



Π.5.1 Έκθεση Αξιολόγησης και Πιστοποίησης του Υδρο-οικολογικού εργαλείου ECOFLOW

ECOFLOW-11ΣΥΝ_8_917

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

04 Μαρτίου 2013 – 31 Οκτωβρίου 2015

Πακέτο εργασίας 5

Εφαρμογή, Αποτίμηση και Πιστοποίηση του Υδρο-οικολογικού εργαλείου ECOFLOW



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

ECOFLOW-11ΣΥΝ_8_917

Τίτλος Παραδοτέου: 5.1 Έκθεση Αξιολόγησης και Πιστοποίηση του Υδρο-οικολογικού εργαλείου ECOFLOW

Υπεύθυνος Φορέας: Δ. Αργυρόπουλος & Συνεργάτες Ο.Ε.

Πακέτο Εργασίας 5: Εφαρμογή, Αποτίμηση και Πιστοποίηση του Υδρο-οικολογικού εργαλείου ECOFLOW

Κατάθεση έως: 31/10/15

Κατατέθηκε στις: 30/09/15

Φύση παραδοτέου: Τεχνική Έκθεση

Abstract

This report presents the implementation of Hydro-Ecological tool ECOFLOW in three pilot sites in the Upper Acheloos: Tripotamos area and upstream and downstream region of Mesochora dam. Subsequently, the evaluation of this tool and the verification of its effectiveness are carried out in various levels.

For the ECOFLOW project, a Hydro-Ecological model was developed combining the hydraulic characteristics of river flows and the fish fauna biology in order to calculate the optimal minimum environmental flow downstream of hydraulic structures. The Hydro-Ecological tool consists of two distinct unidirectional functions: WUA module which is used to calculate the optimal minimum environmental flow and DSS module which is used to assist the user in deciding the final acceptable environmental flow in case where other requirements beyond the ecological take place.

Since the objectives of the project are crucial to the tool's success, the tool evaluation procedure is based on these same objectives, while the whole evaluation process is



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



geared to ascertain the level of achievement of these objectives. The goal of the evaluation was the improvement of the hydro-ecological tool before final completion and achieving the program objectives, thus the formative evaluation was implemented, while this report constitutes the stage of the final, summative evaluation. Furthermore, by the team coordinator of WP5 internal evaluation was applied, as he has greater knowledge of the subject and its functions and could interfere to the development in corrective ways, before the final evaluation report.

Part of the evaluation of a software or a computational tool is the validation / certification of its results. To validate this hydro-ecological tool, the same calculations with the same assumptions and the same algorithms were performed using other software that are already certified and certified. Comparing the results with those of hydro-ecological tool shows that the results are verified with no major deviation and therefore the validation check of hydro-ecological tool is positive.

In conclusion, the hydro-ecological ECOFLOW tool is an innovative, for the Greek conditions, easy to use, effective and verified computational tool that can be used by users such as hydraulic engineers, water resources and river ecosystems scientists and by competent authorities of Greece on the assessment of the optimal minimum ecological flow. The main advantages are the simplicity of use and embodiment of the requirements of Directive 2000/60 / EC, and that is adjusted to Greek rivers conditions, contrary to current methodologies used to Greece or similar tools developed abroad.

Περίληψη:

Στο παρόν παραδοτέο παρουσιάζεται η εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού Εργαλείου ECOFLOW σε 3 πιλοτικές περιοχές στον Άνω Αχελώο: στην περιοχή Τριπόταμο και στις περιοχές ανάντη και κατόντη φράγματος Μεσοχώρας και, ακολούθως, αξιολογείται το εργαλείο και πιστοποιείται η αποτελεσματικότητά του σε διάφορα επίπεδα.

Στα πλαίσια του έργου ECOFLOW αναπτύχθηκε ένα υδροοικολογικό μοντέλο το οποίο



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



συνδυάζει τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ροής σε ποτάμια με την βιολογία των ψαριών, ώστε να υπολογίζει την βέλτιστη ελάχιστη οικολογική παροχή σε ποτάμια συστήματα κατάντη υδραυλικών έργων. Το υδροοικολογικό εργαλείο διαθέτει 2 διακριτά υποεργαλεία, τα οποία αλληλεπιδρούν μονόδρομα μεταξύ τους: το υποεργαλείο **WUA module** το οποίο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της βέλτιστης ελάχιστης οικολογικής παροχής και το υποεργαλείο **DSS module** το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την υποβοήθηση του χρήστη στη λήψη απόφασης της τελικά αποδεκτής οικολογικής παροχής, στην περίπτωση και άλλων απαιτήσεων πέρα της οικολογικής.

Η εφαρμοζόμενη διαδικασία αξιολόγησης του εργαλείου γίνεται με βάση τους στόχους του έργου ECOFLOW, καθώς οι τελευταίοι έχουν καθοριστική σημασία για την επιτυχία του εργαλείου, ενώ όλη η διαδικασία της αξιολόγησης είναι προσανατολισμένη στη διαπίστωση του βαθμού επίτευξης αυτών των στόχων. Κατά τη διάρκεια του έργου, εφαρμόστηκε η *διαμορφωτική αξιολόγηση*, καθώς σκοπός ήταν η βελτίωση και επίτευξη των στόχων του εργαλείου πριν την τελική ολοκλήρωσή του, ενώ στην παρούσα έκθεση παρουσιάζεται αναλυτικά το στάδιο της τελικής, *απολογιστικής, αξιολόγησης*. Επιπλέον, με βάση άλλη διακριτοποίηση, εφαρμόστηκε ο τύπος της *εσωτερικής αξιολόγησης* από την ομάδα του Συντονιστή του Π.Ε.5, καθώς έχει μεγαλύτερη γνώση του αντικειμένου του εργαλείου και των λειτουργιών του και μπορεί να παρεμβαίνει στην εξέλιξη του εργαλείου διορθωτικά με βάση ενδιάμεσες αξιολογήσεις, πριν την τελική έκθεση αξιολόγησης.

Μέρος της αξιολόγησης ενός λογισμικού ή υπολογιστικού εργαλείου αποτελεί και η διαδικασία επικύρωσης/ πιστοποίησης των αποτελεσμάτων του. Η διαδικασία επικύρωσης του εργαλείου έγινε εκτελώντας τους ίδιους υπολογισμούς, με τις ίδιες παραδοχές, με την ίδια σειρά και υλοποιώντας τους ίδιους αλγορίθμους, με την χρήση άλλων λογισμικών τα οποία είναι ήδη επικυρωμένα και πιστοποιημένα. Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά του υδρο-οικολογικού εργαλείου προκύπτει πως τα αποτελέσματα επαληθεύονται χωρίς σημαντικές αποκλίσεις και επομένως ο έλεγχος επικύρωσης του υδρο-οικολογικού εργαλείου είναι θετικός.

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣΕλλάδα
ανταγωνιστική
οικονομία
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



Συμπερασματικά, λοιπόν, το Υδρο-οικολογικό εργαλείο ECOFLOW αποτελεί ένα καινοτόμο για τις ελληνικές συνθήκες, εύχρηστο, αποτελεσματικό και επαληθευμένο υπολογιστικό εργαλείο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από χρήστες όπως μελετητές υδραυλικών έργων, επιστήμονες των υδατικών πόρων και των ποτάμιων οικοσυστημάτων, αλλά και από τις διαχειριστικές και αδειοδοτικές αρχές της Ελλάδας, για την εκτίμηση της βέλτιστης ελάχιστης οικολογικής παροχής. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά του είναι η απλότητα στη χρήση και εφαρμογή του και η ενσωμάτωση σε μεγάλο βαθμό των οριζόμενων από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ για τα νερά και ότι είναι προσαρμοσμένο για εφαρμογή σε ελληνικά ποτάμια, σε αντίθεση με υφιστάμενες μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα ή παρόμοια εργαλεία που αναπτύχθηκαν στο εξωτερικό.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ελλάδα
ανταγωνιστική
πολίτεια παντού
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



Σύνοψη Πληροφοριών Αρχείου

Αριθμός Παραδοτέου:	5.1
Τίτλος Παραδοτέου:	Έκθεση Αξιολόγησης και Πιστοποίηση του Υδρο-οικολογικού εργαλείου ECOFLOW
Συγγραφείς:	Δημήτριος Αργυρόπουλος, Λάζαρος Ντοανίδης, Μυρτώ Αργυροπούλου – Παπά, Κρυσταλία Ευαγγελάτου
Αριθμός Πακέτου Εργασίας:	5
Συντονιστής ΠΕ:	Δ. Αργυρόπουλος & Συνεργάτες ΟΕ
Εταίροι που συμμετέχουν στο ΠΕ:	ΑΝΜαρ GIS Α.Ε., ΕΛΚΕΘΕ – Ινστιτούτο Θαλασσίων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων,
Ομάδα στόχος:	Εταίροι, ελεγκτική αρχή, τελικές ομάδες χρηστών, ευρύ κοινό
Λέξεις κλειδιά:	Αξιολόγηση, Πιστοποίηση, υδρο-οικολογικό εργαλείο, πλατφόρμα ECOFLOW



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή – Αντικείμενο Παραδοτέου.....	10
2	Συνοπτική Παρουσίαση του Υδρο-οικολογικού Εργαλείου	11
2.1	Στόχοι της Υδροοικολογικής Πλατφόρμας ECOFLOW	11
2.2	Περιγραφή των Λειτουργιών της Υδρο-οικολογικής Πλατφόρμας ECOFLOW.....	12
2.2.1	Υποεργαλείο WUA.....	13
2.2.2	Υποεργαλείο DSS.....	16
3	Εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού Εργαλείου σε τρεις Πιλοτικές Περιοχές.....	18
3.1	Βήματα εφαρμογής Υδρο-οικολογικού Εργαλείου στις Πιλοτικές Περιοχές.....	18
3.2	Σύγκριση αποτελεσμάτων Υδρο-οικολογικού Εργαλείου και Απαιτήσεων Ελληνικής Νομοθεσίας.....	25
4	Τυπολογίες και Μέθοδοι Αξιολόγησης	27
4.1	Γενικά	27
4.2	Κατηγορίες Αξιολόγησης.....	28
4.2.1	Διαμορφωτική και απολογιστική αξιολόγηση.....	28
4.2.2	Εσωτερική και εξωτερική αξιολόγηση.....	30
5	Σχεδιασμός και Διεξαγωγή Αξιολόγησης Υδρο-οικολογικού εργαλείου.....	31
5.1	Σχεδιασμός Αξιολόγησης	31
5.1.1	Στόχοι αξιολόγησης.....	31
5.1.2	Τύποι αξιολόγησης που εφαρμόστηκαν.....	32
5.1.3	Χρονοδιάγραμμα αξιολόγησης.....	33
5.2	Καθορισμός Κριτηρίων Αξιολόγησης.....	33
6	Ανάλυση Αποτελεσμάτων Αξιολόγησης - Συμπεράσματα.....	36
6.1	Ικανοποίηση των Κριτηρίων Αξιολόγησης.....	36
6.1.1	Κριτήριο συνέπειας.....	36
6.1.2	Κριτήριο αποτελεσματικότητας.....	36
6.1.3	Κριτήριο αποδοτικότητας.....	36
6.1.4	Κριτήριο καταλληλότητας.....	37
6.1.5	Κριτήριο εφαρμοσιμότητας στις ελληνικές συνθήκες.....	37
6.1.6	Κριτήριο εύρους εφαρμογής.....	38
6.1.7	Κριτήριο συνεργασίας με μοντέλα ποτάμιας υδραυλικής που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές στην Ελλάδα.....	39
6.1.8	Κριτήριο ευκολίας στη χρήση και εφαρμογή του.....	39



6.1.9	Κριτήριο αξιοπιστίας και ακρίβειας των αποτελεσμάτων του.....	40
6.2	Επικύρωση – Πιστοποίηση Υδρο-οικολογικού Εργαλείου	40
6.3	Συμπεράσματα - Προτάσεις Βελτίωσης.....	41
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 2. 1 Υποεργαλεία της Υδρο-οικολογικής πλατφόρμας Ecoflow	13
Σχήμα 2. 2 Καμπύλη Σταθμισμένης Κατάλληλης Έκτασης όπως προκύπτει από το υποεργαλείο WUA	14
Σχήμα 2. 3 Διάγραμμα ροής διαδικασιών υποεργαλείου WUA.....	15
Σχήμα 2. 4 Καμπύλες δείκτη καταλληλότητας ενδιαιτήματος για μεσαία πέστροφα	16
Σχήμα 2. 5 Διάγραμμα ροής διαδικασιών υποεργαλείου DSS	17
Σχήμα 3. 1 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους και παρουσίαση του υδρογραφικού δικτύου και των διατομών ελέγχου στο υδραυλικό μοντέλο για τις τρεις περιοχές.....	20
Σχήμα 3. 2 Σενάρια παροχής που εξετάστηκαν στην υδραυλική προσομοίωση των 3 περιοχών.....	21
Σχήμα 3. 3 Κάναβος βάθους και ταχύτητας ροής από την υδραυλική προσομοίωση για παροχή 7m ³ /s στην περιοχή Τριπόταμο	23
Σχήμα 3. 4 Σταθμισμένη κατάλληλη έκταση για μικρή πέστροφα από την εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού εργαλείου στην περιοχή Μεσοχώρα ανάντη	24
Σχήμα 3. 5 Σταθμισμένη κατάλληλη έκταση για μικρή πέστροφα από την εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού εργαλείου στην περιοχή Τριπόταμο	24
Σχήμα 3. 6 Σταθμισμένη κατάλληλη έκταση για μικρή πέστροφα από την εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού εργαλείου στην περιοχή Μεσοχώρα κατόντη	25
Σχήμα 5. 1 Χρονοδιάγραμμα αξιολόγησης Υδρο-οικολογικού εργαλείου ECOFLOW	33

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 3. 1. Σύγκριση αποτελεσμάτων του Υδρο-οικολογικού εργαλείου με τις απαιτήσεις της ελληνικής νομοθεσίας.....	26
---	----

1 Εισαγωγή – Αντικείμενο Παραδοτέου

Στα προηγούμενα παραδοτέα του έργου αναλύθηκαν οι διαθέσιμες διεθνώς μεθοδολογίες εκτίμησης της οικολογικής παροχής, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μιας, εντοπίστηκε η καταλληλότερη για τις ελληνικές συνθήκες μεθοδολογία και προσαρμόστηκε αναλόγως, αναλύθηκαν οι απαιτήσεις των χρηστών για ένα τέτοιο εργαλείο και τελικά αναπτύχθηκε η διαδικτυακή πλατφόρμα του Υδρο-οικολογικού εργαλείου ECOFLOW.

Στο παρόν παραδοτέο παρουσιάζεται η εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού Εργαλείου σε 3 πιλοτικές περιοχές και ακολούθως αξιολογείται το εργαλείο και πιστοποιείται η αποτελεσματικότητά του σε διάφορα επίπεδα. Από τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του εργαλείου προκύπτουν τα συμπεράσματα σχετικά με την ακρίβεια και την ευχρηστία του μοντέλου, καθώς και για το εύρος εφαρμογής και του περιορισμούς του.

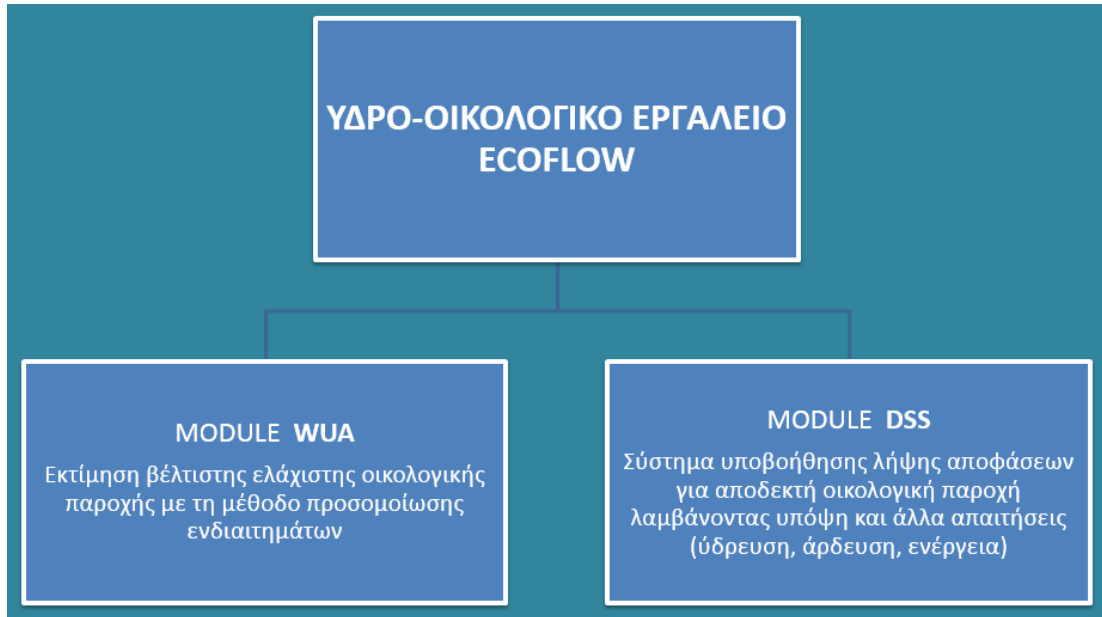
Όπως γίνεται αντιληπτό, η αξιολόγηση και πιστοποίηση ενός υπολογιστικού εργαλείου, το οποίο μάλιστα είναι πρωτοποριακό για τα ελληνικά δεδομένα και καλείται να καλύψει ένα μεγάλο κενό στον τομέα διαχείρισης υδατικών πόρων και βιώσιμης ανάπτυξης, είναι καθοριστικής σημασίας στάδιο για την επιτυχία του έργου και του εργαλείου. Η σύλληψη της δημιουργίας του και η ανάπτυξή του σαφέστατα αποτελούν την απαρχή ενός εργαλείου, ωστόσο η πιστοποίησή του είναι το στάδιο το οποίο θα το καθιερώσει ως επιτυχημένο και εφαρμόσιμο από το ευρύ κοινό των χρηστών.

Η διαδικτυακή υλοποίηση του παραπάνω μοντέλου ονομάζεται «Υδρο-οικολογική πλατφόρμα Ecoflow».

2.2 Περιγραφή των Λειτουργιών της Υδρο-οικολογικής Πλατφόρμας ECOFLOW

Το υδρο-οικολογικό εργαλείο στηρίζεται σε μια διαδικτυακή πλατφόρμα Γεωγραφικών Πληροφοριών ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμο και λειτουργικό, χωρίς απαίτηση ιδιαίτερων γνώσεων Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών αλλά παρέχοντας όλα τα πλεονεκτήματα των ΣΓΠ. Η υδροοικολογική πλατφόρμα λειτουργεί στην διαδικτυακή πλατφόρμα MyGIS (<http://ecoplatform.mygis.gr/>). Το MyGIS είναι η πρώτη πλήρης διαδικτυακή πλατφόρμα εισαγωγής, οπτικοποίησης, ανάλυσης και διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων. Μέσα από ένα πολυγλωσσικό, εύχρηστο και φιλικό περιβάλλον, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει τις δυνατότητες ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS) το οποίο, αν και δικτυακό, έχει όλα τα εργαλεία και τις δυνατότητες των desktop εφαρμογών GIS, καλύπτοντας κάθε επαγγελματική ή εκπαιδευτική απαίτηση.

Το υδροοικολογικό εργαλείο διαθέτει 2 διακριτά υποεργαλεία τα οποία αλληλεπιδρούν μονόδρομα μεταξύ τους: το υποεργαλείο **WUA module**, το οποίο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της βέλτιστης ελάχιστης οικολογικής παροχής και το υποεργαλείο **DSS module**, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την υποβοήθηση του χρήστη στη λήψη απόφασης της τελικά αποδεκτής οικολογικής παροχής, στην περίπτωση και άλλων απαιτήσεων πέρα της οικολογικής. Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζεται η δομή της υδροοικολογικής πλατφόρμας. Σημειώνεται πως το υποεργαλείο DSS βρίσκεται σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης και παρέχει μια απλή και προκαταρκτική υποβοήθηση στη λήψη απόφασης για την τελικά αποδεκτή οικολογική παροχή.



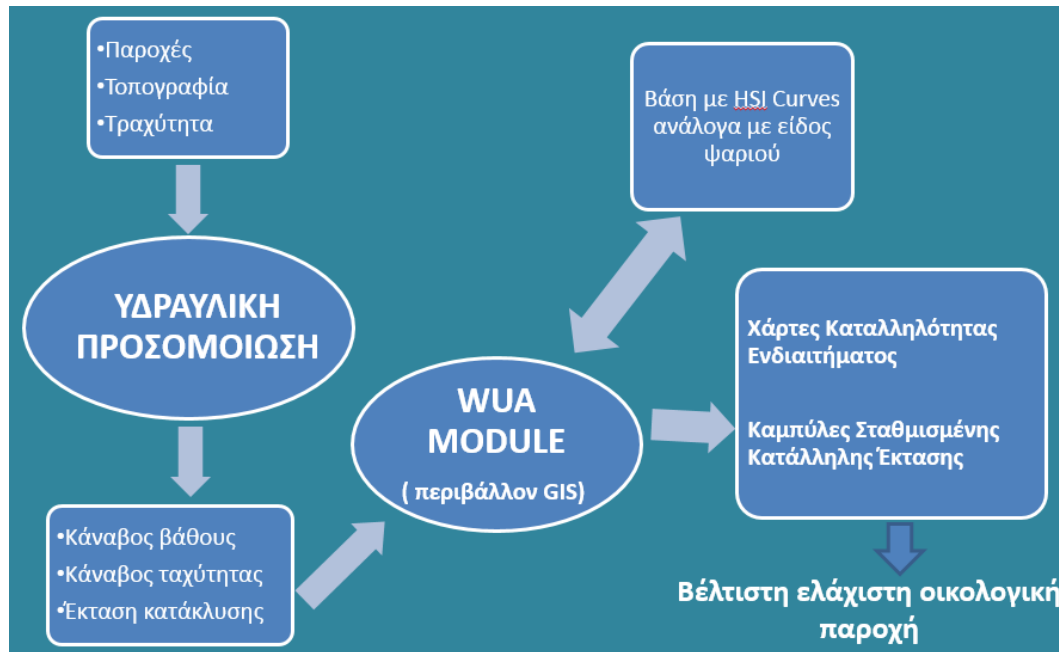
Σχήμα 2.1 Υποεργαλεία της Υδρο-οικολογικής πλατφόρμας Ecoflow

Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των 2 υποεργαλείων σχετικά με τις λειτουργίες τους, χωρίς αναλυτική παρουσίαση των αλγορίθμων και σταδίων υπολογισμού που εμπεριέχονται στο καθένα, καθώς δεν αποτελεί αντικείμενο αυτού του παραδοτέου και έχει συντελεστεί σε προηγούμενα παραδοτέα. Η εφαρμογή τους θα παρουσιαστεί σε επόμενο κεφάλαιο.

2.2.1 Υποεργαλείο WUA

Το υποεργαλείο WUA είναι το κατεξοχήν τμήμα της υδροοικολογικής πλατφόρμας που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της βέλτιστης οικολογικής παροχής. Ενσωματώνει τη μεθοδολογία προσομοίωσης ενδαιτημάτων, δηλαδή συνδυάζει τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης σε κάποιο τμήμα ποταμού με καμπύλες καταλληλότητας ενδαιτήματος για συγκεκριμένο είδος ψαριού.

Ο χρήστης εισάγει ως δεδομένα στην πλατφόρμα τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης σε αρχεία μορφής raster (.flt ή .txt), τα οποία συνδυάζονται με τις καμπύλες καταλληλότητας ενδαιτήματος ενός είδους ψαριού και παράγεται η Καμπύλη Σταθμισμένης

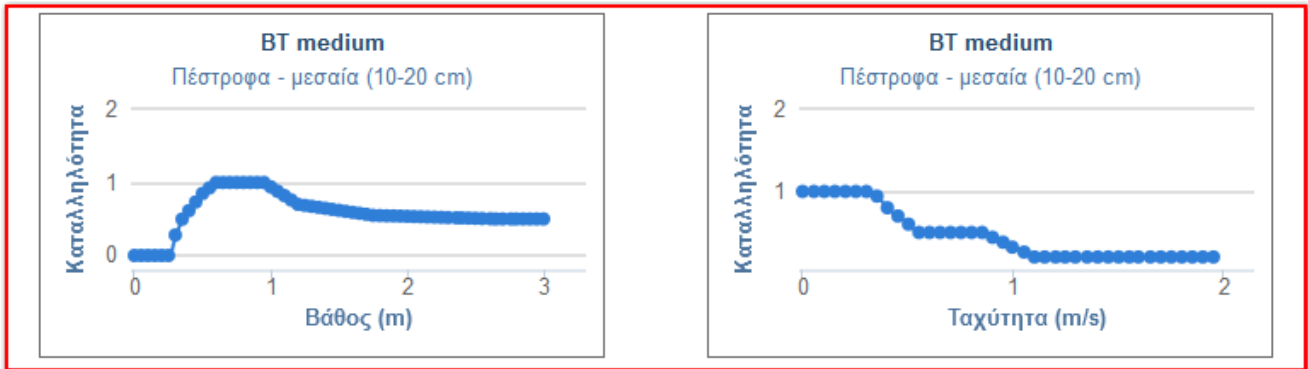


Σχήμα 2.3 Διάγραμμα ροής διαδικασιών υποεργαλείου WUA

Όπως φαίνεται, αρχικά εκτελείται η υδραυλική προσομοίωση του τμήματος ποταμού που μελετάται για διάφορα σενάρια παροχών, εκτός της υδρο-οικολογικής πλατφόρμας. Η επιλογή αυτή έγινε ώστε να μην περιορίζεται ο χρήστης στην εφαρμογή συγκεκριμένου υδραυλικού μοντέλου, αλλά να μπορεί να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα του μοντέλου που εκτέλεσε για την υδραυλική μελέτη σχεδιασμού του έργου. Τα ελάχιστα δεδομένα που εισάγονται στην πλατφόρμα είναι τα raster αρχεία βάθους και ταχύτητας ροής για διάφορα σενάρια παροχών. Ο χρήστης μπορεί, εφόσον υπάρχει διαθέσιμο, να εισάγει και το raster αρχείο με τον τύπο υποστρώματος.

Σε επόμενο βήμα, ο χρήστης επιλέγει το είδος και το μέγεθος ψαριού το οποίο τον ενδιαφέρει, ως το αντιπροσωπευτικό στην περιοχή μελέτης του. Στην πλατφόρμα και στο πλαίσιο εκτέλεσης του έργου ECOFLOW έχουν παραχθεί και περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων του υποεργαλείου WUA καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος για το βάθος και την ταχύτητα ροής για 2 είδη ψαριών: την πέστροφα και τον ποταμοκέφαλο. Ενδεικτικά, η καμπύλη αυτή για την μεσαία πέστροφα παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα 2.4. Στην περίπτωση που κανένα από τα 2 είδη ψαριών δεν καλύπτουν τις απαιτήσεις του χρήστη, του δίνεται η

δυνατότητα να καταχωρήσει στη βάση της πλατφόρμας καμπύλες καταλληλότητας ενδιαιτήματος που έχει κατασκευάσει ο ίδιος για το είδος ενδιαφέροντος. Η μεθοδολογία παραγωγής των καμπυλών αναλύεται σε άλλα παραδοτέα, καθώς και στον οδηγό εφαρμογής του εργαλείου.



Σχήμα 2.4 Καμπύλες δείκτη καταλληλότητας ενδιαιτήματος για μεσαία πέστροφα

Στο τελικό βήμα γίνεται ο υπολογισμός της καμπύλης κατάλληλης σταθμισμένης έκτασης WUA και υπολογίζεται η βέλτιστη ελάχιστη οικολογική παροχή, ολοκληρώνοντας έτσι τη λειτουργία του υποεργαλείου WUA.

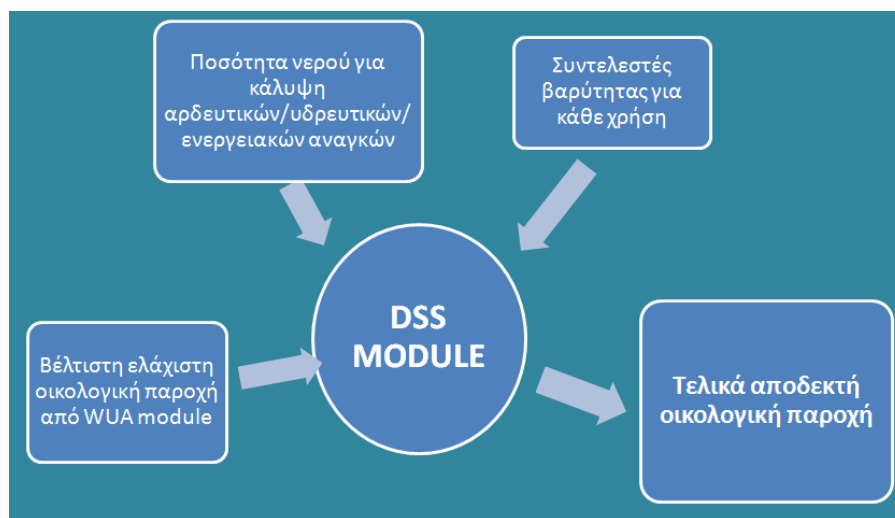
2.2.2 Υποεργαλείο DSS

Το υποεργαλείο αυτό θα μπορεί να χρησιμοποιείται σε προκαταρκτικό επίπεδο για την υποβοήθηση των χρηστών στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση του νερού ενός ταμιευτήρα και την απόδοση της οικολογικής παροχής. Δεν υποκαθιστά την ανάγκη εκπόνησης διαχειριστικής μελέτης ενός ταμιευτήρα, απλά δίνει τη δυνατότητα σε αρχικό στάδιο για την εξέταση διαφόρων σεναρίων οικολογικής παροχής και τον αντίκτυπό τους στις άλλες χρήσεις νερού.

Με την εισαγωγή επιπλέον στοιχείων από αυτών που χρησιμοποιήθηκαν στο υποεργαλείο WUA, όπως ο ωφέλιμος όγκος ταμιευτήρα, η διαθέσιμη ποσότητα νερού, οι ανάγκες ύδρευσης, άρδευσης, ηλεκτροπαραγωγής κ.α σε συνδυασμό με συγκεκριμένους συντελεστές βαρύτητας για την κάλυψη κάθε χρήσης νερού, θα υπολογίζονται αυτόματα η περίσσεια ή η έλλειψη

νερού στον ταμιευτήρα κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Εφόσον υπάρχει έλλειψη νερού, θα υπολογίζεται από το υποεργαλείο η δυνητική και πραγματική συνεισφορά της κάθε κατηγορίας χρήσης νερού για την κάλυψη του ελλείματος, σύμφωνα με τους συντελεστές βαρύτητας και την ποσοστιαία συμμετοχή κάθε χρήσης νερού στο έλλειμμα. Έτσι, θα εκτιμώνται για κάθε σενάριο οικολογικής παροχής οι ποσότητες νερού ανά χρήση που μπορούν να δοθούν από τον ταμιευτήρα (με βάση την διαθεσιμότητα νερού) και, συνεπώς, η επί τοις εκατό τελική κάλυψη των αναγκών νερού ανά κατηγορία χρήσης θα αντιστοιχεί σε βαθμολογία κάθε ενός από τους τομείς χρήσης νερού (οικολογία, άρδευση, ύδρευση, υδροηλεκτρική ενέργεια κ.α). Το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών θα δίνει την συνολική βαθμολογία του κάθε σεναρίου, ενώ ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να μεταβάλει τους συντελεστές βαρύτητας και να εκτιμήσει τις επιπτώσεις στην κάλυψη των αναγκών των διάφορων κατηγοριών χρήσεως νερού.

Το διάγραμμα ροής των διαδικασιών που εκτελούνται από το υποεργαλείο DSS παρουσιάζεται στο σχήμα 2. 5.



Σχήμα 2. 5 Διάγραμμα ροής διαδικασιών υποεργαλείου DSS

3 Εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού Εργαλείου σε τρεις Πιλοτικές Περιοχές

3.1 Βήματα εφαρμογής Υδρο-οικολογικού Εργαλείου στις Πιλοτικές Περιοχές

Για την αξιολόγηση και πιστοποίηση των αποτελεσμάτων του Υδρο-οικολογικού εργαλείου ήταν απαραίτητη η εφαρμογή του σε τρεις πιλοτικές περιοχές στον Άνω Αχελώο: την περιοχή Τριπόταμου και την περιοχή ανάντη και κατόντη του φράγματος της Μεσοχώρας. Επομένως, έπρεπε αρχικά να συλλεγούν όλα τα δεδομένα πεδίου ώστε να γίνει η υδραυλική προσομοίωση των τριών αυτών περιοχών και στη συνέχεια τα αποτελέσματα να εισαχθούν στο εργαλείο.

Σε πρώτη φάση ολοκληρώθηκε η **χαρτογράφηση μεσο-ενδιαιτημάτων** (meso-habitat mapping) στις δύο περιοχές, ώστε να επιλεγεί τελικά ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα ποταμού που θα εφαρμοστεί το εργαλείο. Το αντιπροσωπευτικό σημαίνει να εμφανίζονται τουλάχιστον από δύο φορές όλοι οι τύποι μεσο-ενδιαιτημάτων: pools, riffles, runs, rapids. Η παρουσίαση της μεθοδολογίας χαρτογράφησης ενδιαιτημάτων παρουσιάστηκε σε προηγούμενο παραδοτέο και για το λόγο αυτό παραλείπεται από το παρόν κεφάλαιο.

Στις δύο περιοχές έγινε **τοπογραφική αποτύπωση της κοίτης** για μήκος περίπου 290m για την περιοχή Τριπόταμο και 370m για την περιοχή ανάντη της Μεσοχώρας, με χρήση τοπογραφικού GPS, ενώ διενεργήθηκαν δύο καμπάνιες υδρομετρήσεων θερινής περιόδου. Κατά την τοπογραφική αποτύπωση έγινε και **καταγραφή του υποστρώματος της κοίτης**, καθώς και καταγραφή των θέσεων όπου υπήρχε βλάστηση ή μεγάλοι βράχοι, δημιουργώντας ιδιαίτερες συνθήκες ροής. Επίσης, και στις δύο θέσεις στην πιο κατόντη διατομή τους είχε εγκατασταθεί σταθμημετρικό όργανο από τον Οκτώβριο του 2013, για την **καταγραφή της στάθμης**.



Με αυτά τα δεδομένα πεδίου δημιουργήθηκε το **ψηφιακό μοντέλο εδάφους** και “κόπηκαν” διατομές για την προετοιμασία της υδραυλικής προσομοίωσης, με την χρήση του λογισμικού Autodesk Civil 3D. Στη συνέχεια, εισήχθησαν στο μοντέλο ποτάμιας υδραυλικής HEC-RAS 4.1. Η **υδραυλική προσομοίωση** της περιοχής Τριπόταμου, λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών ροής, έγινε με μια διαφορετική διαδικασία από την περιοχή της Μεσοχώρας, ανάντη και κατάντη. Η διαφορά έγκειται στο διαχωρισμό του κυρίως κλάδου ροής και σε ένα δευτερεύοντα, για μήκος περίπου 110m, καθώς από τις υδρομετρήσεις και την επιτόπια παρατήρηση βρέθηκε πως οι στάθμες ροής στους δύο κλάδους είχαν σημαντική διαφορά, που ξεπερνούσε τα 8cm. Στη Μεσοχώρα δεν παρατηρήθηκε τέτοια διαφορά και το ποτάμι προσομοιώθηκε ως ένας κλάδος.



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

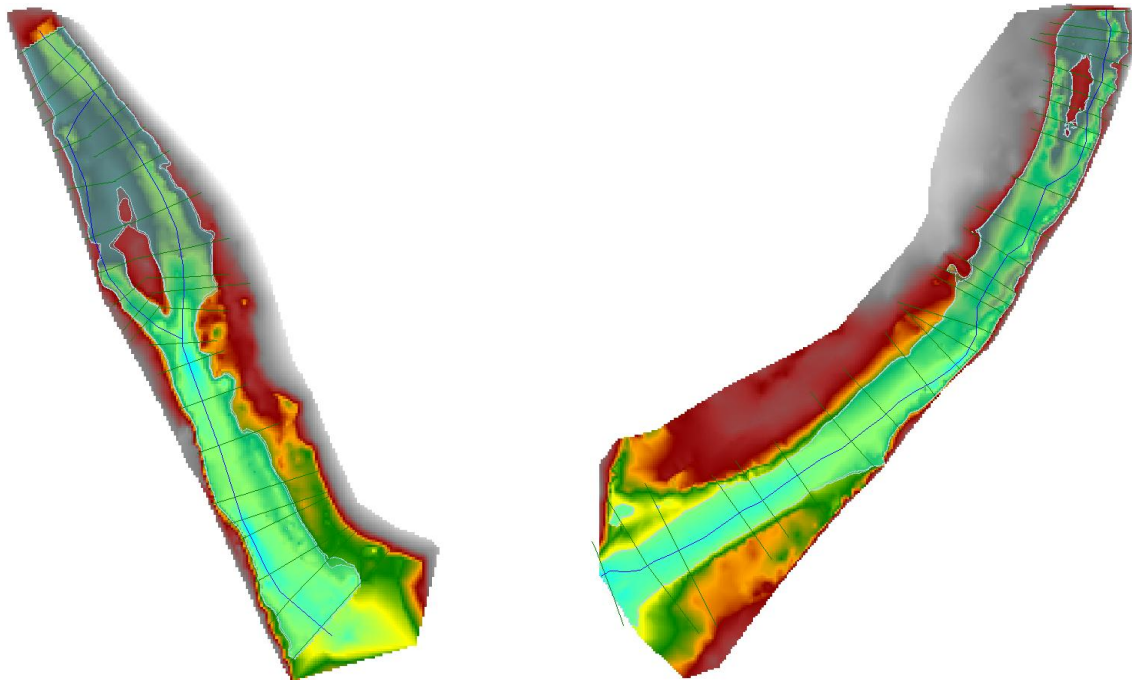


Ελλάδα
ανταγωνιστική
ποιότητα παντού
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



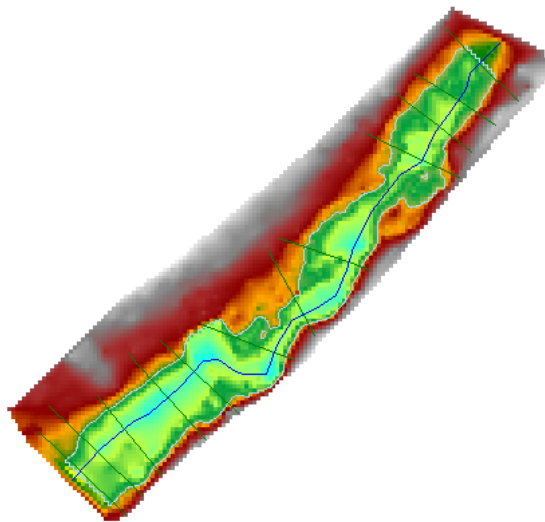
η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης





α) Τριπόταμο

β) Μεσοχώρα Ανάντη



γ) Μεσοχώρα Κατάντη

Σχήμα 3. 1 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους και παρουσίαση του υδρογραφικού δικτύου και των διατομών ελέγχου στο υδραυλικό μοντέλο για τις τρεις περιοχές

Κάθε διατομή και για τις δύο περιοχές χωρίστηκε σε ένα αριθμό κελιών, σύμφωνα με την μεθοδολογία IFIM, και ο συντελεστής τραχύτητας μεταβαλλόταν κατά πλάτος ανάλογα με το υπόστρωμα και την ύπαρξη ή μη βλάστησης. Στη συνέχεια, ορίστηκαν οι οριακές συνθήκες για κάθε περιοχή και επιλέχτηκαν τα **σενάρια παροχών**. Μεταξύ των παροχών επιλέχτηκαν και οι παροχές με πιθανότητα υπέρβασης 90%, 80%, 75%, 60%, 50%, 40% και 25% από τις αντίστοιχες καμπύλες διάρκειας για τις τρεις θέσεις. Συνολικά, προσομοιώθηκαν 13 σενάρια παροχών για το Τριπόταμο και 15 για την Μεσοχώρα ανάντη και κατάντη.

Steady Flow Data - 13PF_normalBC_2BRANCES

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (25000 max): 13 Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: ACHELOOS Add Multiple ...

Reach: UPPER River Sta: 276.2 Add A Flow Change Location

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates													
River	Reach	RS	0.4cms	0.7cms	1cms	1.4cms	1.8cms	2cms	2.5cms	3cms	4cms	5cms	7cms	8cms	12cms	
1	ACHELOOS	UPPER	276.2	0.4	0.7	1	1.4	1.8	2	2.5	3	4	5	7	9	12
2	ACHELOOS	LEFT BRANCH	234.5	0.399	0.63	0.98	1.373	1.465	1.94	2.41	2.89	3.66	4.8	6.5	8.2	10.9
3	ACHELOOS	RIGHT BRANCH	95.6	0.001	0.01	0.02	0.027	0.035	0.06	0.09	0.11	0.14	0.2	0.5	0.8	1.1
4	ACHELOOS	LOWER	136.8	0.4	0.7	1	1.4	1.8	2	2.5	3	4	5	7	9	12

α) Τριπόταμο

Steady Flow Data - 20PF_normal_BC

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (25000 max): 15 Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: Acheios r Add Multiple ...

Reach: Acheios r River Sta: 395 Add A Flow Change Location

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates															
River	Reach	RS	0.5cms	0.65cms	1.15cms	1.3cms	2.5cms	3.5cms	4cms	5cms	7cms	8cms	8.8cms	10cms	12cms	15cms	18cms	
1	Acheios r	Acheios r	395	0.5	0.65	1.15	1.3	2.5	3.5	3.96	5	7	8	8.8	10	12	15	18

β) Μεσοχώρα ανάντη

Steady Flow Data - 15PF_normal BC

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (25000 max): 15 Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: ACHELOOS Add Multiple ...

Reach: RIVER CL River Sta: 159.6 Add A Flow Change Location

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates															
River	Reach	RS	0.7cms	1.2cms	1.5cms	2cms	2.5cms	3.5cms	5cms	6.7cms	7.4cms	7.8cms	9cms	11cms	13cms	15cms	18cms	
1	ACHELOOS	RIVER CL	159.6	0.7	1.2	1.5	2	2.5	3.5	5	6.7	7.4	7.8	9	11	13	15	18

γ) Μεσοχώρα κατάντη

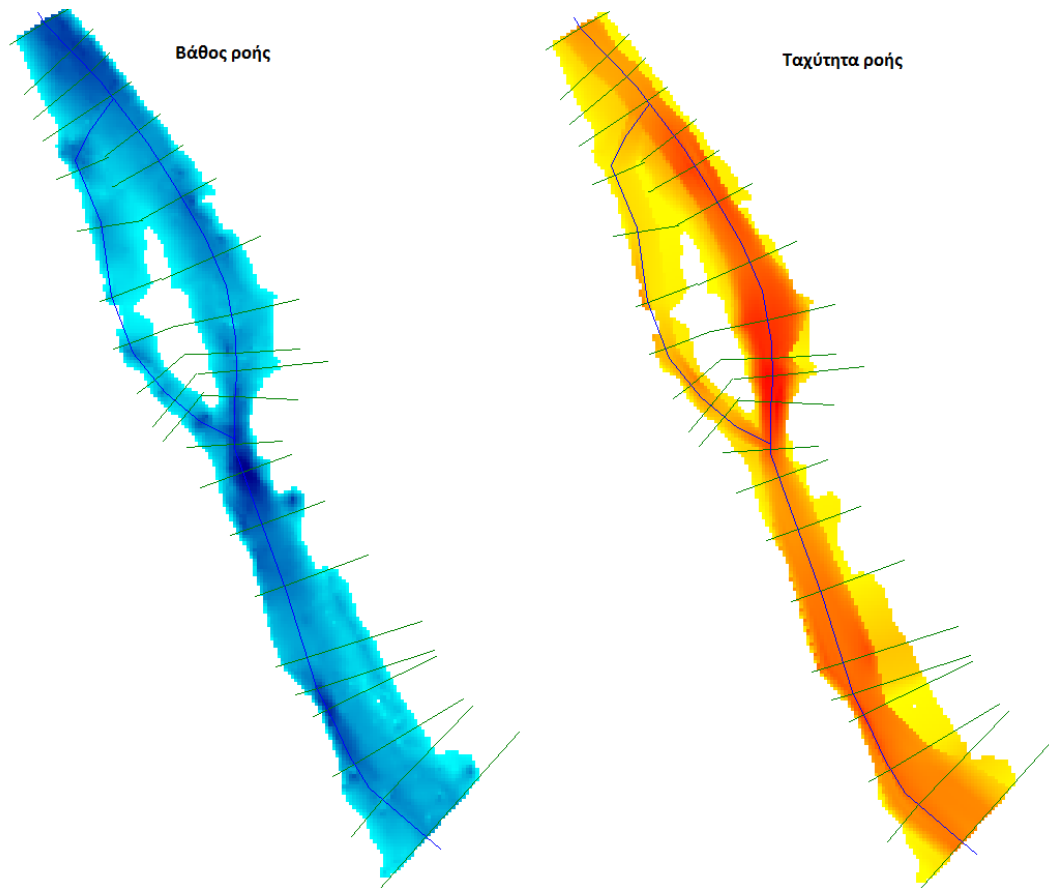
Σχήμα 3. 2 Σενάρια παροχής που εξετάστηκαν στην υδραυλική προσομοίωση των 3 περιοχών



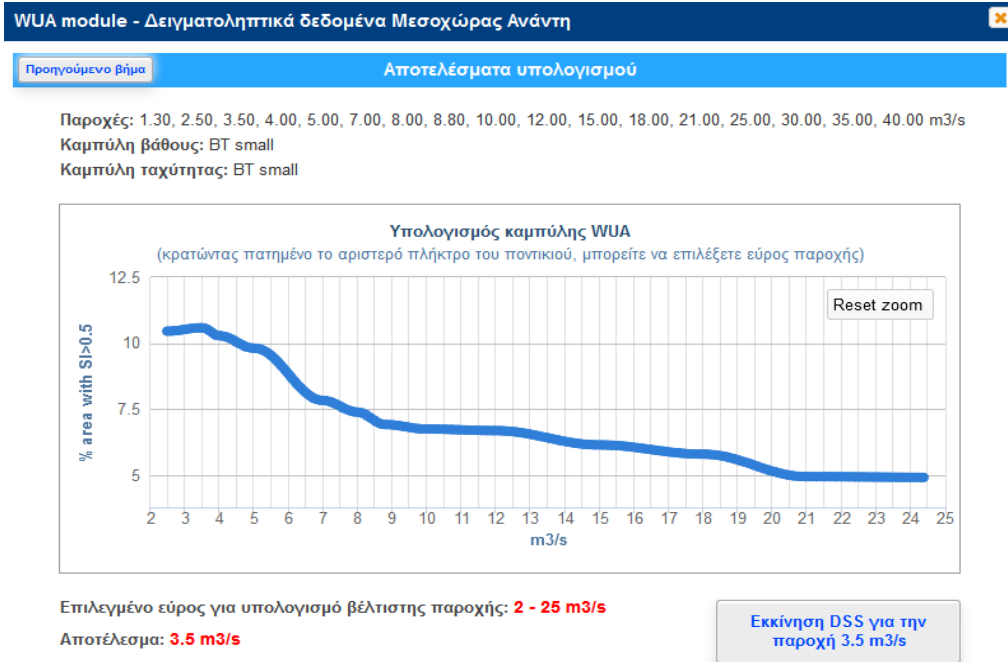
Το υδραυλικό μοντέλο βαθμονομήθηκε μέσω του συντελεστή τραχύτητας, με βάση τις μετρημένες τιμές στάθμης και ταχύτητας για μία ή δύο παροχές (για την περιοχή της Μεσοχώρας ανάντη ή του Τριπόταμου και της Μεσοχώρας κατόντη, αντίστοιχα) από τις υδρομετρήσεις που είχαν προηγηθεί. Για τις δύο περιοχές, Τριπόταμο και Μεσοχώρα ανάντη, εκτελέστηκαν δύο καμπάνιες υδρομετρήσεων τη θερινή περίοδο του 2014, σε περίπου 10 κρίσιμες διατομές για την κάθε περιοχή, με τη χρήση μυλίσκου. Για την περιοχή της Μεσοχώρας κατόντη, οι υδρομετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις αρχές του Οκτωβρίου 2015.

Τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης παρήγαγαν κλίμακες ταχύτητας και βάθους ροής για το κάθε σενάριο παροχής και για τις τρεις περιοχές. Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 3.3) παρουσιάζονται, ενδεικτικά, οι κλίμακες βάθους και ταχύτητας για παροχή $7\text{m}^3/\text{s}$ στην περιοχή Τριπόταμο.

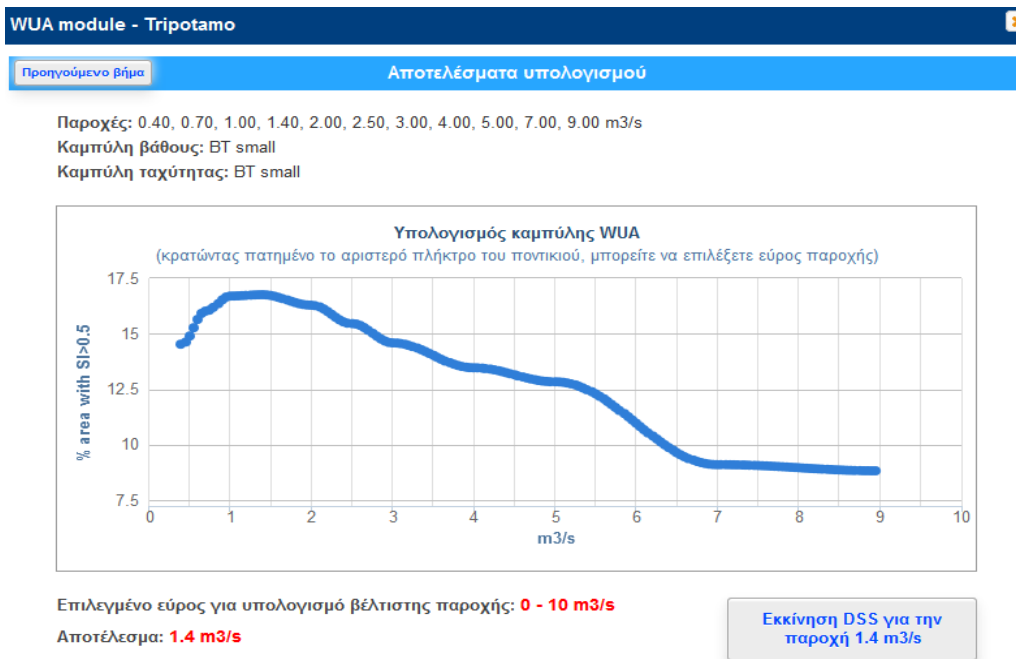
Σε επόμενο βήμα, τα αποτελέσματα αυτά φορτώθηκαν με τη μορφή αρχείων .flt στην πλατφόρμα του υδροοικολογικού εργαλείου, ανά σενάριο παροχής για τις δύο περιοχές. Αφού επιλέχθηκαν οι καμπύλες καταλληλότητας βάθους και ταχύτητας για μικρή πέστροφα από τη βάση δεδομένων της πλατφόρμας, εκτελέστηκαν οι υπολογισμοί ώστε να προκύψει η καμπύλη WUA για τις δύο περιοχές. Ως τελικό αποτέλεσμα προκύπτει η βέλτιστη ελάχιστη παροχή.



Σχήμα 3.3 Κάναβος βάθους και ταχύτητας ροής από την υδραυλική προσομοίωση για παροχή 7m³/s στην περιοχή Τριπόταμο



Σχήμα 3. 4 Σταθμισμένη κατάλληλη έκταση για μικρή πέστροφα από την εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού εργαλείου στην περιοχή Μεσοχώρα ανάντη



Σχήμα 3. 5 Σταθμισμένη κατάλληλη έκταση για μικρή πέστροφα από την εφαρμογή του Υδρο-οικολογικού εργαλείου στην περιοχή Τριπόταμο

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του Υδρο-οικολογικού εργαλείου, προκύπτει ότι η απαιτούμενη από την ελληνική νομοθεσία παροχή αποτελεί το 35% έως 50% της παροχής που υπολογίζεται με την εφαρμογή του εργαλείου για τη Μεσοχώρα ανάντη και κατόντη και το 25% έως 70% για το Τριπόταμο.

Επιπρόσθετα, εξετάζοντας την απαίτηση της νομοθεσίας για ελάχιστο βάθος ροής στο βαθύτερο σημείο της διατομής ίσο με 20 cm, προκύπτει πως για τη Μεσοχώρα η απαίτηση αυτή ικανοποιείται με παροχή μόλις 1,3 m³/s και 1,5 m³/s και για το Τριπόταμο ικανοποιείται με παροχή 1,0 m³/s.

Πίνακας 3. 1. Σύγκριση αποτελεσμάτων του Υδρο-οικολογικού εργαλείου με τις απαιτήσεις της ελληνικής νομοθεσίας

Περιοχή	Απαίτηση Οικ. Παροχής ως το 30% της μέσης παροχής των θερινών μηνών (m ³ /s)	Απαίτηση Οικ. Παροχής για ελάχιστο βάθος 20cm (m ³ /s)	Οικολογική Παροχή βάσει των αποτελεσμάτων του εργαλείου (m ³ /s)
Μεσοχώρα ανάντη	1,446	1,3	3,615
Μεσοχώρα κατόντη	1,788	1,5	3,55
Τριπόταμο	0,345	1,0	1,38

Η διαδικασία της αξιολόγησης οργανώθηκε σε 3 επιμέρους στάδια (Κεφάλαιο 5), τα οποία περιλαμβάνουν:

- ο τον αναλυτικό σχεδιασμό της αξιολόγησης,
- ο τη διεξαγωγή της αξιολόγησης,
- ο την κοινοποίηση των αποτελεσμάτων.

Το στάδιο του σχεδιασμού της αξιολόγησης περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των στόχων της αξιολόγησης, την επιλογή τύπου και μεθόδου αξιολόγησης καθώς και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης.

Το στάδιο διεξαγωγής της αξιολόγησης περιλαμβάνει τον καθορισμό των κριτηρίων αξιολόγησης, εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών αξιολόγησης, ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων καθώς και την εξαγωγή συμπερασμάτων και διατύπωση προτάσεων.

Το στάδιο της κοινοποίησης των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει την επιλογή των αποδεκτών της αξιολόγησης και τη συγγραφή της έκθεσης αξιολόγησης.

4.2 Κατηγορίες Αξιολόγησης

Έχουν προταθεί διεθνώς διάφορα μοντέλα και τύποι αξιολόγησης για προγράμματα και ερευνητικά έργα. Διάκριση μεταξύ των διαφορετικών τύπων αξιολόγησης μπορεί να γίνει είτε με βάση το σκοπό αυτής, οπότε και διακρίνεται σε διαμορφωτική ή απολογιστική αξιολόγηση, είτε με βάση την προέλευση του αξιολογητή, οπότε και διακρίνεται σε εσωτερική ή εξωτερική αξιολόγηση.

4.2.1 Διαμορφωτική και απολογιστική αξιολόγηση

Μια πρώτη διάκριση ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους αξιολόγησης μπορεί να γίνει με κριτήριο το σκοπό της αξιολόγησης. Πρώτος ο M. Scriven το 1967 πρότεινε την -κλασική σήμερα- κατάταξη των αξιολογήσεων με βάση το σκοπό που αυτές εξυπηρετούν, εισάγοντας ταυτόχρονα τους όρους διαμορφωτική (formative) και απολογιστική (summative) αξιολόγηση.

Η **διαμορφωτική αξιολόγηση** διενεργείται με σκοπό τη βελτίωση της εσωτερικής λειτουργίας και των αναμενόμενων αποτελεσμάτων ενός προγράμματος/έργου, καθώς οι συντελεστές του υπό αξιολόγηση προγράμματος λαμβάνουν τις απαραίτητες πληροφορίες προκειμένου να προβούν σε κατάλληλες διορθωτικές παρεμβάσεις. Αντίθετα, η **απολογιστική αξιολόγηση** εφαρμόζεται συνήθως κατά την ολοκλήρωση ενός προγράμματος προκειμένου να προσδιοριστούν τα πλεονεκτήματα και η αξία ενός προγράμματος, ώστε να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα και η τελική αξιολογητική κρίση επί του προγράμματος.

Από την επιλογή του τύπου αξιολόγησης προσδιορίζονται και διαμορφώνονται τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, κατά τη διαμορφωτική αξιολόγηση η συλλογή των δεδομένων είναι συνεχής και τα αποτελέσματα αυτών κοινοποιούνται στους συνεργάτες του προγράμματος με ενδιάμεσες εκθέσεις και ενσωματωμένες προτάσεις βελτίωσης, κατά την εξέλιξη του έργου. Στην απολογιστική αξιολόγηση οι αξιολογητές, συνήθως αν και όχι απαραίτητα, δεν συμμετέχουν στο πρόγραμμα, ενώ οι εκθέσεις αποτελούν τις τελικές εκθέσεις όπου διατυπώνονται οι τελικές κρίσεις- αξιολογήσεις.

Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι οι κατηγορίες της αξιολόγησης που προαναφέρθηκαν μπορούν να λογιστούν και ως στάδια, σχεδιασμού, διαμορφωτικής και, τελικά, απολογιστικής αξιολόγησης, σύμφωνα με τον Steven και τους συνεργάτες του (1993).

Θα μπορούσε να πει κανείς ότι η συνεχής επαφή για την ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ των μελών της ομάδας μελέτης του έργου, αλλά και οι επίσημες συναντήσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των εταιρών με στόχο τη συζήτηση για την πορεία του προγράμματος και, φυσικά, την επίλυση των προβλημάτων που προέκυπταν, αποτέλεσαν τη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης του Υδροοικολογικού εργαλείου, καθώς οδήγησαν στη βελτίωσή του και την επίτευξη των στόχων, πριν την τελική ολοκλήρωσή του.

Η παρούσα έκθεση αποτελεί την τελική έκθεση αξιολόγησης του Υδροοικολογικού εργαλείου, όπου εξετάζονται αναλυτικά τα κριτήρια που τέθηκαν, αποτελώντας, κατ' αυτόν τρόπο, το στάδιο της απολογιστικής αξιολόγησης.

4.2.2 Εσωτερική και εξωτερική αξιολόγηση

Μια δεύτερη διάκριση των τύπων αξιολόγησης μπορεί να γίνει με βάση την προέλευση του αξιολογητή. Όταν ο αξιολογητής ανήκει στο προσωπικό του οργανισμού που έχει την ευθύνη για την υλοποίηση ενός προγράμματος η αξιολόγηση χαρακτηρίζεται ως **εσωτερική**, ενώ στην αντίθετη περίπτωση η αξιολογηση είναι **εξωτερική**.

Για την αξιολόγηση του Υδρο-οικολογικού εργαλείου, εφαρμόστηκε ο τύπος της εσωτερικής αξιολόγησης από την ομάδα του Συντονιστή του ΠΕ5. Πλεονέκτημα της εσωτερικής αξιολόγησης αποτελεί το γεγονός ότι οι συμμετέχοντες κατανοούν καλύτερα το εργαλείο και τις ιδιαίτερες συνθήκες για τις οποίες σχεδιάστηκε, τα δυνατά ή ασθενή σημεία, δίνοντας έτσι καλύτερες και πιο στοχευμένες κατευθύνσεις.

υλοποίησης και της πολιτικής του φορέα χρηματοδότησης, του έργου /προγράμματος. Παρακάτω, παρουσιάζονται τα κριτήρια για την αξιολόγηση του Υδρο-οικολογικού εργαλείου, σύμφωνα και με τους στόχους του προγράμματος (βλ. Κεφάλαιο 5.1.1).

Συνέπεια. Εξετάζεται το κατά πόσο το έργο υλοποιήθηκε σύμφωνα με τον αρχικό προγραμματισμό και σχεδιασμό. Κατ' αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατό στις διάφορες φάσεις του έργου να εκτελεστούν οι απαραίτητες διορθωτικές παρεμβάσεις, ώστε να αποφευχθούν παρεκκλίσεις από τους καθορισμένους στόχους του έργου.

Αποτελεσματικότητα. Διερευνάται ο βαθμός επιτευξης των καθορισμένων στόχων.

Αποδοτικότητα. Συγκρίνεται το κόστος του έργου/εργαλείου με τα οφέλη που επιφέρει.

Καταλληλότητα. Διερευνάται αν οι στόχοι του προγράμματος ήταν επαρκείς σε σχέση με το πρόβλημα που αναμενόταν να επιλυθεί, εν προκειμένω του ζητήματος της ορθής εκτίμησης της οικολογικής παροχής.

Εφαρμοσιμότητα στις ελληνικές συνθήκες. Ελέγχεται αν το υδρο-οικολογικό εργαλείο είναι κατάλληλο στις ελληνικές συνθήκες.

Εύρος εφαρμογής. Αξιολογείται το εύρος εφαρμογής του εργαλείου και κατά πόσο το εύρος αυτό καθορίζεται και καθίσταται σαφές.

Συνεργασία του εργαλείου με μοντέλα ποτάμιας υδραυλικής. Εξετάζονται οι δυνατότητες συνεργασίας με μοντέλα ποτάμιας υδραυλικής τα οποία χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό υδραυλικών έργων.

Ευκολία χρήσης. Εξετάζεται ο βαθμός ευκολίας εφαρμογής του εργαλείου από το χρήστη

Αξιοπιστία αποτελεσμάτων. Ελέγχεται η πιστότητα και η ακρίβεια των υπολογισμών.

Η εξέταση πληρότητας και ανταπόκρισης στα παραπάνω κριτήρια, καθώς και ο βαθμός που αυτό επιτυγχάνεται, καθορίζει αν το εργαλείο εκπληρώνει τους στόχους του έργου και

επομένως αξιολογείται ως επιτυχημένο ή όχι, ενώ παράλληλα συνεπάγεται και επικύρωση ή μη των αποτελεσμάτων που παράγει.

κατασκευής και πολύ περισσότερο της λειτουργίας του. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση και καταβλήθηκε προσπάθεια, ώστε το εργαλείο να μπορεί να εφαρμοστεί με τα λιγότερα δυνατά δεδομένα, καθώς και τα δεδομένα να συλλέγονται με σχετικά απλό τρόπο.

Έτσι, στην περίπτωση που θα εφαρμοστεί σε ένα ποτάμι όπου το είδος χαρακτηρισμού είναι η πέστροφα ή ο ποταμοκέφαλος, απαιτείται πολύ μικρή προσπάθεια και κόπος για τη λειτουργία του. Τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ροής που απαιτούνται θα προέρχονται από την υδραυλική μελέτη σχεδιασμού ενός έργου διαχείρισης υδάτων, που εκπονείται πάντα σε προηγούμενο στάδιο.

Στην περίπτωση εφαρμογής του εργαλείου σε ποτάμι όπου το είδος χαρακτηρισμού είναι άλλο από την πέστροφα ή τον ποταμοκέφαλο, το κόστος εφαρμογής του αυξάνει, καθώς απαιτείται η κατασκευή καμπυλών καταλληλότητας ενδαιτήματος για το συγκεκριμένο είδος ενδιαφέροντος. Το στάδιο αυτό συνεπάγεται εργασίες πεδίου από εξειδικευμένο προσωπικό και ένα εύλογο χρονικό διάστημα.

6.1.4 Κριτήριο καταλληλότητας

Μέχρι σήμερα, οι μεθοδολογίες εκτίμησης οικολογικής παροχής δεν συνυπολογίζουν τις απαιτήσεις που προκύπτουν από τη βιολογία της ιχθυοπανίδας. Επομένως, δεν ανταποκρίνονται πλήρως στα οριζόμενα της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για τα νερά. Αντιθέτως, το υπόψη εργαλείο όχι μόνο συνυπολογίζει αλλά δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στις απαιτήσεις που προέρχονται από τη βιολογία των ψαριών, θεωρώντας τα ως ενδείκτες της οικολογικής κατάστασης ενός ποτάμιου οικοσυστήματος, όπως ορίζει η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα (2000/60/ΕΕ). Ως εκ τούτου, το εργαλείο ικανοποιεί πλήρως το κριτήριο της καταλληλότητας, καθώς παρέχει την ορθότερη λύση για την επίλυση του προβλήματος εκτίμησης της οικολογικής παροχής στον ελλαδικό χώρο.

6.1.5 Κριτήριο εφαρμοσιμότητας στις ελληνικές συνθήκες

Το εργαλείο ικανοποιεί πλήρως αυτό το κριτήριο, καθώς εξ αρχής σχεδιάστηκε για τις ιδιαίτερες συνθήκες των ελληνικών ορεινών ποταμών, όλα τα δεδομένα συλλέχθηκαν και οι πιλοτικές εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν σε ελληνικά ποτάμια. Τα δεδομένα κατασκευής των

καμπυλών καταλληλότητας ενδαιτήματος έγιναν σε ελληνικό ποτάμι, για ελληνικά είδη πανίδας. Στο σημείο αυτό, υπερτερεί σε σχέση με άλλα εργαλεία υπολογισμού οικολογικής παροχής που έχουν αναπτυχθεί σε χώρες του εξωτερικού, τα οποία περιλαμβάνουν δεδομένα διαφορετικού τύπου και η εφαρμογή τους στην Ελλάδα είναι περιορισμένη και αμφιλεγόμενη. Επίσης, ο μικρός όγκος δεδομένων εισόδου που απαιτούνται ανταποκρίνεται στις ελληνικές συνθήκες, όπου η εξεύρεση δεδομένων αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία.

6.1.6 Κριτήριο εύρους εφαρμογής

Η εφαρμογή του εργαλείου μπορεί να δώσει ρεαλιστικά και αξιόπιστα αποτελέσματα για ένα συγκεκριμένο τύπο ποταμών και, συγκεκριμένα, για τις ιδιαίτερες συνθήκες των ορεινών ποταμών της Ελλάδας. Σε άλλου τύπου ποτάμια μπορεί να εφαρμοστεί με προσοχή και κάτω από ορισμένες παραδοχές. Όσον αφορά στα είδη ιχθυοπανίδας, στην παρούσα φάση, η βάση δεδομένων της πλατφόρμας περιέχει καμπύλες καταλληλότητας ενδαιτήματος μόνο για 2 είδη ψαριών, χωρίς αυτό, όμως, να σημαίνει πως δεν μπορεί ο κάθε χρήστης να δημιουργήσει και να καταχωρήσει δικές του καμπύλες καταλληλότητας για άλλα ψάρια. Εύλογα συμπεραίνεται ότι το πεδίο εφαρμογής για τα είδη ιχθυοπανίδας είναι σαφώς ευρύτερο. Επιπλέον, το αποτέλεσμα του εργαλείου είναι η βέλτιστη ελάχιστη οικολογική παροχή, η οποία αποτελεί την ελάχιστη παροχή που θα πρέπει να διασφαλίζεται στα κατάντη ενός έργου απόληψης υδάτων, κυρίως κατά τη θερινή περίοδο και δεν αποτελεί ετήσιο καθεστώς ροής, σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό του.

Τέλος, στον Οδηγό Εφαρμογής του εργαλείου επεξηγούνται και καθίστανται σαφή τα ως άνω «όρια» του εργαλείου.

Εκτιμάται, συνεπώς, ότι το εργαλείο ικανοποιεί πλήρως αυτό το κριτήριο καθώς προορίζεται, στην παρούσα φάση ανάπτυξής του, για τον υπολογισμό της ελάχιστης οικολογικής παροχής σε ορεινά ποτάμια.

6.1.7 Κριτήριο συνεργασίας με μοντέλα ποτάμιας υδραυλικής που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές στην Ελλάδα

Το εργαλείο ικανοποιεί πλήρως αυτό το κριτήριο, καθώς έχει σχεδιαστεί ώστε να δέχεται δεδομένα εισόδου από τουλάχιστον δύο από τα πιο διαδεδομένα και ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα υδραυλικής στην Ελλάδα: το HEC-RAS και το MIKE 11.

Στη διεθνή κοινότητα υπάρχουν διαθέσιμα υδραυλικά μοντέλα που περιλαμβάνουν και εργαλείο εκτίμησης της οικολογικής παροχής, όπως το PHABSIM και το RIVER-2D. Ωστόσο, και τα δύο δεν θεωρούνται ως τα πλέον κατάλληλα για την εφαρμογή τους στις ελληνικές συνθήκες, λόγω ορισμένων μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν. Το PHABSIM, παρόλο που διαθέτει εργαλείο υδραυλικής προσομοίωσης, αυτό εφαρμόζει αρκετά απλοποιητικές παραδοχές στους υδραυλικούς υπολογισμούς, με αποτέλεσμα να μην εφαρμόζεται από μηχανικούς και επιστήμονες για το σχεδιασμό υδραυλικών έργων. Επιπλέον, η εφαρμογή του απαιτεί μεγάλο πλήθος μετρήσεων στο πεδίο των υδραυλικών παραμέτρων ροής, κάτι που επίσης το καθιστά ακατάλληλο για τις ελληνικές συνθήκες. Το RIVER-2D, από την άλλη πλευρά, αποτελεί μια καλύτερη εναλλακτική, που συνεχίζει να παρουσιάζει ωστόσο το μειονέκτημα της ελάχιστης εφαρμοσιμότητας από τους μηχανικούς 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. Σε αντιδιαστολή, βέβαια, ακριβώς λόγω του δισδιάστατου χαρακτήρα του, παρέχει πιο ακριβή αποτελέσματα και μπορεί να εφαρμοστεί και κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες ροής. Οι παραπάνω λόγοι καθιστούν τα δύο αυτά λογισμικά λιγότερο κατάλληλα για τις ελληνικές συνθήκες και, επομένως, ο έλεγχος συνεργασίας του εργαλείου με αυτά καθίσταται περιττός.

6.1.8 Κριτήριο ευκολίας στη χρήση και εφαρμογή του

Το εργαλείο ικανοποιεί πλήρως αυτό το κριτήριο, καθώς ο υπολογισμός της βέλτιστης ελάχιστης παροχής γίνεται σε τρία απλά βήματα: εκτέλεση υδραυλικής προσομοίωσης, φόρτωμα του αρχείου υδραυλικών δεδομένων στην πλατφόρμα, επιλογή είδους και μεγέθους ψαριού από την βάση δεδομένων της πλατφόρμας. Η εκτέλεση της υδραυλικής προσομοίωσης

γίνεται εκτός του περιβάλλοντος της Υδρο-οικολογικής πλατφόρμας ECOFLOW, ακριβώς για τον λόγο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από επιστήμονες που δεν είναι υδραυλικοί μηχανικοί. Επιπρόσθετα, τα παραπάνω κριτήρια της εφαρμοσιμότητας στις ελληνικές συνθήκες και της συνεργασίας με μοντέλα ποτάμιας υδραυλικής συνηγορούν και αυτά στην ευκολία της χρήσης του εργαλείου.

6.1.9 Κριτήριο αξιοπιστίας και ακρίβειας των αποτελεσμάτων του

Το εργαλείο ικανοποιεί πλήρως αυτό το κριτήριο. Όπως περιγράφεται λεπτομερέστερα και στην επόμενη παράγραφο, η διαδικασία των υπολογισμών επαναλήφθηκε δίνοντας αποτελέσματα χωρίς σημαντικές αποκλίσεις.

6.2 Επικύρωση – Πιστοποίηση Υδρο-οικολογικού Εργαλείου

Μέρος της αξιολόγησης ενός λογισμικού ή υπολογιστικού εργαλείου αποτελεί και η διαδικασία επικύρωσης/πιστοποίησης των αποτελεσμάτων του. Αφού σχεδιαστεί, αναπτυχθεί και εφαρμοστεί ένα εργαλείο, θα πρέπει να επαληθευτούν τα αποτελέσματα που παράγει, ώστε να θεωρηθεί επιτυχημένο και να προωθηθεί προς ευρεία χρήση. Με τον όρο επικύρωση/επαλήθευση/πιστοποίηση νοείται, στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο έλεγχος της επιστημονικότητας και ρεαλιστικότητας των αποτελεσμάτων του υδρο-οικολογικού εργαλείου. Με άλλα λόγια, εξετάζεται η πιθανότητα σφαλμάτων κατά την εκτέλεση των υπολογισμών και η απόκλιση από τα θεωρητικά αναμενόμενα αποτελέσματα.

Η διαδικασία επικύρωσης του εργαλείου έγινε εκτελώντας τους ίδιους υπολογισμούς, με τις ίδιες παραδοχές, με την ίδια σειρά και υλοποιώντας τους ίδιους αλγορίθμους και με τη βοήθεια άλλων, επικυρωμένων και πιστοποιημένων, λογισμικών. Λόγω της σχετικής απλότητας των αλγορίθμων που υλοποιεί το υδρο-οικολογικό εργαλείο, χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα Microsoft Excel της Office και το ArcGIS της ESRI.

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά του υδρο-οικολογικού εργαλείου για τις 3 περιοχές εφαρμογής, προκύπτει πως τα αποτελέσματα του εργαλείου επαληθεύονται, χωρίς

σημαντικές αποκλίσεις, και, επομένως, ο έλεγχος επικύρωσης του υδρο-οικολογικού εργαλείου είναι θετικός.

6.3 Συμπεράσματα - Προτάσεις Βελτίωσης

Με βάση όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, το Υδρο-οικολογικό Εργαλείο ECOFLOW εκπληρώνει τους στόχους του έργου και ικανοποιεί τα κριτήρια αξιολόγησης. Αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο εκτίμησης της ελάχιστης οικολογικής παροχής σε ποτάμια της Ελλάδας, το οποίο βρίσκεται σε συμφωνία με τα οριζόμενα της Ευρωπαϊκής Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά και άλλων ευρωπαϊκών και εθνικών περιβαλλοντικών πολιτικών. Το γεγονός αυτό το καθιστά πρωτοποριακό για τα ελληνικά δεδομένα, ενώ αντιμετωπίζει το ζήτημα της ελάχιστης οικολογικής παροχής όχι σαν ένα ποσοστό της θερινής παροχής, αλλά ως μια ποσότητα νερού που συσχετίζεται και ικανοποιεί τις βιολογικές απαιτήσεις της ιχθυοπανίδας. Με τον τρόπο αυτό συμβάλει ουσιαστικά στην διατήρηση της καλής οικολογικής κατάστασης των ποτάμιων οικοσυστημάτων και καθιστά εφαρμόσιμη την αειφορική διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Στην παρούσα φάση ανάπτυξης του και στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου ECOFLOW, το εργαλείο ικανοποιεί τους στόχους του έργου, ωστόσο έχει ορισμένους περιορισμούς. Η αντιμετώπιση και άρση αυτών των περιορισμών μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο περαιτέρω ανάπτυξης και βελτίωσης του εργαλείου. Η αναβάθμιση και επέκταση της βιολογικής βάσης του εργαλείου με την ενσωμάτωση περισσότερων καμπυλών καταλληλότητας ενδιαίτηματος για περισσότερα είδη ιχθυοπανίδας αποτελεί μια τέτοιου είδους ενέργεια. Επίσης, η επέκταση εφαρμογής του και σε άλλους τύπους ποταμών της Ελλάδας αποτελεί μια ακόμη ενέργεια βελτίωσής του.

Εν κατακλείδι, το Υδρο-οικολογικό εργαλείο ECOFLOW αποτελεί ένα καινοτόμο για τις ελληνικές συνθήκες, εύχρηστο, αποτελεσματικό και επαληθευμένο υπολογιστικό εργαλείο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από χρήστες, όπως μελετητές υδραυλικών έργων, επιστήμονες των υδατικών πόρων και των ποτάμιων οικοσυστημάτων, αλλά και από τις διαχειριστικές και αδειοδοτικές αρχές της Ελλάδας, για την εκτίμηση της βέλτιστης ελάχιστης οικολογικής

παροχής. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά του είναι η απλότητα στη χρήση, η εφαρμογή του και η ενσωμάτωση των οριζόμενων από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ για τα νερά και ότι είναι προσαρμοσμένο για εφαρμογή σε ελληνικά ποτάμια, σε αντίθεση με υφιστάμενες μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα ή παρόμοια εργαλεία που αναπτύχθηκαν στο εξωτερικό.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. European Commission (1999). Evaluating socio-economic programmes (v.6). Brussels: European Commission.
2. Rossi, P. H., & Freeman, H. E. (1993). Evaluation: a systematic approach (5th ed.). California: Sage Publications
3. Scriven, M. S. (1991). Evaluation Thesaurus (4th ed.). California: Sage Publications.
4. Scriven, M. S. (1967). The methodology of evaluation. In R.W. Tyler, R.M. Gagne, & M. S. Scriven (Eds.), Perspectives of curriculum evaluation (pp. 39-83). Chicago: Rand McNally.
5. Nguyen Cam Nhung & Eriona Shtembari (master thesis), Key criteria in Project Evaluation- A study of New Service Development, 2008