧΟΙ, ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ, ΚΡΟΚΑΛΕΣ (ΔΙΑΒΡΩΣΙΓΕΝΗΣ ΖΩΝΗ)	ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΑΛΛΑ ΠΙΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΑΠΟ ΤΩΝ ΤΥΠΟ Α	
ΡΟΗ	ΤΑΧΕΙΑ ΚΑΙ ΤΥΡΒΩΔΗΣ ΣΥΧΝΑ ΜΕ ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ	ΤΑΧΕΙΑ ΜΕ ΤΥΡΒΩΔΗ ΣΗΜΕΙΑ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΕΩΣ ΣΤΑΘΕΡΗ
ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΟΙΤΗΣ	ΣΤΕΝΟΣ ΔΙΑΥΛΟΣ	ΣΥΝΗΘΩΣ ΣΤΕΝΟΣ Η ΕΛΑΦΡΩΣ ΜΕΑΝΔΡΙΣΩΝ ΔΙΑΥΛΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΤΥΠΩΝ, ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΛΑΔΙΖΟΜΕΝΟ ΠΟΤΑΜΟ
ΟΙΚΟΤΟΠΟΙ	ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ, ΤΑΧΥΡΟΑ ΚΑΙ ΑΒΑΘΗ ΤΜΗΜΑΤΑ, ΠΟΛΛΑ ΕΜΠΟΔΙΑ ΚΑΙ ΒΑΘΕΙΣ ΜΙΚΡΕΣ ΠΟΤΑΜΟΛΙΜΝΕΣ	ΜΙΚΡΕΣ ΠΟΤΑΜΟΛΙΜΝΕΣ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΙΣΜΑΤΑ (ΑΒΑΘΕΙΣ ΥΦΑΛΟΙ)	ΜΑΚΡΙΕΣ ΚΑΙ ΗΡΕΜΕΣ ΠΟΤΑΜΟΛΙΜΝΕΣ, ΣΥΧΝΑ ΚΑΙ ΑΒΑΘΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΑΤΑ, ΣΥΧΝΑ ΑΠΑΝΤΟΥΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΑ ΕΛΗ

Αρχικά οι ποταμοί διακρίνονται σε αυτούς με συνεχή ροή και σε άλλους με περιοδική ή επεισοδιακή ροή (εικόνα 3.1). Στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές συναντά κανείς πολλούς



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ποταμούς με περιοδική ροή, και μη προβλέψιμη, ιδίως όταν το υπόστρωμά τους αποτελείται από ασβεστολιθικά υλικά. Το νερό των ποταμών προέρχεται κυρίως απευθείας από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και από την επιφανειακή απορροή ή και από τροφοδοσία από υπόγεια νερά ή με νερό λιμνών. Η συνολική κίνηση του νερού των ποταμών συντελεί στη διάβρωση, μεταφορά φερτών υλών στα κατάντη και εναπόθεση αυτών καθ' όλη τη διαδρομή του. Αυτή η τριπλή δράση καθορίζει την εξέλιξη του τοπίου.

Οι δύο κύριες κατηγορίες που χωρίζονται οι ποταμοί βάσει του καθεστώτος ροής τους, σύμφωνα με τους Uys & O'Keeffe (1997) είναι οι εξής:

1. στους ποταμούς με μόνιμη ροή, δηλαδή όταν στο μεγαλύτερο κατά μήκος τους μέρος της κοίτης διατηρούν πάντα νερό, ακόμα κι αν δεν υπάρχει εμφανής ροή
2. στους ποταμούς με περιοδική ή διακοπτόμενη ροή, δηλαδή όταν στο μεγαλύτερο μέρος τους κατά μήκος της κοίτης δεν διατηρούν πάντα νερό και κατ' επέκταση ξεραίνονται

Στους τύπους των ποταμών με διακοπτόμενη ροή, το φαινόμενο παρουσιάζεται συνήθως κατά την ξηρή περίοδο του έτους (καλοκαιρινούς μήνες) και χωρίζονται σε τρεις υποκατηγορίες:

- στα ποτάμια με ασυνεχή ροή, δηλαδή σε αυτά που υπάρχει νερό μόνο εποχικά ενώ συνήθως η κοίτη τους είναι ξερή (Bayly & Williams 1973),
- στα ποτάμια με εφήμερη ροή, δηλαδή σε αυτά που συνήθως η κοίτη τους είναι ξερή ενώ υπάρχει νερό λιγότερο από το 20% του έτους (Matthews 1988) και
- στα ποτάμια με επεισοδιακή ροή, δηλαδή σε αυτά που σχεδόν πάντα η κοίτη τους είναι ξερή ενώ υπάρχει νερό μόνο λόγω κάποιων έντονων βροχοπτώσεων και όχι αναγκαία κάθε έτος (King & Tharme 1993).

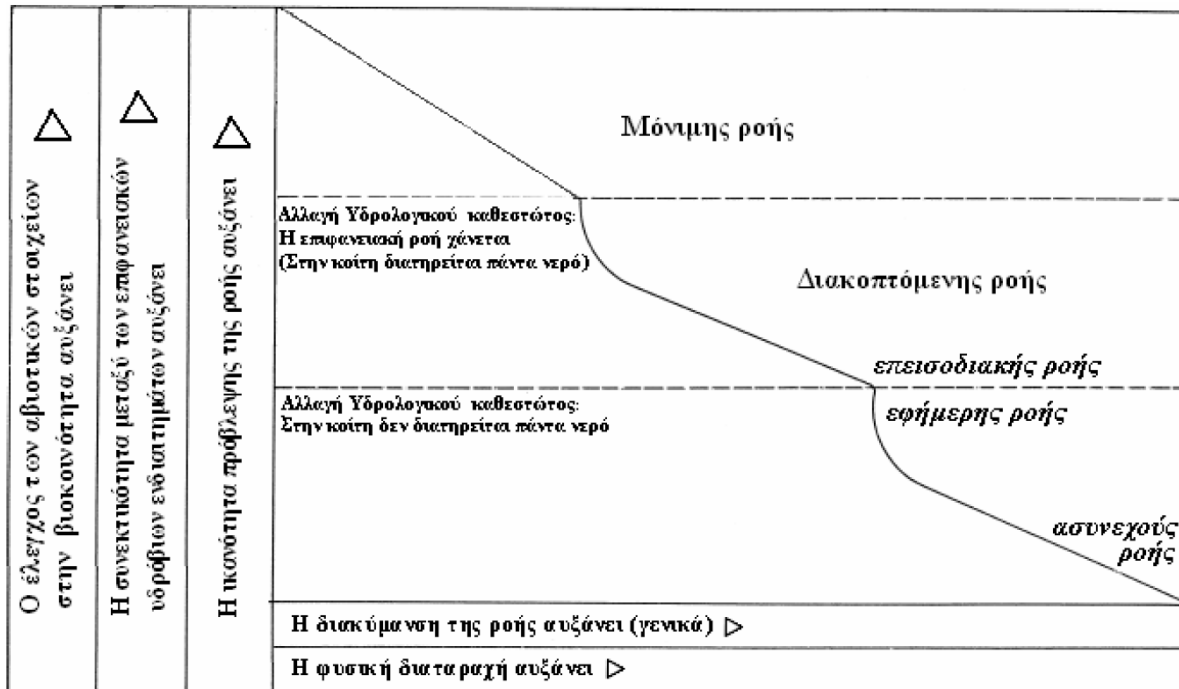


ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ανάπτυξη  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΜΕΑ II  
ΕΡΑ 2007-2013  
η περιφέρεια στο κέντρο της ανάπτυξηςΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



**Εικόνα 1.1** Η συνέχεια των ποταμών συναρτήσει του καθεστώτος της ροής και της εποχικότητας της παροχής του νερού στην κοίτη (τροποποιημένο σχήμα από Uys & O'Keefe 1997, Κούτσικος 2009).

Στη διεθνή βιβλιογραφία απαντώνται διάφορα συστήματα ταξινόμησης, ανάλογα με την περιοχή μελέτης στην οποία αναφέρονται, καθώς και τα είδη των υδρόβιων οργανισμών που απαντώνται στις περιοχές αυτές. Στην εικόνα 3.2 παρατίθεται ένα παράδειγμα από την ιχθυολογική ζώνωση ποταμών στην κεντρική Ευρώπη. Οι αριθμοί προσδιορίζουν χαρακτηριστικά είδη σε κάθε ζώνη, καθώς και σε «ειδικούς οικοτόπους» εκτός ποταμού. Τα κυρίαρχα είδη έχουν ως εξής: 1: *Salmo trutta* (πέστροφα), 2: *Lampetra fluviatilis*, 3 *Thymallus thymallus* (θύμαλος) 4: *Esox lucius*, 5: *Barbus barbus* (βάρβος), 6: *Scardinius erythrophthalmous*, 7: *Abramis brama* (λεστιά), 8: *Sander lucioperca*, 9: *Tinca tinca*, 10: *Perca*



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



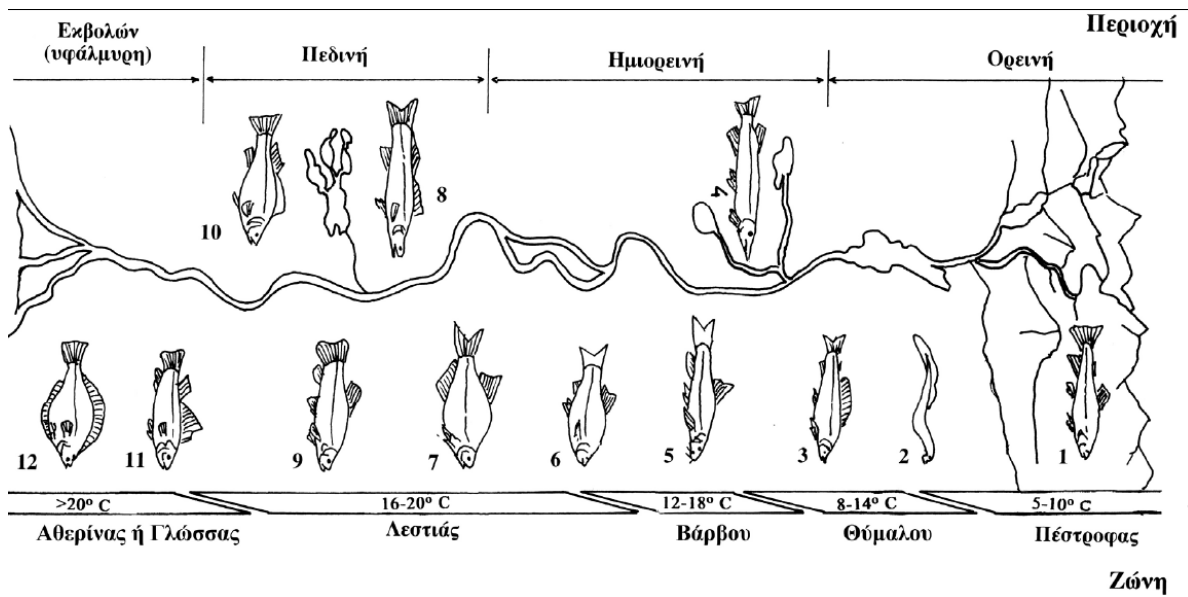
Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ποδοσία παρού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρειά σου είναι στο κέντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



**Εικόνα 1.2** Παράδειγμα ιχθυολογικής ζώνωσης ποταμών στην κεντρική Ευρώπη –των Muus & Dahlstroem (1971), μεταφρασμένο από Κουσουρή (1998), διορθωμένο και συμπληρωμένο.

### 1.3 Τυπολογία ορεινών ελληνικών ποταμών

Για την Ελλάδα συγκεκριμένα έχει οριστεί στη βιβλιογραφία τυπολογία σχετικά με τους ορεινούς ποταμούς (Ζόγκαρης 2009), πάνω στην οποία θα βασιστεί η μεθοδολογία για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής για τα ελληνικά ποτάμια, που παρουσιάζεται στα πλαίσια του συγκεκριμένου έργου. Συνεπώς, συνδυάζοντας ιχθυολογικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά προκύπτουν οι εξής περιγραφές των βιοτικών τύπων:

#### A. Βιοτικός Τύπος Πέστροφας (ή Ζώνη Πέστροφας)

Ο βιοτικός τύπος πέστροφας κυριαρχείται από το ομόνυμο είδος (*Salmo trutta*) που σε πολλά ορεινά ρέματα με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, μεγάλη κλίση και υψηλή ταχύτητα ροής, αποτελεί το μοναδικό είδος ψαριού που απαντάται. Σε ομαλότερα ή/και λιγότερο ψυχρά ρέματα, η πέστροφα, αν και εξακολουθεί να αποτελεί το κυρίαρχο είδος, συνυπάρχει με το είδος *Barbus peloponnesius*, το οποίο πάντα απαντάται σε πολύ χαμηλότερη αφθονία (βιοτική ομάδα b). Οι δύο αυτοί υποτύποι αντιστοιχούν στις ποτάμιες περιοχές epihithral και



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
αναπτυξιακή  
πρόταση παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ)  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ II  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ II  
η παρέμβαση στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη



metarhithral του συστήματος ταξινόμησης Illies & Botosaneau 1963 και στις ζώνες «upper trout zone» και «lower trout zone» του συστήματος ζώνωσης του Huet 1959.

#### B. Βιοτικός Τύπος Πέστροφας - Μπριάνας (ή Ζώνη Πέστροφας - Μπριάνας)

Ο τύπος πέστροφας-μπριάνας χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη αφθονία των ειδών *Salmo trutta* και *Barbus peloponnesius* με μικρή συμμετοχή του *Leuciscus pleurobipunctatus* και ενίοτε του *L. cephalus*. Στον Αώο, το *Leuciscus pleurobipunctatus* απουσιάζει και τον οικολογικό του θώκο καταλαμβάνει το είδος *Alburnoides bipunctatus*. Το *Alburnoides bipunctatus* πιθανότατα είναι πιο ευρύοικο –καταλαμβάνοντας μεγαλύτερο εύρος ενδιαιτημάτων και απαντώντας σε μεγαλύτερες πληθυσμιακές πυκνότητες από το *Leuciscus pleurobipunctatus*. Σε ποταμούς που διατηρούν διαμήκη συνεκτικότητα, πολύ συχνά απαντά και το χέλι *Anguilla anguilla*. Από πλευράς αβιοτικών παραμέτρων, ο τύπος πέστροφας-μπριάνας χαρακτηρίζεται από σχετικά ψυχρά νερά, ηπιότερες κλίσεις σε σύγκριση με τον τύπο πέστροφας και μικρό έως μέτριο πλάτος ενεργού κοίτης. Ο τύπος αυτός αντιστοιχεί στην ποτάμια περιοχή hyporhithral του συστήματος Illies & Botosaneau 1963 και πιθανόν στη ζώνη θύμαλου του συστήματος Huet 1959.

#### C. Βιοτικός Τύπος Ορεινών Κυπρινοειδών (ή Ζώνη Ορεινών Κυπρινοειδών)

Ο τύπος ορεινών κυπρινοειδών φιλοξενεί ένα συγκριτικά μεγαλύτερο αριθμό ειδών από ότι οι προηγούμενοι τύποι, με μεγάλη συμμετοχή των κυπρινοειδών *Leuciscus cephalus*, *L. pleurobipunctatus*, *Barbus peloponnesius* και *Barbus albanicus*. Το είδος *Blennius fluviatilis* απαντά τοπικά, αλλά συχνά σε μεγάλη αφθονία. Σε ορισμένους σταθμούς υπάρχει συμμετοχή πέστροφας, αλλά το είδος απαντάται σε σχετικά μικρή αφθονία (< 10%). Οι περιβαλλοντικές παράμετροι που χαρακτηρίζουν τον τύπο αυτό είναι ήπιες κλίσεις, μικρή ταχύτητα ροής, μέτριες έως υψηλές θερινές θερμοκρασίες σε σύγκριση με τους προηγούμενους τύπους, και σχετικά μεγάλοι όγκοι νερού (ενίοτε μεγάλο βάθος και πλάτος κοίτης). Σε γενικές γραμμές, ο τύπος αυτός μπορεί να διαχωριστεί σε δύο υποτύπους που διαφοροποιούνται κυρίως ως προς τα χαρακτηριστικά μεγέθους του ποταμού σε παροχή και πλάτος ενεργού καναλιού: ο υποτύπος των σχετικά μικρότερων ποταμών, και ο υποτύπος των μεγαλύτερων ποταμών, που συχνά παρουσιάζουν και υψηλότερη θερινή θερμοκρασία λόγω χαμηλότερου υψομέτρου. Και στους δύο υποτύπους απαντούν περίπου τα ίδια είδη ψαριών, αλλά σε διαφορετικές



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πορεία παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΑ 2007-2013  
ΕΠΙΛΗ II  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



αναλογίες. Στον πρώτο υποτύπο επικρατούν κυρίως τα ψάρια της βιοτικής ομάδας f (*Barbus peloponnesius*, *Leuciscus pleurobipunctatus*, *Leuciscus cephalus* και, σε μικρή αφθονία, *Salmo trutta*). Στο δεύτερο υποτύπο απαντώνται τα ψάρια της βιοτικής ομάδας g (τα παραπάνω είδη –εκτός από το *Salmo trutta*, που συνήθως απουσιάζει– με συχνή όμως συμμετοχή των λιμνόφιλων ειδών *Barbus albanicus* και *Blennius fluviatilis*). Και στις δύο περιπτώσεις, η σύσταση των ειδών μπορεί να διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, αντανακλώντας διαφορές στις τοπικές αβιοτικές συνθήκες ή ιστορικούς παράγοντες. Σε πολλές περιοχές κυρίαρχο είδος είναι το *Leuciscus cephalus*. Στον Αχελώο και τον Άραχθο χαρακτηριστική είναι η παρουσία (ενίοτε με υψηλό ποσοστό συμμετοχής) του είδους *Barbus albanicus*, το οποίο δεν απαντάται στους άλλους ποταμούς που ερευνήθηκαν. Τέλος, στον τύπο των ορεινών κυπρινοειδών απαντούν και ορισμένα λιμνόφιλα είδη (συνήθως όταν υπάρχει τεχνητή λίμνη σε κατάντη τμήματα του ποταμού) ή το ελόφιλο είδος *Pseudophoxinus stymphalicus*, όταν υπάρχουν τμήματα με στάσιμα νερά.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ


 Ελλάδα  
 ανταγωνιστική  
 πρόοδος παντού  
 ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ


η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης


 ΕΣΠΑ  
 2007-2013  
 πρόγραμμα για την ανάπτυξη

## 2 Οικοσυστημικά Μοντέλα και Μοντέλα Προσομοίωσης ενδιαιτήματος

### 2.1 Γενική περιγραφή

Οι εκτιμήσεις των επιπτώσεων στους οργανισμούς από την διακύμανση της παροχής ενός ποταμού μπορούν να προκύψουν μέσα από συνδυασμό χρήσης υδραυλικών μοντέλων και μοντέλων προσομοίωσης ενδιαιτήματος, συσχετίζοντας τις ανάγκες των οργανισμών σε παραμέτρους όπως η ταχύτητα, το βάθος και ο τύπος υποστρώματος, και η κάλυψη (προστασία) με οριακές τιμές παροχής.

Τα μοντέλα προσομοίωσης ενδιαιτήματος (οικοσυστημικά μοντέλα) είναι στατιστικά μοντέλα με πολλές εφαρμογές. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων που αφορούν τη διαχείριση υδατικών οικοσυστημάτων. Μέσω αυτών των μοντέλων μπορεί ο χρήστης να λάβει σημαντικές πληροφορίες σχετικές με τους υδρόβιους οργανισμούς που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης που τον ενδιαφέρει και να τις ενσωματώσει στις αποφάσεις που καλείται να πάρει ως προς την κατασκευή έργων στη κοίτη των ποταμών αλλά και ως προς τη διαχείριση των υδατικών αποθεμάτων γενικότερα.

Σκοπός αυτής της προσπάθειας είναι η ποσοτικοποίηση των σχέσεων μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων που σχετίζονται με τους οργανισμούς. Η ποσοτικοποίηση των βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων οδηγεί μέσα από μία σειρά υπολογισμών στην εκτίμηση της Σταθμισμένης Κατάλληλης Έκτασης (WUA), μέσω της οποίας υπολογίζεται η διαθέσιμη έκταση του ενδιαιτήματος που έχουν οι οργανισμοί για κάθε σενάριο παροχής που εξετάζεται. Τα μοντέλα προσομοίωσης ενδιαιτήματος διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, σε μοντέλα που εξετάζουν μια μοναδική παράμετρο, μονοπαραγοντικά (univariate approach) και σε πολυπαραγοντικά όταν εξετάζουν περισσότερες από μια παραμέτρους (multivariate approach).



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ποδοκτα παροχή  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
ΕΡΜΑ II  
η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

## 2.2 Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος – Habitat Suitability Curves (HSC)

Οι καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος (HSC)<sup>2</sup> είναι μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης ενδιαιτήματος τα οποία αφορούν μία παράμετρο (univariate approach). Χρησιμοποιούνται ευρέως για πολλά είδη οργανισμών (ιχθυοπανίδα, μακροασπόνδυλα, παρόχθια βλάστηση). Βασικός στόχος είναι η ποσοτικοποίηση των σχέσεων μεταξύ των βιοτικών και των αβιοτικών παραμέτρων που συμμετέχουν στη δομή ενός οικοσυστήματος όπως είναι αυτά των μεσοδιαστημάτων των ποταμών. Παράμετροι όπως το βάθος, η ταχύτητα ροής, το είδος του υποστρώματος και η προστασία των ειδών (cover) εκφράζονται με τη χρήση των καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος. Κάθε μία παράμετρος εκφράζεται με ξεχωριστή καμπύλη.

Βασικός στόχος των καμπυλών είναι η απόδοση ενός δείκτη καταλληλότητας (Habitat Suitability Index - HSI), ο οποίος δέχεται τιμές από μηδέν έως ένα, για κάθε παράμετρο που εξετάζεται. Η τιμή μηδέν χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει κατάλληλο ενδιαιτήμα, ενώ όταν η τιμή του δείκτη είναι μονάδα, τότε η καταλληλότητα του ενδιαιτήματος είναι άριστη. Ο δείκτης αυτός προκύπτει μέσα από παρατηρήσεις που πραγματοποιούνται στο φυσικό περιβάλλον των οργανισμών και είναι διαφορετικός ανάλογα με την παράμετρο που εξετάζεται (βάθος, ταχύτητα ροής, είδος υποστρώματος και προστασία των οργανισμών).

Για να αυξηθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων προτείνεται συσχέτιση των δεικτών (ταχύτητας, βάθους, υποστρώματος κτλ.) και συνεπώς μίας πολυπαραγοντικής προσέγγισης. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκτίμηση του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας (πολυπαραγοντική προσέγγιση). Για τον υπολογισμό του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας εφαρμόζονται διεθνώς 2 μαθηματικές σχέσεις: το απλό γινόμενο των επιμέρους δεικτών (1) ή ο γεωμετρικός μέσος των επιμέρους δεικτών που εκφράζεται ως η νιοστή ρίζα του γινομένου Ν αριθμών (2).

$$CSI(i) = SI(v) \cdot SI(d) \cdot SI(s) \quad (1)$$

$$CSI(i) = \sqrt[3]{SI(v) \cdot SI(d) \cdot SI(s)} \quad (2)$$

<sup>2</sup> Απόδοση αγγλικού όρου Habitat Suitability Curves (HSC)



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



CSI (i): Σύνθετος δείκτης καταλληλότητας

SI(v): Δείκτης Καταλληλότητας για την ταχύτητα

SI(d): Δείκτης Καταλληλότητας για το βάθος

SI(s): Δείκτης Καταλληλότητας για το είδος του υποστρώματος

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές αναφορές ως προς τις καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος (HSC). Το πρώτο τεχνικό εγχειρίδιο που αφορά την εκτίμηση τους, φτιάχτηκε το 1977 από τους Bovee και Cochpauer. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι HSC οι οποίοι διακρίνονται από τον τρόπο με τον οποίο έχουν παραχθεί τα δεδομένα. Συνηθέστερα στη διεθνή βιβλιογραφία οι τύποι καμπυλών απαντώνται με λατινική αρίθμηση. Ο πιο διαδεδομένος τύπος HSC είναι ο τύπος **II** (Καμπύλες Καταλληλότητας Χρήσης Ενδιαιτήματος) και ο τύπος **III** (Καμπύλες Καταλληλότητας Προτιμήσεως Ενδιαιτήματος).

Τα δεδομένα που παράγονται από τους τύπους των HSC μπορούν υπό προϋποθέσεις να μεταφερθούν και σε άλλες περιοχές, εφόσον πληρούνται ορισμένα κριτήρια.

**Τύπος I :** Καμπύλες Καταλληλότητας Ενδιαιτήματος που βασίζονται στη γνώμη των ειδικών (Habitat Suitability Curves based on Expert Judgment). Οι καμπύλες του τύπου I παράγονται από επιστήμονες που γνωρίζουν πολύ καλά τη συμπεριφορά και τις προτιμήσεις της ιχθυοπανίδας εντός των ποταμών συγκεκριμένων περιοχών.

**Τύπος II :** Καμπύλες Καταλληλότητας Χρήσης Ενδιαιτήματος (Habitat Suitability Use Curves). Οι καμπύλες αυτές μπορούν να παραχθούν με επιτόπια παρατήρηση εφαρμόζοντας τη μέθοδο της υποβρύχιας παρατήρησης (snorkeling). Οι καμπύλες του τύπου II αφορούν την περιοχή από την οποία παράχθηκαν τα δεδομένα αποκλειστικά.

**Τύπος III :** Καμπύλες Καταλληλότητας Προτιμήσεως Ενδιαιτήματος (Habitat Suitability Preference Curves). Με τις καμπύλες του τύπου III, υπολογίζεται η προτίμηση που δείχνουν οι ιχθυοκοινότητες ως προς την κατανομή τους στο διαθέσιμο συνολικό χώρο.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανάπτυξη  
ανάπτυξη



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΜΕ II  
ΕΡΜΕ II  
η προέλευση στο κέντρο της ανάπτυξης

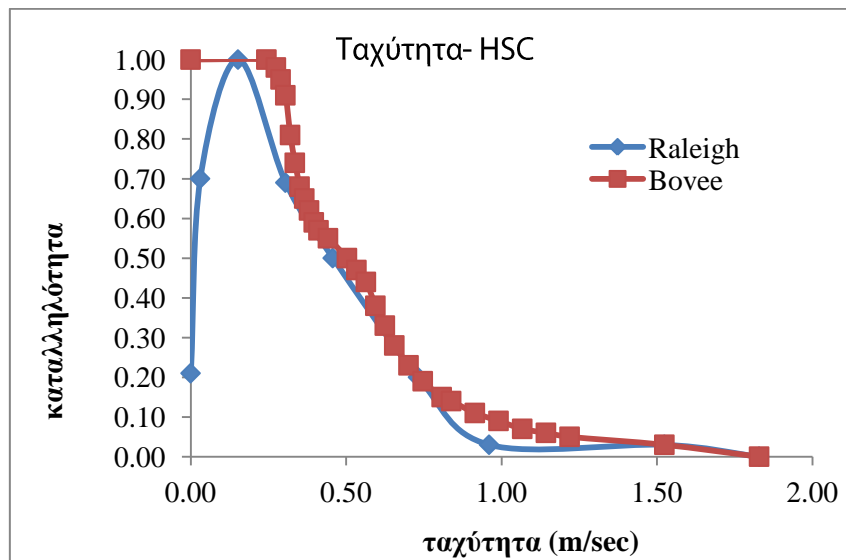


ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

### 2.3 Καμπύλες Καταλληλότητας Χρήσης Ενδιαιτήματος

Οι καμπύλες καταλληλότητας χρήσης ενδιαιτήματος προκύπτουν έπειτα από στατιστική ανάλυση δεδομένων. Οι εργασίες πεδίου αφορούν την παρατήρηση και την καταγραφή των προτιμήσεων ειδών ιχθυοπανίδας συγκεκριμένου σταδίου ζωής σε βασικές αβιοτικές παραμέτρους (ταχύτητα, βάθος, τύπος υποστρώματος και προστασία) με απευθείας παρατήρηση στα φυσικά ενδιαιτήματα των ειδών στόχων τα οποία πλησιάζουν τις συνθήκες αναφοράς.

Στο εικόνα 2.1 παρουσιάζονται από δύο συγγραφείς καμπύλες καταλληλότητας χρήσης ενδιαιτήματος, ως προς την παράμετρο της ταχύτητας για το είδος *Salmo trutta* (πέστροφα) σε ενήλικο στάδιο ζωής (μέγεθος >18 cm). Παραδείγματα από περισσότερους συγγραφείς και άλλες παραμέτρους παρατίθενται στο παράρτημα Α.



Εικόνα 2.1 Καμπύλη Καταλληλότητας Χρήσης ενδιαιτήματος για την ταχύτητα



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΜΕΑ II  
ΕΡΑ 2007-2013  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

## 2.4 Συλλογή δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών καταλληλότητας χρήσης ενδιαιτήματος

Η συλλογή δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος εφαρμόζεται σε ένα τμήμα του ποταμού με παρόμοια υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά. Το τμήμα αυτό είναι υποτμήμα μιας ευρύτερης περιοχής που ονομάζεται ποτάμια θέση. Η ποτάμια θέση επιλέγεται με βάση μία σειρά από κριτήρια όπως η ύπαρξη των ειδών της ιχθυοπανίδας, ο διαθέσιμος προϋπολογισμός, οι προηγούμενες μελέτες, καθώς και η υφιστάμενη κατάσταση και η γνώμη των ειδικών. Βασική προϋπόθεση για την οριοθέτηση της ποτάμιας θέσης είναι η μετρημένη παροχή σε όλο το μήκος του τμήματος να μην μεταβάλλεται περισσότερο από 10% (Bovee, 1982).

Το υποτμήμα της ποτάμιας θέσης ονομάζεται αντιπροσωπευτικό και κατά μήκος του πρέπει να βρίσκονται όλοι ή οι περισσότεροι τύποι μεσοενδιαιτήματος οι οποίοι βρίσκονται σε όλο το μήκος της ποτάμιας θέσης. Τα μεσοενδιαιτήματα είναι μικρότερα ομοιογενή τμήματα με παρόμοιες υδρομορφολογικές συνθήκες. Στη βιβλιογραφία ονομάζονται και υδρομορφολογικές μονάδες (YMM) (pools, riffles, runs) (πίνακας 2.1). Τα χαρακτηριστικά των YMM με βάση τα οποία καθορίζονται τα όριά τους, αφορούν τη ροή, η οποία πρέπει να είναι ομοιόμορφη σε όλο το τμήμα της μονάδας, το είδος του υποστρώματος, την κλίση, το υψόμετρο. Το μήκος των YMM συνήθως έχει την ίδια τάξη μεγέθους με το πλάτος του ποταμού, η οποία καθορίζεται από τη κλίση, το σχήμα, τη δομή, το βάθος ροής, και τη ταχύτητα ροής. Το μήκος του αντιπροσωπευτικού τμήματος διαφέρει ανάλογα με το μέγεθος του ποταμού και συνήθως δεν ξεπερνά τα 1000m.

Στο τμήμα αυτό είναι δυνατό αν οι συνθήκες το επιτρέπουν, να γίνει και η υδραυλική προσομοίωση με σκοπό να προσομοιωθούν οι μεταβολές στις ταχύτητες και στα βάθη για κάθε πιθανό σενάριο παροχής.

Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η οριοθέτηση αντιπροσωπευτικού τμήματος στα όρια της ποτάμιας θέσης η τεχνική της υποβρύχιας παρατήρησης μπορεί να εφαρμοστεί εναλλακτικά και σε μεμονωμένους τύπους μεσοενδιαιτήματος. Με αυτό το τρόπο θα πρέπει να αναγνωριστούν οι διαφορετικοί τύποι μεσοενδιαιτήματος σε όλο το μήκος της ποτάμιας θέσης και τελικά να εφαρμοστεί η τεχνική της υποβρύχιας παρατήρησης στα



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανάπτυξη  
ανάπτυξη



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
η περιφέρειά σου είναι στο κέντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

μεσοενδιαίτηματα εκείνα τα οποία έχουν κριθεί ως τα πλέον αντιπροσωπευτικά (Morhardt and others, 1983). Αυτό μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους.

- **Ισομοιρασμένη δειγματοληψία (Equal Effort Sampling)** (Johnson, 1980). Εφαρμογή της τεχνικής σε ίσες εκτάσεις ως προς τα είδη των μεσοενδιαίτημάτων. Αυτός ο τρόπος είναι ο πιο αποτελεσματικός και προτιμώμενος από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα σήμερα. Η εφαρμογή της τεχνικής με αυτό τον τρόπο βασίζεται στην παραδοχή ότι τα είδη στόχοι προτιμούν ως επί το πλείστον τα είδη των μεσοενδιαίτημάτων με τιμές βάθους και ταχύτητας που ταιριάζουν περισσότερο στις απαιτήσεις τους και συνεπώς οι περισσότερες μετρήσεις θα προέλθουν από αυτά τα μεσοενδιαίτηματα.

- **Μαθηματική προσαρμογή.** Επιτυγχάνεται με στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που παράγονται για την εκτίμηση της χρήσης του ενδιαίτηματος. Αυτός ο τρόπος προϋποθέτει τη χρήση δεικτών βαρύτητας.

Στα πλαίσια του συγκεκριμένου έργου η τεχνική της υποβρύχιας παρατήρησης εφαρμόστηκε με τις αρχές της Ισομοιρασμένης δειγματοληψίας.

## 2.5 Καμπύλες Καταλληλότητας Προτίμησης Ενδιαίτηματος

Οι καμπύλες καταλληλότητας προτίμησης ενδιαίτηματος (καμπύλες τύπου III), αφορούν την προτίμηση που δείχνει η ιχθυοπανίδα ως προς την κατανομή στο διαθέσιμο συγκριτικά με το συνολικό.

Η καταγραφή των δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών καταλληλότητας Προτίμησης Ενδιαίτηματος προτείνεται να γίνεται ταυτόχρονα με την καταγραφή των δεδομένων για την εκτίμηση των καμπυλών της Χρήσης Ενδιαίτηματος (Payen and Allen 2009). Για την εκτίμηση των δεδομένων του τύπου III, ορίζονται διατομές στα μεσοενδιαίτηματα κατά μήκος της κοίτης των ποταμών, όπου καταγράφεται σε πρωτόκολλο δειγματοληψίας (παράρτημα Β) σε ίσα διαστήματα η μέση ταχύτητα της στήλης του νερού, το βάθος, ο τύπος του υποστρώματος και η προστασία (εικόνα 2.2).



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανάπτυξη  
ανάπτυξη



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

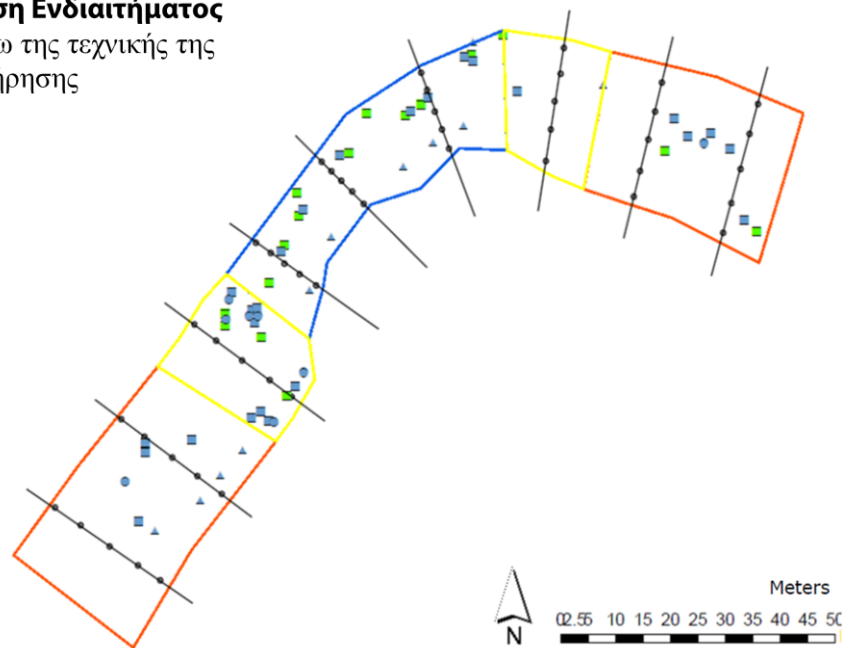


### Χρήση & Προτίμηση Ενδιαιτήματος

Δειγματοληψία μέσω της τεχνικής της Υποβρύχιας Παρατήρησης

#### Legend

- RUN
- POOL
- RIFFLE
- TRANSECT (Pts.)
- ενήλικο είδος A
- νεαρό είδος A
- ενήλικο είδος B
- νεαρό είδος B
- ▲ λάρβες είδος B



Εικόνα 2.2 Καταγραφή δεδομένων χρήσης και προτίμησης ενδιαιτήματος

Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται μία ολοκληρωμένη αποτύπωση των διαθέσιμων προς τους οργανισμούς φυσικών χαρακτηριστικών των μεσοενδιαιτήματος. Στην εικόνα 2.3 παρατίθενται ιστόγραμμα από δεδομένα χρήσης και προτίμησης ενδιαιτήματος.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

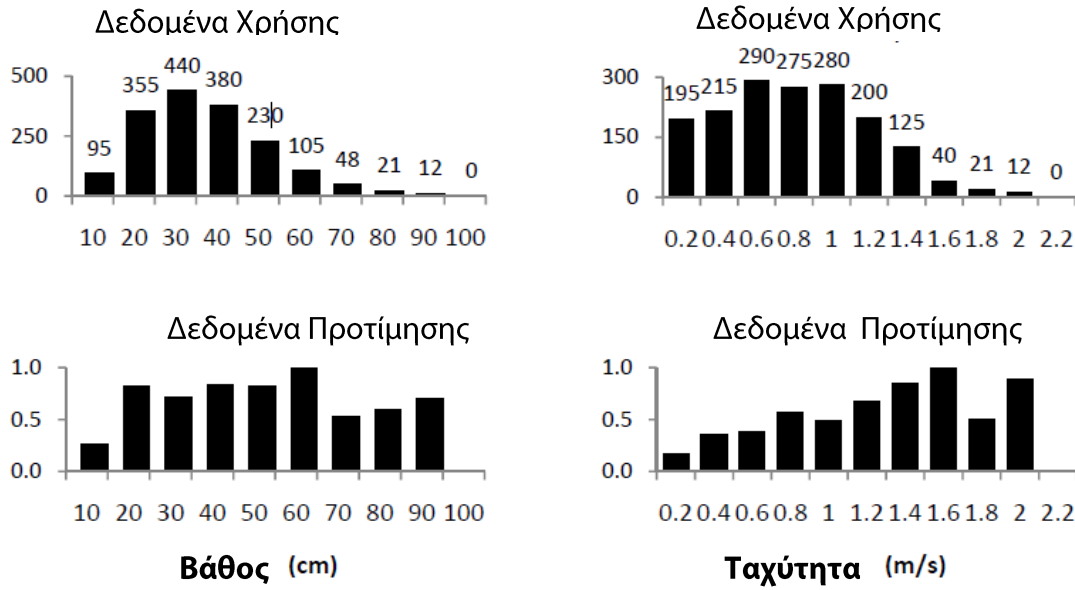


Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πρόσβαση στην  
ανάπτυξη



η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης





**Εικόνα 2.3** Δεδομένα για την εκτίμηση καμπυλών καταλληλότητας χρήσης και καμπυλών προτίμησης καταλληλότητας ενδιαιτήματος

Ο αριθμός των διατομών πρέπει να είναι τουλάχιστον τέσσερις ανά μεσοενδιαίτημα και ο αριθμός των σημείων μέτρησης κατά μήκος των διατομών τουλάχιστον πέντε. Όταν υπάρχει διακριτικό (marker) το οποίο συμπίπτει με κάποιο από τα σημεία της διατομής σημειώνεται με ειδικό σύμβολο ⊗.

Με αυτό τον τρόπο αποτυπώνεται η προτίμηση που δείχνουν οι οργανισμοί ως προς τις θέσεις που διαλέγουν να βρίσκονται εντός της κοίτης σε σχέση με εκείνες που υπάρχουν διαθέσιμες αλλά δεν έχει καταγραφεί η παρουσία τους.

Παραδείγματος χάριν όταν ένα είδος ιχθυοπανίδας μίας ηλικιακής κλάσης προτιμά ρηχά με μέτρια ροή μεσοενδιαιτήματα, αναμενόμενο είναι τα λιγότερα δεδομένα να προέρχονται από τα ποταμολίμνια (pools) και τα περισσότερα από αβαθή με μέτρια ροή τμήματα, γεγονός που δείχνει την προτίμηση του είδους καθώς και την αναμενόμενη τάση εμφάνισής του σε άλλα ποτάμια με παρεμφερή χαρακτηριστικά.

Σε πολλές μελέτες μέχρι σήμερα έχουν εφαρμοστεί διάφοροι τρόποι εκτίμησης των προτιμήσεων των ειδών. Συχνότερα στη βιβλιογραφία απαντώνται καμπύλες που έχουν υπολογιστεί με βάση το δείκτη προτιμήσεως (forage ratio). Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται με



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανάπτυξη  
ανάπτυξη

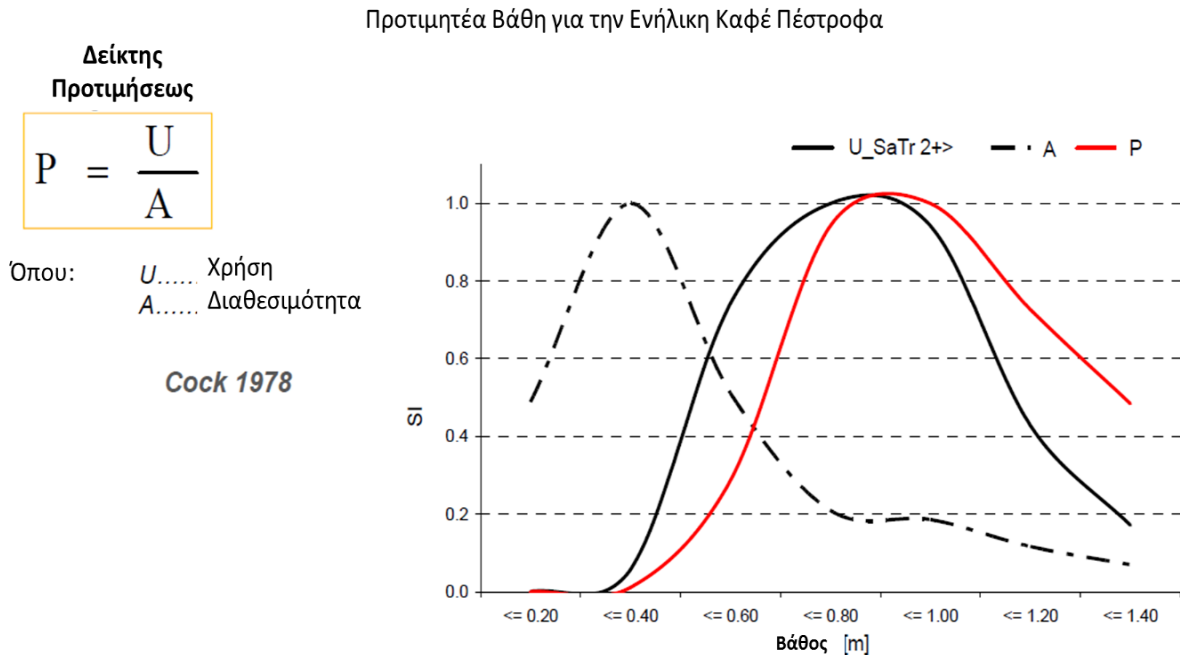


ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΠΑ II  
η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

βάση το λόγο της χρήσης του ενδαιτήματος όπως έχει παραχθεί είτε από τη γνώμη των ειδικών (καμπύλες τύπου Ι), είτε από τις Καμπύλες Χρήσης Ενδαιτήματος (καμπύλες Τύπου ΙΙ) ως προς τη διαθεσιμότητα της κάθε παραμέτρου του ενδαιτήματος όπως προκύπτει από τα δεδομένα των διατομών (εικόνα 2.4).



**Εικόνα 2.4** Παράδειγμα από τον υπολογισμό των Καμπυλών Καταλληλότητας Προτιμήσεως Ενδαιτήματος

Ενώ υπάρχουν και άλλοι συγγραφείς οι οποίοι έχουν υπολογίσει την προτίμηση των οργανισμών στόχων βασιζόμενοι στους παρακάτω τύπους.

**Cock 1978** : Forage Ratio

$$FR (P) = U/A$$

**Ivlev 1961** Ivlev's Electivity

$$E = U - A / U + A$$

**Jacob 1974** Jacob's Electivity Index

$$Q = U(1-A) / A(1-U)$$

**Jacob 1974** Jacob's Electivity Index

$$D = U - A / (U + A) - 2UA$$

**Strauss 1979** Strauss's Linear Electivity Index

$$LE = A - L$$

Όπου: U..... Χρήση και A..... Διαθεσιμότητα



**ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ**

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



### 3 Προσαρμογή οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων

#### 3.1 Προϋποθέσεις προσαρμογής οικοσυστημικών μοντέλων σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων

Τα αποτελέσματα των οικοσυστημικών μοντέλων υπό προϋποθέσεις μπορούν να εφαρμοστούν και σε διαφορετικά ποτάμια εκτός από εκείνα στα οποία έχουν παραχθεί τα πρωτογενή δεδομένα, ανάλογα με τον τύπο του ποταμού που επιθυμεί ο μελετητής να εφαρμόσει τη μεθοδολογία.

Τα οικοσυστημικά μοντέλα μπορούν να εφαρμοστούν και σε άλλους τύπους υδάτινων σωμάτων, χωρίς να πραγματοποιηθεί επιτόπια συλλογή δεδομένων χρήσης ενδιαιτήματος, εφόσον γίνει σωστός σχεδιασμός και πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις.

Τα δεδομένα που προκύπτουν από τις διατομές που έχουν οριστεί για την εκτίμηση των καμπυλών προτίμησης ενδιαιτήματος κατά την εφαρμογή της τεχνικής της υποβρύχιας παρατήρησης σε ένα τύπο ποταμού, αποτελούν τη βάση για σύγκριση με δεδομένα από διατομές σε άλλα ποτάμια. Εφόσον τα δεδομένα από τις διατομές είναι παρεμφερή με δεδομένα διατομών από κάποιο άλλο ποτάμι, τότε τα δεδομένα χρήσης ενδιαιτήματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των μεταβολών των εκτάσεων των μεσοενδιαιτημάτων για κάθε σενάριο παροχής και στο νέο ποτάμι.

Μετά τη συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων από διατομές που ορίστηκαν για κάθε τύπο ΥΜΜ κατά τη συλλογή δεδομένων χρήσης ενδιαιτήματος προκύπτουν τα όρια εντός των οποίων είναι πιθανό να βρεθούν τα είδη της ιχθυοπανίδας για τα οποία έγινε η μελέτη.

Στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος *transferability* για την μεταφορά και χρήση καμπυλών καταλληλότητας ενδιαιτήματος από ένα ποτάμι σε κάποιο άλλο. Βασική προϋπόθεση για τη σωστή μεταφορά δεδομένων είναι να επικρατούν παρόμοιες συνθήκες με το ποτάμι που συλλέχθηκαν τα δεδομένα των διατομών για πρώτη φορά ως προς τα διαθέσιμα μεσοενδιαιτήματα (ΥΜΜ). Επομένως αν ο μελετητής χρησιμοποιήσει ως οδηγό τα πρωτογενή δεδομένα για να εκτιμήσει σε ένα άλλο ποτάμι τις μεταβολές στις εκτάσεις των μεσοενδιαιτημάτων για κάθε σενάριο παροχής, θα πρέπει η δομή των



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανάπτυξη  
ανάπτυξη  
ανάπτυξη



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ  
η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

μεσοενδαιτημάτων να είναι σχετικά παρόμοια (ποσοστό συμμετοχής κάθε τύπου ενδαιτηματος στο σύνολο του ποταμού). Δεν θα είναι σκόπιμη η μεταφορά δεδομένων σε άλλο ποτάμι όπου η αναλογία των τύπων μεσοενδαιτημάτων είναι εντελώς διαφορετική. Για παράδειγμα αν η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων γίνει σε ποτάμι με μεγαλύτερο ποσοστό μεσοενδαιτημάτων σε βαθιά ποταμολίμνια και μικρότερο ποσοστό σε αβαθή ταχύροα τμήματα, τότε η μεταφορά μπορεί να δώσει καλά αποτελέσματα μόνο σε αντίστοιχο τύπο ποταμού.

Η μεταφορά των δεδομένων πρέπει να αντιμετωπίζεται με σκεπτικότητα και οι αποφάσεις ως προς τη διαχείριση των υδατικών πόρων να μη βασίζονται εξ ολοκλήρου σε αυτή τη τεχνική παρά μόνο αν είναι πολλά τα δεδομένα και το στατιστικό δείγμα είναι επαρκές ώστε να δώσει μια αξιοπιστία στο δείγμα.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι οι βιβλιογραφικές καμπύλες καταλληλότητας διαφέρουν πολύ από μελετητή σε μελετητή. Αυτό οφείλεται κατ' αρχήν στις διαφορές των υδραυλικών και βιολογικών συνθηκών που υπάρχουν σε διαφορετικούς τύπους ποταμών. Έτσι, στα πεδινά τμήματα των ποταμών, οι οργανισμοί που διαβιούν είναι πιθανότερο να προτιμούν ήρεμα και βαθιά νερά ενώ στα ορεινά τμήματα γρήγορες ταχύτητες και μικρότερα βάθη. Επίσης, άλλοι παράγοντες όπως η υδροχημεία και τα επίπεδα ρύπανσης των νερών μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την καταγραφή της καταλληλότητας των ενδαιτημάτων.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



## 4 Υδραυλική προσομοίωση

### 4.1 Γενικά

Η υδραυλική προσομοίωση είναι ένα από τα δύο πιο βασικά στάδια της μεθοδολογίας για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής για τα ελληνικά ποτάμια. Κάθε φορά που πρόκειται να γίνει ένα τεχνικό έργο για τις ανάγκες του οποίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της οικολογικής παροχής στα πλαίσια της προτεινόμενης μεθοδολογίας, θα πρέπει ο μελετητής να εφαρμόζει υδραυλική προσομοίωση σε ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα<sup>3</sup> του ευρύτερου ποταμού που αφορά την κατασκευή του έργου.

### 4.2 Οριοθέτηση περιοχής εφαρμογής της υδραυλικής προσομοίωσης

Ένα ποτάμι αποτελείται από διαφορετικά οικοσυστήματα τα οποία συνθέτουν ένα ευρύτερο σύστημα. Το σύστημα αυτό επηρεάζεται από πάρα πολλές παραμέτρους και είναι δύσκολο να μελετηθεί συνολικά και ενιαία. Γι αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται μικρότερες γεωγραφικές ενότητες με κοινά χαρακτηριστικά, οι οποίες σκοπεύουν να διευκολύνουν την κατανόηση των λειτουργιών και να οδηγήσουν προς μια ολοκληρωμένη διαχείριση των ευρύτερων συστημάτων των ποταμών.

Αρχικά επιλέγεται ένα τμήμα του ποταμού που ονομάζεται ποτάμια θέση (stream segments), μήκους ορισμένων χιλιομέτρων (εικόνα 4.1). Η οριοθέτηση του τμήματος αυτού γίνεται με βάση μία σειρά από κριτήρια όπως η ύπαρξη των ειδών της ιχθυοπανίδας, ο διαθέσιμος προϋπολογισμός, οι προηγούμενες μελέτες, καθώς και η υφιστάμενη κατάσταση και η γνώμη των ειδικών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την οριοθέτηση της ποτάμιας θέσης είναι η παροχή εντός των ορίων της να μην μεταβάλλεται περισσότερο από 10% (Bovee 1982).

<sup>3</sup> Περιγραφή στο παραδοτέο 2.1 «Σχεδιασμός των προσομοιούμενων Ελληνικών συνθήκες μοντέλων οικοτόπων και IFIM (2 water body types)»



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



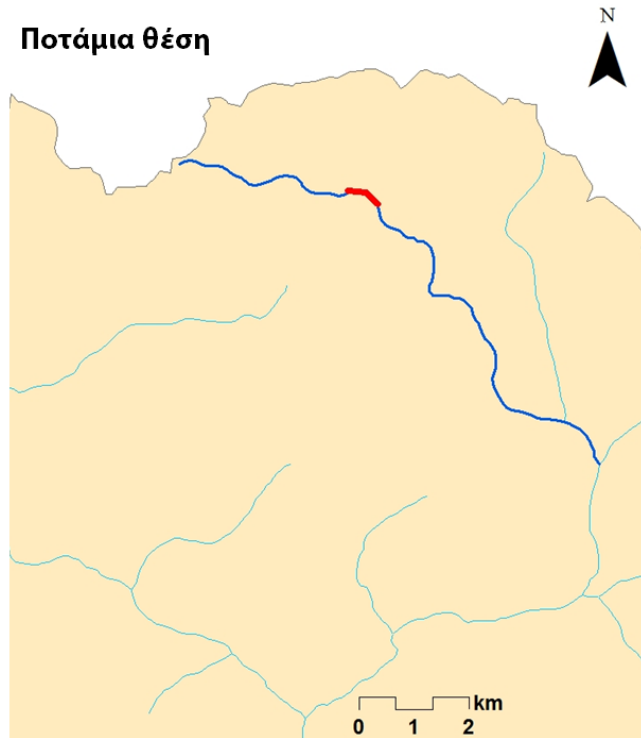
Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ποδοσία παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΕΡΜ II  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



**Εικόνα 4.1** Ποτάμια θέση, περιοχή όπου επιλέγεται να γίνει η μέθοδος της χαρτογράφησης ενδιαιτημάτων

Στη συνέχεια ως περιοχή εφαρμογής του υδραυλικού μοντέλου ορίζεται ένα αντιπροσωπευτικό υποτιμήμα (representative reach) της ποτάμιας θέσης (εικόνα 4.2) εντός του οποίου βρίσκονται σε αναλογία όσο το δυνατόν περισσότεροι τύποι μεσοενδιαιτήματος της ποτάμιας θέσης.

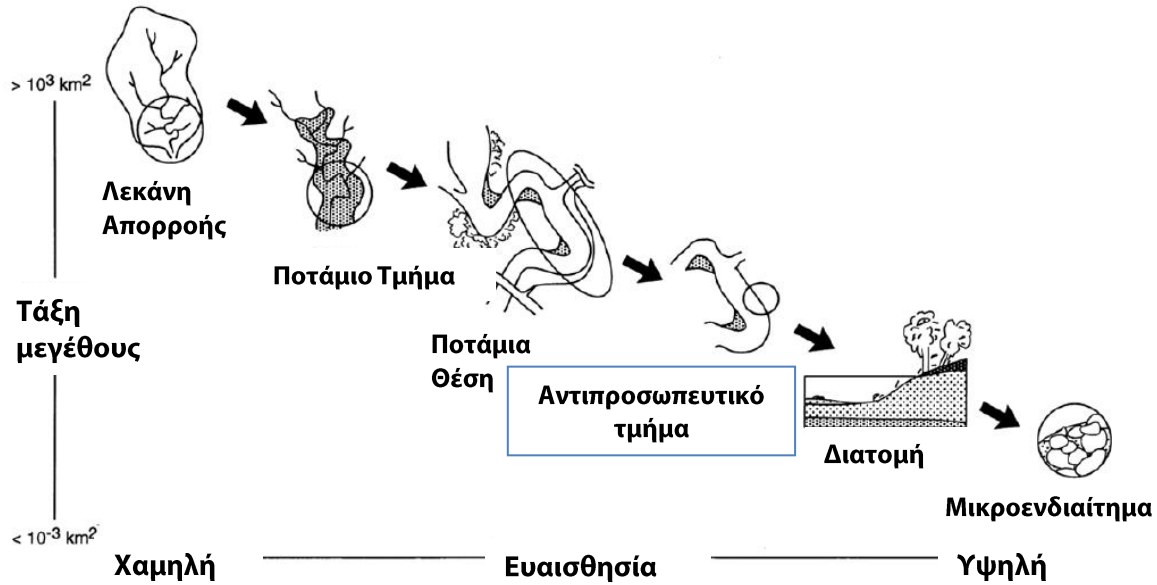


ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ





**Εικόνα 4.2** Χωρική διακριτοποίηση των ποταμών ανάλογα με την τάξη μεγέθους της περιοχής που μελετάται (τροποποιημένο από Frissell et al., 1986 )

Το αντιπροσωπευτικό τμήμα περιλαμβάνει μικρότερα τμήματα του ποταμού με παρόμοιες υδρομορφολογικές συνθήκες τα οποία ονομάζονται μεσοενδιαίτηματα. Το μεσοενδιαίτημα είναι ένα μικρό σχετικά τμήμα του ποταμού εντός του οποίου επικρατούν παρόμοιες υδρομορφολογικές συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές αφορούν τη ροή, η οποία πρέπει να είναι ομοιόμορφη σε όλο το τμήμα του μεσοενδιαίτηματος, το είδος του υποστρώματος, την κλίση, το υψόμετρο. Ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες ορίζεται και ο τύπος του μεσοενδιαίτηματος (πίνακας 4.1) Στη βιβλιογραφία το μεσοενδιαίτημα ορίζεται αλλιώς και ως υδρομορφολογική μονάδα (YMM).

Δεν υπάρχει συγκεκριμένος αριθμός αναφορικά με τα είδη των μεσοενδιαίτημάτων. Ανάλογα με τις συνθήκες και το βαθμό ανάλυσης μπορούν να οριστούν και οι αντίστοιχοι τύποι. Στον πίνακα 4.1 αναφέρονται οι πλέον βασικοί και ευδιάκριτοι τύποι μεσοενδιαίτηματος με βάση τις επικρατούσες συνθήκες στα ελληνικά δεδομένα.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρεια στο κέντρο της ανάπτυξης





**Πίνακας 4.1 Τύποι ΥΜΜ**

Τύπος ΥΜΜ Χαρακτηριστικές Συνθήκες Μεσοενδιαιτημάτων	Αγγλική ορολογία
ποταμολίμνια, βαθιά και αργή ροή	Pools
ταχύρροα αβαθή τμήματα	Rapid
μετρίως βαθιά και ταχύρροα	Run
αβαθή με μέτρια ροή τμήματα	Riffle

Το μήκος του αντιπροσωπευτικού τμήματος διαφέρει ανάλογα με το μέγεθος του ποταμού και συνήθως δεν ξεπερνά τα 1000m. Η οριοθέτηση των μεσοενδιαιτημάτων γίνεται με βάση την τεχνική της χαρτογράφησης των ενδιαιτημάτων (υποκεφάλαιο 3.2). Στο σχήμα 3.1 που ακολουθεί παρατίθενται παραδείγματα από τις διαφορετικές κλίμακες ταξινόμησης και την οριοθέτηση των χωρικών μονάδων με κλίμακα από τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη.

Τεχνικές γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων, τηλεπισκόπησης, επιτόπιας παρατήρησης και γνώμη των ειδικών είναι μερικές από τις επιμέρους τεχνικές που μπορούν να αξιοποιηθούν ώστε να γίνει η οριοθέτηση του αντιπροσωπευτικού τμήματος και στην αναγνώριση των ΥΜΜ<sup>4</sup>.

### 4.3 Επιλογή μεμονωμένων τύπων μεσοενδιαιτήματος

Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η οριοθέτηση αντιπροσωπευτικού τμήματος στα όρια της ποτάμιας θέσης, θα πρέπει να αναγνωριστούν οι διαφορετικοί τύποι στο σύνολό τους και να υπολογιστεί η αναλογία τους σε σχέση με τη συνολική ποτάμια θέση (Morhardt and others, 1983). Με αυτό τον τρόπο αναλύεται η γεωμετρία της κοίτης, η ροή και οι τύποι των μεσοενδιαιτημάτων της ποτάμιας θέσης για να υπολογιστεί μία αναλογία ώστε να συντεθεί ένα τεχνητό αντιπροσωπευτικό τμήμα (εικόνα 4.3). Στη συνέχεια ορίζονται συντελεστές βαρύτητας στα κελιά και στις διατομές σύμφωνα με την αναλογία που βρέθηκαν στο φυσικό

<sup>4</sup> Περισσότερη ανάλυση γίνεται στο παραδοτέο 2.1: Σχεδιασμός των προσαρμοσμένων στις Ελληνικές συνθήκες μοντέλων οικοτόπων και IFIM (2 water body types).



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

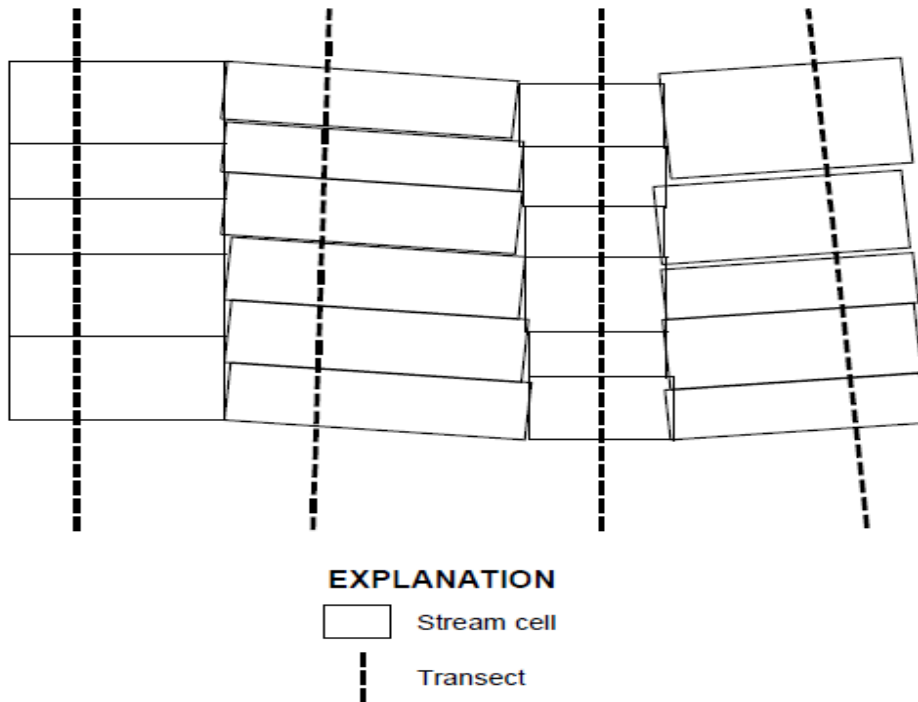
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ


 Ελλάδα  
 ανταγωνιστική  
 πρόοδος παντού  
 ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
 ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ  
 ΕΡΜ II  
 η παράρτηση στο πλαίσιο της ανάπτυξης

 ΕΣΠΑ  
 2007-2013  
 πρόγραμμα για την ανάπτυξη

χώρο. Το τεχνητό αντιπροσωπευτικό τμήμα αναπαριστά την αναλογία των τύπων μεσοενδιαιτήματος αλλά όχι τις πραγματικές αποστάσεις τους.



**Εικόνα 4.3** Διακριτοποίηση ποταμού σε κελιά. Σε κάθε κελί επικρατούν διαφορετικές υδρογεωμορφολογικές συνθήκες

#### 4.3.1 Σύντομη περιγραφή υδραυλικής προσομοίωσης

Η υδραυλική προσομοίωση έχει ως στόχο την προσομοίωση του βάθους, του πλάτους ροής και της ταχύτητας ροής, στο μήκος του ποταμού που ενδιαφέρει, για διάφορα σενάρια παροχών. Ο κύριος στόχος της υδραυλικής προσομοίωσης είναι ο υπολογισμός των υδραυλικών παραμέτρων ροής, για παροχές που δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις ταχύτητας, βάθους, κ.α. Τα αποτελέσματα αυτού του σταδίου συνδυάζονται με τα αποτελέσματα του επόμενου σταδίου της μεθοδολογίας (καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος), ώστε τελικά να υπολογιστεί η ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ





παρουσιάζει ωστόσο το μειονέκτημα της εξαιρετικά μειωμένης εφαρμοστικότητας από τους επιστήμονες στο σχεδιασμό υδραυλικών έργων. Επιπλέον, λόγω της δισδιάστατης προσομοίωσης που εκτελεί, απαιτεί περισσότερα δεδομένα εισόδου και είναι πιο δύσκολο στην εφαρμογή του αλλά και χρονοβόρο στους υπολογισμούς. Αυτό συνεπάγεται πως ο βαθμός ευκολίας εφαρμογής του θα είναι μικρός καθώς θα απαιτεί υδραυλικούς επιστήμονες με ιδιαίτερη εμπειρία και γνώση στο αντικείμενο. Το βασικό του πλεονέκτημα, παρά τη μειωμένη εφαρμογή του στον ελληνικό χώρο, κυρίως λόγω του δισδιάστατου χαρακτήρα του είναι η μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα εφόσον δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής ακόμα και κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες ροής.

Βασική προϋπόθεση για την δημιουργία ενός εργαλείου εκτίμησης οικολογικής παροχής, ελκυστικού στην εφαρμογή και κατάλληλου για τις ελληνικές συνθήκες, αποτελεί η αντιμετώπιση των προαναφερομένων δυσκολιών, με την επιλογή ενός υδραυλικού μοντέλου που θα πληροί τα εξής κριτήρια:

Ευρεία αποδοχή και εφαρμογή από επιστήμονες για τον σχεδιασμό υδραυλικών έργων στην Ελλάδα

- Μικρές απαιτήσεις σε δεδομένα εισόδου και μικρό κόστος εφαρμογής
- Ακρίβεια και εγκυρότητα υπολογισμών
- Συνεργασία με το εργαλείο εκτίμησης της ελάχιστης οικολογικής παροχής

Στο πλαίσιο εκπόνησης του έργου ECOFLOW, “Σύστημα εκτίμησης της αποδεκτής οικολογικής παροχής σε ποτάμια της Ελλάδας” προτάθηκε η εφαρμογή του υδραυλικού μοντέλου HEC-RAS v4.1, USACE. Το HEC-RAS είναι ένα καλά εδραιωμένο υδραυλικό μοντέλο που χρησιμοποιείται ευρέως στον σχεδιασμό υδραυλικών έργων στην Ελλάδα από μηχανικούς. Είναι μοντέλο μονοδιάστατης ροής (επίπεδη στάθμη νερού σε κάθε διατομή, μεταβολή της ταχύτητας μόνο κατά μήκος του ποταμού), το οποίο επιλύει αριθμητικά τις εξισώσεις Saint Venant, με τη βοήθεια ενός σχήματος πεπερασμένων διαφορών. Η αξιοπιστία και ακρίβεια των αποτελεσμάτων του αναγνωρίζεται διεθνώς, ενώ διαθέτει και άλλα χαρακτηριστικά που το καθιστούν κατάλληλο για την εφαρμογή του στο συγκεκριμένο έργο. Έχει για παράδειγμα τη δυνατότητα διακριτοποίησης των διατομών σε επιμέρους



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



κελιά, σύμφωνα με την μεθοδολογία Ενδοποτάμιας Αυξητικής Ροής (IFIM)<sup>5</sup>, και τον υπολογισμό της ταχύτητας ροής σε κάθε κελί. Με τον τρόπο αυτό εκτελεί μια ημι-δισδιάστατη (quasi-2D simulation) προσομοίωση της ροής. Ένα ακόμη ιδιαίτερο στοιχείο είναι η δυνατότητα ταυτόχρονης προσομοίωσης της στερεοπαροχής του τμήματος του ποταμού που μελετάται. Τα ελληνικά ποτάμια διακρίνονται για την ικανότητά τους να μεταβάλουν την κοίτη τους κατά τη διάρκεια ενός έτους λόγω της διάβρωσης και απόθεσης φερτών. Η αλλαγή του υποστρώματος της κοίτης παίζει σημαντικό ρόλο στην διαβίωση της ιχθυοπανίδας και την καταλληλότητα ενός ενδιαιτήματος και επομένως η προσομοίωση της μεταβολής της κοκκομετρίας της είναι σημαντική. Συνθήκες μεταβολής του υποστρώματος της κοίτης μπορεί να παρατηρηθούν, εκτός από φυσικά αίτια όπως πλημμυρικές παροχές και κατάντη φραγμάτων.

### 4.3.3 Εφαρμογή υδραυλικού μοντέλου

Εφόσον επιλεγεί το κατάλληλο υδραυλικό μοντέλο, που να ικανοποιεί τα κριτήρια που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη παράγραφο και να εκπληρώνει τους συγκεκριμένους στόχους εφαρμογής του, ακολουθεί η εφαρμογή του. Για τον σκοπό της προσομοίωσης ενδιαιτημάτων και την εκτίμηση της ελάχιστης οικολογικής παροχής, η υδραυλική προσομοίωση γίνεται για συνθήκες μόνιμης ροής δηλ. η παροχή παραμένει σταθερή στη διάρκεια του χρόνου.

Η εφαρμογή ενός υδραυλικού μοντέλου, προϋποθέτει τον ορισμό των αρχικών και οριακών συνθηκών στο τμήμα του ποταμού που μελετάται. Με τον όρο αρχικές συνθήκες νοούνται τα σενάρια διαφορετικών παροχών που θα προσομοιωθούν, ενώ με τον όρο οριακές συνθήκες νοείται η στάθμη νερού στην πιο ανάντη ή/και κατάντη διατομή του τμήματος ποταμού που μελετάται. Οι παροχές που θα προσομοιωθούν θα πρέπει να αντιπροσωπεύουν ένα τμήμα

<sup>5</sup> Η IFIM είναι ένα 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.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ποδοσία παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



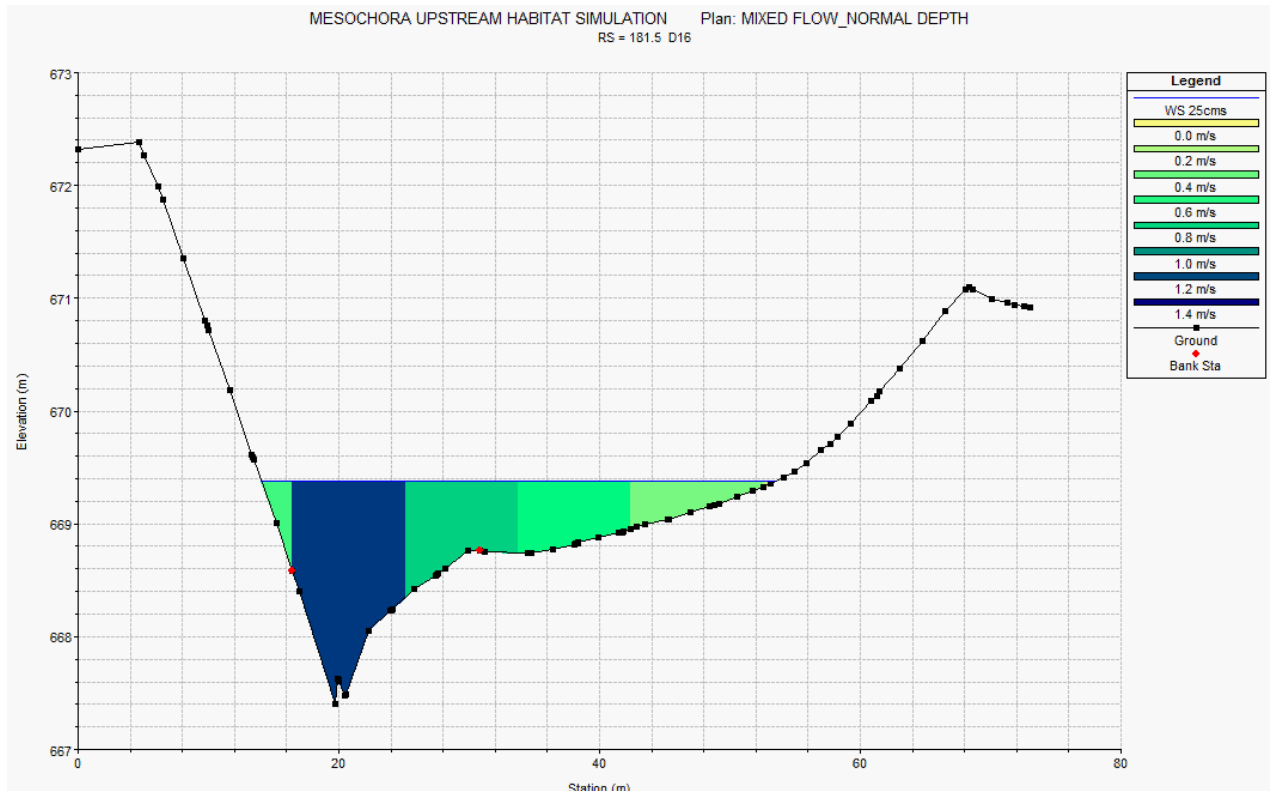
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΕΡΜ II  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

των παροχών του ποταμού από την Άνοιξη έως το Φθινόπωρο. Για την εισαγωγή των οριακών συνθηκών θα πρέπει να γίνει εισαγωγή μετρημένης στάθμης στις διατομές αυτές για τις αντίστοιχες παροχές που θα προσομοιωθούν, από διαδικασία υδρομετρήσεων ή από καμπύλες στάθμης παροχής.

Επόμενο βήμα στην εφαρμογή του υδραυλικού μοντέλου είναι η διακριτοποίηση των διατομών σε επιμέρους κελιά (εικόνα 4.1) σύμφωνα με την μεθοδολογία IFIM. Με τον τρόπο αυτό θα υπολογιστεί ξεχωριστή ταχύτητα ροής σε κάθε κελί και όχι μια μέση ταχύτητα για όλη τη διατομή. Ο αριθμός των κελιών εξαρτάται από την τοπογραφία και το υπόστρωμα σε κάθε διατομή, από τον τύπο του ποταμού, ενώ δεν θα πρέπει να είναι μεγάλος καθώς αυτό θα καταστήσει δύσκολη την διαδικασία βαθμονόμησης, αλλά θα δώσει και εσφαλμένα αποτελέσματα ταχυτήτων.



**Εικόνα 4.4** Διακριτοποίηση διατομής σε κελιά και υπολογισμός ταχύτητας σε καθένα από αυτά



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πρόσβαση παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΓΑΝ II  
ΕΡΣΑ 30/01  
η περιφέρειά σου είναι στο κέντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

#### 4.3.4 Βαθμονόμηση υδραυλικού μοντέλου

Η βαθμονόμηση του υδραυλικού μοντέλου είναι η διαδικασία με την οποία ρυθμίζονται ορισμένες παράμετροι ώστε τα αποτελέσματα του μοντέλου να είναι κοντά στις πραγματικές μετρήσεις. Η βαθμονόμηση γίνεται κυρίως μέσω του συντελεστή τραχύτητας. Απαιτείται η μέτρηση της στάθμης και της ταχύτητας σε ορισμένες κρίσιμες διατομές του τμήματος ποταμού που μελετάται και στη συνέχεια η μεταβολή του συντελεστή τραχύτητας μέχρις ότου οι υπολογισμένες τιμές να πλησιάζουν στις μετρημένες.

Κριτήρια για την χωροθέτηση των κρίσιμων διατομών όπου θα γίνει η βαθμονόμηση του μοντέλου, είναι οι σημαντικές αλλαγές στην κλίση του ποταμού, ή στην μορφολογία των διατομών, καθώς επίσης και θέσεις όπου υπάρχει συμβολή ή διαχωρισμός κλάδων του ποταμού, αλλά και οι διατομές όπου αλλάζουν οι οριακές συνθήκες.

#### 4.3.5 Αποτελέσματα υδραυλικού μοντέλου

Τελικό στάδιο της υδραυλικής προσομοίωσης είναι η εξαγωγή αποτελεσμάτων βάθους και ταχύτητας ροής, αλλά και άλλων παραμέτρων όπως μεταβολή του υποστρώματος του πυθμένα. Τα αποτελέσματα βάθους και ταχύτητας για όλα τα σενάρια παροχών εξάγονται σε ψηφιδωτά αρχεία (raster), έτσι ώστε σε επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας να συνδυαστούν με τις Καμπύλες Καταλληλότητας Ενδιαιτήματος, για να προκύψει τελικά η ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή (περιγράφονται τα βήματα στο παραδοτέο 2.1 με τίτλο: «Σχεδιασμός των προσαρμοσμένων στις Ελληνικές συνθήκες μοντέλων οικοτόπων και IFIM (2 water body types)»).



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



## 5 Συνδυασμός αποτελεσμάτων υδραυλικού μοντέλου με τα αποτελέσματα των μοντέλων προσομοίωσης ενδιαιτήματος

### 5.1 Καμπύλες καταλληλότητας και υδραυλικό μοντέλο

Οι καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος εκφράζουν μέσω του δείκτη τις προτιμήσεις των οργανισμών ως προς το βάθος, την ταχύτητα νερού και το είδος υποστρώματος και την κάλυψη. Τα δεδομένα αυτά εισάγονται στα αποτελέσματα του υδραυλικού μοντέλου ώστε να μεταφραστούν οι προσομοιωμένες ταχύτητες ροής και το βάθος του ποταμού σε δείκτες καταλληλότητας για κάθε μια από αυτές τις παραμέτρους.

Για τον συνδυασμό χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παρεμβολής μεταξύ των τιμών των καμπύλων καταλληλότητας ενδιαιτήματος και των τιμών των παραμέτρων που έχουν εκτιμηθεί από το υδραυλικό μοντέλο. Συγκεκριμένα γίνεται αντιστοίχιση των προσομοιωμένων αποτελεσμάτων του υδραυλικού μοντέλου υπό μορφή ψηφιδωτών αρχείων (raster) (εικόνα 5.1), σε τιμές του δείκτη καταλληλότητας, μέσω των καμπύλων καταλληλότητας ενδιαιτήματος.

Η αντιστοίχιση του δείκτη εφαρμόζεται για κάθε σενάριο παροχής και για κάθε παράμετρο που εξετάζεται ξεχωριστά (βάθος, ταχύτητα, είδος υποστρώματος και κάλυψη) (παράρτημα C). Συνεπώς, τα αρχεία με τα αποτελέσματα του υδραυλικού μοντέλου μετατρέπονται μέσω αυτής της διαδικασίας για κάθε παράμετρο (ταχύτητα, βάθος, υπόστρωμα) και για κάθε κελί, το μέγεθος του οποίου έχει ορίσει ο χρήστης στο υπόβαθρο των GIS, σε τιμές ανάλογα με την παροχή που έχει τεθεί ως αρχική συνθήκη στο υδραυλικό μοντέλο.



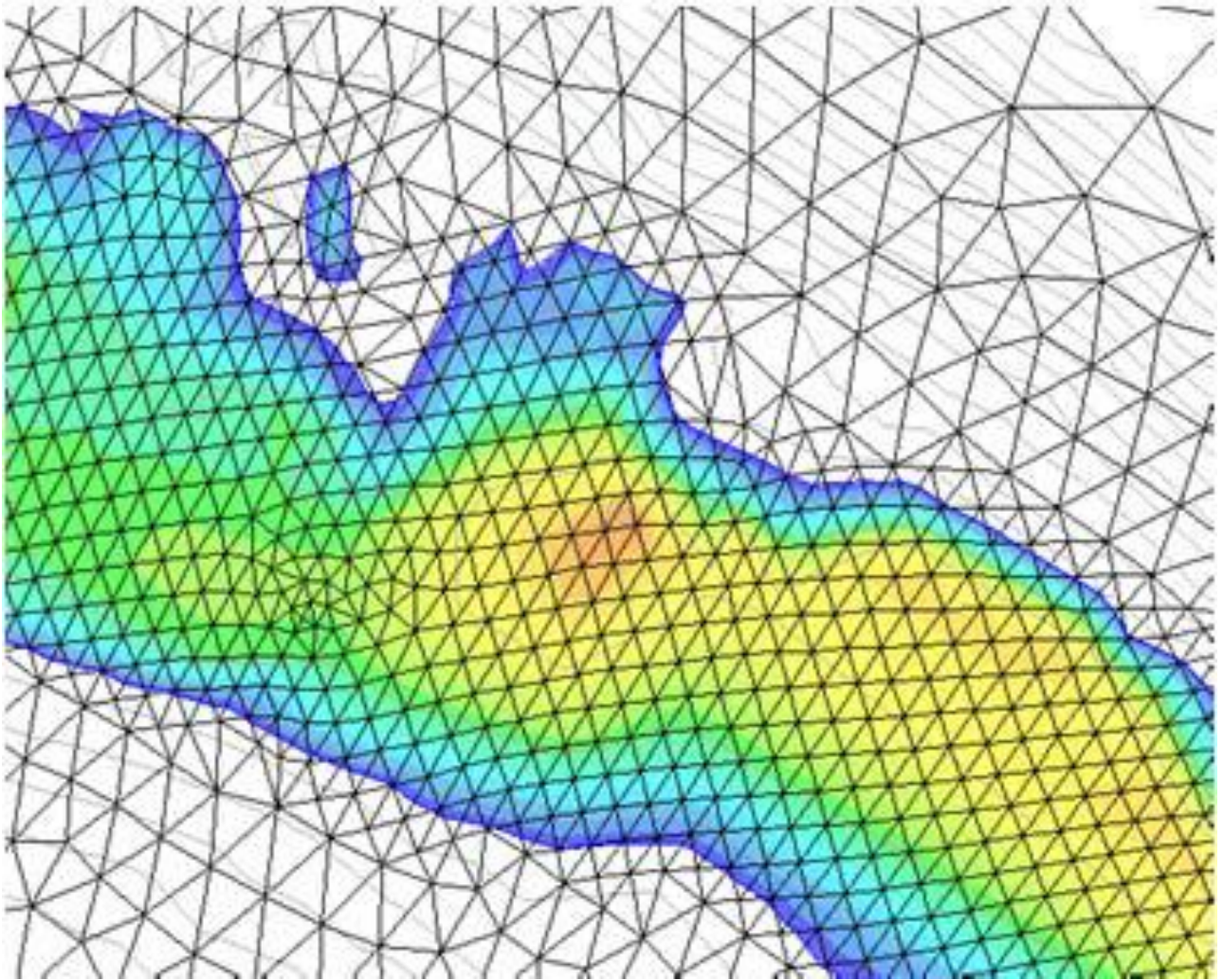
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ







**Εικόνα 5.1** Αναπαράσταση κελιών (ψηφιδωτή μορφή αρχείου) από τα αποτελέσματα του υδραυλικού μοντέλου ως προς μια παράμετρο (ταχύτητα)

Στους πίνακες 5.1 και 5.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων από δύο υδραυλικά μοντέλα (MIKE 11 και HEC RAS). Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων ως προς το βάθος και στον πίνακα 5.2 ως προς τις ταχύτητες για τρία σενάρια παροχών. Σημειώνεται ότι ο χρήστης της μεθόδου μπορεί να εφαρμόσει το υδραυλικό μοντέλο για όσες παροχές θεωρεί ότι θα είναι σκόπιμες σχετικά με την περιοχή μελέτης. Ο ελάχιστος προτεινόμενος αριθμός των σεναρίων είναι πάνω από δέκα.

**Πίνακας 5.1** Αποτελέσματα υδραυλικών μοντέλων (προσομοιωμένα βάθη) για τρεις τιμές παροχών



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

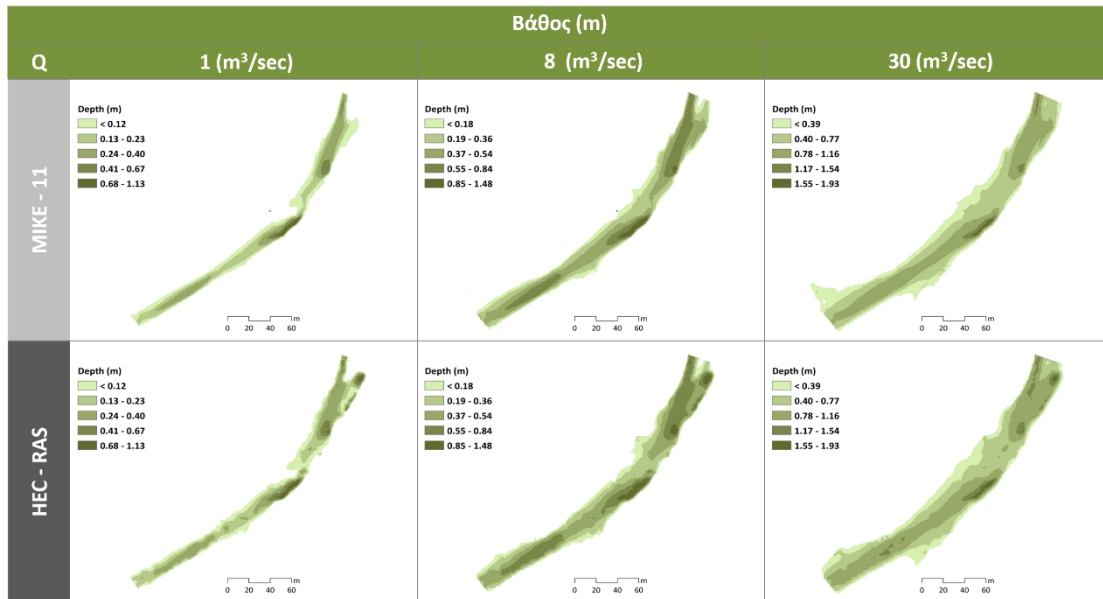


Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ανάπτυξη  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

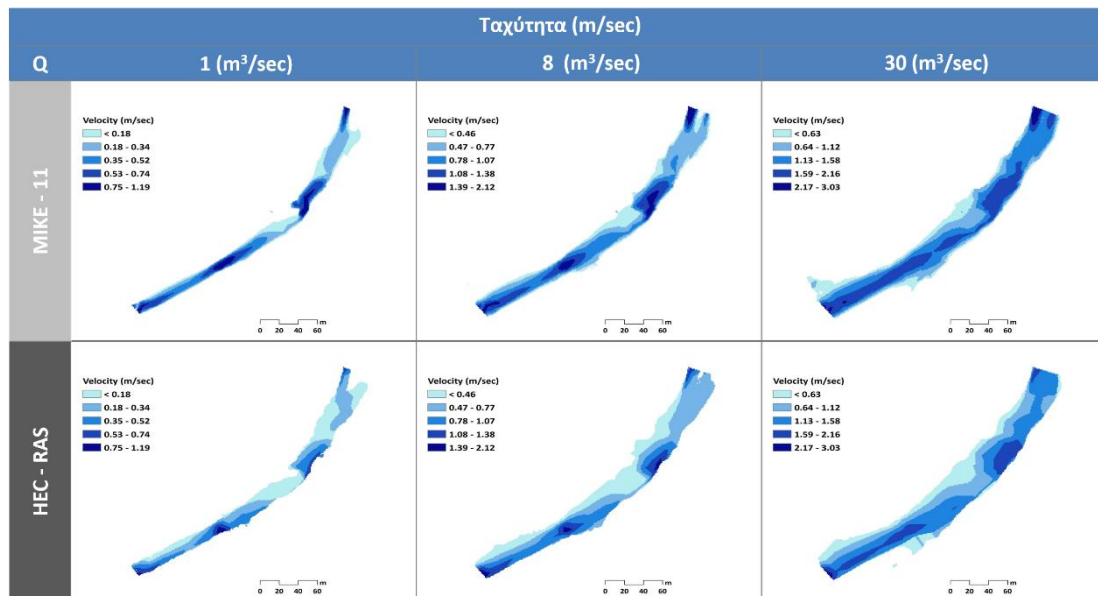


η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης





**Πίνακας 5.2** Αποτελέσματα υδραυλικών μοντέλων (προσομοιωμένες ταχύτητες) για τρεις τιμές παροχών

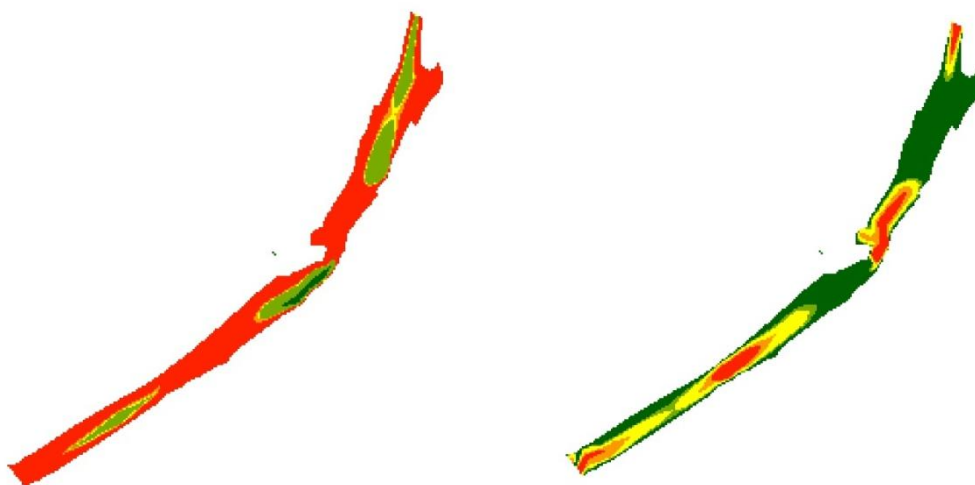


ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ





**Εικόνα 5.2** Αποτελέσματα υδραυλικού μοντέλου ως προς το βάθος (αριστερά) και την ταχύτητα (δεξιά) εκφρασμένα σε τιμές δείκτη καταλληλότητας

## 5.2 Υπολογισμός σύνθετου δείκτη καταλληλότητας ενδαιτημάτων

Στη συνέχεια ακολουθεί ο υπολογισμός του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας ο οποίος λαμβάνει υπόψη και τις τρεις παραμέτρους (βάθος, ταχύτητα, υπόστρωμα)(εικόνα 5.3).

Για τον υπολογισμό του εφαρμόζονται διεθνώς 2 μαθηματικές σχέσεις: το απλό γινόμενο των επιμέρους δεικτών (1) ή ο γεωμετρικός μέσος των επιμέρους δεικτών που εκφράζεται ως η νιοστή ρίζα του γινομένου N αριθμών (2).

$$CSI(i) = SI(v) \cdot SI(d) \cdot SI(s) \quad (1)$$

$$CSI(i) = \sqrt[3]{SI(v) \cdot SI(d) \cdot SI(s)} \quad (2)$$

CSI (i): Σύνθετος δείκτης καταλληλότητας

SI(v): Δείκτης Καταλληλότητας για την ταχύτητα

SI(d): Δείκτης Καταλληλότητας για το βάθος

SI(s): Δείκτης Καταλληλότητας για το είδος του υποστρώματος



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



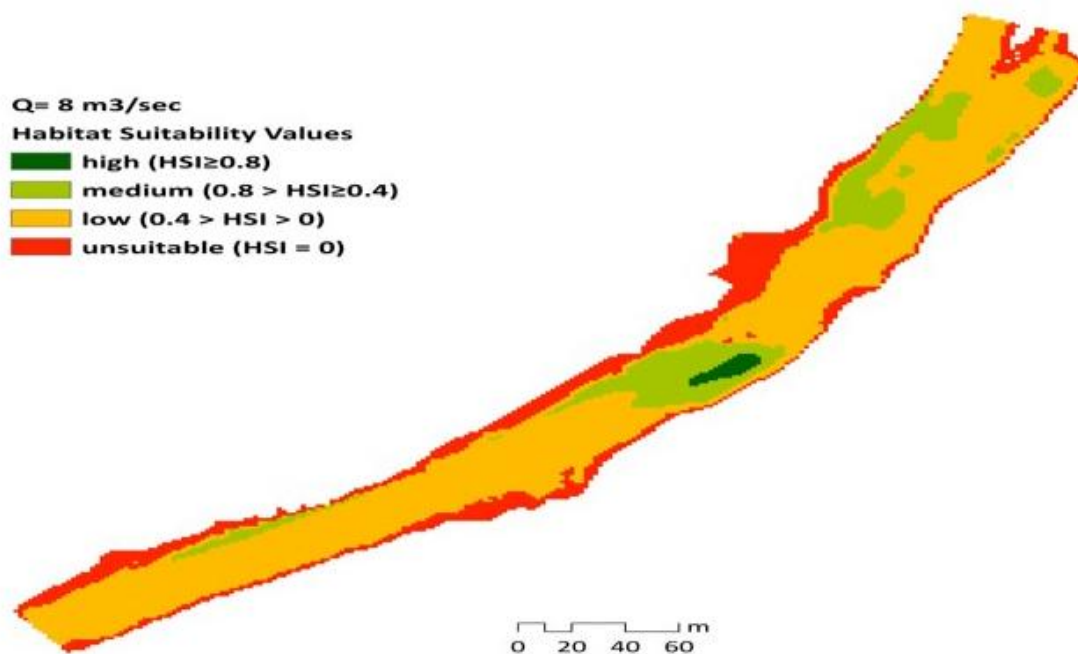
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΠΑΝ II  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρειά στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

Τα αποτελέσματα του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας ενδιαιτήματος μπορούν να παρουσιαστούν και με τη μορφή χάρτη μέσα από λογισμικό γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων.

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα μέσα από το περιβάλλον των GIS να θέσει τα όρια των κλάσεων καταλληλότητας είτε μέσα από τη βιβλιογραφία, είτε μέσα από κριτήρια που μπορεί να ορίσει ο ίδιος ακολουθώντας τη νομοθεσία που υπάρχει στη περιοχή όπου πρόκειται να γίνει ο υπολογισμός της ελάχιστης οικολογικής παροχής. Το στάδιο αυτό εφαρμόζεται για κάθε πιθανό σενάριο παροχής που εκτιμάται ότι μπορεί να εμφανιστεί στην περιοχή μελέτης (εικόνα 5.3).



**Εικόνα 5.3** Καταλληλότητα των ενδιαιτημάτων ως προς το σύνολο των παραμέτρων που μελετώνται (ταχύτητα, βάθος) για μία παροχή 8m<sup>3</sup>/sec

Από τη διαδικασία αυτή παράγονται ιστογράμματα όμοια με αυτά της εικόνας 5.4 από όπου μπορεί να εκτιμήσει κανείς το ποσοστό της συνολικής υπό μελέτη έκτασης που ανήκει σε



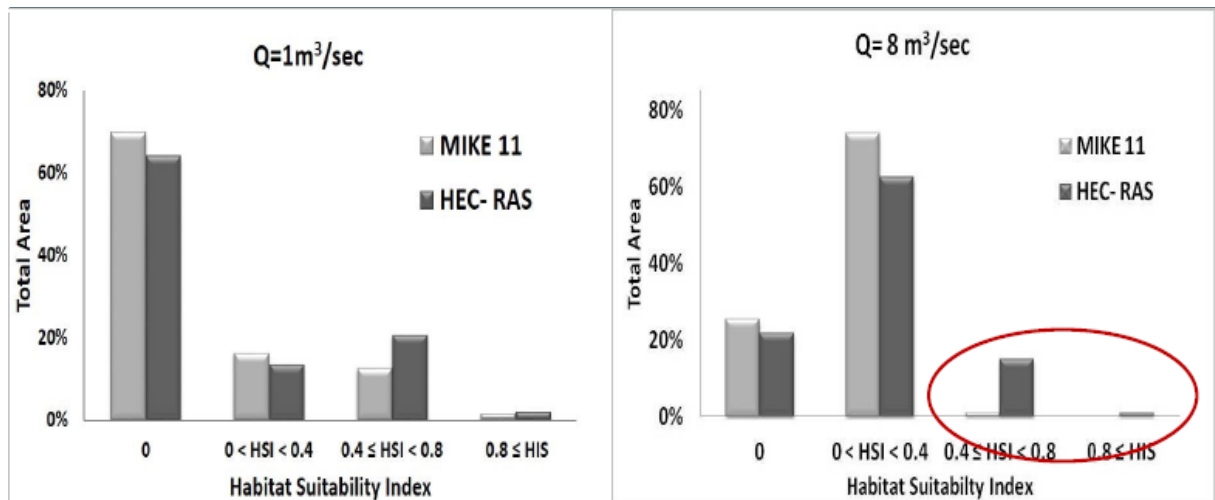
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



κάθε κλάση καταλληλότητας ενδιαιτήματος για κάθε παροχή, έτσι ώστε να αξιολογήσει τα διάφορα σενάρια παροχής.



**Εικόνα 5.4** Ποσοστά συνολικής υπό μελέτη έκτασης ανά κλάση καταλληλότητας ενδιαιτήματος και παροχή

### 5.3 Υπολογισμός Σταθμισμένης Κατάλληλης Έκτασης

Βασικό στάδιο της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι ο υπολογισμός της σταθμισμένης κατάλληλης έκτασης<sup>6</sup> (WUA). Η σταθμισμένη κατάλληλη έκταση προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της έκτασης του κάθε κελιού του ψηφιδωτού αρχείου (μέσα από τα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα) των προσομοιωμένων αποτελεσμάτων (ταχύτητα, βάθος) από το υδραυλικό μοντέλο για κάθε σενάριο παροχής ξεχωριστά, με τις αντίστοιχες τιμές του σύνθετου δείκτη καταλληλότητας για τις παραμέτρους (βάθος, ταχύτητα, είδος υποστρώματος, κάλυψη), (εικόνα 5.5).

$$WUA(Q) = \sum SI(i) * A(i) \quad (3)$$

WUA: Σταθμισμένη Κατάλληλη Έκταση για παροχή Q

SI(i): σύνθετος δείκτης καταλληλότητας του κάθε κελιού

A(i): έκταση του κελιού

<sup>6</sup> Μετάφραση του αγγλικού όρου Weighted Usable Area



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



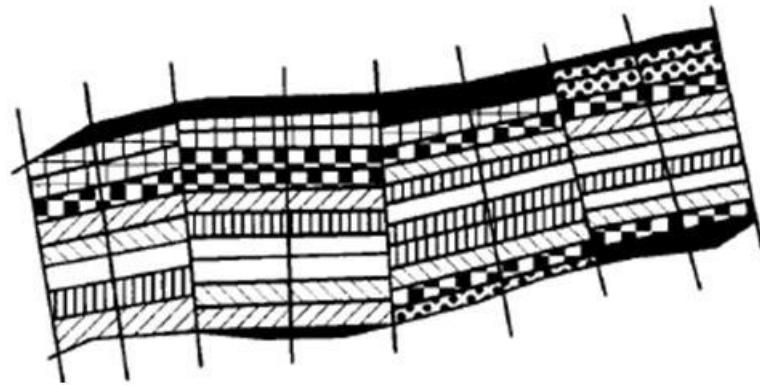
Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΜΕΑ II  
ΕΡΑ 2007-2013  
η παράφραση στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



Βάθος Ταχύτητα Κάλυψη			Βάθος Ταχύτητα Κάλυψη		
	0-0.5	0-0.5	παρουσία		0.5-1.5 0.5-1.5 παρουσία
	0-0.5	0-0.5	απουσία		0.5-1.5 0.5-1.5 απουσία
	0.5-1.5	0-0.5	παρουσία		1.5-3.0 0.5-1.5 παρουσία
	0.5-1.5	0-0.5	απουσία		1.5-3.0 0.5-1.5 απουσία

**Εικόνα 5.5** Ψηφιδωτό αρχείο με τιμές δεικτών καταλληλότητας για κάθε μια παράμετρο (βάθος, ταχύτητα, κάλυψη), Το άθροισμα των κελιών με τον ίδιο σύνθετο δείκτη καταλληλότητας είναι η κατάλληλη σταθμισμένη έκταση

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλες τις παροχές και επομένως δημιουργούνται ζεύγη τιμών WUA – Q. Η γραφική παράσταση των ζευγών αυτών αποτελεί την καμπύλη της Σταθμισμένης Κατάλληλης έκτασης ενδιαιτήματος για κάθε παροχή για ένα συγκεκριμένο είδος ενδιαφέροντος και στάδιο ανάπτυξης.

Στο σχήμα 5.1 έχει υπολογιστεί η συνολική κατάλληλη σταθμισμένη έκταση (εκφρασμένη σε τετραγωνικά μέτρα), για την ενήλικη πέστροφα, για δέκα σενάρια παροχών. Από το διάγραμμα αυτό (5.1) ο μελετητής μπορεί να συμπεράνει για το είδος της πέστροφας (*Salmo trutta*), κατά τη διάρκεια του ενήλικου σταδίου ζωής της (μέγεθος ψαριού >21cm), την ελάχιστη παροχή που απαιτείται για την διατήρηση κατάλληλου ενδιαιτήματός της στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης. Όπως φαίνεται στο σχήμα υπάρχει μια τιμή παροχής η οποία μεγιστοποιεί την κατάλληλη έκταση ενδιαιτήματος και αυτή αποτελεί την βέλτιστη ελάχιστη οικολογική παροχή που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι περίπου 1.5m<sup>3</sup>/s. Όταν η παροχή αυξάνεται πάνω από 1.5 m<sup>3</sup>/sec στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, τότε η διαθέσιμη έκταση για το συγκεκριμένο είδος της ιχθυοπανίδας μειώνεται.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

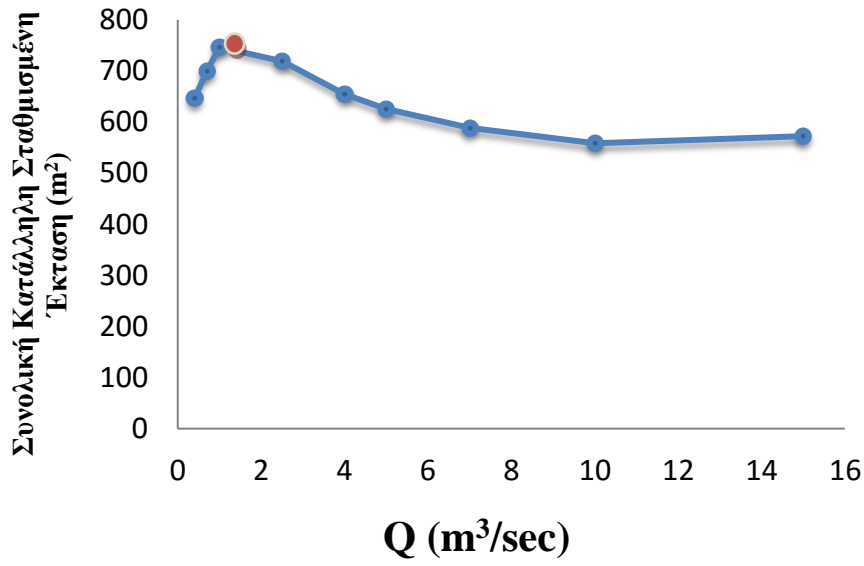


Ελλάδα  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης





**Σχήμα 5.1** Διάγραμμα με την συνολική κατάλληλη σταθμισμένη έκταση για μία περιοχή μελέτης, με βάση δέκα σενάρια παροχών



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



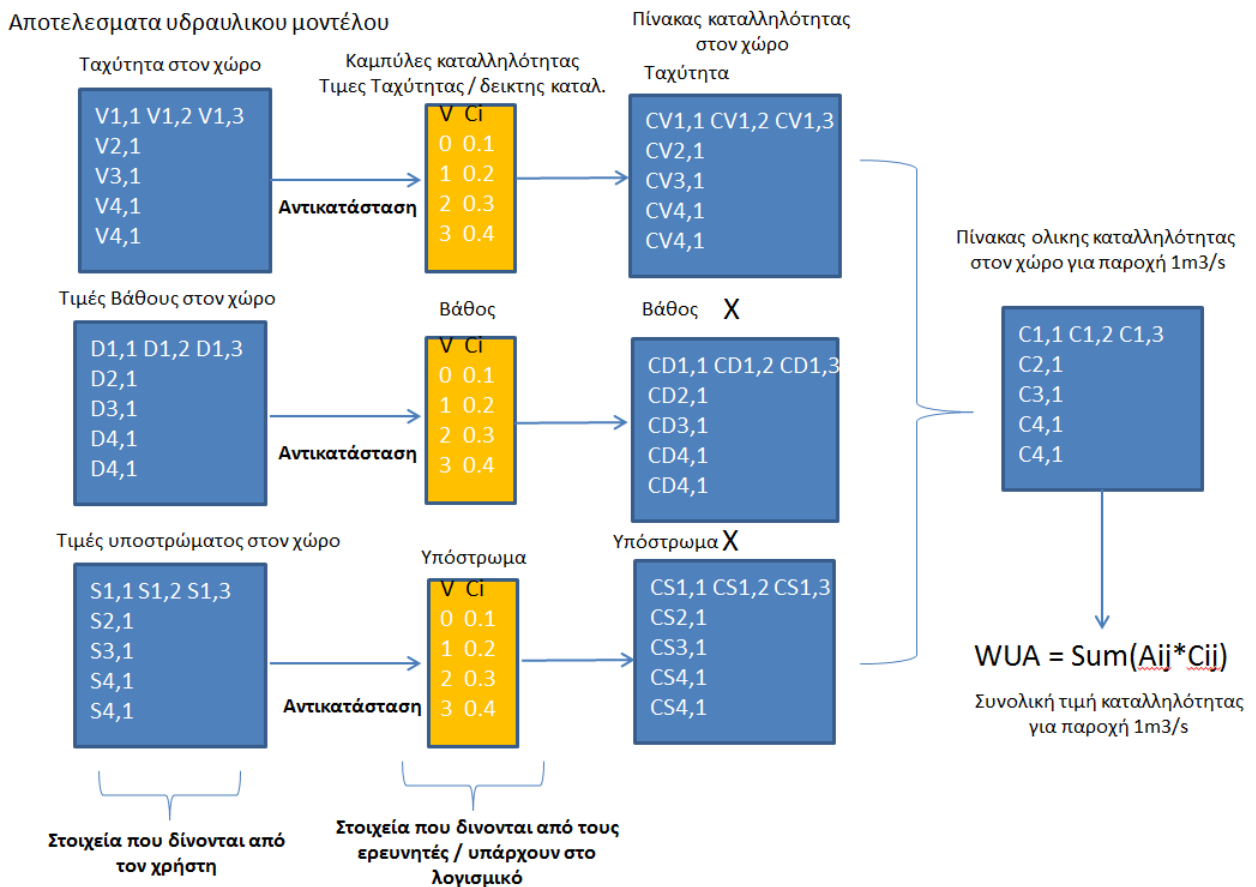
ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

## 6 Αποτελέσματα μεθόδου

### 6.1 Στάδια εφαρμογής μεθόδου εκτίμησης της οικολογικής παροχής

Στο σχεδιάγραμμα ροής (σχήμα 6.1) παρατίθενται τα στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Στάδιο 1: αποτελέσματα υδραυλικού μοντέλου, στάδιο 2: καμπύλες καταλληλότητας από την ιχθυοπανίδα της περιοχής, στάδιο 3: συνδυασμός όλων των δεικτών καταλληλότητας, στάδιο 4: υπολογισμός Σύνθετου δείκτη καταλληλότητας.

#### Σενάριο παροχής 1 (πχ 1m<sup>3</sup>/s)



**Σχήμα 6.1** Σχεδιάγραμμα ροής από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για ένα σενάριο παροχής (1m<sup>3</sup>/sec).



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πορεία προς  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



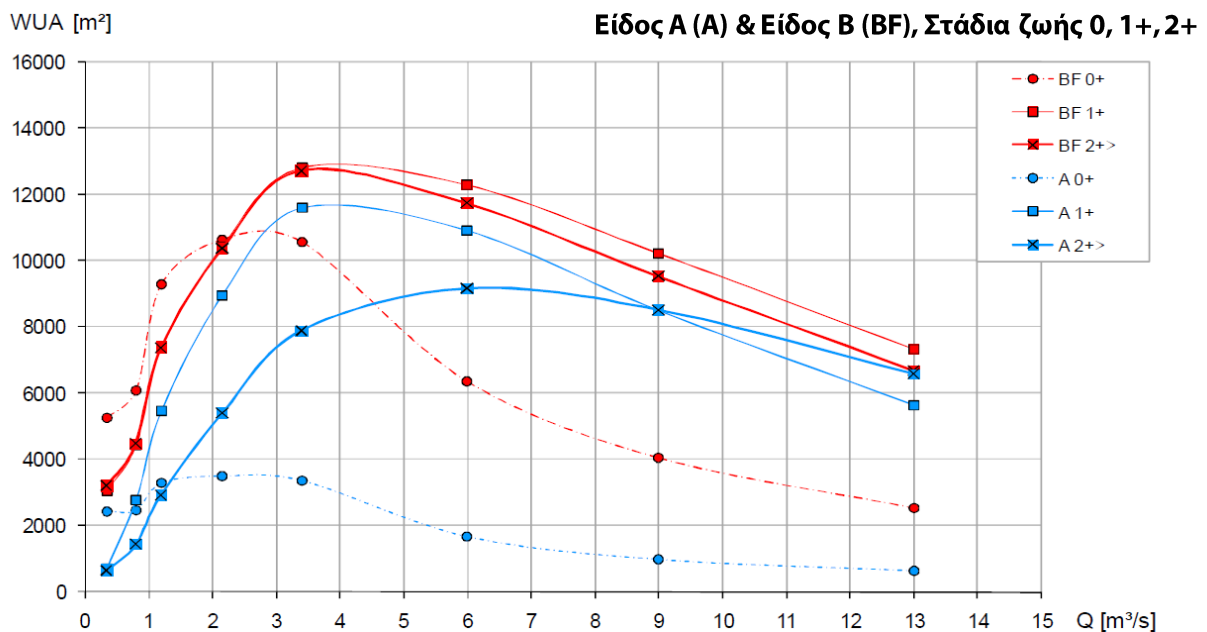
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η παράδοση στο επίκεντρο της ανάπτυξης





Συνεπώς με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης της μεθόδου μπορεί να υπολογίσει, ανάλογα με το σενάριο παροχής που θα επιλέξει να εφαρμόσει, την έκταση της κατάλληλης περιοχής του ενδιαφέροντος που θα έχουν διαθέσιμη οι οργανισμοί ενδείκτες καθώς και τις μεταβολές που θα έχει μετά από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις.

Για να υπάρχει ολοκληρωμένη εικόνα για τις ανάγκες των οργανισμών στόχων συνολικά υπολογίζεται η σταθμισμένη κατάλληλη έκταση για κάθε στάδιο ανάπτυξής τους και παρουσιάζεται σε ένα κοινό γράφημα (εικόνα 6.1). Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς ο μελετητής μπορεί να αποφασίσει τη διαχείριση των υδατικών αποθεμάτων κατόπιν των έργων υδρομάστευσης συνεκτιμώντας βιολογικές παραμέτρους.



**Εικόνα 6.1** Κατάλληλη σταθμισμένη έκταση για δύο είδη στόχους σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης

Για την λήψη τέτοιων αποφάσεων θα πρέπει να λάβει κάποιος υπόψη μια σειρά από παράγοντες όπως η διαθεσιμότητα νερού στα φράγμα, οι ανθρωπογενείς ανάγκες νερού



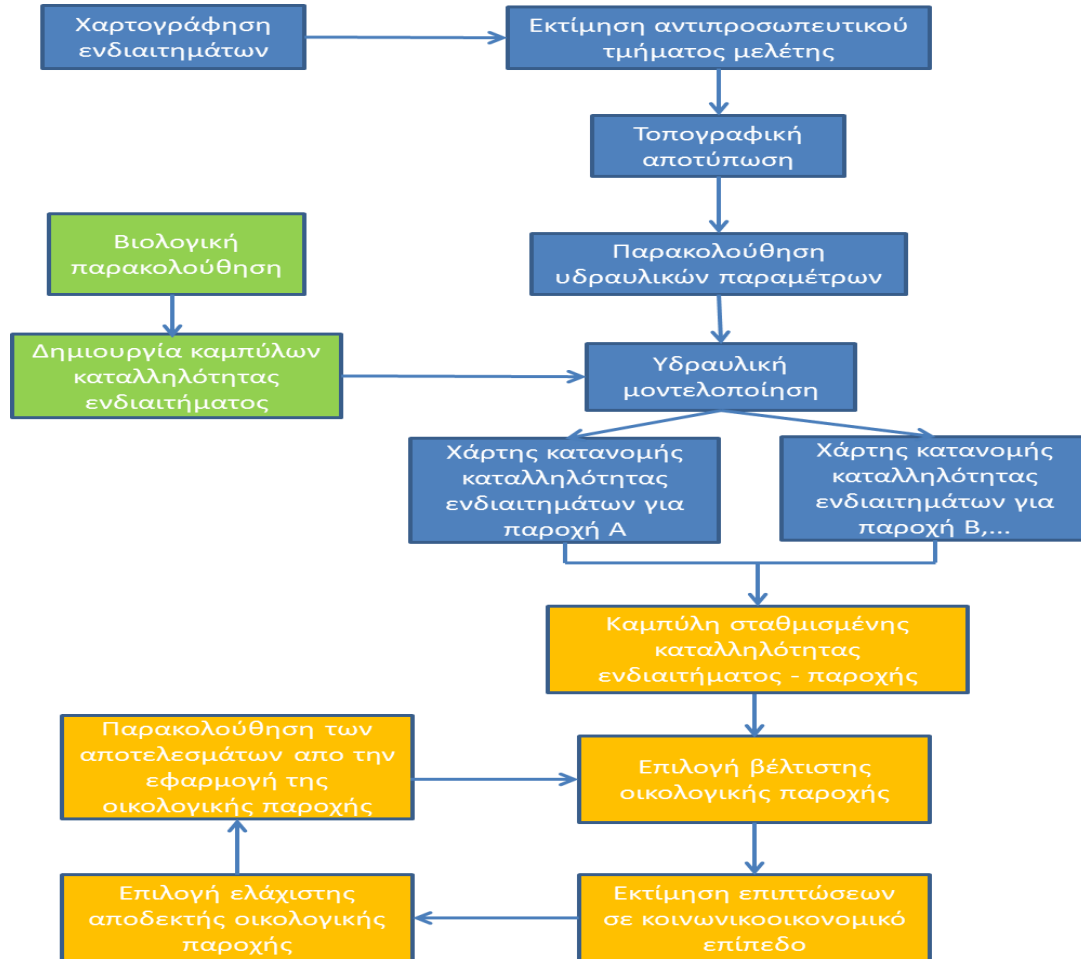
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



(άρδευση, ύδρευση, βιομηχανία, τουρισμός, υδροηλεκτρική παραγωγή) καθώς και την σύσταση και σπουδαιότητα των ιχθυοπληθυσμών της περιοχής (εικόνα 6.2).



**Εικόνα 6.2** Διάγραμμα ροής της προτεινόμενης μεθοδολογίας για την εκτίμηση της οικολογικής παροχής με όλα τα στάδια εφαρμογής της

Έτσι, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει κάποιο πλαίσιο συν-αξιολόγησης αυτών των παραμέτρων χρησιμοποιώντας συντελεστές βαρύτητας και πολυκριτηριακή ανάλυση για να καταλήξει στο βέλτιστο σενάριο οικολογικής παροχής που θα εξυπηρετεί όμως και τις ανθρωπογενείς ανάγκες (σχήμα 6.2).



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



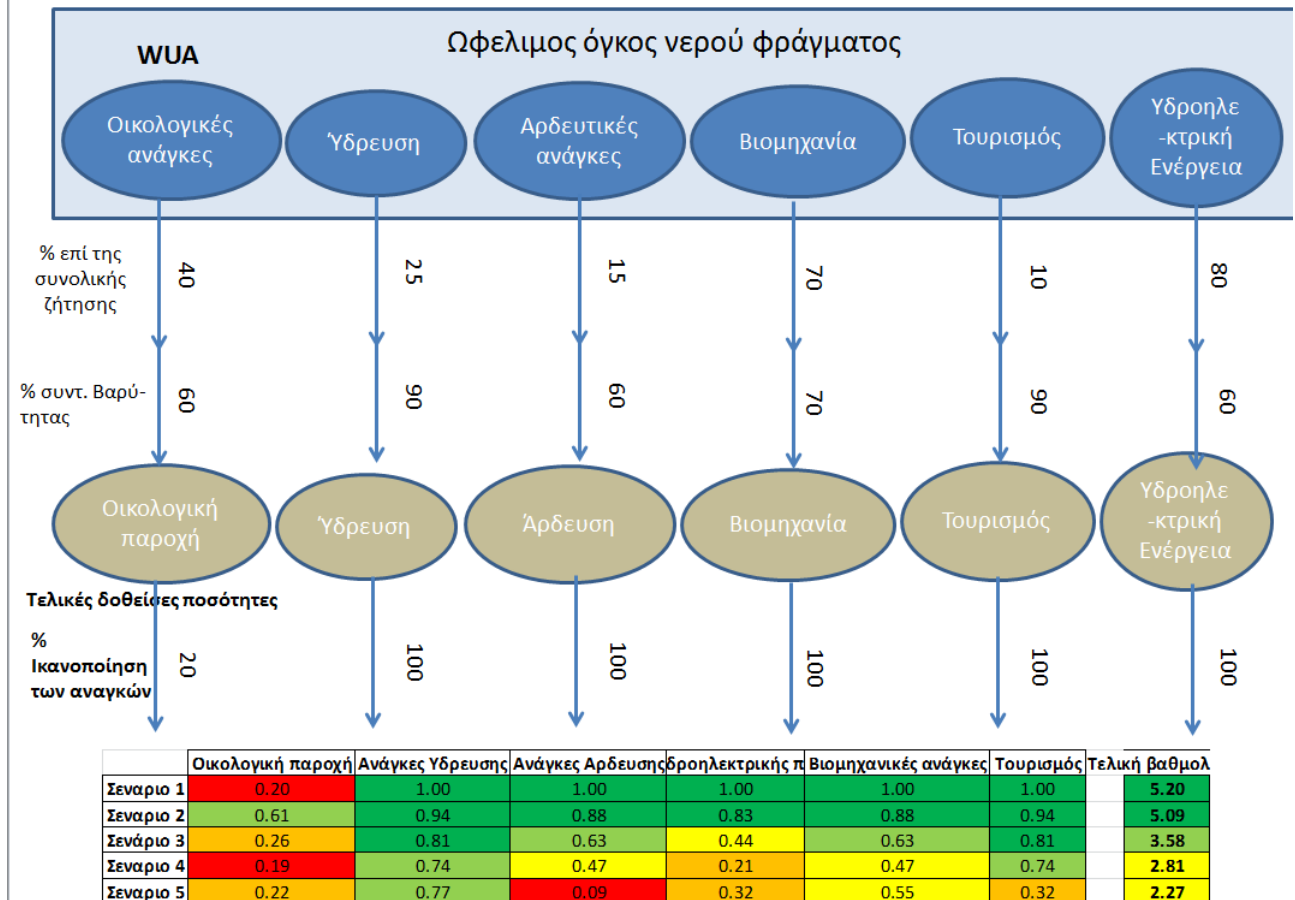
Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

**Σενάριο 1 (1m3/s)**


**Σχήμα 6.2** Πολυκριτηριακή ανάλυση για την επιλογή της οικολογικής παροχής συνεκτιμώντας ανάγκες που είναι βασικές για την ανθρώπινη κοινωνία

## 6.2 Κατάρτιση Καμπύλης Διάρκειας Ενδιαιτήματος

Έχοντας υπολογίσει με την ανωτέρω μεθοδολογία, την καμπύλη κατάλληλης έκτασης ενδιαιτήματος ( $WUA - Q$ ) μπορεί κανείς να υπολογίσει μια χρονοσειρά μεταβολής της κατάλληλης έκτασης με ημερήσιο ή και μηνιαίο βήμα, για μια συγκεκριμένη περίοδο, η οποία ορίζεται από τις παροχές που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή της καμπύλης κατάλληλης  $WUA$  (εικόνα 6.3). Δηλαδή αν οι παροχές που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία της καμπύλης  $WUA$  ανταποκρίνονται στην θερινή περίοδο (Μάιο – Σεπτέμβριο) τότε και η χρονοσειρά της κατάλληλης έκτασης θα αντιστοιχεί στην περίοδο αυτή.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

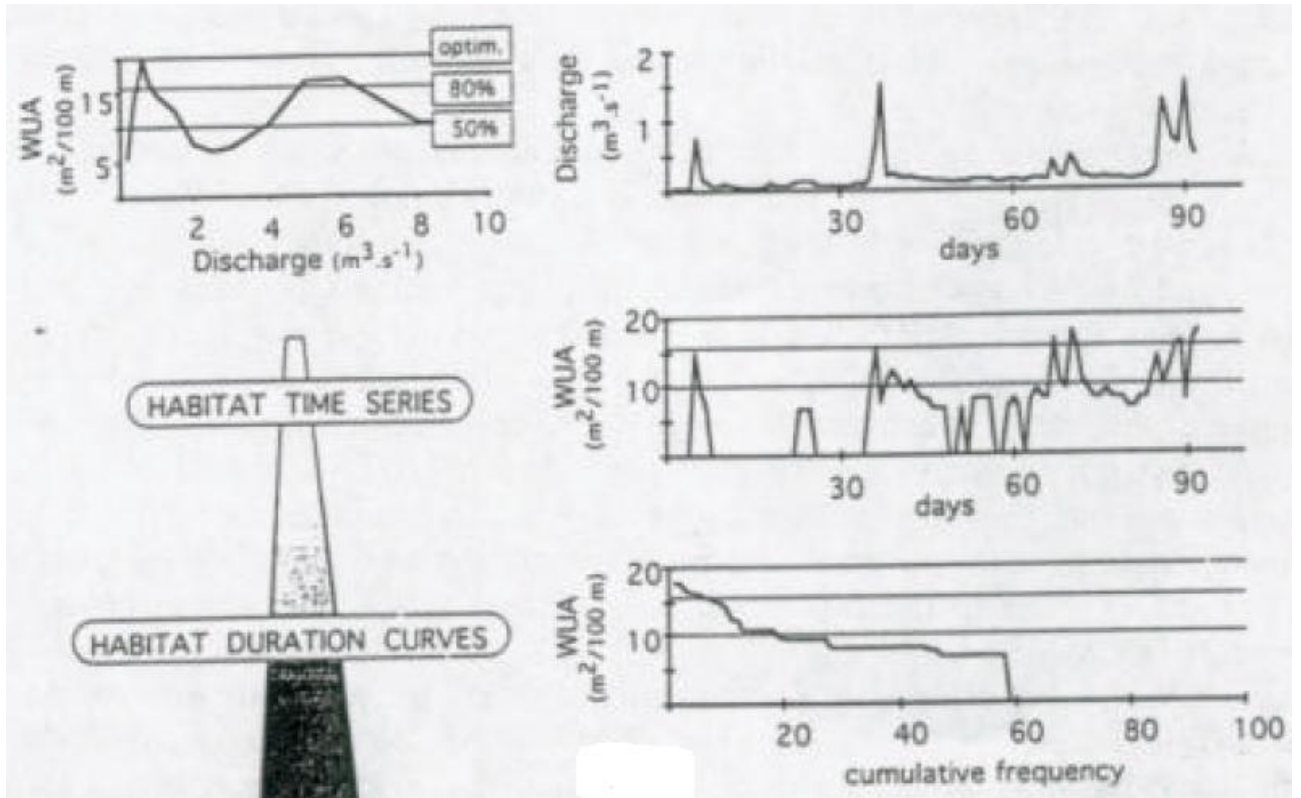


Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πορεία παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης





**Εικόνα 6.3** Χρονοσειρά διακύμανσης κατάλληλης έκτασης ενδιαιτήματος και καμπύλης διάρκειας ενδιαιτήματος, από τον συνδυασμό χρονοσειράς παροχών και καμπύλης WUA

Μια ακόμη ενδιαφέρουσα καμπύλη είναι η καμπύλη διάρκειας ενδιαιτήματος ΚΔΕ. Η καμπύλη αυτή παρουσιάζει την πιθανότητα υπέρβασης μιας συγκεκριμένης έκτασης κατάλληλου ενδιαιτήματος μέσα σε ένα χρονικό διάστημα. Η έννοια της ΚΔΕ είναι όμοια με αυτή της ΚΔΠ (καμπύλη διάρκειας παροχών) από την οποία και προέρχεται. Συνδυάζοντας λοιπόν την καμπύλη διάρκειας παροχών στο κατάντη όριο του τμήματος ποταμού που μελετάται, με την καμπύλη κατάλληλης έκτασης ενδιαιτήματος, προκύπτει η ΚΔΕ. Η καμπύλη αυτή δίνει μια γρήγορη πληροφορία, σχετικά με το ποσοστό του χρόνου στο οποίο εμφανίζεται ή ξεπερνιέται μια οριακή τιμή κατάλληλης έκτασης που θεωρείται κρίσιμη για την διατήρηση του ενδιαιτήματος.

Για την δημιουργία των ανωτέρω 2 τύπων καμπυλών έκτασης ενδιαιτήματος, είναι απαραίτητες προηγούμενες μετρήσεις παροχής συνήθως σε ημερήσιο χρονικό βήμα του υπό μελέτη ποταμού. Οι ημερήσιες παροχές μπορούν να εκτιμηθούν από επεξεργασία



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πορεία παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
Ε.Σ.Α. 2007-2013  
ΕΠΙΛΗΠ II  
η προέλαση στο κέντρο της ανάπτυξης

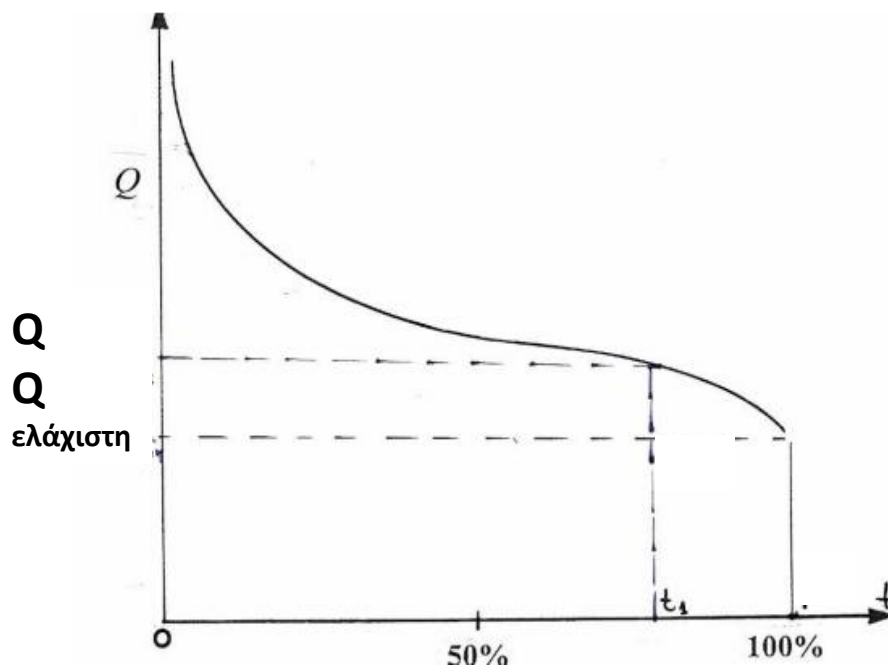


ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

σταθμημετρικών/σταθμηγραφικών δεδομένων και καμπυλών στάθμης-παροχής από σταθμούς καταγραφής δεδομένων (υδρολογικών, μετεωρολογικών) όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην περιοχή μελέτης. Στο Σχήμα 6.3 παρουσιάζεται παράδειγμα καμπύλης διάρκειας παροχής.

Επειδή η καμπύλη διάρκειας ενδιαιτημάτων ή παροχών, είναι μια γνησίως μονότονη συνάρτηση, παρουσιάζει δηλαδή ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο, ενώ η καμπύλη WUA όχι, αφού σε μια τιμή κατάλληλης έκτασης μπορεί να αντιστοιχηθούν περισσότερες από μια παροχές, η συσχέτισή τους δεν μπορεί να είναι άμεση, όπως με την καμπύλη χρονοσειράς WUA.

Η διαδικασία δημιουργίας της ΚΔΕ απαιτεί την εκτίμηση της κατάλληλης έκτασης WUA για κάθε τιμή παροχής και κατόπιν την κατάταξη των τιμών αυτών σε φθίνουσα σειρά και την απόδοση σε κάθε μια της πιθανότητας υπέρβασης κατά Weibull σύμφωνα με την σχέση :  $F = m/(n+1)$  όπου  $m$  ο αύξων αριθμός της κάθε τιμής WUA και  $n$  το πλήθος των τιμών.



Σχήμα 6.3 Καμπύλη διάρκειας παροχής με ποσοστά εμφάνισης στη μονάδα του χρόνου



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πρόσβαση στην  
ανάπτυξη



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρειά σου είναι στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

### 6.3 Καθορισμός διακύμανσης οικολογικής παροχής σε ετήσια βάση – Καθεστώς Οικολογικής Ροής

Για πολλά χρόνια και ακόμη και σήμερα χρησιμοποιείται η έκφραση «οικολογική ροή», ως μια μονοσήμαντη τιμή της ροής. Στην πραγματικότητα, η χρήση της έννοιας αυτής παραπέμπει εμμέσως σε μια ελάχιστη τιμή παροχής, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία ικανοποιητικών συνθηκών για την διατήρηση των ενδιαιτημάτων κάτω από δυσχερείς συνθήκες όπως για παράδειγμα η ξηρή περίοδος τους έτους. Τα ποτάμια συστήματα ωστόσο έχουν διακυμάνσεις της παροχής τους σύμφωνα με την υδρολογική συμπεριφορά των λεκανών απορροής, και μερικές φορές αυτές οι ετήσιες διακυμάνσεις είναι οι κύριοι παράγοντες που διαμορφώνουν τα γεωμορφολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των ποταμών.

Είναι σαφές ότι ο όρος «οικολογική παροχή» δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται σε μια μόνο τιμή της ροής, αλλά σε ένα εύρος τιμών ροής οι οποίες ακολουθούν το μοτίβο διακύμανσης της φυσικής

ροής. Ως εκ τούτου, απαιτείται η καθιέρωση ενός άλλου όρου που θα περιλαμβάνει αυτές τις διακυμάνσεις της παροχής. Το καθεστώς οικολογικής ροής μπορεί να οριστεί ως το «τεχνητό» καθεστώς ροής που διατηρεί τη σύνθεση των ειδών, τη δομή των κοινοτήτων και τις λειτουργίες του ποτάμιου οικοσυστήματος, που υπάρχουν κάτω από φυσικές συνθήκες.

Το καθεστώς οικολογικής ροής μπορεί να καθοριστεί με δύο τρόπους σύμφωνα με τον Diego García de Jalón (2003):

α) λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του επιλεγμένου δείκτη υγείας ενδιαιτήματος, υποθέτοντας διαφορετικές απαιτήσεις ροής για τα διάφορα στάδια ανάπτυξής του σε ένα ετήσιο κύκλο και

β) λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του είδους δείκτη μόνο για τις κρίσιμες συνθήκες ενός έτους και καθορίζοντας μια διακύμανση της ροής αναλογικά με το φυσικό καθεστώς ροής για τις υπόλοιπες περιόδους.

Η διαδικασία συνίσταται από την χρήση των μέσων μηνιαίων παροχών του φυσικού καθεστώτος ως πρότυπο διακύμανσης της ροής, ορίζοντας ως ελάχιστη μηνιαία παροχή την



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πολιτική ανάπτυξης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
Ε.Σ.Δ. 2007-2013  
Ε.Π.Α. II  
η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ελάχιστη οικολογική παροχή. Οι παροχές για τους υπόλοιπους μήνες του οικολογικού καθεστώτος ρυθμίζονται με ανάλογη μείωση των παροχών του φυσικού καθεστώτος ροής.

Η ελάχιστη οικολογική παροχή προκύπτει από την καμπύλη κατάλληλης έκτασης ενδιαιτήματος WUA. Στις καμπύλες αυτές δύο τιμές παροχής μπορούν να διακριθούν, σύμφωνα με τον Diego García de Jalón (2003): η βέλτιστη οικολογική παροχή και η ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή. Η πρώτη ορίζεται ως η τιμή παροχής του ποταμού, που μεγιστοποιεί την κατάλληλη έκταση ενδιαιτήματος. Η ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή ορίζεται ως η παροχή κάτω από την οποία η έκταση κατάλληλου ενδιαιτήματος μειώνεται απότομα, ενώ πάνω από αυτή η αύξηση του κατάλληλου ενδιαιτήματος είναι σχετικά μικρή.

Η εκτίμηση της ελάχιστης αποδεκτής οικολογικής παροχής διακρίνεται περαιτέρω σε χαμηλή και υψηλή. Η χαμηλή εκτιμάται ως η παροχή η οποία αντιστοιχεί στο 75% της βέλτιστης κατάλληλης έκτασης ενδιαιτήματος και χρησιμοποιείται για την διαμόρφωση οικολογικού καθεστώτος ροής σε ποτάμια με πολύ μικρές παροχές το καλοκαίρι. Η υψηλή ελάχιστη οικολογική παροχή εκτιμάται ως η παροχή που αντιστοιχεί στο σημείο καμπής της καμπύλης WUA, στο σημείο δηλαδή που μειώνεται η κλίση της καμπύλης, και χρησιμοποιείται για την διαμόρφωση οικολογικού καθεστώτος ροής σε ποτάμια με σημαντικές παροχές το καλοκαίρι. Στο ακόλουθο σχήμα 6.4, παρουσιάζονται οι δύο ελάχιστες αποδεκτές οικολογικές παροχές. Με αυτή την πρακτική καθορισμού της ελάχιστης οικολογικής παροχής (σημείο καμπής) συμφωνούν και οι I. Jowett and B. Biggs (2006).

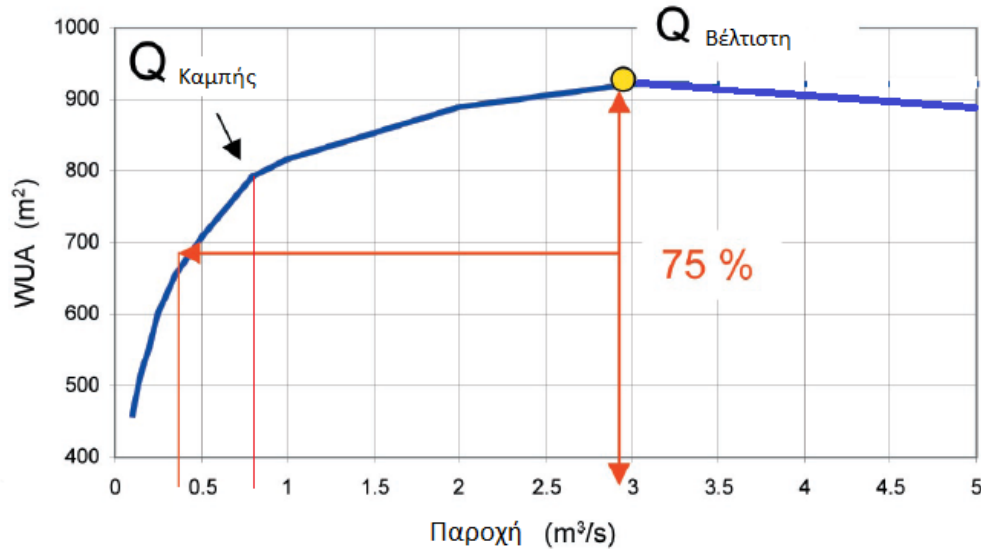


ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ





**Σχήμα 6.4** Καμπύλη κατάλληλης έκτασης ενδιαίτηματος και βέλτιστη και ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή

Ένας άλλος τρόπος που μπορεί να καθοριστεί η ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή, είναι με τη βοήθεια των γραφημάτων του σχήματος 6.4, του ποσοστού δηλαδή της συνολικής έκτασης μελέτης ανά κλάση καταλληλότητας ενδιαίτηματος. Να βρεθεί δηλαδή η παροχή εκείνη για την οποία το 10% της έκτασης παρουσιάζει μέτριας ή χαμηλότερης καταλληλότητας ενδιαίτημα, ή κάποιος ανάλογος συνδυασμός.

Ο υπολογισμός του οικολογικού καθεστώτος ροής συνίσταται στον καθορισμό των μηνιαίων παροχών καθόλο το έτος. Ο υπολογισμός των μέσων μηνιαίων παροχών γίνεται με βάση την ακόλουθη σχέση (4) για τις περιπτώσεις όπου η μέση παροχή κάθε μήνα του έτους είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή, όπως αυτή έχει εκτιμηθεί τελικά:

$$Q'_i = \frac{Q_e \cdot Q_i}{Q_{\min}} \quad (4)$$

Όπου  $Q'_i$  είναι η νέα μέση παροχή του μήνα  $i$ ,  $Q_e$  είναι η ελάχιστη αποδεκτή οικολογική παροχή,  $Q_i$  είναι η φυσική μέση παροχή του μήνα  $i$ , και  $Q_{\min}$  είναι η ελάχιστη φυσική μέση μηνιαία παροχή. Στην περίπτωση που για κάποιους μήνες η μέση παροχή είναι μικρότερη της



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
πρόσβαση παντού  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΡΜΕ II  
ΕΡΜΑ 2007-2013  
η παράρτηση στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



ελάχιστης αποδεκτής οικολογικής παροχής, τότε η οικολογική παροχή για τους μήνες αυτούς τίθεται ίση με την φυσική μέση μηνιαία παροχή.

Σημειώνεται ωστόσο πως ο καθορισμός ενός οικολογικού καθεστώτος ροής με την ανωτέρω μεθοδολογία, αποτελεί ένα ενδεικτικό καθεστώς και μια γενική κατεύθυνση, χωρίς να αποτελεί απαίτηση διατήρησης, όπως στην περίπτωση της ελάχιστης αποδεκτής οικολογικής παροχής ή ακόμη και της βέλτιστης οικολογικής παροχής. Η διακύμανση των παροχών τους υπόλοιπους μήνες, εκτός τους θερινούς, στηρίχτηκε στην διακύμανση των φυσικών παροχών και όχι στις ανάγκες των ψαριών και τους δείκτες καταλληλότητας για το βάθος και την ταχύτητα. Η απόκλιση επομένως από το οικολογικό καθεστώς ροής τους υπόλοιπους μήνες, δεν συνεπάγεται αναγκαία υποβάθμιση των οικοσυστημάτων ή μείωση των κατάλληλων ενδιαιτημάτων, εφόσον βρίσκεται σε λογικά πλαίσια και θα πρέπει να καθορίζεται σε κάθε περίπτωση λαμβάνοντας υπόψη και άλλους παράγοντες τόσο του φυσικού περιβάλλοντος όσο και του ανθρωπογενούς.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
ανάπτυξη  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΣΠΑ 2007-2013  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



## 7 Βιβλιογραφία



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



## 7.1 Διεθνής Έντυπη Βιβλιογραφία

- Allan JD., (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
- Armstrong JD, Kemp PS, Kennedy GJA, Ladle M, Milner NJ., (2003). Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* **62**: 143–170
- 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
- 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
- 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., 1982, A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology: Instream Flow Information Paper 12. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, FWS/OBS-82/26. 248 p.
- Bovee K.D., Lamb B.L., J.M. Bartholow C.B. Stalnaker J. T., and Henriksen J., (1998). Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



- U.S. Geological Survey, Biological Resources Division Information and Technology Report USGS/BRD-1998-0004. 131pp
- 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.
  - Giller PS, Malmqvist B., (1998). *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford University Press: New York.
  - 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.
  - 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.
  - Knapp R.A., Preisler H.K., (1999). Is it possible to predict habitat use by spawning salmonids? A test using California golden trout (*Oncorhynchus mykiss aguabonita*). *Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences* **56**: 1576–1584
  - Kynard B, Horgan M, Kieffer M., (2000). Habitats used by short nose sturgeon in two Massachusetts rivers, with notes on estuarine Atlantic sturgeon: a hierarchical approach. *Transactions of the American Fisheries Society* **129**: 487–503.
  - 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.
  - Milhous R.T., (1999). Nose velocities in physical habitat simulation. In: *Hydraulic Engineering for Sustainable Water Resources Management at the turn of the Millenium*. Proceedings of the XXVIII IAHR Congress. Technical University Graz, Institute for Hydraulics and Hydrology. Graz, Austria.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ


 Ελλάδα  
 ανταγωνιστική  
 πρόοδος παντού  
 ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
 ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
 ΕΣΠΑ 2007-2013  
 η περιφέρεια στο κέντρο της ανάπτυξης

 ΕΣΠΑ  
 2007-2013  
 πρόγραμμα για την ανάπτυξη

- Payne Tr., Allen Ma., (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. Concepción, Chile.
- Peeters E., Gardeniers J., (1998). Logistic regression as a tool for defining habitat requirements of two common gammarids. *Freshwater Biology* **39**: 605–615.
- 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
- Vadas RL, Orth DJ., (2001). Formulation of habitat suitability models for stream fish guilds: do the standard methods work? *Transactions of the American Fisheries Society* **130**: 217–235



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



## 8 Ευρετήριο Όρων

**Βενθική πανίδα:** το σύνολο των έμβιων οργανισμών, που ζουν και αναπτύσσονται στο βυθό ενός υδρόβιου οικοσυστήματος

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

**Ελόφιλο είδος:** Οργανισμός που έχει προτίμηση σε νερά στάσιμα ή με αργή κίνηση

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

**Ενδοποτάμια Αυξητική Ροή:** 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

**Επίφυτα άλγη:** Κατηγορία άλγεων που ζουν πάνω σε άλλους οργανισμούς ή επιφάνειες εντός της κοίτης των ποταμών

**Έργα Υδρομάστευσης:** Έργα μεταφοράς νερού

**Καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος ιχθυοπανίδας:** Μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης χαρακτηριστικών που προτιμούν τα ψάρια



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Καμπύλη διάρκειας παροχής:** ορίζεται ως η σχεδίαση της παροχής  $Q$  προς το ποσοστό του χρόνου  $D$  κατά τη διάρκεια της περιόδου παρατηρήσεων όπου εμφανίζονται παροχές που είναι ίσες ή υπερβαίνουν την απορροή ( $Q$ ) σε μία θέση ποταμού, είναι πολύ χρήσιμο στοιχείο για τον υδρολογικό σχεδιασμό υδροηλεκτρικών έργων ιδιαίτερα για τα έργα με μικρό ή χωρίς καθόλου ταμιευτήρα

**Λιμνόφιλα είδη:** Οργανισμοί που υπάρχουν στα στάσιμα νερά, αποφεύγουν τα ρεύματα και σπάνια βρίσκονται σε ποτάμια με αργή ροή

**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

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

**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

**Υδρομορφολογικές Μονάδες:** Ομοιογενή τμήματα του ποταμού, με παρόμοια υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά

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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

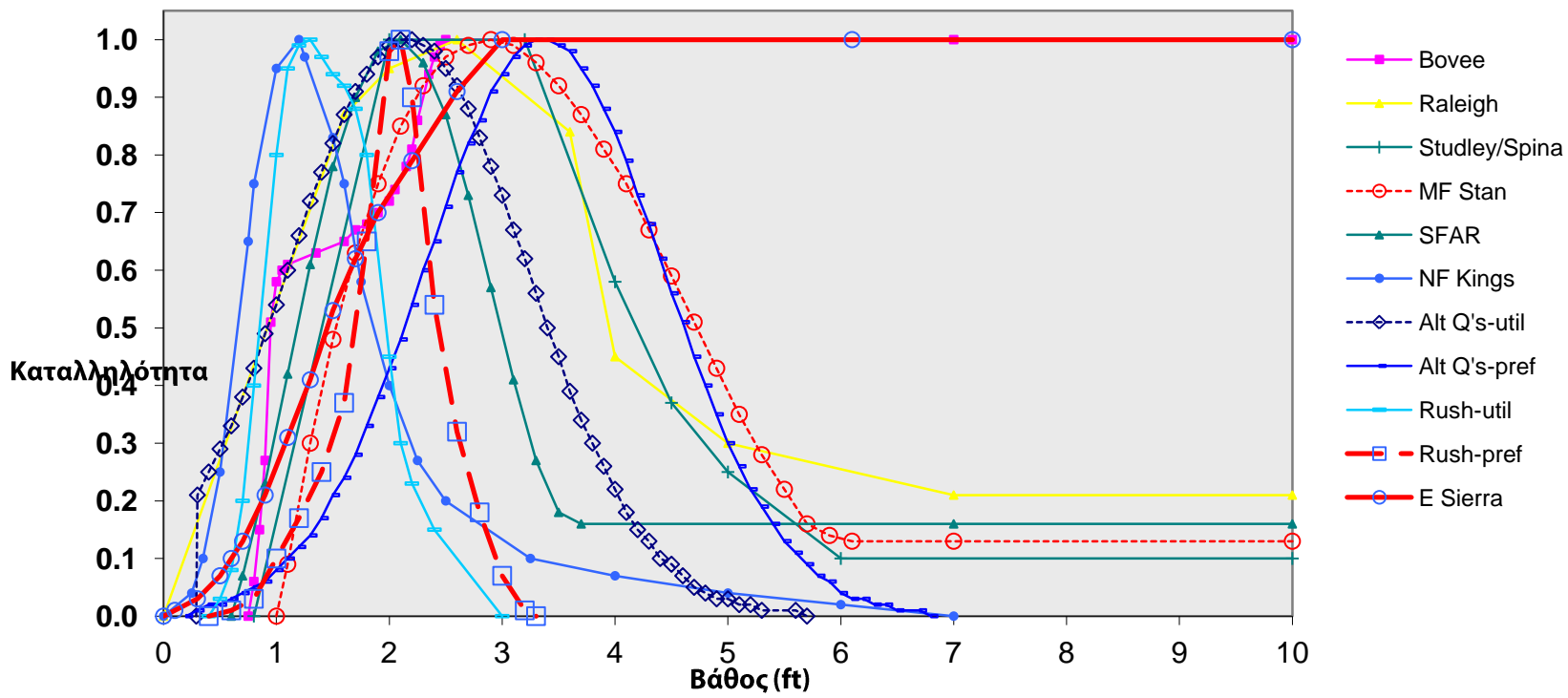


9 Παραρτήματα

Παράρτημα Α

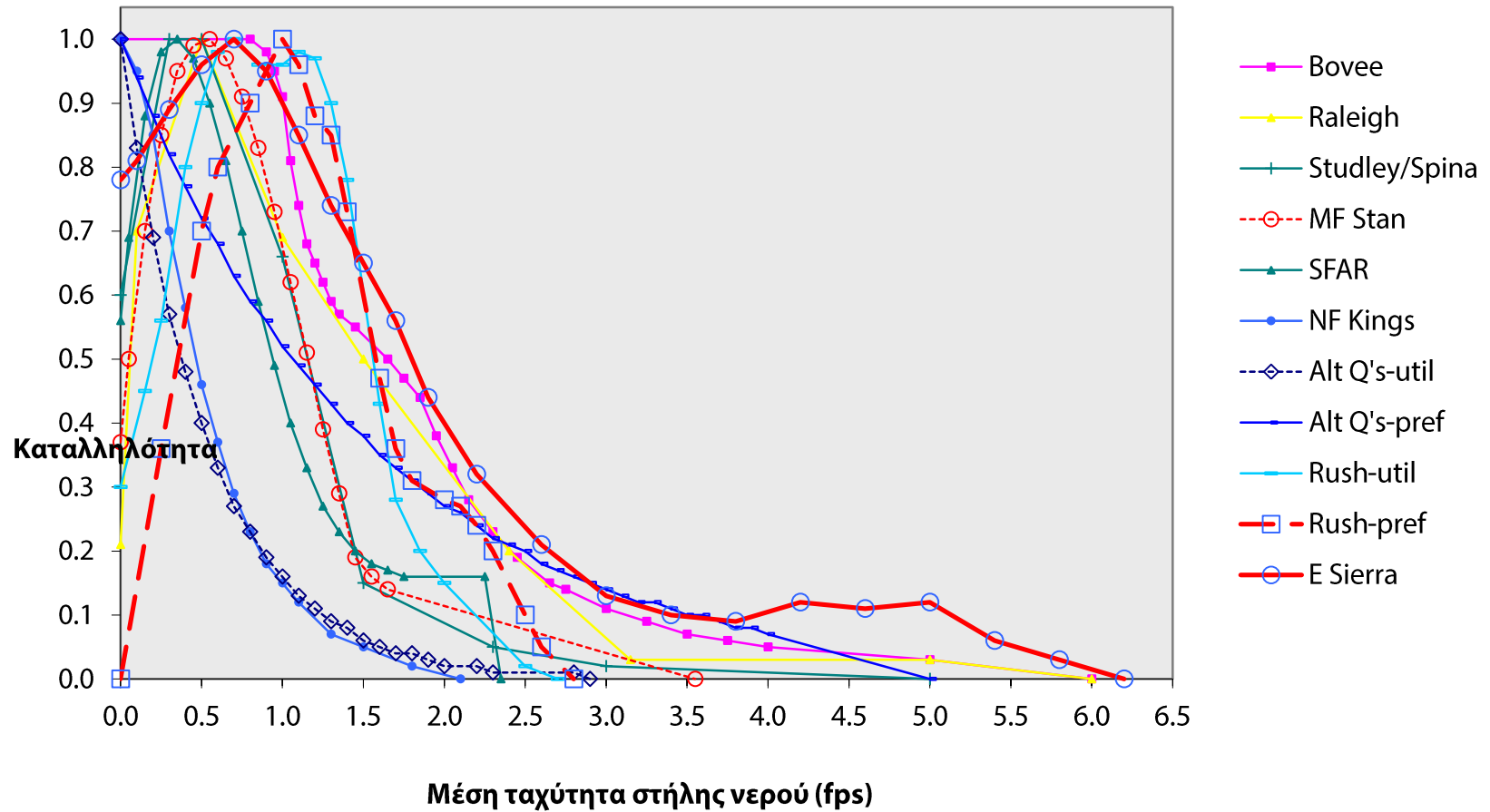
Καμπύλες Καταλληλότητας Χρήσης Ενδιαιτήματος

Ενήλικη Πέστροφα





### Ενήλικη Πέστροφα



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
παιδιά που  
γινονται

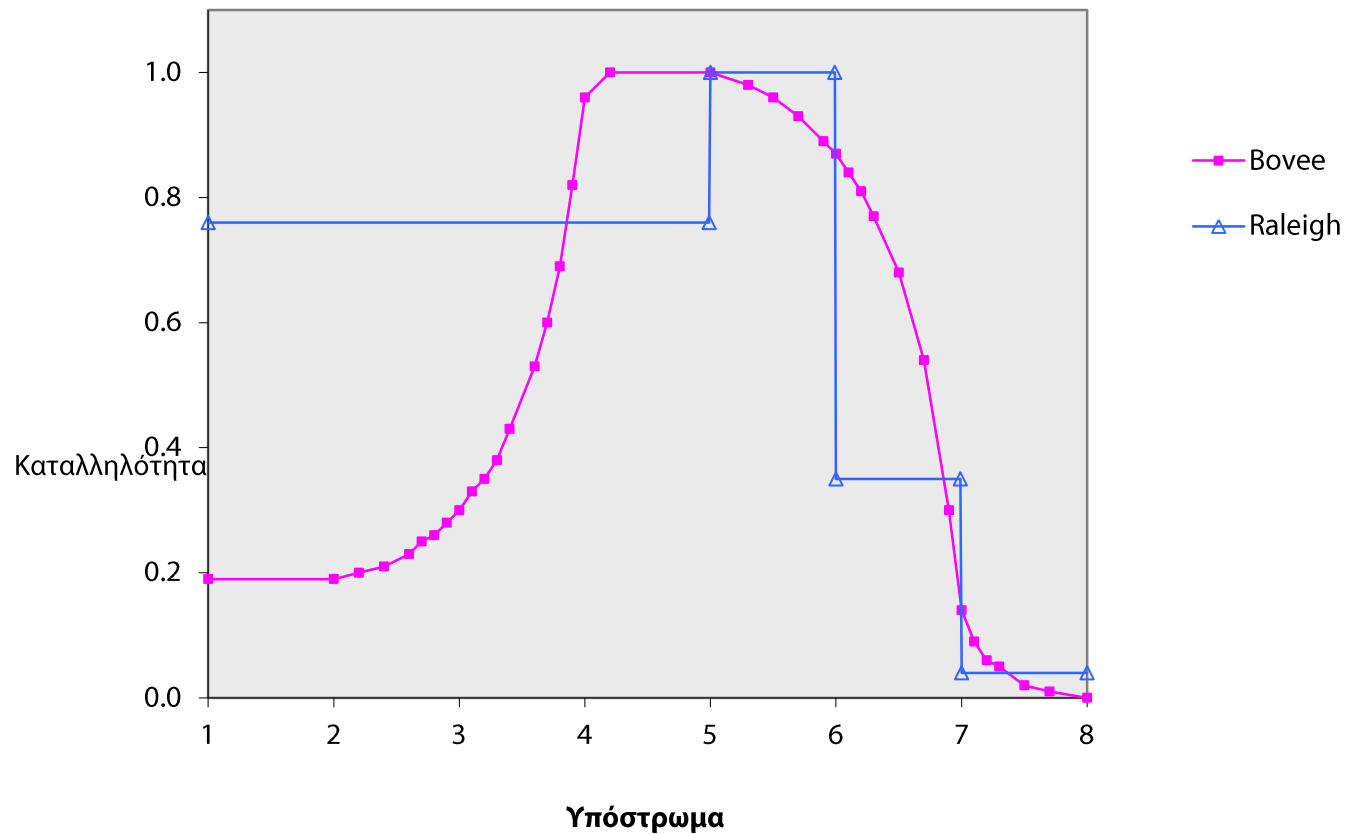


η περιφέρειά σου στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

### Νεαρή Πέστροφα



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα  
ανταγωνιστική  
παιδιά που  
γινόντουσαν

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΠΑΝ II  
ΕΠ.Α. 2007-2013  
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

## Παράρτημα Β

### Πρωτόκολλα πεδίου

### Συλλογή δεδομένων χρήσης ενδοναυτικού

Περιοχή Μελέτης:					Ημερομηνία:			Φύλλο 1	
Τύπος Μεσοενδοναυτικού:					Έκταση:				
Αριθμός Διακριτικού	Είδος	Μέγεθος	Αριθμός Ψαριών	Βάθος	Σημειακό Βάθος %	Ταχύτητα 60%	Ταχύτητα 20%	Ταχύτητα 80%	Σημειακή Ταχύτητα



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Περιοχή Μελέτης:		Ημερομηνία:			Φύλλο 2					
Τύπος Υποστρώματος					Προστασία					
Υλīs	Άμμος	Χαλίκια	Κροκάλες	Βράχια	Βλάστηση	Σπηλιές	Κορμοί	Σκιά	Μεγάλα βράχια	Ρίζες



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Πρωτόκολλο δειγματοληψίας συλλογής δεδομένων προτίμησης ενδιαιτήματος**

Περιοχή Μελέτης:				Ημερομηνία:					Έκταση:					
Τύπος Μεσοενδιαιτήματος:				Τύπος Υποστρώματος					Προστασία					
Βάθος	Ταχύτητα 60%	Ταχύτητα 20%	Ταχύτητα 80%	Υλίσ	Άμμος	Χαλίκια	Κροκάλες	Βράχια	Βλάστηση	Σπηλιές	Κορμοί	Σκιά	Μεγάλα βράχια	Ρίζες



## Παράρτημα C

### Παράδειγμα αντιστοίχισης αποτελεσμάτων υδραυλικού μοντέλου σε τιμές δείκτη καταλληλότητας

Model output – numeric model								Calculation of SI (each)				Combined SI	WUA <sub>cell</sub>
Flow	node	coord. x	coord. y	depth	velocity	channel index	area	G_a_S_DSI	G_a_S_VSI	G_a_S_CiSI	G_a_S_CbSI	G_a_S_WUA	
2.16	10079	-105019.63	300188.35	0.35	0.59	6	4.39	0.00	0.81	1	0.00	0.00	
2.16	10080	-105019.91	300186.31	0.10	0.10	6	4.29	0.00	0.19	1	0.00	0.00	
2.16	10081	-105029.30	300207.36	0.31	0.00	5	4.28	0.00	0.01	1	0.00	0.00	
2.16	10082	-105021.99	300202.20	0.00	0.00	5	4.67	0.00	0.00	1	0.00	0.00	
2.16	10083	-105023.11	300193.88	0.61	0.70	6	4.25	0.58	0.64	1	0.37	1.58	
<b>2.16</b>	<b>10084</b>	<b>-105022.93</b>	<b>300195.96</b>	<b>0.90</b>	<b>0.49</b>	5	4.23	<b>0.92</b>	<b>1.00</b>	<b>1</b>	<b>0.92</b>	<b>3.89</b>	
2.16	10085	-105022.60	300198.17	1.10	0.34	5	3.74	1.00	0.69	1	0.69	2.57	
2.16	10086	-105022.41	300200.11	0.60	0.02	5	3.73	0.55	0.04	1	0.02	0.08	
2.16	10087	-105023.99	300202.86	0.14	0.01	5	4.05	0.00	0.01	1	0.00	0.00	

Depth SI calculation:  
 If depth is within Interval 1– then DSI is 0  
 If depth is within Interval 2– then DSI is a function of [m\*depth + c]  
 If depth is within Interval 3– then DSI is 1



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

