

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας

ΣΤΑΔΙΟ Ι

3^η ΦΑΣΗ – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5

ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΡΓΟ: ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Κ/Ξ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ:

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. • ΕΝΥΕΣΟ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε. • ΟΜΙΚΡΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε. • ΞΕΝΟΦΩΝ ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε. • ΟΜΙΚΡΟΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ Α.Ε. • ΧΡΗΣΤΟΣ ΣΑΛΟΓΙΑΝΝΟΣ • ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΕΚΟΥΡΑΣ • ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΤΑΔΙΟ Ι - Γ' ΦΑΣΗ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5: ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Αναθεωρήσεις:

Έκδοση	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
Έκδ. 1	Μάρτιος 2017	Αρχική Έκδοση
Έκδ. 2	Σεπτέμβριος 2017	Δεύτερη Έκδοση
Έκδ. 3	Οκτώβριος 2017	Τρίτη Έκδοση
Έκδ. 4	Δεκέμβριος 2018	Ως προς το εξώφυλλο

Σημείωση

Διευκρινίζεται ότι ο κωδικός της χώρας "GR" αντικαθίσταται πλέον από τον κωδικό "EL".

Περιεχόμενα

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΈΚΘΕΣΗΣ	1
1.2	ΟΜΑΔΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	2
1.3	ΟΜΑΔΑ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	4
2	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΟΥ ΛΗΦΘΗΚΑΝ ΥΠΟΨΗ	6
2.1	ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	6
2.2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	7
2.3	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	8
2.4	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΘΗΚΑΝ	16
3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	17
3.1	ΜΟΝΤΕΛΟ HEC-RAS 5.0 (5.0.3)	17
3.1.1	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	17
3.1.2	ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	28
3.1.3	ΕΞΑΓΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	30
4	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	31
4.1	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	31
4.2	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	32
4.2.1	ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	32
4.2.2	ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	33
4.2.3	ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	33
4.2.4	ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	34
4.3	ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	34
4.4	ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ	36
4.5	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ	36
4.5.1	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	36
4.5.2	ΚΟΜΒΟΙ	36
4.5.3	ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ	36
4.5.4	ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ	36
4.6	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	37
4.7	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	38
5	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ (GR15)	39
5.1	ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΤΑΝΤΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΤΡΑΤΟΥ: ΖΩΝΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ GR04RAK0003	44
5.1.1	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	44
5.1.2	ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	65

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

5.1.3	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	65
6	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΜΟΡΝΟΥ (GR21)	145
6.1	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	145
6.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	145
6.1.2	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	145
6.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	147
7	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΕΥΗΝΟΥ (GR20)	151
7.1	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	151
7.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	151
7.1.2	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	151
7.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	153
8	ΛΙΜΝΗ ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ (GR15)	157
8.1	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	157
8.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	157
8.1.2	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	157
8.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	160
8.2.1	ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	160
8.2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	162
9	ΛΙΜΝΗ ΛΥΣΙΜΑΧΙΑ (GR15)	163
9.1	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	163
9.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	163
9.1.2	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	163
9.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	166
9.2.1	ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	166
9.2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	168
10	ΛΙΜΝΗ ΒΟΥΛΚΑΡΙΑ (GR15)	169
10.1	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	169
10.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	169
10.1.2	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	169
10.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	172
10.2.1	ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	172
10.2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	173
11	ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΤΑΥΡΩΠΟΥ (GR15)	175
12	ΠΕΡΙΟΧΗ ΒΑΛΤΟΥ (GR15)	176

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

12.1 ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	176
12.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	176
12.1.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	177
12.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	180
<u>13 ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΑΛΑΣΣΑ</u>	<u>182</u>
13.1 ΑΝΥΨΩΣΗ ΜΣΘ ΑΠΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ	182
13.2 ΑΝΥΨΩΣΗ ΜΣΘ ΑΠΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ	183
13.3 ΑΝΥΨΩΣΗ ΜΣΘ ΑΠΟ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥΣ	183
13.4 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΝΥΨΩΣΗ ΜΣΘ	184
<u>14 ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ</u>	<u>186</u>
14.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	186
14.2 ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	186

1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο Έκθεσης

Η παρούσα Έκθεση με τους χάρτες και το Παράρτημα που τη συνοδεύουν, αποτελούν το Παραδοτέο 5 της 3^{ης} Φάσης του 1^{ου} Σταδίου της σύμβασης για την εκπόνηση της μελέτης «Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Ηπείρου, Δυτικής Στερεάς Ελλάδας και Θεσσαλίας» η οποία υπογράφηκε στις 06/02/2015 μεταξύ του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) και της Κοινοπραξίας με την επωνυμία «Κοινοπραξία Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας Ηπείρου, Δυτικής Στερεάς Ελλάδας και Θεσσαλίας». Μέλη της Κοινοπραξίας είναι τα ακόλουθα Γραφεία Μελετών:

- Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.
- ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.
- ΟΜΙΚΡΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.
- ΞΕΝΟΦΩΝ ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε.
- ΟΜΙΚΡΟΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ Α.Ε.
- ΧΡΗΣΤΟΣ ΣΑΛΟΓΙΑΝΝΟΣ
- ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΕΚΟΥΡΑΣ
- ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

Αντικείμενο της μελέτης είναι η ικανοποίηση των επιταγών της **Οδηγίας 2007/60/ΕΚ** σχετικά με την αξιολόγηση και διαχείριση κινδύνων πλημμύρας και συγκεκριμένα η υλοποίηση των δράσεων οι οποίες προβλέπονται στα άρθρα 6, 7, 8, 9 και 10 της Οδηγίας και τα άρθρα 5, 6, 7, 8, 9, 10 και 11 της **Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010** με την οποία ενσωματώθηκε η εν λόγω Οδηγία στο Εθνικό Δίκαιο.

Το 1^ο στάδιο της Σύμβασης περιλαμβάνει την κατάρτιση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας (Flood Hazard Maps) και των Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας (Flood Risk Maps) σύμφωνα με το άρθρο 6 της **Οδηγίας 2007/60/ΕΚ** και το άρθρο 5 της **Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010**.

Το παρόν Παραδοτέο [Παραδοτέο 5: Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας (Χάρτες και Τεχνική Έκθεση με τα δεδομένα, την μεθοδολογία, τα αποτελέσματα της μελέτης και Παραρτήματα με αναλυτικούς υπολογισμούς και λοιπά υποστηρικτικά κείμενα)] περιλαμβάνεται στην 3^η Φάση του 1^{ου} Σταδίου του έργου με τίτλο: Διόδευση πλημμυρών, κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και προετοιμασία δεδομένων για την ανάρτησή τους. Εξετάζονται ποτάμια πλημμύρες και πλημμύρες λόγω ανύψωσης στάθμης της θάλασσας. Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι στον 1^ο κύκλο εφαρμογής της οδηγίας 2007/60 δεν εξετάζονται σενάρια κλιματικής αλλαγής.

Στα πλαίσια της σύμβασης της παρούσας μελέτης έχουν ήδη εκπονηθεί η 1^η και η 2^η Φάση του 1^{ου} Σταδίου της μελέτης. Κατά την 1^η Φάση με τίτλο «Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας – Σύνθεση γεωγραφικών υπόβαθρων, με επίγειες τοπογραφικές εργασίες και παραγωγή όμβριων καμπυλών», έχουν ήδη καταρτισθεί τα κάτωθι Παραδοτέα για το ΥΔ Δυτ. Στερεάς Ελλάδας (GR04):

- Παραδοτέο 1: Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας (Τεχνική Έκθεση και Χάρτες)
- Παραδοτέο 2: Όμβριες καμπύλες (Τεχνική Έκθεση και Παραρτήματα με τα δεδομένα, την μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της μελέτης)
- Παραδοτέο 3: Έκθεση αυτοψιών στις θέσεις όπου έχουν εμφανιστεί στο παρελθόν σημαντικές πλημμύρες αλλά δεν περιλαμβάνονται στις ΖΔΥΚΠ
- Παραδοτέο 6: Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας – Μη Τεχνική Έκθεση

Στην 2^η Φάση με τίτλο «Παραγωγή πλημμυρικών υδρογραφημάτων», έχει ήδη καταρτισθεί το Παραδοτέο 4 «Πλημμυρικά Υδρογραφήματα (Τεχνική Έκθεση με τα δεδομένα, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της μελέτης και Παραρτήματα με αναλυτικούς υπολογισμούς και λοιπά υποστηρικτικά στοιχεία».

Η περιοχή μελέτης, στην οποία ζητείται η παραγωγή χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας, καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, έκτασης 10 199 km². **Περιλαμβάνει τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) που έχουν καθοριστεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, και τις ανάντη λεκάνες απορροής τους.** Ουσιαστικά, περιλαμβάνει τις λεκάνες απορροής όλων των μεγάλων ποταμών του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, και μικρότερων υδατορευμάτων διαλείπουσας ή χειμαρρικής ροής που διέρχονται από κάποια ΖΔΥΚΠ. Η παρούσα έκθεση αναφέρεται στη διαδικασία παραγωγής χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας από πλημμυρογραφήματα υψηλής, μέσης και χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, στις θέσεις ενδιαφέροντος του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Δυτικής Στερεάς Ελλάδας όπως ορίστηκαν σε προηγούμενα παραδοτέα. Κύριο ζητούμενο της μελέτης είναι η διόδευση των πλημμυρογραφημάτων όλων των κόμβων εισόδου των ΖΔΥΚΠ, καθώς και των ενδιάμεσων (εντός των ορίων των ΖΔΥΚΠ) κόμβων. Τα εν λόγω πλημμυρογραφήματα αποτελούν δεδομένο εισόδου των υδραυλικών μοντέλων, που χρησιμοποιούνται για την κατάρτιση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και Χαρτών Κινδύνου Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας-Πλαίσιο 2007/60/ΕΚ.

Στην παρούσα έκθεση παρουσιάζεται το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας, εξηγούνται τα δεδομένα εισόδου και οι παραδοχές της μελέτης, και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα όλων των ποταμών/ρεμάτων/χειμάρρων.

1.2 Ομάδα Εκπόνησης της Μελέτης – Επικοινωνία

Η ομάδα εκπόνησης της μελέτης που συγκροτήθηκε από την Κοινοπραξία, έχει ως εξής:

Από το γραφείο **Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.**

- Ιωάννης Καραβοκύρης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Υδρολόγος B.Sc. M.Sc DIC Ph.D
- Δημήτρης Καλοδούκας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
- Νικόλαος Μαλατέστας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
- Γεώργιος Καραβοκύρης, Πολιτικός Μηχανικός, MSc
- Καλλιρόη Πάσιου, Πολιτικός Μηχανικός & Μηχανικός Περιβάλλοντος, BEng MSc
- Branislav Todorovic, Μηχανολόγος Μηχανικός, BEng MSc, GIS expert
- Μαρίνα Πάσιου Κεφαλίδου, Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, MSc Γεωτεχνικός

- Ιωάννης Μπάφας, Πολιτικός Μηχανικός, MSc

Από το γραφείο **ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**

- Γεώργιος Κοτζαγεώργης, Βιολόγος, Περιβαλλοντολόγος, PhD

Από το γραφείο **ΟΜΙΚΡΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**

- Στέργιος Διαμαντόπουλος, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
- Αντώνιος Μαντζαβέλας, Δρ. Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
- Αναστάσιος Μαλάμης, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
- Αποστολία Παπαδούδη, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
- Ζήσης Γκάγκας, Δρ. Δασολόγος ΑΠΘ
- Φαίνη Τζιαφτάνη, Δρ. Δασολόγος ΑΠΘ
- Στέφανος Στεφανίδης, Δασολόγος MSc

Από το γραφείο **ΞΕΝΟΦΩΝ ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε.**

- Ξενοφών Σταυρόπουλος, Δρ. Υδρογεωλόγος ΕΜΠ
- Θεόδωρος Πετρόπουλος, Δρ. Γεωλόγος
- Μαρία Τζίμα, Γεωλόγος, MSc
- Νικόλαος Φωτόπουλος, Μεταλλειολόγος – Γεωλόγος, MSc
- Παναγιώτα Μαϊδά, Μεταλλειολόγος – Γεωλόγος, MSc

Από το γραφείο **ΟΜΙΚΡΟΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ Α.Ε.**

- Αντώνιος Τορτοπίδης, Οικονομολόγος, M.A.
- Αγγελική Καλλιγοσφύρη, Οικονομολόγος, MSc

Από το γραφείο **ΧΡΗΣΤΟΣ ΣΑΛΟΓΙΑΝΝΟΣ**

- Χρήστος Σαλόγιαννος, Αγρ. Τοπογράφος ΕΜΠ
- Δημήτριος Σκουλουφιάνης, Τοπογράφος Μηχανικός ΤΕ

Από το γραφείο **ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΕΚΟΥΡΑΣ**

- Γεώργιος Τσεκούρας, Πολεοδόμος – Χωροτάκτης, Μηχ/κος Περιφερειακής Ανάπτυξης, MSc
- Σπυρίδων Παπαγιαννάκης, Οικονομολόγος, Ειδικός σε GIS – ΜΔΕ στην Πολεοδομία και Χωροταξία
- Χριστίνα Τσούτσου, Αρχιτέκτων Μηχανικός

Από το γραφείο **ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ**

- Κωνσταντίνος Οικονόμου, Γεωπόνος MSc

Για τα Παραδοτέα 2 και 4 συνεργάστηκαν οι:

- Ανδρέας Ευστρατιάδης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, ΜΔΕ Υδρολόγος, ΕΔΙΠ ΕΜΠ
- Νίκος Μαμάσης, Τοπογράφος Μηχανικός, Δρ. Μηχανικός, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ
- Παναγιώτης Κοσσιέρης, Πολιτικός Μηχανικός, ΜΔΕ Υδρολόγος, Υποψήφιος Δρ. ΕΜΠ
- Γιάννης Τσουκαλάς, Πολιτικός Μηχανικός, ΜΔΕ Υδρολόγος, Υποψήφιος Δρ. ΕΜΠ
- Αριστοτέλης Τέγος, Πολιτικός Μηχανικός, ΜΔΕ Υδρολόγος, Υποψήφιος Δρ. ΕΜΠ

- Σίμων-Μιχαήλ Παπαλεξίου, Περιβαλλοντολόγος, MSc, Δρ. Μηχανικός ΕΜΠ

Για το Παραδοτέο 5 συνεργάστηκαν οι ομάδες:

Ομάδα 1

- Κωνσταντίνος Μέμος, Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ
- Αναστάσιος Μεταλληνός, πολιτικός μηχανικός ΔΠΘ, διδάκτωρ ΕΜΠ
- Μαρία-Ειρήνη Εμμανουηλίδου, πολιτικός μηχανικός ΕΜΠ, ΜΔΕ ΕΜΠ
- Δήμητρα Μαλλιούρη, πολιτικός μηχανικός ΕΜΠ, ΜΔΕ ΕΜΠ, υποψήφια διδάκτωρ ΕΜΠ
- Ελπιδοφόρος-Ευγένιος Ρεπούσης, πολιτικός μηχανικός ΕΜΠ, ΜΔΕ ΕΜΠ, υποψήφιος διδάκτωρ ΕΜΠ

Ομάδα 2

- Αθανάσιος Λουκάς, Καθηγητής Υδρολογίας και Υδατικών Πόρων ΠΘ
- Λάμπρος Βασιλειάδης, Δρ. Υδρολογίας, ΕΔΙΠ ΠΘ
- Φίλιππος Γκανούλης, Πολιτικός Μηχανικός, Υποψήφιος Δρ. ΠΘ
- Γεώργιος Παπαϊωάννου, Δασολόγος, ΜΔΕ Υδρολόγος, Υποψήφιος Δρ. ΠΘ
- Παντελής Σιδηρόπουλος, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
- Ιωάννης Χρόνης, Δρ. Αγροοικολόγος-Ερευνητής
- Δημήτρης Φωτάκης, Δρ. Δασολόγος-Ερευνητής

Υποστήριξη σε θέματα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών GIS, παρείχε το γραφείο:

ΓΕΩΘΕΣΙΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ Ε.Π.Ε.

- Μιχαήλ Σαλαχώρης, Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, Msc Γεωφυσική
- Σπυρίδων Νεοκοσμίδης, Γεωλόγος – Γεωπεριβαλλοντολόγος, Msc
- Νικόλαος Μαράντος, Τοπογράφος Μηχανικός ΤΕ, MSc GIS

Επικοινωνία:

Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Αλεξανδρουπόλεως 23 & Καισαρείας, 115 27 Αθήνα

Τηλ.: 210 7756130

email: central@gk-consultants.gr

1.3 Ομάδα Επίβλεψης της Μελέτης – Επικοινωνία

Την ομάδα επίβλεψης απαρτίζουν τα ακόλουθα στελέχη της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων του ΥΠΕΝ:

- Μαρία Γκίνη, Προϊσταμένη Διεύθυνσης ΕΓΥ
- Κωνσταντίνα Νίκα, Προϊσταμένη Τμήματος ΕΓΥ (Συντονίστρια Ομάδας Επιβλεπόντων)
- Ελένη Λιάκου

Με αναπληρωματικούς τους:

- Σπυριδούλα Λιάκου
- Πηνελόπη Γκαγκάρη
- Αθανασία Παρδάλη

Επικοινωνία:

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας / Ειδική Γραμματεία Υδάτων

Αμαλιάδος 17, 115 23 Αθήνα

Τηλ.: 210 6475137

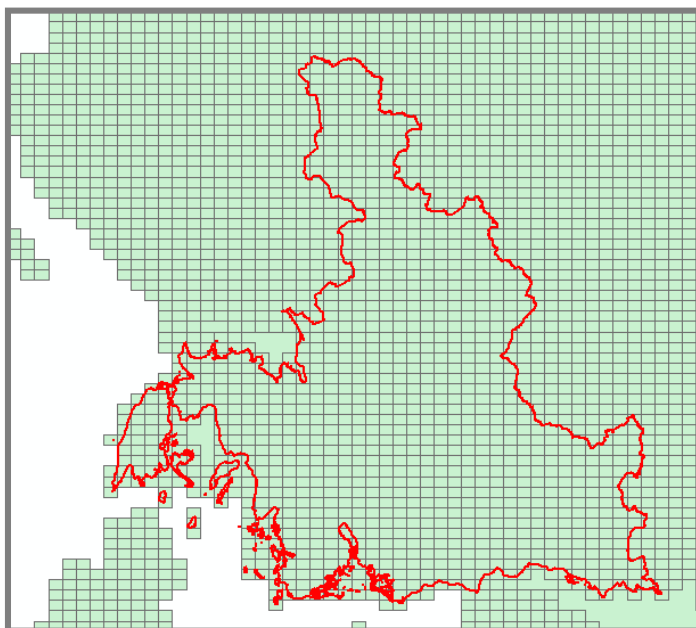
2 Δεδομένα που Λήφθηκαν Υπόψη

2.1 Διαθέσιμα Γεωγραφικά Δεδομένα

Ως Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) ορίζεται κάθε «ψηφιακή αναπαράσταση της συνεχούς μεταβολής του ανάγλυφου στο χώρο». Είναι δηλαδή ένας κάρναβος υψομέτρων που αναπαριστά μια κανονική διάταξη υψομετρικών σημείων. Αποτελεί ένα τρόπο κατάτμησης του γεωγραφικού χώρου ώστε ο τελευταίος να μπορεί να αναπαρασταθεί σε ένα υπολογιστή και για τις ανάγκες της μελέτης. Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση της μεταβλητότητας του αναγλύφου στο χώρο, οπότε χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της τοπογραφίας μιας περιοχής. Παρέχουν τη δυνατότητα μοντελοποίησης, ανάλυσης και απόδοσης χωρικών φαινομένων που σχετίζονται με το ανάγλυφο ή άλλες επιφάνειες με ανάλογες χωρικές ιδιότητες.

Στο πλαίσιο της μελέτης χρησιμοποιήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους 1:5000, μεγέθους εικονοστοιχείου στο έδαφος 5x5 m το οποίο διατίθεται στο πλαίσιο της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού 3.0 Ελλάδα, από τον ΟΚΧΕ το οποίο δημιουργήθηκε για να αξιοποιηθεί κατά τη φάση σύνταξης των μελετών κτηματογράφησης της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.

Η διανομή του DEM 1:5000 για το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04) παρουσιάζεται στο Σχήμα που ακολουθεί:



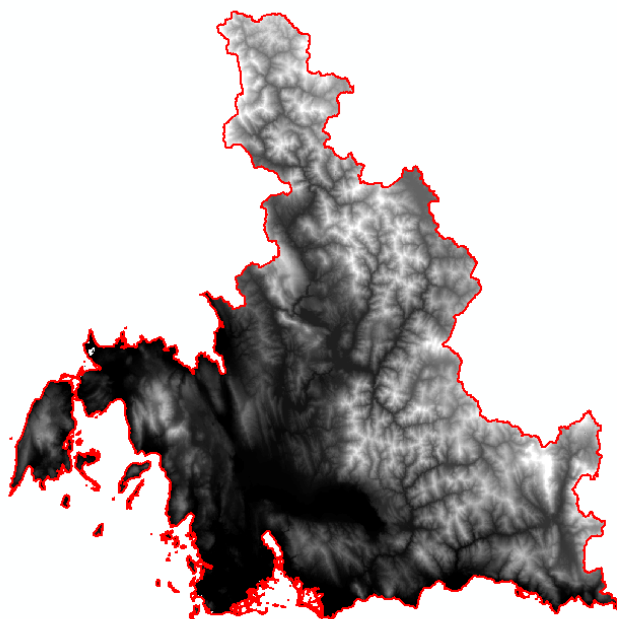
Εικόνα 2-1: Διανομή DEM 1:5000 ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04)

Το βασικό υπόβαθρο με το οποίο γίνεται η υδρολογική/ υδραυλική ανάλυση εντός των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, είναι το υπόβαθρο κλίμακας 1:5.000 το οποίο έχει μέγεθος εικονοστοιχείου στο έδαφος 5.00 m. Κάθε πινακίδα DEM έχει διαστάσεις στο έδαφος 4600 m x 3600 m, με περιμετρική επικάλυψη 300 m, και ακολουθούν τη διανομή ΕΓΣΑ87 κλίμακας 1:5.000. Ο τύπος των αρχείων είναι tiff. Η γεωμετρική ακρίβεια του προϊόντος είναι $RMSEz \leq 2.00$ m και η απόλυτη ακρίβεια ≤ 3.92 m για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Το DEM της Κτηματολογίου με διακριτική ικανότητα 5 x 5 m αναφέρεται στην επιφάνεια της γης συμπεριλαμβανομένου και της εκάστοτε βλάστησης (δένδρα, θάμνοι κτλ). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανίζονται ασυνέχειες στα όρια συγχώνευσής τους, οποίες απαιτούν προσεκτική επεξεργασία προκειμένου να διασφαλισθεί η συνεχής και σωστή υδραυλική συμπεριφορά του υψομετρικού μοντέλου.

2.2 Επεξεργασία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Πρώτο στάδιο της επεξεργασίας του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους περιλαμβάνει την συνένωση των πινακίδων που καλύπτουν το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04) και τη δημιουργία ενός ενιαίου μωσαϊκού DEM, όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα:



Εικόνα 2-2: DEM 1:5000 ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04)

Έχοντας πλέον το ενιαίο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, ακολουθεί η πιο σημαντική διαδικασία η οποία πρέπει να προηγηθεί της υδρολογικής/ υδραυλικής ανάλυσης και είναι η προεπεξεργασία του εδάφους έτσι ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο και ρεαλιστικό δυνατό αποτέλεσμα. Σε αυτή υπάγεται η διαδικασία πλήρωσης του DEM των ψευδών τοπικών ταπεινώσεων ή υπέρμετρων ανυψώσεων. Στάδιο της διόρθωσης των ατελειών αποτελεί η πλήρωση του DEM, το οποίο ενδεχομένως παρουσιάζει κάποιες υπέρμετρα μεγάλες τοπικές ταπεινώσεις (depressions/pits) αναπαριστώμενου ανάγλυφου σε κάποιο ή κάποια φατνία του καννάβου. Επειδή η παρουσία αυτών των τοπικών ταπεινώσεων οφείλεται κυρίως σε σφάλματα και ατέλειες του DEM, τις εξαλείφουμε δημιουργώντας ένα νέο αρχείο καννάβου παρόμοιο με το αρχικό στο οποίο αυτές οι πολύ χαμηλές τιμές υψομέτρου αντικαθίστανται από υψηλότερες, σύμφωνα με εκείνες γειτονικών κελιών. Το αντίστοιχο συμβαίνει με εξαιρετικά μεγάλες τιμές υψομέτρου (peaks). Το αποτέλεσμα της ενέργειας αυτής είναι ο εντοπισμός των σημείων στα οποία λαμβάνει χώρα συσσώρευση μεγάλου όγκου επιφανειακής απορροής.

Επίσης παρατηρήθηκε ότι το ψηφιακό μοντέλο εδάφους κατά τόπους περιλαμβάνει και τα υψόμετρα των κορυφών των συστάδων των δέντρων και των κτιρίων καθώς και άλλων φυσικών ή τεχνητών επιφανειών πάνω στο έδαφος, δηλαδή το ψηφιακό υπόβαθρο παρουσιάζει το ανάγλυφο του τεχνικού και όχι του εδάφους. Στα σημεία αυτά έγινε καταβίβασμός των περιοχών στο επίπεδο του εδάφους τοπικά έτσι ώστε να μην δημιουργήσει ανακρίβειες στην ανάλυση που ακολούθησε για τον καθορισμό του υδρογραφικού δικτύου και εν συνεχεία της επιφάνειας κατάκλισης από τις πλημμύρες.

2.3 Επίγειες Τοπογραφικές Εργασίες

Για τις ανάγκες της μελέτης και για την συμπλήρωση – διόρθωση του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους, διενεργήθηκαν επιτόπιες τοπογραφικές αποτυπώσεις – μετρήσεις των τεχνικών έργων που επηρεάζουν την ροή των υδατινων σωμάτων. Κατά τις μετρήσεις αυτές αποτυπώθηκαν κυρίως τεχνικά όπως γέφυρες, οχετοί, αναβαθμοί, αναχώματα, φράγματα και διατομές. Ο εντοπισμός των τεχνικών έργων πραγματοποιήθηκε αφ' ενός από τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν γι' αυτά από τις αρμόδιες Υπηρεσίες και αφ' ετέρου με συγκεκριμένη μεθοδολογία στην οποία χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και περιελάμβανε τον εντοπισμό των τεχνικών με βάση τους ορθοφωτοχάρτες της ΕΚΧΑ Α.Ε. σαρώνοντας τις περιοχές των ποταμών και ψηφιοποιώντας τις θέσεις όπου εντοπιζόντουσαν τεχνικά με ταυτόχρονη τυποποίηση τους.

Για την τοπογραφική αποτύπωση των τεχνικών έργων πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες εργασίες:

1. Καθορισμός τεχνικών προς αποτύπωση
2. Δημιουργία εντύπων τοπογραφικής αποτύπωσης
3. Κωδικοποίηση ονοματολογίας των τεχνικών αποτύπωσης καθώς και των παραγόμενων αρχείων
4. Οργάνωση τοπογραφικού εξοπλισμού
5. Οργάνωση τοπογραφικών μετρήσεων

Η επιλογή των τεχνικών τα οποία αποτυπώθηκαν, έγινε βάσει των ακόλουθων κριτηρίων:

- Προβληματικό Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) σε σημείο όπου έχει εντοπιστεί τεχνικό έργο
- Σημεία ιστορικών πλημμυρών στα οποία υπάρχουν πλησίον τεχνικά έργα
- Τεχνικά Έργα εντός ΖΔΥΚΠ
- Τεχνικά πλησίον περιοχών για τις οποίες υπήρξαν πρόσφατες αναφορές για πλημμύρες
- Σημεία τεχνικών για τα οποία δεν υπάρχουν στοιχεία (οριζοντ/φίες κλπ) από τις αρμόδιες υπηρεσίες
- Κύριοι κλάδοι υδάτινων σωμάτων

Για τις τοπογραφικές αποτυπώσεις των τεχνικών έργων δημιουργήθηκαν ειδικά έντυπα πεδίου στα οποία καταγράφεται όλη η απαραίτητη πληροφορία και τα οποία δόθηκαν στα συνεργεία αποτύπωσης. Στα έντυπα πεδίου καταγράφονται στοιχεία του τεχνικού που αφορούν την θέση του και τα χαρακτηριστικά του τα οποία συνοδεύουν τα σχεδιαγράμματα που δημιουργούνται σε αυτά (κατόψεις, όψεις ανάντη – κατόντη). Για κάθε τύπο τεχνικού έργου υπάρχουν τα αντίστοιχα πεδία καταγραφής των χαρακτηριστικών του. Επίσης σε κάθε τεχνικό γίνεται λήψη φωτογραφιών για την καλύτερη – ακριβέστερη απόδοση και παραγωγή του τελικού εντύπου.

Τα στοιχεία που αποτυπώνονται είναι τα ακόλουθα:

1. Περιοχή Μελέτης
2. Ονομασία Υδατορεύματος
3. Τοποθεσία Κατασκευής
4. Περιγραφή κατασκευής (Γέφυρα, Οχετός, Φράγμα κλπ)
5. Αριθμός, μέγεθος και σχήμα ανοιγμάτων κατασκευής
6. Υψόμετρο Πυθμένα Κοίτης του Ποταμού Ανάντη και κατάντη της κατασκευής
7. Πλάτος και διαστάσεις ανοιγμάτων
8. Συνθήκες Εισόδου
9. Τύπος Οδοστρώματος
10. Πλάτος Οδοστρώματος
11. Πάχος καταστρώματος
12. Τύπος Προστατευτικών Κιγκλιδωμάτων
13. Μέγιστο Υψόμετρο κατά μήκος του Δρόμου.
14. Σκίτσο με την όψη και την κάτοψη της κατασκευής που δείχνει κατά το ελάχιστο:
 - Κατεύθυνση ροής διαμέσου της κατασκευής
 - Θέση και κατεύθυνση λήψης των φωτογραφιών της κατασκευής
 - Προσανατολισμός Κατασκευής
 - Διαστάσεις κατασκευής

1. Λήψη φωτογραφιών και σήμανση της θέσης λήψης τους στα σκαριφήματα των αποτυπώσεων

Τα ειδικά έντυπα πεδίου συμπληρώνονταν στο πεδίο και στη συνέχεια όλα τα περιγραφικά χαρακτηριστικά μεταφέρονταν σε ειδικά διαμορφωμένο πίνακα, ώστε να είναι όλα συγκεντρωμένα και εύκολα διαχειρίσιμα, με τελικό στόχο τη δημιουργία του τελικού εντύπου.

Για την ομαλή επεξεργασία των μετρήσεων αλλά και των παραγόμενων αρχείων τους, έγινε κωδικοποίηση της ονοματολογίας των τεχνικών που αποτυπώνονται καθώς επίσης και των αρχείων των μετρήσεων.

Τα τεχνικά έργα κωδικοποιούνται με τους εξής κωδικούς:

- Γέφυρα – Bridge (BR)
- Οχετός (συμπεριλαμβανομένων και των κλειστών τμημάτων) – Culvert (CU)
- Αναβαθμός – Stepping (ST)
- Ανάχωμα – Embankment (EM)
- Φράγμα – Dam (DM)

Επίσης σε κάθε τεχνικό δίδεται ένας μοναδικός κωδικός από το συνεργείο αποτύπωσης. Τα παραγόμενα αρχεία από τις τοπογραφικές αποτυπώσεις είναι:

- Αρχείο μορφότυπου dxf με τα σημεία των τεχνικών
- Αρχείο με τις φωτογραφίες των τεχνικών
- Αρχείο μορφότυπου pdf με τα ειδικά έντυπα πεδίου διαχωρισμένα βάσει τύπου τεχνικού.

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

- Έντυπο σε μορφή doc τεχνικής εκθέσεως με συνολικά στοιχεία αποτύπωσης και τυχόν παρατηρήσεις

Υποδείγματα των εντύπων αποτύπωσης ανά κατηγορία τεχνικού παρουσιάζονται στα Σχήματα που ακολουθούν.

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ	ΓΕΦΥΡΕΣ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ:	
ΠΕΡΙΟΧΗ:	
ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑ:	
ΗΜ/ΝΙΑ ΑΠΟΤ.:	
ΟΜΑΔΑ ΑΠΟΤ.:	

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΣΗΜΕΙΟ
X	
Y	
Z	

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
ΤΥΠΟΣ	
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (ΜxΠ)	
ΚΑΘΑΡΟ ΠΛΑΤΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ/ΩΝ	ΑΝΑΝΤΙ:
	ΚΑΤΑΝΤΙ:
ΥΨΟΜ. ΠΥΘΜ. ΚΟΠΗΣ:	
ΥΨΟΜ. ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ / ΑΡΧΗ ΓΕΦΥΡΑΣ	
ΤΥΠΟΣ ΡΟΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΗ / ΜΗ ΣΤΑΘΕΡΗ
ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ	
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	
ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	
ΥΠΑΡΞΗ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΡΟΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	ΝΑΙ / ΟΧΙ
ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:
ΥΨΟΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ:	
ΠΑΧΟΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ:	
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ:	

ΟΨΗ

ΚΑΤΟΨΗ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ	ΟΧΕΤΟΣ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ:	
ΠΕΡΙΟΧΗ:	
ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑ:	
ΗΜ/ΝΙΑ ΑΠΟΤ.:	
ΟΜΑΔΑ ΑΠΟΤ.:	

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΣΗΜΕΙΟ
X	
Y	
Z	

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
ΤΥΠΟΣ ΟΧΕΤΟΥ	
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ	ΝΑΙ ΟΧΙ
ΤΟΙΧΟΣ/ΒΑΘΡΟ	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΑΝΑΝΤΙ:
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ	
ΤΟΙΧΟΥ / ΒΑΘΡΟΥ	ΚΑΤΑΝΤΙ:
(ΜxΠxΥ)	
ΠΤΕΡΥΓΟΤΕΙΧΟΣ	ΝΑΙ ΟΧΙ
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΑΝΑΝΤΙ:
ΠΤΕΡΥΓΟΤΕΙΧΩΝ	ΚΑΤΑΝΤΙ:
(ΜxΠxΥ)	
ΑΡ. ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	
ΣΧΗΜΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΑΝΑΝΤΙ:
ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	ΚΑΤΑΝΤΙ:
(διάμετρος ή ΜxΥ)	
ΥΨΟΜ.ΠΥΘΜΕΝΑ	ΑΝΑΝΤΙ:
ΚΟΙΤΗΣ:	ΚΑΤΑΝΤΙ:
ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΠΙΚΑ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:
ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:	
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ:	

ΟΨΗ

ΚΑΤΟΨΗ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ	ΑΝΑΧΩΜΑ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ:	
ΠΕΡΙΟΧΗ:	
ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑ:	
ΗΜ/ΝΙΑ ΑΠΟΤ.:	
ΟΜΑΔΑ ΑΠΟΤ.:	
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΣΗΜΕΙΟ
X	
Y	
Z	

ΟΨΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ	
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
ΣΚΟΠΟΣ	
ΘΕΣΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΡΟΗ	
ΥΨΟΣ (Στέψη – Βαθύτερο σημείο)	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ	
ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ	
ΜΗΚΟΣ ΠΡΑΝΟΥΣ ΕΩΣ ΤΗΝ ΣΤΕΨΗ	ΑΝΑΝΤΙ: ΚΑΤΑΝΤΙ:
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ	
ΠΛΑΤΟΣ ΣΤΕΨΗΣ	
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΕΨΗΣ	
ΥΨΟΜ. ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΟΙΤΗΣ	
ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ:	

ΚΑΤΩΨΗ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ	ΑΝΑΒΑΘΜΟΣ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ:	
ΠΕΡΙΟΧΗ:	
ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑ:	
ΗΜ/ΝΙΑ ΑΠΟΤ.:	
ΟΜΑΔΑ ΑΠΟΤ.:	

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΣΗΜΕΙΟ
X	
Y	
Z	

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
ΤΥΠΟΣ	
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	
ΒΑΘΜΙΔΕΣ	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΑΘΜΙΔΩΝ (ΜxΠxΥ):	
ΥΨΟΜ.ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΟΙΤΗΣ:	ΑΝΑΠΤ:
	ΚΑΤΑΠΤ:
ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ:	

ΟΨΗ

ΚΑΤΟΨΗ

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ	ΦΡΑΓΜΑ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ:	
ΠΕΡΙΟΧΗ:	
ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑ:	
ΗΜ/ΝΙΑ ΑΠΟΤ.:	
ΟΜΑΔΑ ΑΠΟΤ.:	
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΣΗΜΕΙΟ
X	
Y	
Z	

ΟΨΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΜΟΝΙΜΟ/ΠΡΟΣΩΡΙΝΟ
ΤΥΠΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, ΤΟΞΩΤΟ ΧΩΜΑΤΙΝΟ, ΛΙΘΟΡΡΙΠΤΟ ΑΛΛΟ:
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
ΣΚΟΠΟΣ	ΑΡΔΕΥΣΗ, ΥΔΡΕΥΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛ. ΕΝ, ΑΛΛΟ:
ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΡΟΗ	
ΥΨΟΣ (Στέψη – Βαθύτερο σημείο)	
ΜΗΚΟΣ ΣΤΕΨΗΣ	
ΠΛΑΤΟΣ	
ΥΨΟΜΕΤΡΟ	
ΥΨΟΜ. ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΟΙΤΗΣ	
ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ:	

ΚΑΤΟΨΗ

2.4 Προβλήματα που Αντιμετωπίστηκαν

Προκειμένου να παραχθεί το μοντέλο προσομοίωσης των ζωνών κατάκλυσης, εισήχθη στο υπολογιστικό μοντέλο το γεωγραφικό υπόβαθρο που δόθηκε από την Κτηματολόγιο Α.Ε. Ωστόσο, κατά την εισαγωγή του εν λόγω γεωγραφικού υποβάθρου στο αριθμητικό προσομοίωμα, αντιμετωπίστηκαν τα εξής προβλήματα:

1. Κατά την σύνταξη της Μελέτης η ομάδα εκπόνησης αντιμετώπισε πολύ σημαντικές δυσκολίες που οφείλονται στις εκτεταμένες διορθώσεις που διαπιστώθηκε ότι απαιτούνται στα ψηφιακά μοντέλα εδάφους DEM που έχουν χορηγηθεί. Οι διορθώσεις αυτές οφείλονται στην ασυμβατότητα της κτηματολογικής χρήσης για την οποία δημιουργήθηκε το υπόβαθρο, με τις συγκεκριμένες και απαιτητικές ανάγκες των μελετών διόδευσης πλημμυρικού κύματος. Η χρήση, μάλιστα, ομοιωμάτων 2-διαστάσεων αυξάνει το εύρος της ζώνης στην οποία απαιτούνται τα αξιόπιστα αυτά στοιχεία εδάφους. Οι απαιτούμενες διορθώσεις έγιναν από την ομάδα μελέτης αλλά αυτό επιβάρυνε σημαντικά το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των εργασιών.
2. Το γεωγραφικό υπόβαθρο της Κτηματολόγιο Α.Ε. παρείχε απευθείας τα τοπογραφικά στοιχεία σε μορφή ενός ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου DEM (Digital Elevation Model) συμπεριλαμβανομένων και των υψομέτρων των κορυφών των συστάδων δέντρων, κτιρίων καθώς και άλλων φυσικών ή τεχνητών επιφανειών πάνω στο έδαφος. Ως εκ τούτου απαιτήθηκαν διαδικασίες «διόρθωσης» και επεξεργασίας του ψηφιακού μοντέλου εδάφους, προκειμένου να μπορεί να αποτυπώσει με καλύτερη προσέγγιση τα υψόμετρα του εδάφους της περιοχής μελέτης, ιδιαίτερα των υψομέτρων της κοίτης του κυρίως ποταμού.
3. Η προσομοίωση εκτελέστηκε χωρίς να ληφθούν υπόψη το πλήθος των αποστραγγιστικών και αρδευτικών έργων της περιοχής μελέτης λόγω απουσίας κατάλληλου τοπογραφικού υποβάθρου. Λόγω της απαιτούμενης κλίμακας της μελέτης δεν θεωρείται ότι οι λεπτομέρειες αυτές θα επηρεάσουν τα αποτελέσματα της εργασίας.

3 Υπολογιστικά Εργαλεία που Χρησιμοποιήθηκαν

3.1 Μοντέλο HEC-RAS 5.0 (5.0.3)

Η παρούσα μελέτη διενεργείται ούτως ώστε να προσδιοριστεί το μέγιστο εύρος πλημμύρας των λεκανών απορροής των ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός είναι το HEC-RAS 5.0 (5.0.3) του Κέντρου Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center) του Σώματος Μηχανικών του Στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Corps of Engineers). Το HEC-RAS είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα λογισμικού κατάλληλο για μονοδιάστατους (1D) και δισδιάστατους (2D) υδραυλικούς υπολογισμούς σε ένα πλήρες δίκτυο από φυσικούς ή τεχνητούς ανοικτούς αγωγούς και υδατορεύματα (River Analysis System), πλημμυρικές (εκτός της κοίτης) εκτάσεις, περιοχές προστατευμένες από αναχώματα, κλπ. Επίσης, έχει τη δυνατότητα υπολογισμού της διάβρωσης της κοίτης σε γέφυρες, την κίνηση και απόθεση φερτών υλών και την ανάλυση της ποιότητας του νερού.

Πιο αναλυτικά, το μοντέλο HEC-RAS δύναται να προσομοιώσει τόσο υποκρίσιμες, όσο και υπερκρίσιμες συνθήκες ροής ή συνδυασμό και των δύο, καθώς και την επίδραση διαφόρων εμποδίων στη ροή, όπως γεφυρών, οχετών, υπερχειλιστών και κατασκευών μέσα στη ζώνη κατάληψης της πλημμύρας. Η υπολογιστική διαδικασία στην μονοδιάστατη ανάλυση (η οποία συναντάται κατά βάση εντός της κοίτης) βασίζεται στην επίλυση της μονοδιάστατης εξίσωσης ενέργειας, ενώ οι απώλειες ενέργειας λόγω τριβών εκτιμώνται κατά Manning. Στις πλημμυρικές εκτάσεις, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει για τον υπολογισμό των υδραυλικών στοιχείων είτε τις δισδιάστατες εξισώσεις διάχυσης (2D Diffusion Wave equations-DSW), είτε τις δισδιάστατες εξισώσεις Saint Venant (Full 2D Saint Venant/Shallow Water equations-SW). Το αριθμητικό μοντέλο παρέχει επιπλέον τη δυνατότητα διαστασιολόγησης κατασκευών (στηθαίων, αναχωμάτων κ.λπ.) για αντιπλημμυρική προστασία. Τέλος, δίνει τη δυνατότητα για την κατάρτιση χαρτών πλημμύρας στις ζώνες κατάκλυσης και την γραφική αναπαράσταση διάδοσης του πλημμυρικού κύματος.

Το ανωτέρω λογισμικό θεωρήθηκε κατάλληλο καθώς προσομοιώνει σε εξαιρετικό βαθμό τις συνθήκες πλημμυρικού γεγονότος, ακόμα και σε περιπτώσεις με σύνθετη γεωμετρία και τεχνικά έργα ποταμού. Ταυτόχρονα είναι φιλική προς το χρήστη η εισαγωγή δεδομένων από ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών, όπως το λογισμικό ArcGIS, παρέχει αποτελέσματα με ικανοποιητική ακρίβεια και σε εύχρηστες μορφές (πίνακες, σχεδιαγράμματα, σκαριφήματα).

3.1.1 Παραδοχές Υπολογισμού

Το λογισμικό HEC-RAS πραγματοποιεί υπολογισμούς ροής μονοδιάστατης και δισδιάστατης ανάλυσης τόσο σε συνθήκες μόνιμης (steady flow) όσο και μη μόνιμης ροής (unsteady flow). Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι μαθηματικές εξισώσεις στις οποίες βασίζεται η μονοδιάστατη ανάλυση σε μόνιμη και μη μόνιμη ροή, και έπειτα οι εξισώσεις για την δισδιάστατη ανάλυση.

❖ Μονοδιάστατη (1D) ανάλυση

– Μόνιμη ροή

Η μονοδιάστατη ανάλυση χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η συνιστώσα της ταχύτητας στην διεύθυνση της ροής είναι πολύ σημαντικότερη των άλλων δύο συνιστωσών, όπως συμβαίνει

συνήθως στην ροή του νερού εντός των ορίων της κοίτης ενός ποταμού. Οι παραδοχές που υιοθετούνται είναι οι εξής: 1) μόνιμη ή μη μόνιμη ροή, 2) βαθμιαία μεταβαλλόμενη ροή, δηλαδή το βάθος ροής μπορεί να αλλάζει βαθμιαία και σε μεγάλη σχετικά απόσταση 3) μικρές κατά μήκος κλίσεις υδατορεύματος (έως 10‰).

Στη μόνιμη ροή το βάθος ροής δεν μεταβάλλεται με τον χρόνο. Η βασική εξίσωση την οποία επιλύει το λογισμικό HEC-RAS είναι η εξής:

Μονοδιάστατη εξίσωση ενέργειας:

$$H_1 = H_2 + \Delta H_{\alpha 1-2} \quad (3-1)$$

όπου:

$$H = y + \frac{\alpha V^2}{2 \cdot g} \quad (3-2)$$

το ολικό ύψος ενέργειας σε κάθε διατομή.

Μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών 1 και 2 ανοικτού αγωγού, η εξίσωση ενέργειας έχει τη μορφή:

$$y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2 \cdot g} = y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2 \cdot g} + \Delta H_{\alpha 1-2} \quad (3-3)$$

όπου:

y_1, y_2 = στάθμες ελεύθερης επιφάνειας στις διατομές 1,2 αντίστοιχα

V_1, V_2 = μέσες ταχύτητες (ολική παροχή/ολικό εμβαδόν υγρής διατομής)

α_1, α_2 = συντελεστές διόρθωσης κινητικής ενέργειας στις διατομές 1,2

g = επιτάχυνση της βαρύτητας

$\Delta H_{\alpha 1-2}$ = απώλειες ενέργειας μεταξύ των διατομών 1-2

Επιπρόσθετα,

$$\Delta H_{\alpha 1-2} = L \cdot S_f + C \cdot \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2 \cdot g} \right) \quad (3-4)$$

όπου:

L = μήκος του τμήματος μεταξύ των διατομών 1 και 2

S_f = μέση κλίση γραμμής ενέργειας λόγω γραμμικών τριβών μεταξύ των διατομών 1 και 2

C = συντελεστής τοπικών απωλειών λόγω συστολής ή διαστολής.

Η ταχύτητα V υπολογίζεται κατά Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (3-5)$$

όπου:

n = συντελεστής τραχύτητας κατά Manning

R = υδραυλική ακτίνα διατομής

J = κλίση γραμμής ενέργειας

Επειδή η ροή είναι μόνιμη, μπορούν να απαλειφθούν οι χρονικοί όροι στην εξίσωση ενέργειας και ως βαθμιαία μεταβαλλόμενη, ισχύει υδροστατική κατανομή της πίεσεως σε κάθε διατομή. Η υπόθεση μονοδιάστατης ροής απαιτείται, ώστε το ολικό ενεργειακό φορτίο να μπορεί να θεωρηθεί ίδιο σε όλα τα σημεία μιας διατομής και οι μικρές κατά μήκος κλίσεις, επειδή το πιεζομετρικό φορτίο που

αποτελεί συνιστώσα του y στην εξίσωση (3-3) αναπαριστάται από το βάθος ροής το οποίο μετρείται κατακόρυφα. Επιπλέον, τα όρια της διατομής θεωρούνται σταθερά, δηλαδή δεν λαμβάνεται υπόψη η διαφοροποίηση των διατομών λόγω μεταφοράς φερτών υλικών, διαβρώσεως κ.λπ.

- Μη μόνιμη ροή

Στη μη μόνιμη ροή το βάθος ροής μεταβάλλεται με το χρόνο. Οι δύο βασικές εξισώσεις που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

Εξίσωση συνέχειας:

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_1 \quad (3-6)$$

όπου:

A_T = παροχή που εισέρχεται στη διατομή

Q = ολική παροχή

q_1 = η εισροή ανά μονάδα μήκους του αγωγού

x = η κατά μήκος απόσταση του ποταμού

t = ο χρόνος

Εξίσωση ποσότητας κίνησης:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (3-7)$$

όπου:

Q = ολική παροχή

A = εμβαδόν της διατομής

V = ταχύτητα υπολογίζεται κατά Manning

S_f = μέση κλίση γραμμής ενέργειας λόγω τριβών μεταξύ των διατομών 1 και 2

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας

- Υπολογιστική διαδικασία

Ο προσδιορισμός της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας σε κάθε διατομή του υδατορεύματος επιτυγχάνεται με επαναληπτική διαδικασία (Μέθοδος Σταθερού Βήματος), η οποία έχει ως εξής:

1. Υιοθετείται μια στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του νερού στην ανάντη διατομή y_1 , προκειμένου για υποκρίσιμη ροή ή στην κατάντη διατομή y_2 , αν πρόκειται για υπερκρίσιμη ροή.
2. Βάσει της αρχικά υιοθετηθείσας στάθμης, υπολογίζονται το εμβαδόν της υγρής διατομής, η ταχύτητα ροής και η κινητική ενέργεια.
3. Με τις ευρεθείσες στο βήμα 2 τιμές, υπολογίζεται η μέση κλίση της γραμμής ενέργειας και η απώλεια του ενεργειακού φορτίου.
4. Με τις νέες τιμές από τα βήματα 2, 3 επιλύεται η εξίσωση (3-3) ως προς την ενεργειακή στάθμη y_1 (υποκρίσιμη ροή) ή y_2 (υπερκρίσιμη ροή).
5. Η τιμή του y συγκρίνεται με την αρχική υπόθεση (βήμα 1). Επαναλαμβάνονται τα βήματα 1 έως 4 έως την επιθυμητή σύγκλιση, η οποία στην παρούσα μελέτη ορίστηκε ίση με 0.006 m.

Ακολουθεί ο ενεργειακός έλεγχος της στάθμης που βρέθηκε (π.χ. πάνω από το κρίσιμο βάθος σε περίπτωση υποκρίσιμης ροής).

Ο υπολογισμός της ελεύθερης επιφάνειας εκτελείται δύο φορές, εναλλακτικά, υποθέτοντας υποκρίσιμη και υπερκρίσιμη ροή (mixed-flow). Οι τελικές στάθμες προκύπτουν λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο ομάδες αποτελεσμάτων, καθώς και τη σχετική ανάλυση του υδραυλικού άλματος, εάν αυτό εμφανίζεται.

Ταυτόχρονα, επιλύονται επιπρόσθετα, σε συνθήκες μη μόνιμης ροής, οι εξισώσεις συνέχειας και ορμής, ήτοι οι εξισώσεις (3-6) και (3-7) για τον προσδιορισμό της άγνωστης στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας σε κάθε διατομή του υδατορέματος, μέσω ενός αριθμητικού σχήματος πεπερασμένων διαφορών (Skyline Matrix solver).

Το πρόγραμμα εκτελεί καθορισμένο αριθμό διαδοχικών προσεγγίσεων (στην προκειμένη περίπτωση γίνεται χρήση έως 20 διαδοχικών προσεγγίσεων όπου απαιτείται) μέχρι ότου επιτευχθεί ικανοποιητική γραμμή επιφάνειας του νερού.

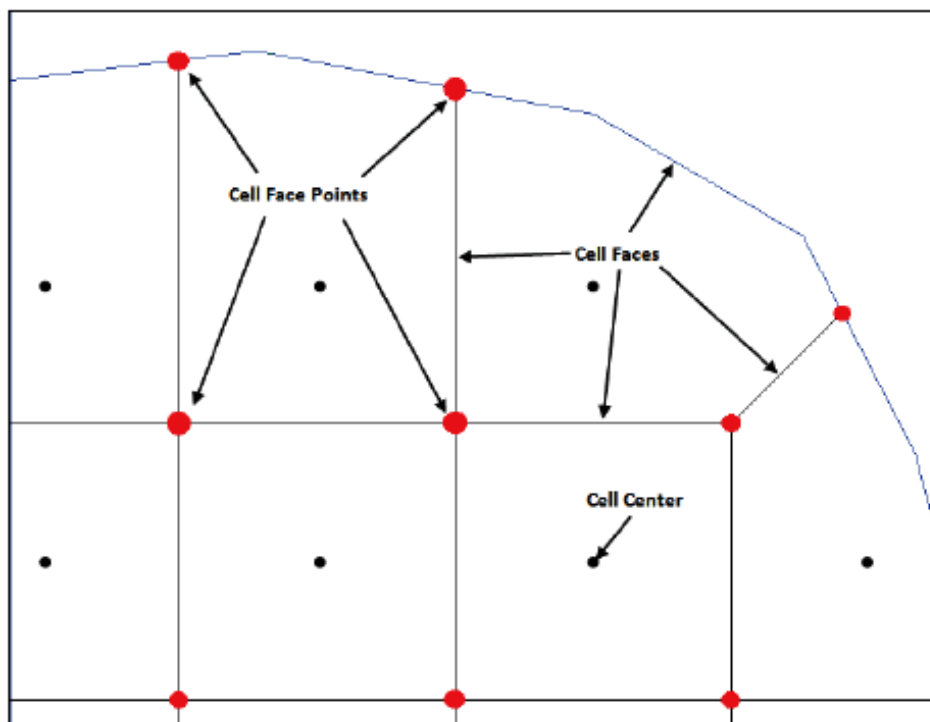
❖ Δισδιάστατη (2D) ανάλυση

Για την υπολογιστική προσομοίωση στο δισδιάστατο πεδίο χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις ρηχών υδάτων (*Shallow Water equations-SW*). Για την επίλυση υιοθετούνται παραδοχές, όπως: 1) ασυμπιεστή ροή, 2) ενιαία πυκνότητα και υδροστατική πίεση, 3) οι εξισώσεις είναι ολοκληρωμένες στο βάθος (εξισώσεις Saint-Venant), 4) τα μεγέθη στην κατακόρυφη κλίμακα είναι πολύ μικρότερα από το αντίστοιχα μεγέθη στην οριζόντια κλίμακα.

Στα αβαθή ύδατα, η εξίσωση ορμής απλουστεύεται και χρησιμοποιείται σε δισδιάστατη μορφή μαζί με την εξίσωση διατήρησης της μάζας, παράγοντας ένα απλοποιημένο μοντέλο, το «Προσέγγιση μέσω διάχυσης κύματος των εξισώσεων ρηχών υδάτων» (*Diffusion-wave approximation of the Shallow Water Equations (DSW)*).

Επιπλέον, για να μειωθεί ο υπολογιστικός χρόνος, χρησιμοποιείται στο δισδιάστατο πεδίο ένας υπολογιστικός κάναβος, με βάση την προσέγγιση Casulli, 2008. Ως αποτέλεσμα, προκύπτουν βαθυμετρικές εξισώσεις για τον κάναβο τόσο για τις εξισώσεις των ρηχών υδάτων (SW), όσο και για τις εξισώσεις διάχυσης (DSW).

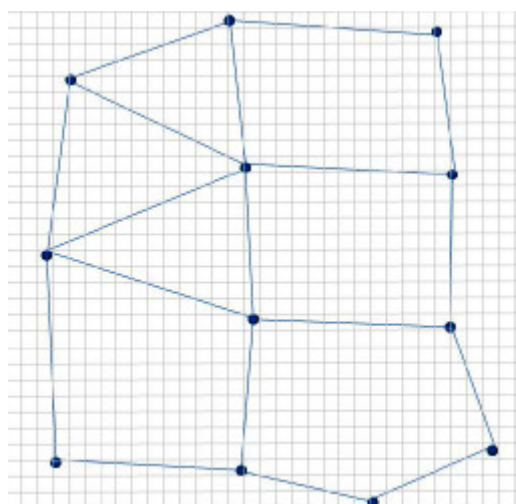
Ο υπολογιστικός κάναβος περιλαμβάνει κελιά τα οποία έχουν τις εξής τρεις ιδιότητες: 1) το κέντρο του κελιού (cell center), στο οποίο γίνεται ο υπολογισμός της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας, 2) τα όρια του κελιού (cell face) και 3) τα άκρα των ορίων του κελιού (cell face points), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



**Εικόνα 3-1: Ιδιότητες των κελιών του υπολογιστικού κανάβου
(πηγή: HEC-RAS 5.0.1, User's Manual)**

Τα υπολογιστικά κελιά του κανάβου περιλαμβάνουν κάποια επιπλέον στοιχεία, όπως είναι η υδραυλική ακτίνα, ο όγκος και το εμβαδόν των διατομών, τα οποία μπορούν να υπολογισθούν από την βαθυμετρία.

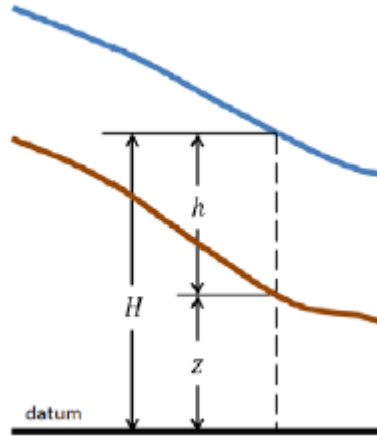
Στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 3-2), ο γεωμετρικός κανάβος αναπαριστάται από τον Καρτεσιανό κανάβο με γκρι και ο υπολογιστικός κανάβος με μπλε.



**Εικόνα 3-2: Υπολογιστικός και γεωμετρικός κανάβος
(πηγή: HEC-RAS 5.0.1, Reference Manual)**

- Εξισώσεις ρηχών υδάτων (SW)

Για την επίλυση των εξισώσεων θεωρείται ότι η στάθμη του νερού $[H(x,y,t)]$ είναι το άθροισμα του υψομέτρου του εδάφους $[z(x,y,t)]$ και του βάθους του νερού $[h(x,y,t)]$:



**Εικόνα 3-3: Ορισμός της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας
(πηγή: HEC-RAS 5.0.1, Reference Manual)**

$$H(x,y,t)=z(x,y,t)+h(x,y,t) \quad (3-8)$$

Η εξίσωση διατήρησης της μάζας σε διανυσματική μορφή είναι:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \nabla \cdot h\mathbf{V} + q = 0 \quad (3-9)$$

όπου

\mathbf{V} = το διάνυσμα της ταχύτητας $\mathbf{V}=(u,v)$

$\nabla = (\partial/\partial x, \partial/\partial y)$ = ο διανυσματικός διαφορικός τελεστής των μερικών παραγώγων

H = η στάθμη του νερού $[H(x,y,t)]$

q = όρος πηγής/καταβόθρας

Ολοκληρώνοντας σε μια οριζόντια περιοχή και χρησιμοποιώντας το θεώρημα Gauss, για την εξίσωση (3-9) προκύπτει:

$$\frac{\partial}{\partial t} \iiint_{\Omega} d\Omega + \iint_S \mathbf{V} \cdot \mathbf{n} dS + Q = 0 \quad (3-10)$$

όπου:

Ω = το τρισδιάστατο πεδίο που καταλαμβάνει το ρευστό

\mathbf{V} = το διάνυσμα της ταχύτητας $\mathbf{V}=(u,v)$

S = τα πλευρικά όρια

\mathbf{n} = μοναδιαίο κάθετο διάνυσμα στο όριο

Q = η παροχή που περνά μέσω του εδάφους (διήθηση) ή πάνω από το έδαφος στο πεδίο Ω (εξάτμιση ή βροχή)

Η εξίσωση διατήρησης της μάζας (εξίσωση συνέχειας) που χρησιμοποιεί το λογισμικό για την επίλυση με χρήση υπό-κανάβου (sub-grid bathymetry approach) είναι:

$$\frac{\Omega(H^{n+1})-\Omega(H^n)}{\Delta t} + \sum_k V_k \cdot \mathbf{n}_k A_k(H) + Q = 0 \quad (3-11)$$

όπου:

$\Omega(H^n)$ = ο όγκος του κελιού στο χρονικό βήμα n, ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

V_k = η μέση ταχύτητα στο όριο (face) k του κελιού

\mathbf{n}_k = μοναδιαίο κάθετο διάνυσμα στο όριο k

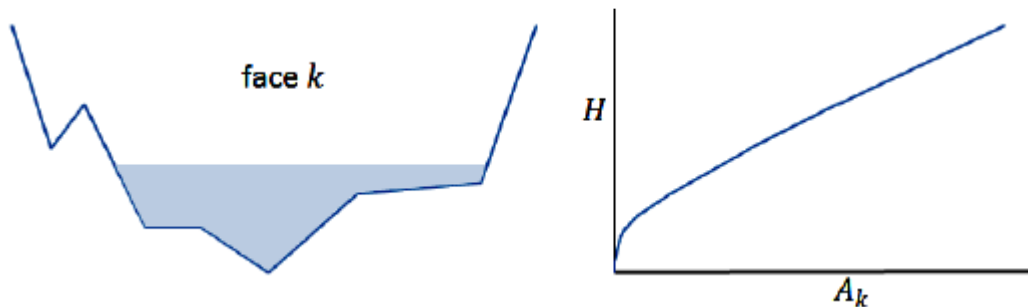
$A_k(H)$ = το εμβαδόν του ορίου (face) k ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

Δt = η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών χρονικών βημάτων

H^{n+1}, H^n = η στάθμη του νερού στην οποία οι εκθέτες υποδεικνύουν το χρονικό βήμα

Q = η παροχή που περνά μέσω του εδάφους (διήθηση) ή πάνω από το έδαφος στο πεδίο Ω (εξάτμιση ή βροχή)

Στην Εικόνα 3-4, η αριστερή εικόνα δίδει ένα ενδεικτικό σκαρίφημα του ορίου (face) όπως φαίνεται στον κánaβο και η δεξιά εικόνα την αντίστοιχη σχέση του εμβαδού του ορίου A_k με την στάθμη της επιφάνειας του νερού H .



Εικόνα 3-4: Γεωμετρικά δεδομένα του ορίου του κελιού (cell face) και πίνακας ιδιοτήτων (πηγή: HEC-RAS 5.0.1, Reference Manual)

Όταν τα μεγέθη στην οριζόντια κλίμακα είναι πολύ μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα στην κατακόρυφη κλίμακα, τότε η κατακόρυφη ταχύτητα μπορεί να θεωρηθεί πολύ μικρή. Σε αυτήν την περίπτωση, η ολοκληρωμένη κατά βάθος (vertically-averaged) εξίσωση ορμής Navier-Stokes μπορεί να χρησιμοποιηθεί, οπότε δίνεται η εξίσωση διατήρησης της ορμής για τα αβαθή ύδατα από τις εξισώσεις Saint-Venant:

Εξίσωση κατά x:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial x} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f u + f v \quad (3-12)$$

Εξίσωση κατά y:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f v + f u \quad (3-13)$$

όπου:

u, v = οι ταχύτητες στο Καρτεσιανό επίπεδο

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

v_t = ο συντελεστής τυρβώδους συνεκτικότητας στην οριζόντια διεύθυνση

c_f = ο συντελεστής τριβής

f = η παράμετρος Coriolis

Οι παραπάνω εξισώσεις δίνονται σε διανυσματική μορφή:

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla \mathbf{V} = -g \nabla H + v_t \nabla^2 \mathbf{V} - c_f \mathbf{V} + f \mathbf{k} \times \mathbf{V} \quad (3-14)$$

όπου:

$\nabla = (\partial/\partial x, \partial/\partial y)$ = ο διανυσματικός διαφορικός τελεστής των μερικών παραγώγων

\mathbf{k} = το μοναδιαίο διάνυσμα στην κατακόρυφη διεύθυνση

\mathbf{V} = το διάνυσμα της ταχύτητας $V=(u,v)$

∇H = η κλίση της επιφάνειας της στάθμης του νερού

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας

f = η παράμετρος Coriolis

- Προσέγγιση διάχυσης κύματος στις εξισώσεις ρηχών υδάτων (Diffusion-wave approximation of the Shallow Water Equations)

Κάνοντας την υπόθεση ότι οι αδρανειακοί όροι είναι πολύ μικρότεροι των όρων τριβής και βαρύτητας, η εξίσωση ορμής (3-14) απλοποιείται στην:

$$\mathbf{V} = \frac{-(R(H))^{2/3}}{n} \frac{\nabla H}{|\nabla H|^{1/2}} \quad (3-15)$$

όπου:

\mathbf{V} = το διάνυσμα της ταχύτητας

R = η υδραυλική ακτίνα

∇H = η κλίση της επιφάνειας της στάθμης του νερού

n = ο συντελεστής Manning

Όταν η ταχύτητα χαρακτηρίζεται από ισορροπία μεταξύ της κλίσης της βαρομετρικής πίεσης και της τριβής πυθμένα, τότε η εξίσωση (3-15) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση της εξίσωσης ορμής (3-14). Εισάγοντας την εξίσωση (3-15) στην εξίσωση (3-9) προκύπτει η κλασική διαφορική μορφή της προσέγγισης διάχυσης κύματος των εξισώσεων ρηχών (DSW):

$$\frac{\partial H}{\partial t} - \nabla \cdot \beta \nabla H + q = 0 \quad (3-16)$$

όπου:

$$\beta = \frac{(R(H))^{5/3}}{n |\nabla H|^{1/2}} \quad (3-17)$$

∇H = η κλίση της επιφάνειας της στάθμης του νερού

H = η στάθμη του νερού [$H(x,y,t)$]

q = όρος πηγής/καταβόθρας

R = η υδραυλική ακτίνα

n = ο συντελεστής Manning

Επιπρόσθετα, εισάγοντας την εξίσωση (3-16) στην εξίσωση συνέχειας (3-11), προκύπτει:

$$\frac{\Omega(H^{n+1}) - \Omega(H^n)}{\Delta t} - \sum_k \alpha \nabla H \cdot \mathbf{n} + Q = 0 \quad (3-18)$$

όπου:

$$\alpha = \alpha(H) = \frac{(R(H))^{2/3} A_k(H)}{n |\nabla H|^{1/2}} \quad (3-19)$$

$\Omega(H^n)$ = ο όγκος του κελιού στο χρονικό βήμα n , ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

$A_k(H)$ = το εμβαδόν του ορίου (face) k , ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

∇H = η κλίση της επιφάνειας της στάθμης του νερού

n = ο συντελεστής Manning

Q = η παροχή που περνά μέσω του εδάφους (διήθηση) ή πάνω από το έδαφος στο πεδίο Ω (εξάτμιση ή βροχή)

R = η υδραυλική ακτίνα

∇H = η κλίση της επιφάνειας της στάθμης του νερού

H^{n+1}, H^n = η στάθμη του νερού στην οποία οι εκθέτες υποδεικνύουν το χρονικό βήμα

- Οριακές Συνθήκες

Σε κάθε χρονικό βήμα, πρέπει να δίνονται οι οριακές συνθήκες στα όρια του πεδίου. Το HEC-RAS χρησιμοποιεί τις εξής τρεις:

- i. **Στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας:** Η τιμή της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας $H=H_b$ δίνεται σε ένα από τα όρια.
- ii. **Κλίση της ελεύθερης επιφάνειας:** Θεωρείται η κλίση της επιφάνειας του νερού S_b κάθετα στο όριο: $\nabla H \cdot \mathbf{n} = S_b$, όπου \mathbf{n} = μοναδιαίο κάθετο διάνυσμα στο όριο
- iii. **Παροχή:** Δίνεται η παροχή Q_b που περνά από το όριο. Στην εξίσωση (3-10) πρέπει να ισχύει:

$$\iint_b \mathbf{V} \cdot \mathbf{n} dS = Q_b \quad (3-20)$$

όπου το ολοκλήρωμα υπολογίζεται στο όριο b για το οποίο εφαρμόζεται η οριακή συνθήκη, \mathbf{n} = μοναδιαίο κάθετο διάνυσμα στο όριο, \mathbf{V} = το διάνυσμα της ταχύτητας και S = η κλίση της επιφάνειας του νερού.

Σε περίπτωση χρήσης βαθυμετρικού κανάβου, τότε στην εξίσωση (3-11) θα πρέπει να ισχύει:

$$\mathbf{V}_b \cdot \mathbf{n}_b A_b(H) = Q_b \quad (3-21)$$

όπου ο δείκτης b δηλώνει το όριο στο οποίο εφαρμόζεται η οριακή συνθήκη, \mathbf{V} = το διάνυσμα της ταχύτητας, \mathbf{n} = μοναδιαίο κάθετο διάνυσμα στο όριο, $H=H_b$ = η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας, A = το εμβαδόν του ορίου και Q = η παροχή που περνά από το όριο.

- Υπολογιστική διαδικασίαI. Αριθμητική επίλυση με τις εξισώσεις διάχυσης (DSW)

Για την υδραυλική επίλυση με τις εξισώσεις διάχυσης χρησιμοποιείται η εξίσωση **(3-18)**, στην οποία οι χρονικές παράγωγοι διακριτοποιούνται με πεπερασμένες διαφορές (Finite Differences Approximation), ενώ οι χωρικές παράγωγοι με βάση την υβριδική μέθοδο (Hybrid Approximation). Χρησιμοποιώντας το αριθμητικό σχήμα επίλυσης Crank-Nicolson, η εξίσωση **(3-18)** γίνεται:

$$\Omega(H^{n+1}) + \theta \sum_j \alpha_j H_j^{n+1} = d - (1-\theta) \sum_j \alpha_j H_j^n \quad (3-22)$$

όπου:

$\Omega(H^{n+1})$ = ο όγκος του κελιού στο χρονικό βήμα $n+1$, ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

H_j^{n+1}, H_j^n = η στάθμη του νερού στην οποία οι εκθέτες υποδεικνύουν το χρονικό βήμα

α_j = συνάρτηση των όρων Δt και α από την εξίσωση (3-18)

$d = \Omega(H^n) - \Delta t Q$

θ = συντελεστής διακριτοποίησης

n = χρονικό βήμα

και τα αθροίσματα $\sum_j \alpha_j H_j^{n+1}, \sum_j \alpha_j H_j^n$ περιλαμβάνουν όλα τα κελιά γύρω από το κελί στο οποίο επιλύεται η εξίσωση.

Η εξίσωση (3-22) επιλύεται για κάθε κελί στο πεδίο. Προκύπτει η διανυσματική εξίσωση για όλα τα κελιά:

$$\Omega(\mathbf{H}) + \Psi \mathbf{H} = \mathbf{b} \quad (3-23)$$

όπου:

Ω = το διάνυσμα του όγκου για όλα τα κελιά

\mathbf{H} = το διάνυσμα της στάθμης του νερού για όλα τα κελιά

Ψ = ο συντελεστής πίνακα του συστήματος των εξισώσεων

\mathbf{b} = διάνυσμα δεξιού σκέλους

Η Jacobian παράγωγος του Ω σε σχέση με το \mathbf{H} δίνεται από τη βαθυμετρική σχέση $P(\mathbf{H})$, όπου $P(\mathbf{H})$ ο διαγώνιος πίνακας της υγρής επιφάνειας των κελιών. Προκύπτει έτσι ο επαναληπτικός τύπος:

$$\mathbf{H}^{m+1} = \mathbf{H}^m - (P(\mathbf{H}^m) + \Psi)^{-1} (\Omega(\mathbf{H}^m) + \Psi \mathbf{H}^m - \mathbf{b}) \quad (3-24)$$

όπου το m δηλώνει τον δείκτη επανάληψης, \mathbf{H} = το διάνυσμα της στάθμης του νερού, Ω = το διάνυσμα του όγκου, Ψ = ο συντελεστής πίνακα του συστήματος των εξισώσεων, \mathbf{b} = διάνυσμα δεξιού σκέλους.

II. Αριθμητική επίλυση με τις εξισώσεις ρηχών υδάτων (SW)

Για την αριθμητική επίλυση με τις εξισώσεις αβαθών υδάτων, διακριτοποιείται η εξίσωση συνέχειας με βάση την μέθοδο των πεπερασμένων όγκων (Finite Volume Approximation). Για την εξίσωση ορμής η διακριτοποίηση ποικίλει ανάλογα με τον όρο.

Η εξίσωση διατήρησης της μάζας (3-11) διακριτοποιείται ως εξής:

$$\frac{\Omega(H^{n+1})-\Omega(H^n)}{\Delta t} + \sum_k \pm A_k(H) \left((1-\theta)(u_N)_k^n + \theta(u_N)_k^{n+1} \right) + Q = 0 \quad (3-25)$$

όπου:

$\Omega(H^n)$ = ο όγκος του κελιού στο χρονικό βήμα n, ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

$A_k(H)$ = το εμβαδόν του ορίου (face) k ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

Δt = η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών χρονικών βημάτων

H^{n+1}, H^n = η στάθμη του νερού στην οποία οι εκθέτες υποδεικνύουν το χρονικό βήμα

Q = η παροχή που περνά μέσω του εδάφους (διήθηση) ή πάνω από το έδαφος στο πεδίο Ω (εξάτμιση ή βροχή)

θ = συντελεστής διακριτοποίησης

u_N = κάθετος προς τα έξω στο όριο k

Για τις ταχύτητες, ακολουθείται η ίδια προσέγγιση όπως στην επίλυση με τις εξισώσεις διάχυσης, οπότε εκφράζονται ως ένας γραμμικός συνδυασμός της στάθμης της επιφάνειας του ύδατος στα γειτονικά κελιά και οι όροι ομαδοποιούνται με βάση τους χωρικούς και χρονικούς δείκτες. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει μία εξίσωση στην μορφή της σχέσης (3-23).

Στην εξίσωση ορμής (3-14), μόνο οι όροι της επιτάχυνσης, της κλίσης της βαρομετρικής πίεσης και της τριβής πυθμένα περιλαμβάνουν μεταβλητές για τις οποίες επιλύεται η εξίσωση. Οι υπόλοιποι όροι της εξίσωσης επιλύονται με βάση την παρακάτω μέθοδο. Πιο συγκεκριμένα η διακριτοποίηση των προαναφερθεισών όρων είναι ως εξής:

- Επιτάχυνση:

$$\frac{DV}{Dt} \approx \frac{V^{n+1} - V_X^n}{\Delta t} \quad (3-26)$$

όπου η ταχύτητα V^{n+1} υπολογίζεται στο όριο (face) του κελιού ενώ η ταχύτητα V_X^n στο σημείο X, το οποίο βρίσκεται ολοκληρώνοντας την ταχύτητα με οπίσθιες διαφορές ξεκινώντας από τη θέση του υπολογιστικού ορίου

- Κλίση της βαρομετρικής πίεσης:

$$-g\nabla H \approx -g \sum_j c_j \left((1-\theta)H_j^n + \theta H_j^{n+1} \right) \quad (3-27)$$

όπου c_j είναι διανυσματικές σταθερές, θ = συντελεστής διακριτοποίησης, g = η επιτάχυνση της βαρύτητας, H_j^{n+1}, H_j^n : η στάθμη του νερού στην οποία οι εκθέτες υποδεικνύουν το χρονικό βήμα, ∇H = η κλίση της επιφάνειας της στάθμης του νερού

- Τριβή πυθμένα:

$$c_f = \frac{n^2 g |V|}{R^{4/3}} \quad (3-28)$$

όπου n = ο συντελεστής Manning, R = η υδραυλική ακτίνα, g = η επιτάχυνση της βαρύτητας και $V = (u, v)$ = το διάνυσμα της ταχύτητας

- Διάνυσμα της ταχύτητας $\mathbf{V} = (u, v)$:

$$\mathbf{v}_*^{n+1} = \begin{pmatrix} u_*^{n+1} \\ v_*^{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -\theta \Delta t f \\ \theta \Delta t f & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} u_X^n + (1-\theta) \Delta t f v_X^n \\ v_X^n + (1-\theta) \Delta t f u_X^n \end{pmatrix} \quad (3-29)$$

όπου f η παράμετρος Coriolis, $\theta =$ συντελεστής διακριτοποίησης, η ταχύτητα u_X^n, v_X^n στο σημείο X , το οποίο βρίσκεται ολοκληρώνοντας την ταχύτητα με οπίσθιες διαφορές ξεκινώντας από τη θέση του υπολογιστικού ορίου

Ο προσδιορισμός της άγνωστης στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις διάχυσης (DSW) γίνεται με επαναληπτική διαδικασία ως εξής:

1. Η γεωμετρία και τα δεδομένα του κανάβου δίδονται ή υπολογίζονται
2. Η επίλυση ξεκινά για H^0 ως αρχική συνθήκη για το χρονικό βήμα $n=0$
3. Υπολογίζονται οι οριακές συνθήκες για το επόμενο χρονικό βήμα $n+1$
4. Γίνεται η αρχική υπόθεση $H^{n+1} = H^n$
5. Υπολογίζεται η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας $H = (1-\theta)H_j^n + \theta H_j^{n+1}$ και οι υπόλοιπες μεταβλητές του κανάβου που είναι συναρτήσεις του H , όπως το εμβαδόν των ορίων των κελιών, το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας, η υδραυλική ακτίνα, ο συντελεστής Manning, κτλ.
6. Υπολογίζονται οι συντελεστές α_j
7. Επιλύεται η εξίσωση (3-24) με τις δοσμένες οριακές συνθήκες και δίνεται μία λύση για το H^{n+1}
8. Η ευρεθείσα τιμή του H^{n+1} συγκρίνεται με την τιμή από την αρχική υπόθεση (βήμα 4). Αν η διαφορά είναι μεγαλύτερη από μία δοσμένη απόκλιση (και δεν έχει επιτευχθεί ο μέγιστος αριθμός των επαναλήψεων), τότε επαναλαμβάνεται το βήμα 5. Διαφορετικά συνεχίζουμε στο επόμενο βήμα. Στην παρούσα μελέτη η δοσμένη απόκλιση είναι ίση με 0.003 m και ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων έχει οριστεί ίσος με 20.
9. Με βάση την τιμή H^{n+1} υπολογίζεται η ταχύτητα V^{n+1} από την εξίσωση (3-15)
10. Προχωράμε στο επόμενο χρονικό βήμα ($n+2$) μέχρι το τέλος των υπολογισμών

Αντίστοιχα για την επίλυση με τις εξισώσεις των ρηχών υδάτων (SW) ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία, υιοθετώντας επιπλέον στο βήμα 2 και την αρχική ταχύτητα u_N^0 ως αρχική συνθήκη και υποθέτοντας ότι $u_N^{n+1} = u_N^n$ για το βήμα 4. Η ταχύτητα u_N^{n+1} υπολογίζεται στο βήμα 9 από την εξίσωση (3-29). Επιπλέον, πριν το βήμα 5 και τον υπολογισμό της ελεύθερης επιφάνειας, υπολογίζονται οι όροι της εξίσωσης ορμής που παραμένουν σταθεροί ανεξάρτητα του χρονικού βήματος.

3.1.2 Εισαγόμενα Στοιχεία

Ο κύριος στόχος του HEC-RAS είναι να υπολογισθεί η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας σε όλα τα σημεία ενός πεδίου για δοσμένα υδρολογικά στοιχεία. Για την λειτουργία του λογισμικού απαιτούνται δεδομένα τα οποία σχετίζονται τόσο με την γεωμορφολογία της περιοχής διερεύνησης, όσο και με τις εκάστοτε συνθήκες ροής του υδατορεύματος. Αναλυτικότερα σε κάθε περίπτωση η πορεία που ακολουθείται ούτως ώστε να προσδιοριστεί το μέγιστο εύρος κατάκλυσης, περιλαμβάνει την εισαγωγή και επεξεργασία του γεωγραφικού υποβάθρου, καθώς και επιπρόσθετων

μορφολογικών στοιχείων, την εισαγωγή και επεξεργασία των συνθηκών ροής, την προσομοίωση και τέλος την εξαγωγή και τον έλεγχο των αποτελεσμάτων.

Τα βασικά γεωμετρικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται στο περιβάλλον του HEC-RAS περιλαμβάνουν στοιχεία όπως η γεωμετρία του ποταμού και οι συμβολές με παραποτάμους, οι διατομές των ποταμών, τυχόν υπάρχουσες υδραυλικές κατασκευές, πχ. γέφυρες, οχετοί, φράγματα, αναχώματα, υδατοφράχτες, κτλ., αντλίες, περιοχές αποθήκευσης (λίμνες ή δεξαμενές), και δισδιάστατες πλημμυρικές περιοχές. Τα προαναφερθέντα στοιχεία μπορούν είτε να σχεδιασθούν στο περιβάλλον του προγράμματος, είτε να εισαχθούν έτοιμα μέσω μίας επέκτασης του προγράμματος ArcGIS, συμβατή με το HEC-RAS, του HEC Geo-RAS. Για την μελέτη των πλημμυρικών εκτάσεων είναι απαραίτητη η εισαγωγή γεωγραφικού υπόβαθρου (Terrain) με υψομετρικά δεδομένα από το GIS.

Για την υδραυλική προσομοίωση ορίζεται, αρχικά, το σύστημα των ποταμών (κλάδος κύριου ποταμού με τους παραποτάμους του – River System Schematic) και δίνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία, όπως οι άξονες και τα ονόματα των ρευμάτων, η κατεύθυνση της ροής και τα δεδομένα των συνδέσεων (junction). Στη συνέχεια, εισάγονται οι διατομές των ποταμών, περιλαμβάνοντας πληροφορίες όπως η χιλιομετρική θέση και η γεωμετρία της διατομής, καθώς και οι απώλειες που συντελούνται σε αυτήν (συντελεστής Manning, συντελεστές για την μείωση και αύξηση της υγρής διατομής -contraction & expansion coefficients). Έπειτα δίδονται ως υπόβαθρο εικόνες ή γεωγραφικά δεδομένα, μέσω του HEC-RAS Mapper. Το γεωγραφικό υπόβαθρο είναι απαραίτητο για τη δισδιάστατη ανάλυση, καθώς χρησιμοποιείται για να προσδιορισμό των γεωγραφικών και υδραυλικών στοιχείων των κελιών του υπολογιστικού δισδιάστατου κανάβου (όπως αυτός περιγράφηκε στην § 3.1.1). Επιπρόσθετα, μπορούν να εισαχθούν ξεχωριστοί συντελεστές Manning σε όλο το εύρος του δισδιάστατου πεδίου (Land Cover), διακρίνοντας περιοχές με διαφορετική μορφολογία εδάφους (οικισμοί, δάση, καλλιεργήσιμες εκτάσεις, κτλ.).

Απαραίτητα επιπρόσθετα στοιχεία για την γεωμετρική απεικόνιση της εκάστοτε υπό μελέτη περιοχής είναι οι υδραυλικές κατασκευές που αυτή περιλαμβάνει. Τέτοιου είδους κατασκευές συνηθέστερα είναι οι γέφυρες. Το HEC-RAS υπολογίζει τις ενεργειακές απώλειες που συντελούνται στις γέφυρες σε τρία διαφορετικά σημεία: ανάντη, κατάντη και στη θέση της γέφυρας, και σε συνθήκες χαμηλής παροχής (low flow), παροχής υπό πίεση (όταν η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας έρχεται σε επαφή με την κρέμαση του φορέα –pressure flow), υπερπήδησης (weir flow) και συνδυασμός αυτών. Τα στοιχεία των γεφυρών που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς είναι η γεωμετρία της στέψης, τα ακρόβαθρα και τα μεσόβαθρα (εφόσον υπάρχουν) και παράμετροι που αφορούν την υδραυλική επίλυση των γεφυρών. Άλλου είδους υδραυλικές κατασκευές είναι οι πλευρικοί εκχειλιστές (Lateral Structures). Οι πλευρικοί εκχειλιστές είναι στοιχεία που αναπτύσσονται παράλληλα με την ροή του ποταμού. Μπορεί να αντιπροσωπεύουν μια ποικιλία έργων όπως πλευρικά τοιχεία με ή χωρίς θυροφράγματα, οχετούς κλπ. Επίσης μπορούν να συνδέονται με άλλο τμήμα ποταμού (reach), με κάποια περιοχή αποθήκευσης/λίμνης (Storage Area) ή δισδιάστατη περιοχή (2D Flow Area). Ανάλογες κατασκευές που μπορούν να προσομοιωθούν από το HEC-RAS, πέρα των προαναφερθέντων, είναι εγκάρσια ή πλευρικά έργα στη ροή, πχ. οχετοί, φράγματα, υδατοφράχτες, αυλάκια εκτροπής, κτλ.

Στο αριθμητικό μοντέλο HEC-RAS, το πλημμυρικό πεδίο απεικονίζεται με δύο τρόπους: με περιοχές αποθήκευσης (Storage Areas) ή με δισδιάστατες περιοχές (2D Flow Areas). Οι περιοχές αποθήκευσης είναι περιοχές συγκέντρωσης νερού στις οποίες εκτρέπεται προς ή από αυτές το νερό. Μπορούν να βρίσκονται στο ανάντη ή κατάντη τμήμα ενός ποταμού ή να συνδέονται με αυτόν πλευρικά. Επίσης, μπορούν δύο ή παραπάνω περιοχές να συνδέονται μεταξύ τους υδραυλικά (SA/2D Area Connection)

με κάποιο τεχνικό έργο, πχ. υδατοφράχτη. Ανάλογο στοιχείο είναι και οι δισδιάστατες περιοχές, στις οποίες το HEC-RAS χρησιμοποιεί τον δισδιάστατο αλγόριθμο επίλυσης και σε αυτές ορίζεται ο υπολογιστικός κλίμακός. Ομοίως με τις περιοχές αποθήκευσης, τοποθετούνται στο ανάντη ή κατάντη τμήμα ενός ποταμού ή συνδέονται με αυτόν πλευρικά και μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους (ή/και με άλλες περιοχές αποθήκευσης) με τεχνικό έργο. Προκειμένου να προσομοιωθούν τα δύο είδη περιοχών σχεδιάζονται τα όριά τους χρησιμοποιώντας πολύγωνα, στα οποία εισάγονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία.

Ύστερα από την ολοκλήρωση της επεξεργασίας του γεωμετρικού υποβάθρου ακολουθεί η εισαγωγή των συνθηκών ροής. Η ροή μπορεί να είναι μόνιμη (Steady Flow) ή μη μόνιμη (Unsteady Flow). Στην πρώτη περίπτωση, εισάγεται μία μόνιμη παροχή σε κάθε κλάδο του ποταμού και οι οριακές του συνθήκες. Στην δεύτερη περίπτωση, εισάγεται μια οριακή συνθήκη σε κάθε εξωτερικό όριο του υπολογιστικού πεδίου, καθώς και σε οποιαδήποτε επιθυμητή θέση μέσα σε αυτό. Επίσης, ορίζεται η αρχική παροχή και οι αρχικές συνθήκες για κάθε περιοχή αποθήκευσης/δισδιάστατη πριν την έναρξη της προσομοίωσης. Το είδος της οριακής συνθήκης ποικίλει ανάλογα με τη θέση που εισάγεται και μπορεί να είναι: 1) Υδρογράφημα παροχών ή στάθμης ή συνδυασμός και των δύο, 2) καμπύλες rating curves και 3) κλίση της τριβής (Normal Depth).

Εφόσον έχουν εισαχθεί όλα τα γεωμετρικά δεδομένα και οι συνθήκες ροής, είναι εφικτή στη συνέχεια η αριθμητική προσομοίωση και η εξαγωγή αποτελεσμάτων.

3.1.3 Εξαγόμενα Αποτελέσματα

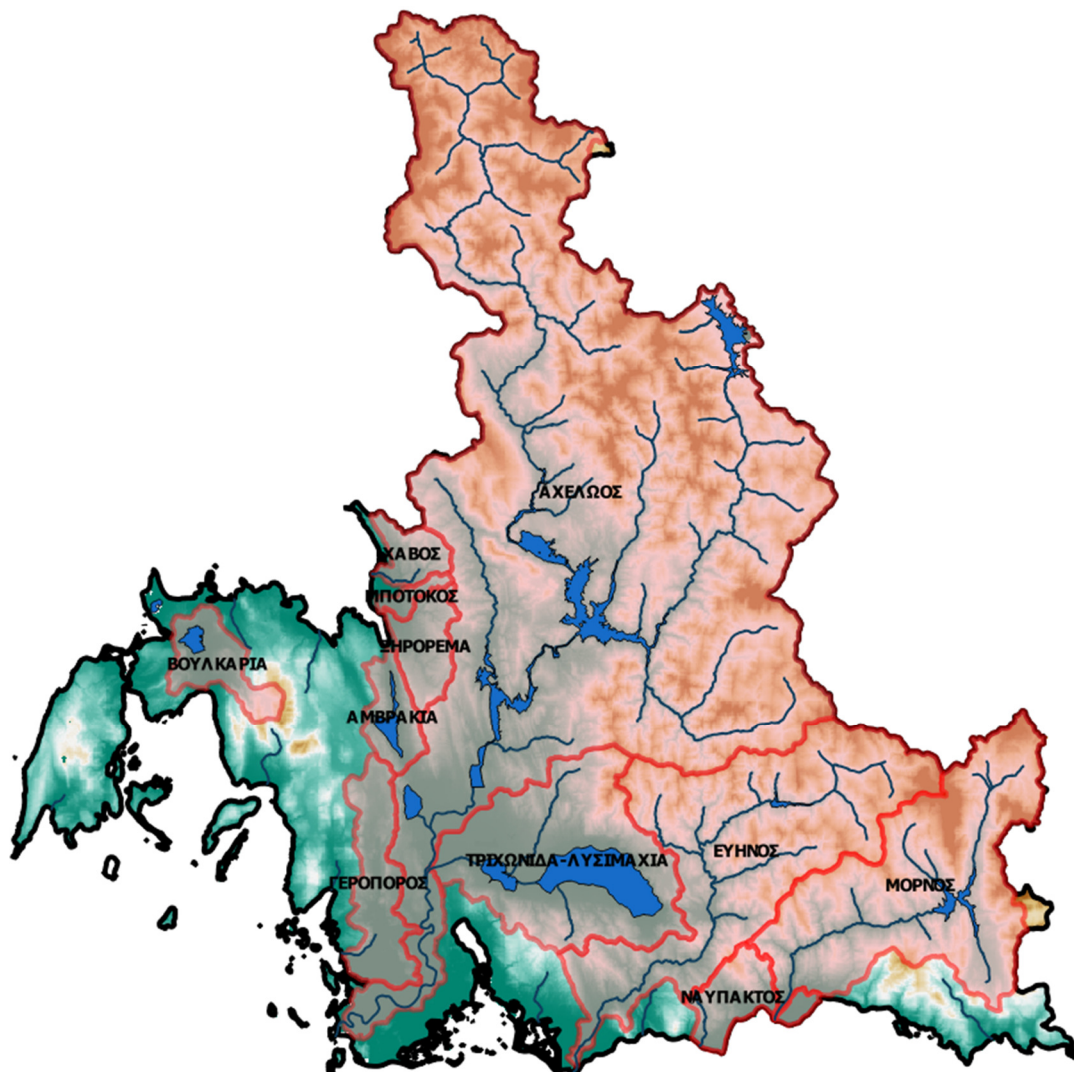
Τα αποτελέσματα από τους υδραυλικούς υπολογισμούς στο HEC-RAS δίδονται σε μορφή γραφημάτων και πινάκων, στα οποία απεικονίζονται σταθμηγραφήματα και υδρογραφήματα σε κάθε διατομή, προφίλ των υδραυλικών στοιχείων, όπως πχ. η στάθμη του ύδατος, το βάθος ροής, η ταχύτητα κ.α., καθώς και αναλυτικοί και συνοπτικοί πίνακες όλων των υδραυλικών αποτελεσμάτων. Επίσης δίνεται η δυνατότητα για τρισδιάστατη απεικόνιση του υδατορεύματος με τα εξαγόμενα υδραυλικά στοιχεία. Τέλος, με την χρήση γεωγραφικού υποβάθρου, μπορούν να εξαχθούν πλημμυρικοί χάρτες (δυναμικοί και στατικοί) και να γίνει αναπαράσταση των ζωνών κατάκλυσης μέσω του HEC-RAS Mapper.

4 Περιοχή Μελέτης και Δεδομένα

4.1 Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή μελέτης, όπου παράγονται πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού, καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, συνολικής έκτασης 10 498 km² (από τα οποία τα 303 km² ανήκουν στην Λευκάδα). Περιλαμβάνει τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) που έχουν καθοριστεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, και τις ανάντη λεκάνες απορροής των υδατορευμάτων που διατρέχουν τις εν λόγω ζώνες.

Στο πλαίσιο της μελέτης, πραγματοποιείται υδρολογική προσομοίωση των λεκανών απορροής των τριών μεγάλων ποταμών του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (Μόρνος, Εύηνος, Αχελώος), η απορροή των οποίων ρυθμίζεται από ταμιευτήρες. Προσομοίωση γίνεται και για μικρότερα υδατορεύματα διαλείπουσας ή χειμαρρικής ροής που διέρχονται από κάποια ΖΔΥΚΠ, καθώς και σε κλειστές λεκάνες, οι οποίες απορρέουν σε λίμνες (Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Οζερός, Αμβρακία). Συνολικά, εξετάζονται 12 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών), που χωρίζονται σε υπολεκάνες (Εικόνα 4-1).



Εικόνα 4-1: Χάρτης περιοχής μελέτης και λεκάνες απορροής που εξετάζονται

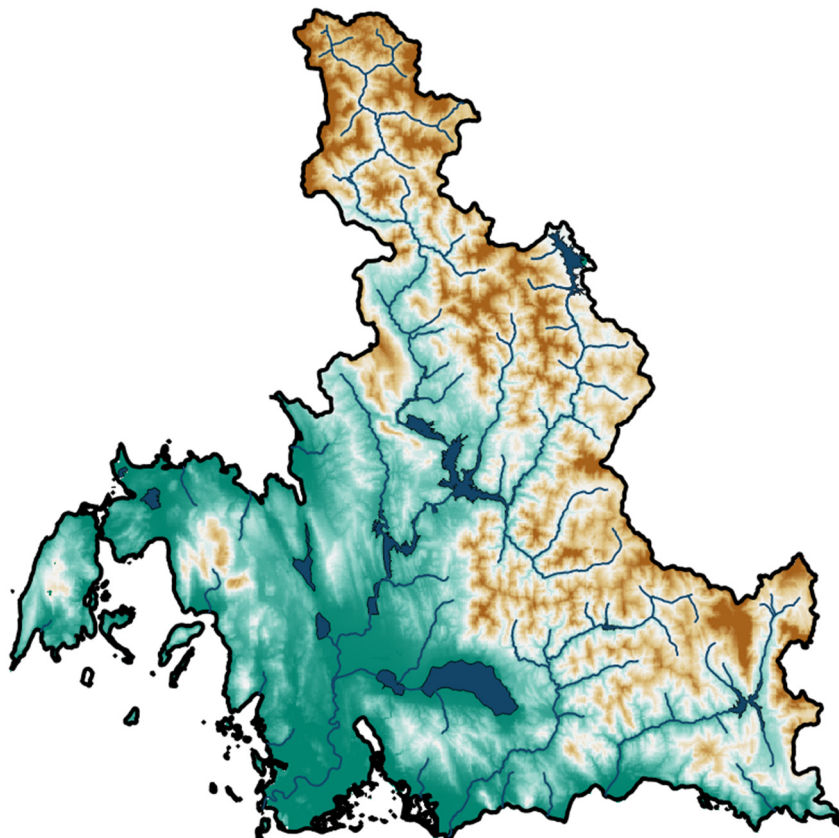
Οι ιδιαιτερότητες της περιοχής μελέτης είναι: (α) το μεγάλο μέγεθος των λεκανών απορροής, (β) η ύπαρξη μεγάλων υδροηλεκτρικών φραγμάτων (Πλαστήρας – φράγμα πλήρους εκτροπής, Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος στον Αχελώο), καθώς και φραγμάτων μερικής (Εύηνος) και πλήρους (Μόρνος) εκτροπής, που εξυπηρετούν το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, και (γ) οι ύπαρξη μεγάλου αριθμού λιμνών. Ειδικότερα, το φράγμα Κρεμαστών, λόγω του πολύ μεγάλου μεγέθους του, εξασφαλίζει πλήρη, πρακτικά, ανάσχεση των πλημμυρικών παροχών του άνω ρου του Αχελώου. Η διαχείριση των πλημμυρών στον Αχελώο γίνεται κυρίως μέσω του φράγματος Στράτου.

Τονίζεται ότι στην προσομοίωση των πλημμυρών λαμβάνεται υπόψη και η υπολεκάνη ανάντη του φράγματος Πλαστήρα, παρόλο που η διαχείριση του εν λόγω έργου αφορά στις χρήσεις νερού στη Θεσσαλία. Όπως και στον ταμιευτήρα Μόρνου, πρόκειται για έργα πλήρους εκτροπής, για τα οποία θεωρείται ότι οι πλημμυρικές ροές τους διοχετεύονται στην κατάντη λεκάνη, μέσω του υπερχειλιστή.

4.2 Γεωγραφικά Δεδομένα

4.2.1 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων

Το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (ΨΜΕ) της περιοχής μελέτης έχει διάσταση 5×5 m στα ορεινά και ημιορεινά τμήματα, ενώ κατά περίπτωση χρησιμοποιείται και πιο λεπτομερής κλίμακα, διάστασης 1×1 m, στα πεδινά. Η λεπτομέρεια αυτή επιτρέπει όχι μόνο την ακριβέστερη αποτύπωση του πεδίου ροής στις περιοχές χαμηλών και πολύ χαμηλών κλίσεων, αλλά και την αποτύπωση σημαντικών τεχνικών έργων (π.χ., αναχώματα), βοηθώντας έτσι στην ορθή χάραξη των λεκανών απορροής και υπολεκανών. Στην Εικόνα 4-2 απεικονίζεται ένα πιο αδρομερές ΨΜΕ, διάστασης 25×25 m.



Εικόνα 4-2: Ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων και υδρογραφικό δίκτυο (σύμφωνα με την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ) περιοχής μελέτης

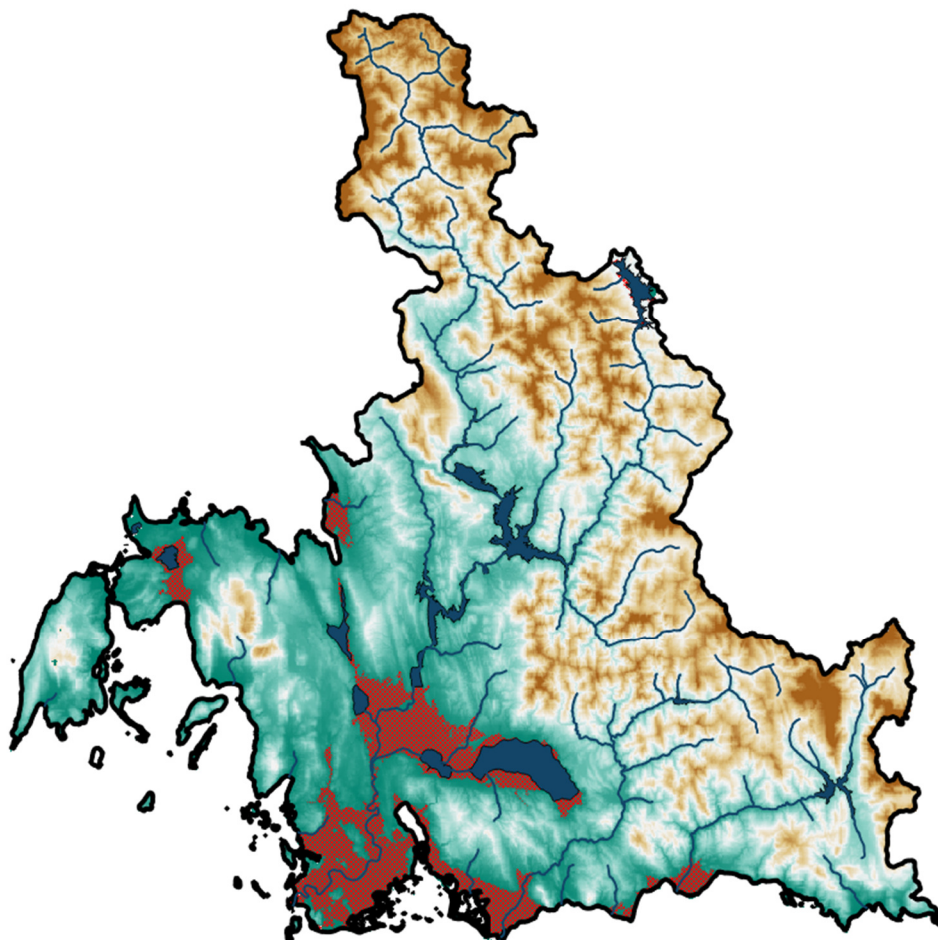
4.2.2 Υδρογραφικό Δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο, που απεικονίζεται στην Εικόνα 4-2, έχει διαμορφωθεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, και περιλαμβάνει τα κύρια υδατορεύματα της περιοχής μελέτης. Τα ποτάμια μόνιμης ροής που εξετάζονται είναι ο Μόρνος, ο Εύηνος και ο Αχελώος. Ο τελευταίος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της παρεμβολής τεσσάρων μεγάλων ταμιευτήρων, που πραγματοποιούν σημαντική ανάσχεση των πλημμυρικών ροών (ιδιαίτερα ο ταμιευτήρας Κρεμαστών). Στο ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας αναπτύσσονται και μικρότερα υδατορεύματα, που εκβάλλουν στον Αμβρακικό και τον Κορινθιακό Κόλπο.

Η χάραξη του δικτύου στις περιοχές υψηλών και μέτριων κλίσεων έγινε σε περιβάλλον ΣΓΠ, στο οποίο διαμορφώθηκαν τα μοντέλα συγκέντρωσης και κατεύθυνσης ροής σε ανάλυση 5×5 m. Στα πεδινά τμήματα (κυρίως στον κάτω ρου του Αχελώου) έγιναν και ορισμένες χειροκίνητες διορθώσεις, καθώς οι φυσικές κοίτες έχουν διαμορφωθεί με τεχνικά έργα (π.χ. έχουν ευθυγραμμιστεί και οριοθετηθεί με αναχώματα), και συνεπώς δεν ακολουθούν ακριβώς τις κλίσεις του εδάφους.

4.2.3 Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας

Στο πλαίσιο της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, άρθρα 4 και 5, και της ΚΥΑ ΗΠ 31822/1542/Ε103/21.7.2010 έγινε Προκαταρκτική Αξιολόγηση των Κινδύνων Πλημμύρας σε όλα τα Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας. Από την αξιολόγηση αυτή προσδιορίστηκαν οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες, από πλευράς επιπτώσεων, και οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ).



Εικόνα 4-3: Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) περιοχής μελέτης

Οι ΖΔΥΚΠ καλύπτουν μικρό ποσοστό του ΥΔ (874 επί συνόλου 10 498 km²), και αφορούν στις χαμηλές περιοχές των τριών μεγάλων ποταμών (Αχελώος, Εύηνος, Μόρνος), τις παραλίμνιες εκτάσεις γύρω από τις μεγάλες λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας (Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Οζερός, Αμβρακία, Βουλκαρία), την περιοχή της λιμνοθάλασσας Μεσολογίου, τις παραλίμνιες εκτάσεις γύρω από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα, και κάποιες μικρές εκτάσεις στα κατάντη των ρεμάτων Αμφιλοχίας. Τα όρια των ζωνών φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 4-3.

4.2.4 Λεκάνες Απορροής

Με βάση το υδρογραφικό δίκτυο και τις ΖΔΥΚΠ, η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 12 λεκάνες απορροής, τα όρια των οποίων απεικονίζονται στον χάρτη της Εικόνας 4-1. Στα ορεινά και ημιορεινά τμήματα του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, οι λεκάνες χαραχτηκαν με βάση το ΨΜΕ διάστασης 5×5 m, ενώ στις πιο πεδινές περιοχές χρησιμοποιήθηκε, κατά περίπτωση, το ΨΜΕ διάστασης 1×1 m, σε συνδυασμό με χάρτες του κτηματολογίου καθώς και δορυφορικές εικόνες του Google Earth. Η χάραξη με βάση υψηλότερης ανάλυσης πληροφορία ήταν αναγκαία καθώς στα πεδινά τμήματα, όπου και αναπτύσσονται οι ΖΔΥΚΠ, τα υδατορεύματα είναι διευθετημένα και δεν ακολουθούν πλήρως τη φυσική κλίση του εδάφους. Ακόμη, σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ., σύστημα Τριχωνίδας-Λυσιμαχίας), υπάρχουν εκτροπές νερού που διαφοροποιούν τα πραγματικά όρια των υδροκριτών.

Σημειώνεται ότι για τις ανάγκες της υδρολογικής μοντελοποίησης, στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτήθηκε ακόμα πιο λεπτομερής κατάτμηση σε υπολεκάνες. Με την κατάτμηση αυτή, διαμορφώθηκε μια ημικατανεμημένη σχηματοποίηση της αντίστοιχης λεκάνης απορροής, θεωρώντας κόμβους στις εισόδους των ζωνών και τις συμβολές των κύριων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της.

4.3 Σχηματοποίηση Υδρογραφικού Δικτύου και Υπολεκανών

Η υδραυλική και υδρολογική προσομοίωση αναφέρεται στην κλίμακα της λεκάνης απορροής, εντός των ορίων της οποίας αναπτύσσονται μία ή περισσότερες ΖΔΥΚΠ. Κάθε λεκάνη αποτελεί αυτόνομη περιοχή μελέτης (στο εξής θα αναφέρεται ως *έργο*, project), για την οποία εξετάζονται διάφορα *σενάρια πλημμυρών*. Οι διαδικασίες σχηματοποίησης του μοντέλου περιλαμβάνουν τη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου, τον ορισμό των σημείων ελέγχου πάνω στο δίκτυο (κόμβοι) και τη χάραξη των υπολεκανών ανάντη κάθε κόμβου.

Ως αρχικό υπόδειγμα για τη σχηματοποίηση χρησιμοποιούνται τα υφιστάμενα χωρικά επίπεδα του υδρογραφικού δικτύου και των αντίστοιχων υπολεκανών. Στο ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας αναπτύσσονται ΖΔΥΚΠ σε 12 λεκάνες απορροής. Για κάθε λεκάνη, που στη συνέχεια θα αναφέρεται και ως περιοχή μελέτης, διαμορφώνεται το υδρολογικό μοντέλο πλημμυρών, με το οποίο παράγονται τα πλημμυρογραφήματα στις διάφορες θέσεις ενδιαφέροντος κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, που καταλήγει σε έναν τελικό κόμβο εξόδου στη θάλασσα. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται η σύνθεση των πλημμυρογραφήματων στους κόμβους του δικτύου, όπως υπολογίστηκε σε προηγούμενο στάδιο της μελέτης (Β' Φάση). Σε αυτό το στάδιο της μελέτης (Φάση ΓΉ), επαναλαμβάνεται η προσομοίωση της μεταφοράς των πλημμυρικών ροών κατά μήκος συγκεκριμένων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου (συγκεκριμένα, των κλάδων που διατρέχουν τις ΖΔΥΚΠ), εφαρμόζοντας υδραυλικές προσεγγίσεις. Οι τελευταίες περιγράφουν τις διεργασίες διάδοσης μέσω των αναλυτικών υδραυλικών εξισώσεων της ροής, λαμβάνοντας υπόψη τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά της κύριας κοίτης των υδατορευμάτων καθώς και της πλημμυροπεδιάδας εκατέρωθεν αυτής.

Γενικά, το δίκτυο των λεκανών είναι σχετικά αδρομερές για τις ανάγκες της υδρολογικής μοντελοποίησης, για την οποία απαιτείται μια πιο λεπτομερής διακριτοποίηση της υπό μελέτη λεκάνης. Συνεπώς, τα δύο επίπεδα σχηματοποιούνται εξ αρχής, διατηρώντας τα όρια των αρχικών υπολεκανών και πυκνώνοντας όπου κρίνεται αναγκαίο. Η διαδικασία γίνεται ως εξής:

Αρχικά, επαναχαράσσεται το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλων υψομέτρων ανάλυσης 5×5 m, στο οποίο ορίζεται κατάλληλο όριο συγκέντρωσης της απορροής (flow threshold). Κατά κανόνα, το όριο αυτό τίθεται ίσο με 10 km², που σύμφωνα με τις επικαιροποιημένες Τεχνικές Προδιαγραφές αποτελεί το ελάχιστο μέγεθος λεκάνης για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών. Με χρήση των σχετικών εργαλείων χωρικής επεξεργασίας σε περιβάλλον ΣΓΠ παράγονται τα επίπεδα συγκέντρωσης ροής (flow accumulation) και διεύθυνσης ροής (flow direction), με βάση τα οποία παράγεται ξανά το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης, με μεγαλύτερη ωστόσο λεπτομέρεια.

Στη συνέχεια, τοποθετούνται *κόμβοι* (junctions) στις θέσεις τομής του υδρογραφικού δικτύου με το αρχικό, αδρομερές, επίπεδο λεκανών απορροής (ώστε να διατηρηθούν οι αρχικές θέσεις παραγωγής των υδρογραφημάτων, στις εξόδους των υπολεκανών), σε όλες τις συμβολές του νέου υδρογραφικού δικτύου και σε άλλες θέσεις που κρίνεται αναγκαίο. Τέτοιες μπορεί να είναι θέσεις υδρομετρικών σταθμών, θέσεις φραγμάτων, θέσεις εγκάρσιων τεχνικών έργων (π.χ. γέφυρες) ή άλλες θέσεις που υποδεικνύονται για τις ανάγκες της υδραυλικής προσομοίωσης. Άλλες πιθανές θέσεις αφορούν σε περιοχές όπου αλλάζουν τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης, που εκφράζονται μέσω της παραμέτρου CN.

Ανάντη κάθε κόμβου χαράσσονται οι *υπολεκάνες* (basins) του μοντέλου υδρολογικής προσομοίωσης, που είτε διατηρούν τα όρια των αρχικών υπολεκανών ή αποτελούν κατατμήσεις αυτών (δηλαδή κάθε αρχική υπολεκάνη επιμερίζεται σε δύο ή και περισσότερες υπολεκάνες του μοντέλου HEC-HMS). Κάθε υπολεκάνη θεωρείται ότι αποστραγγίζεται στον (μοναδικό) κόμβο εξόδου της. Γενικά, η χάραξη των υπολεκανών γίνεται με αυτόματα εργαλεία, σε περιβάλλον ΣΓΠ. Σε κάποιες, ωστόσο, περιπτώσεις, κυρίως σε πεδινές περιοχές, τα όρια των υπολεκανών χαράσσονται χειροκίνητα, καθώς το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων δεν περιέχει επαρκή πληροφορία για τον καθορισμό της κατεύθυνσης της ροής. Μια άλλη προβληματική περίπτωση είναι η παρεμβολή τεχνικών έργων, όπως οδικά αναχώματα, που δημιουργούν, σε κάτοψη, τεχνητούς υδροκρίτες. Ωστόσο, αν υπάρχουν εγκάρσια έργα αποχέτευσης (οχετοί), που προφανώς δεν μπορεί να αναγνωρίσει το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων, τα αναχώματα δεν παρεμποδίζουν τη ροή, και συνεπώς δεν λειτουργούν ως υδροκρίτες.

Η διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων καλείται *κλάδος* ή *τμήμα υδατορεύματος* ή απλούστερα *υδατόρευμα* (reach). Η τοπολογία του δικτύου ορίζεται πλήρως από τον ανάντη και κατάντη κόμβο κάθε υδατορεύματος. Ανάντη κάθε κόμβου μπορούν να συμβάλλουν ένας ή περισσότεροι κλάδοι, ενώ κατάντη επιτρέπεται να ξεκινά ένας και μόνο κλάδος. Ακόμη, κάθε κλάδος διασχίζει μία και μόνο υπολεκάνη, η απορροή της οποίας μετασηματίζεται σε υδρογράφημα εισόδου του κατάντη κόμβου. Με την υπόθεση αυτή, το υδατόρευμα που διασχίζει την υπολεκάνη θεωρείται «κλειστό», καθώς δεν μπορεί να δεχτεί πλευρικές εισροές από την υπολεκάνη. Κατά συνέπεια, οι κλάδοι των ανάντη υπολεκανών δεν θεωρούνται συνιστώσες του υδρογραφικού δικτύου, καθώς δεν συμμετέχουν στη διόδευση των πλημμυρικών ροών (για τον λόγο αυτό δεν προσμετρώνται στους κλάδους του τελικού δικτύου). Το τελικό υδρογραφικό δίκτυο, που στη γενική περίπτωση είναι δενδροειδούς τύπου, καταλήγει απαραίτητα στον έναν και μοναδικό *κόμβο εξόδου* της λεκάνης (outlet).

4.4 Επίπεδα Χωρικής Πληροφορίας – Τοπολογία

Με την διαδικασία σχηματοποίησης, η οποία γίνεται για κάθε λεκάνη απορροής, διαμορφώνονται τα εξής τέσσερα επίπεδα χωρικής πληροφορίας του αντίστοιχου μοντέλου υδραυλικής προσομοίωσης: λεκάνη απορροής ή έργο (project), κόμβοι (junctions), υδατορεύματα (reaches), και υπολεκάνες (basins).

Για τα παραπάνω επίπεδα υπολογίζονται (ή εκτιμώνται) τα γεωμετρικά, υδρολογικά και υδραυλικά μεγέθη, με βάση τα οποία εκτιμώνται (ή υπολογίζονται) τα δεδομένα εισόδου του μοντέλου HEC-RAS.

Η τοπολογία του υδρολογικού/υδραυλικού συστήματος ορίζεται πλήρως ως εξής: Η συνολική λεκάνη απορροής απορρέει στον έναν και μοναδικό τελικό κόμβο εξόδου. Από κάθε κόμβο του υδρογραφικού δικτύου ξεκινά ένα και μόνο υδατόρευμα (με εξαίρεση τον τελικό κόμβο εξόδου). Κάθε υδατόρευμα ορίζεται από έναν ανάντη και έναν κατάντη κόμβο. Κάθε υπολεκάνη αυτής, απορρέει σε έναν και μόνο κόμβο. Κάθε υπολεκάνη διατρέχεται από ένα και μόνο υδατόρευμα, με εξαίρεση τις ανάντη υπολεκάνες που δεν διατρέχονται από υδατόρευμα.

4.5 Χαρακτηριστικά Γεωγραφικά και Υδρολογικά Μεγέθη

4.5.1 Λεκάνη Απορροής

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη της λεκάνης απορροής, τα οποία παράγονται αυτόματα στο περιβάλλον του ΣΓΠ, είναι η έκταση, το μέσο υψόμετρο, το μέγιστο μήκος ροής και από την τοπολογία του μοντέλου είναι γνωστό το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της λεκάνης. Η άλλη χρονική παράμετρος του μοντέλου είναι η χρονική διακριτότητα των καταιγίδων σχεδιασμού, που ταυτίζεται με το χρονικό βήμα της προσομοίωσης. Γενικά λαμβάνεται χρονικό βήμα 15 min.

4.5.2 Κόμβοι

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κόμβων είναι οι συντεταγμένες (x, y) και το υψόμετρο z , που λαμβάνεται από το ΨΜΕ.

4.5.3 Υδατορεύματα

Το χαρακτηριστικό γεωμετρικό μέγεθος των υδατορευμάτων είναι το μήκος L , που υπολογίζεται αυτόματα στο περιβάλλον του ΣΓΠ. Για κάθε υδατόρευμα, ορίζεται το μοντέλο διόδευσης και οι αντίστοιχες παράμετροι. Για την επιλογή του σχήματος διόδευσης χρησιμοποιείται, ως ενδεικτικό μέγεθος, η μέση κλίση του υδατορεύματος, J . Δεδομένου ότι από την τοπολογία του δικτύου είναι γνωστά τα υψόμετρα του ανάντη και κατάντη κόμβου υπολογίζεται και η μέση κλίση του υδατορεύματος.

4.5.4 Υπολεκάνες

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των υπολεκανών είναι η έκταση A , το μέσο υψόμετρο z_m , και το μήκος της μέγιστης διαδρομής νερού L_{max} , που μετράται από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της υπολεκάνης ως τον κόμβο εξόδου της (κατ' αντιστοιχία με τη συνολική λεκάνη απορροής). Τα μεγέθη αυτά υπολογίζονται αυτόματα στο περιβάλλον του ΣΓΠ. Ακόμη, από την τοπολογία του μοντέλου είναι γνωστό το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της υπολεκάνης. Επίσης, για κάθε υπολεκάνη έχουν υπολογιστεί τα υετογραφήματα σχεδιασμού και τα πλημμυρογραφήματα των εννέα υδρολογικών

σεναρίων, τα οποία χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου του υδραυλικού μοντέλου (διόδευση πλημμυρογραφήματος) με το HEC-RAS.

4.6 Υδρολογικά και Υδραυλικά Σενάρια Επικινδυνότητας Πλημμύρας

Για την κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας (flood hazard maps) στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμυρών (ΖΔΥΚΠ), όπως προβλέπεται στην Οδηγία 2007/60/ΕΚ και στην Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, απαιτείται η παραγωγή πλημμυρικών υδρογραφήματων στις εισόδους των ΖΔΥΚΠ και σε επιλεγμένες ενδιάμεσες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης, και η παραγωγή τελικών χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας.

Στη διαδικασία κατάρτισης των χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας εμφανίζονται μια σειρά από αβεβαιότητες που σχετίζονται με τον πιθανοτικό χαρακτήρα των μεγίστων βροχοπτώσεων, με το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα, με την εκτίμηση του CN και κατά συνέπεια του όγκου και της αιχμής της πλημμύρας, με την χαμηλή ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους και με την εκτίμηση του συντελεστή Manning. Οι παραπάνω αβεβαιότητες μπορεί να έχουν σημαντική επιρροή τόσο στο όριο της κατακλυζόμενης έκτασης αλλά και στην χωρική και χρονική κατανομή του βάθους και της ταχύτητας του νερού. Σύμφωνα με το τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών, ζητείται η ανάλυση των ακόλουθων σεναρίων για τους ποταμούς, ρέματα και χειμάρρους:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς 50 χρόνια,
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς 100 χρόνια και
- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς 1000 χρόνια.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές, για κάθε περίοδο επαναφοράς εξετάζονται τρία σενάρια, που αναφέρονται σε ευνοϊκές ή ευμενείς, μέσες και δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες. Στην πράξη, τα σενάρια αυτά λαμβάνουν υπόψη το εύρος αβεβαιότητας στις εκτιμήσεις της βροχόπτωσης σχεδιασμού, αλλά και στις υποθέσεις που γίνονται σχετικά με τις συνθήκες αρχικής υγρασίας του εδάφους. Από τους συνδυασμούς των τριών υδρολογικών συνθηκών με τις τρεις περιόδους επαναφοράς προκύπτουν, τελικά, $3 \times 3 = 9$ σενάρια, για τα οποία παράγονται τα αντίστοιχα πλημμυρικά υδρογραφήματα σε κάθε θέση ενδιαφέροντος. Τέλος, στις τεχνικές προδιαγραφές προβλέπεται τουλάχιστον για τους ποταμούς με μόνιμη ροή να γίνει ανάλυση ευαισθησίας με εξέταση σεναρίων «ευμενών» και «δυσμενών» συνθηκών για περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 έτη λαμβάνοντας υπόψη την αβεβαιότητα στην εκτίμηση του συντελεστή τραχύτητας στο Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας για όλα τα μελετούμενα υδατορεύματα που βρίσκονται εντός των ΖΔΥΚΠ. Ο Πίνακας 4-1 παρουσιάζει συγκεντρωτικά όλες τις παραμέτρους που μεταβάλλονται για κάθε εξεταζόμενο σενάριο. Λεπτομέρειες για την μεταβολή των παραμέτρων από τις οποίες εξαρτάται το πλημμυρικό υδρογράφημα (όμβρια καμπύλη, χρονική κατανομή, CN, χρόνος συγκέντρωσης) δόθηκαν στα παραδοτέα 2 (όμβριες καμπύλες) και 4 (πλημμυρικά υδρογραφήματα).

Πίνακας 4-1: Εξεταζόμενα σενάρια επικινδυνότητας πλημμύρας

Σενάριο Πλημμύρας	Περίοδος Επαναφοράς	Συνθήκες	Χρονική Κατανομή Βροχόπτωσης	CN
Υψηλή πιθανότητα υπέρβασης	T=50	Μέσες	alternate blocks	Πλέον πιθανή Τιμή (CN-II)
		Ευμενείς		Χαμηλή αρχική Υγρασία (CN-I)
		Δυσμενείς		Υψηλή αρχική Υγρασία ((CN-III)
Μέση πιθανότητα υπέρβασης	T=100	Μέσες	alternate blocks	Πλέον πιθανή Τιμή (CN-II)
		Ευμενείς		Χαμηλή αρχική Υγρασία (CN-I)
		Δυσμενείς		Υψηλή αρχική Υγρασία ((CN-III)
Χαμηλή πιθανότητα υπέρβασης	T=1000	Μέσες	Worst profile	Πλέον πιθανή Τιμή (CN-II)
		Ευμενείς		Χαμηλή αρχική Υγρασία (CN-I)
		Δυσμενείς		Υψηλή αρχική Υγρασία (CN-III)

4.7 Επίδραση Κλιματικής Αλλαγής

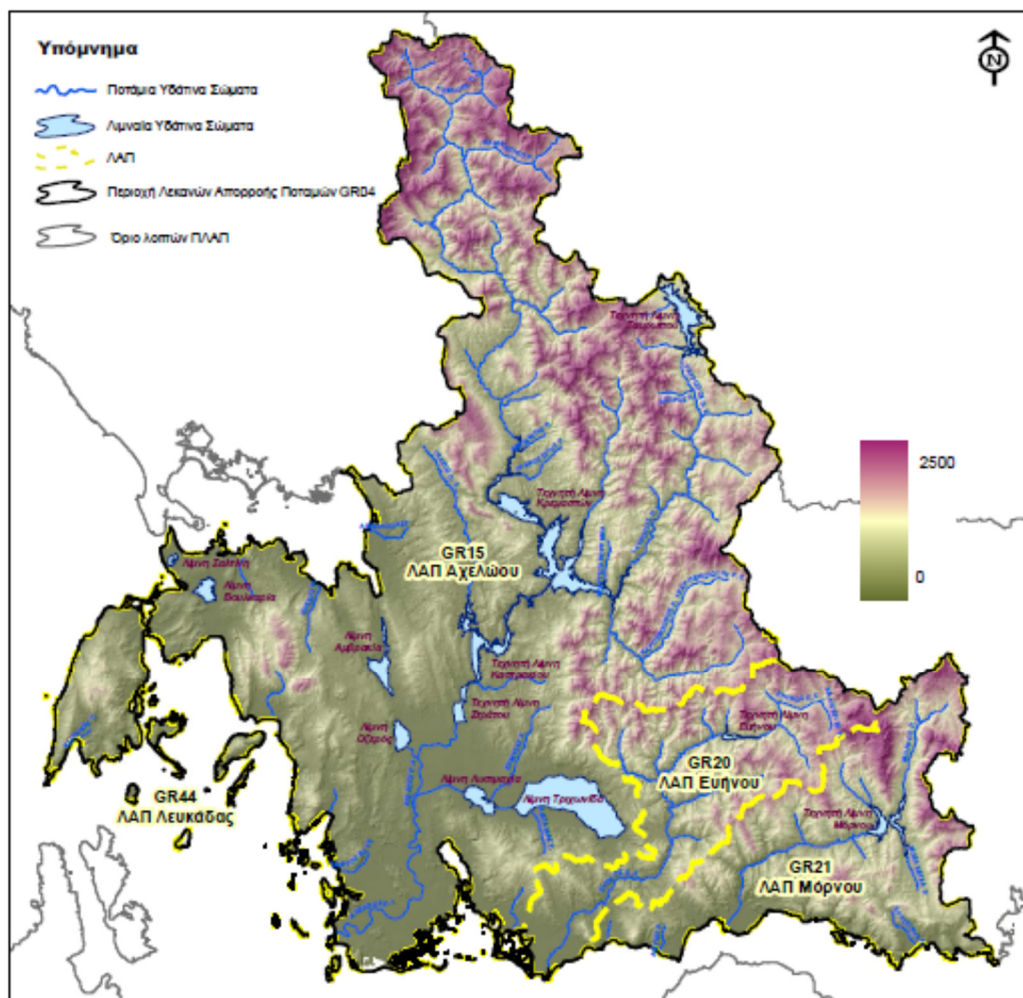
Οι, μέχρι σήμερα, διαθέσιμες υδρομετεωρολογικές αναλύσεις και μελέτες καταγράφουν μεγάλες αβεβαιότητες στις προβλέψεις για την επίδραση της Κλιματικής Αλλαγής. Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική αύξηση των καταστροφών από πλημμύρες, τα αίτια φαίνεται να οφείλονται περισσότερο στην αύξηση της έκθεσης των ανθρώπων και των περιουσιών στις πλημμύρες. Στο παρόν Προσχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας, ο εντοπισμός των περιοχών όπου είναι πιθανό να σημειωθεί πλημμύρα βασίστηκε σε υδρομορφολογικά κριτήρια (περιοχές όπου η κλίση του εδάφους είναι μικρότερη από < 2% ή περιοχές σε θέσεις προσχωματικών αποθέσεων) και όχι σε υδρολογική ανάλυση. Εκτιμάται ότι με τη μέθοδο αυτή εντοπίστηκαν και επιλέχθηκαν για περαιτέρω διερεύνηση (άρθρα 6 και 7 της Οδηγίας) οι ευάλωτες ζώνες ακόμα και σε μία ενδεχόμενη επιδείνωση των συνθηκών λόγω κλιματικής αλλαγής.

Τα μέχρι σήμερα διαθέσιμα υδρολογικά δεδομένα δεν επαρκούν για μία τεκμηριωμένη πρόβλεψη της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στη συχνότητα εμφάνισης των πλημμυρών. Έτσι, στον πρώτο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας δεν θα εξεταστούν σενάρια διόδευσης πλημμυρών σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής. Επειδή όμως εξετάστηκαν υδρολογικά σενάρια πολύ χαμηλής πιθανότητας με τη χρήση στοχαστικής ανάλυσης (κατανομές ακραίων τιμών), θεωρείται ότι έτσι ενσωματώνεται σε αυτή τη φάση η επίδραση της κλιματικής αλλαγής.

5 Λεκάνη Απορροής Αχελώου (GR15)

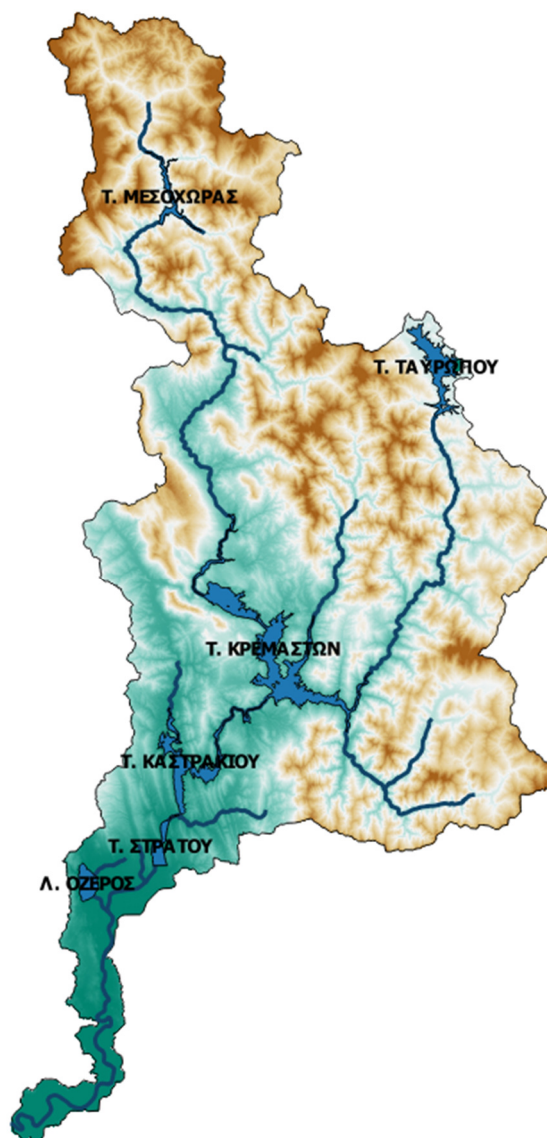
Ο ποταμός **Αχελώος**, γνωστός κι ως Ασπροπόταμος, είναι ο δεύτερος σε μήκος ποταμός της Ελλάδας, μετά τον π. Αλιάκμονα, ρέει εξ ολοκλήρου στην Ελληνική επικράτεια, είναι ο σπουδαιότερος ποταμός από πλευράς υδροηλεκτρικής παραγωγής και αρκετά σημαντικός από πλευράς γεωργικής αξιοποίησης για την ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας. Πηγάζει από την οροσειρά της Πίνδου και συγκεκριμένα από το όρος Λάκμος (Περιστέρι), νότια, νοτιοδυτικά του Μετσόβου και μετά από μια διαδρομή 220 km εκβάλλει στο Ιόνιο πέλαγος. Αρχικά ρέει στα δυτικά της Θεσσαλίας με κατεύθυνση προς νότο και στη συνέχεια, εισέρχεται στη Στερεά Ελλάδα και διαγράφει, για αρκετό διάστημα, τα σύνορα Ευρυτανίας και Αιτωλοακαρνανίας. Στην περιοχή αυτή εμπλουτίζεται με νερά της Πίνδου από τους διάφορους παραποτάμους του, κυριότεροι των οποίων είναι ο Αγραφιώτης ή Αγραφιώτικος, ο Μέγδοβας ή Ταυρωπός και ο Τρικεριώτης. Συνεχίζοντας την πορεία του προς νότο, συναντά τους παραποτάμους Μπιζάκο ή Ίναχο μεταξύ των ορεινών όγκων του Βάλτου και του Μακρυνόρους και κατόπιν το Μεγάλο ρέμα και το Ρύακα. Στο ύψος του Αγρινίου σχηματίζει ένα διπλό μαιανδρισμό και στρέφεται δυτικά προς την Αιτωλική λεκάνη. Από το σημείο αυτό, ακολουθεί πάλι νότια κατεύθυνση και εμπλουτίζεται με τα πλεονάζοντα νερά των λιμνών Οζερού, Λυσιμαχείας και Τριχωνίδας. Στη συνέχεια, ρέοντας μέσα από μια πλατιά πλέον κοίτη, στρέφεται δυτικά στην περιοχή του Νεοχωρίου και τελικά εκβάλλει στο Ιόνιο πέλαγος, νότια των Εχινάδων νήσων. Θεωρείται ο πλουσιότερος σε νερά γηγενής ποταμός της Ελλάδας.

Η λεκάνη απορροής (ΛΑΠ) του π. Αχελώου εντάσσεται στο Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας και βρίσκεται ανάμεσα στις λεκάνες απορροής των ποταμών Μόρνου και Ευήνου και στην λεκάνη απορροής της Λευκάδας (Εικόνα 5-1).



Εικόνα 5-1: Μορφολογικός χάρτης ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας
(πηγή: Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, ΕΓΥ, ΥΠΕΚΑ, 2014)

Η λεκάνη απορροής του (Εικόνα 5-2) καλύπτει έκταση 5.572 km² με μέγιστο υψόμετρο 2.496 m, κι αποτελεί ένα σημαντικό ποτάμιο οικοσύστημα με μοναδικά φυσικά τοπία, από τις πηγές μέχρι τις εκβολές του, περιλαμβάνοντας σπάνια φυτικά και ζωικά είδη. Το ύψος της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης είναι 1.620 mm, ο μέσος ετήσιος όγκος νετού 8.860 x 10⁶ m³, η δε μέση ετήσια απορροή του εκτιμάται σε 7.800 x 10⁶ m³ νερού. Από τα νερά του ποταμού αρδεύονται περί τα 370.000 στρέμματα γεωργικής γης.



**Εικόνα 5-2: Η λεκάνη απορροής του ποταμού Αχελώου (από τις πηγές μέχρι τις εκβολές του)
(πηγή:Υδρολογική ανάλυση)**

Στα μέσα του 20ού αιώνα, αποφασίστηκε η αξιοποίηση των υδάτων του π. Αχελώου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιλέχθηκε να κατασκευαστεί ένα χωμάτινο υδροηλεκτρικό φράγμα πολύ μεγάλων διαστάσεων, το οποίο παραμένει ως σήμερα ένα από τα μεγαλύτερα της Ευρώπης: το Φράγμα των Κρεμαστών, δημιουργώντας την μεγαλύτερη τεχνητή λίμνη της Ελλάδας. Το 1968, ολοκληρώθηκε και δεύτερο, συγκριτικά μικρότερο φράγμα στον π. Αχελώο, το φράγμα Καστρακίου, το οποίο, με τη λειτουργία του, δημιούργησε τη Λίμνη Καστρακίου. Ένα τρίτο φράγμα, το υδροηλεκτρικό φράγμα Στράτου, κατασκευάστηκε δύο δεκατίες αργότερα, το 1989, το οποίο δημιούργησε με τη σειρά του την τεχνητή Λίμνη Στράτου. Το υδροηλεκτρικό φράγμα Στράτου (Εικόνα 5-3 και Εικόνα 5-4) βρίσκεται στο νομό Αιτωλοακαρνανίας, βόρεια του Αγρινίου και δυτικά του χωριού Στράτος, από όπου πήρε και το όνομά του.

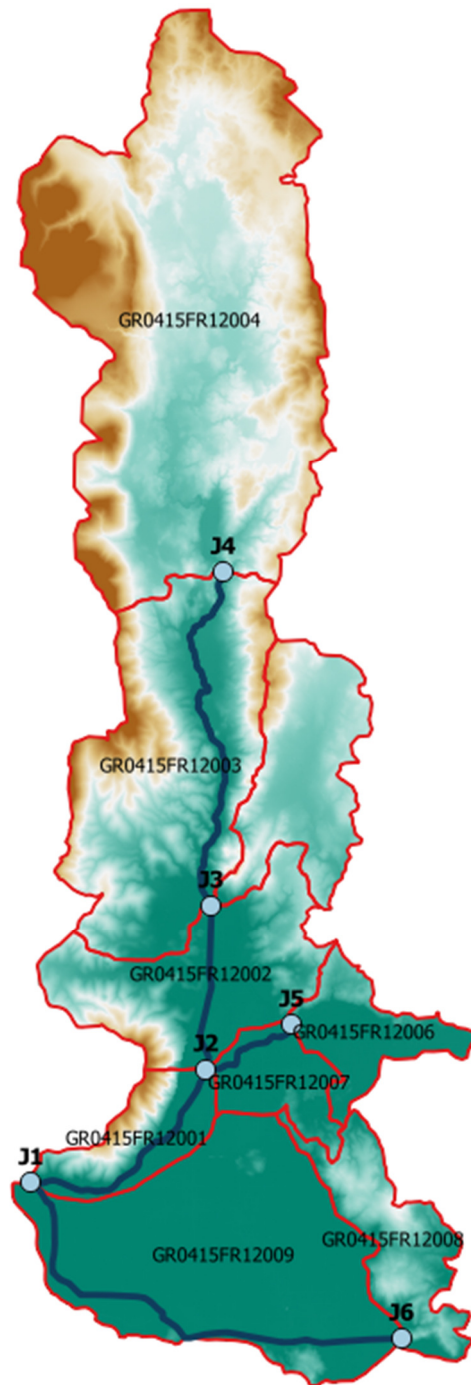


Εικόνα 5-3: Το φράγμα του Στράτου (πηγή: Διαδίκτυο)



Εικόνα 5-4: Η γέφυρα του π. Αχελώου στο φράγμα του Στράτου, κατάντη της οποίας εκτείνεται η περιοχή μελέτης (πηγή: Διαδίκτυο)

Η λεκάνη απορροής του π. Αχελώου συναντιέται στο νοτιοδυτικό μέρος της με τη λεκάνη απορροής του ρέματος Γεροπόρου. Ο Γεροπόρος έχει μήκος κεντρικού κλάδου 21,27 km, εκβάλλει στο Ιόνιο πέλαγος και η λεκάνη του (Εικόνα 5-5) καταλαμβάνει έκταση 226.88 km², με μέσο υψόμετρο 130 m.



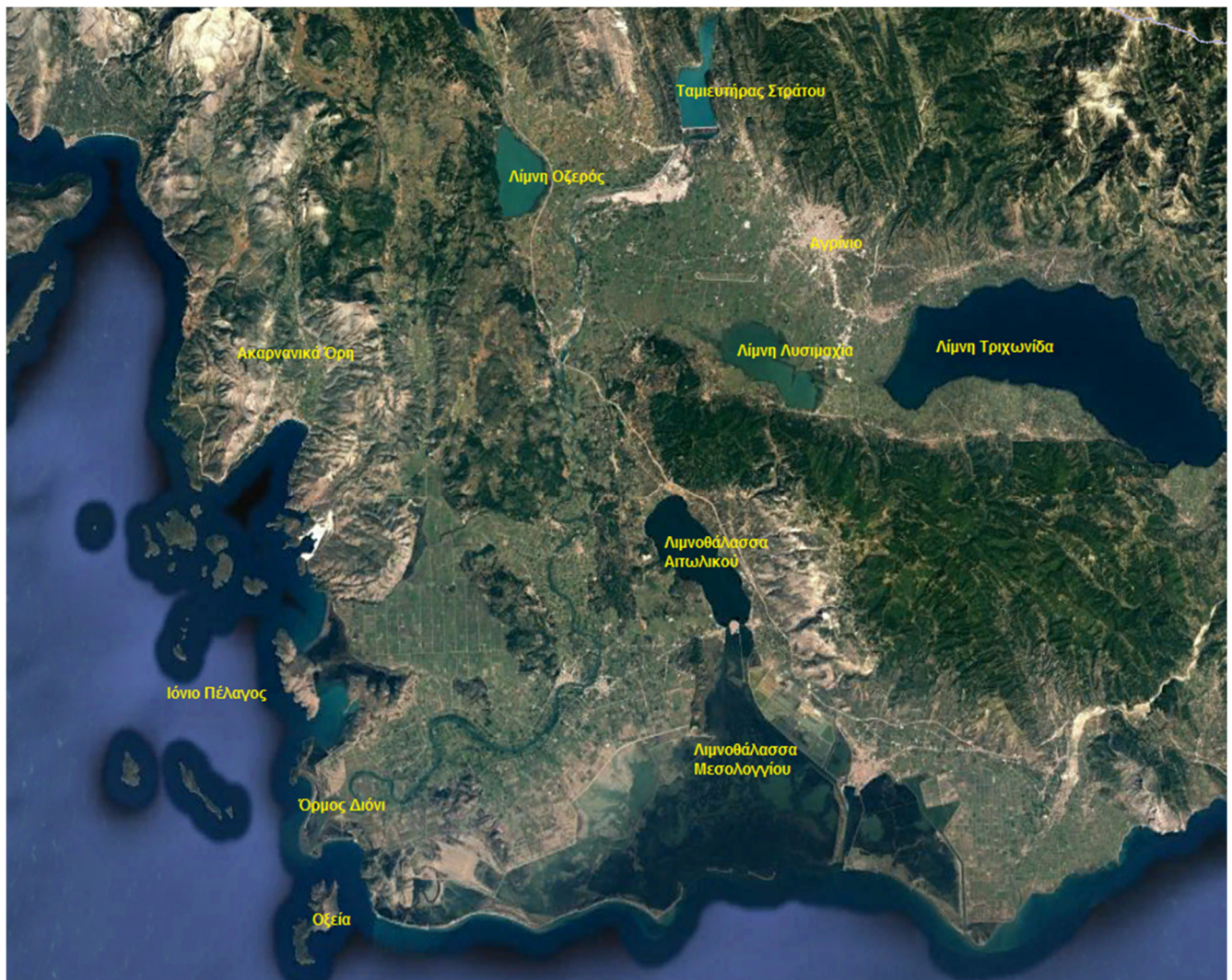
Εικόνα 5-5: Η λεκάνη απορροής του ρέματος Γεροπόρου (με μπλε γραμμή απεικονίζεται το ρέμα του Γεροπόρου, με κόκκινο περίγραμμα οι υπολεκάνες του και με γαλάζιο σημείο οι κόμβοι των υπολεκανών) (πηγή: Υδρολογική ανάλυση)

5.1 Διαδρομή Ποταμού Κατάντη του Φράγματος Στράτου: Ζώνη Κινδύνου Πλημμύρας GR04RAK0003

5.1.1 Περιοχή Μελέτης

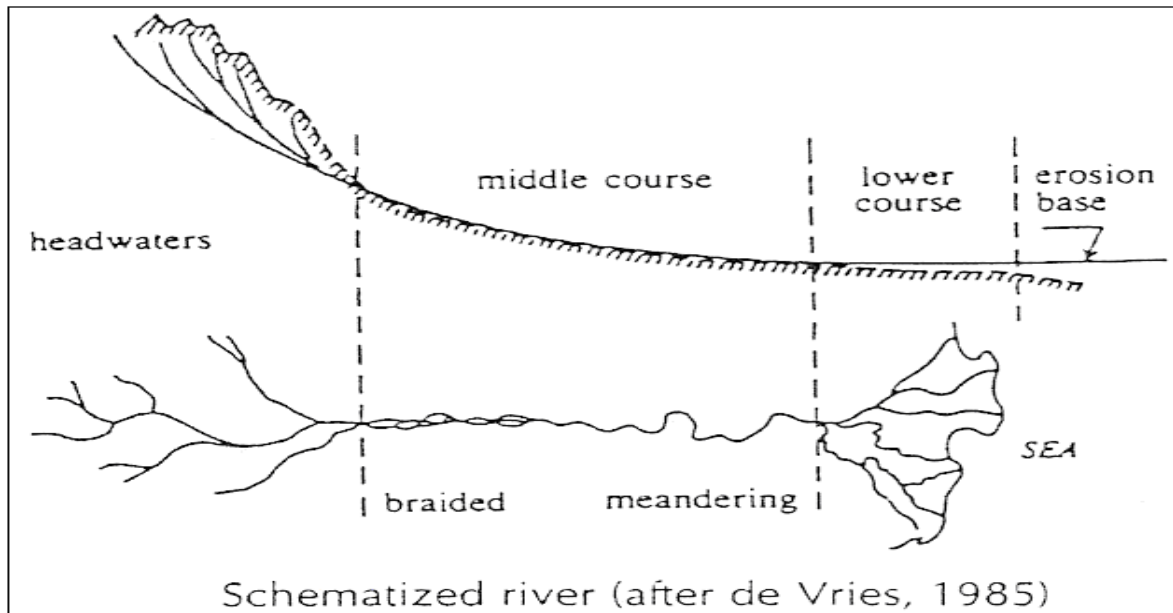
Η περιοχή μελέτης (Εικόνα 5-6) κατάντη του φράγματος του Στράτου παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, από πλευράς έκτασης του φαινομένου και διαστάσεων διόδευσης του πλημμυρικού κύματος. Η περιοχή αυτή οριοθετείται από:

- Τον ταμιευτήρα του φράγματος του Στράτου στα βόρεια
- Την λίμνη Οζερός στα βορειοδυτικά
- Τα Ακαρνανικά όρη και το Ιόνιο πέλαγος στα δυτικά και νοτιοδυτικά
- Τη λίμνη Λυσιμαχία, τη λίμνη Τριχωνίδα και το Αγρίνιο στα ανατολικά
- Τη λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού και του Μεσολογγίου στα νοτιοανατολικά
- Τον όρμο Διόνι και το νησί Οξεία στα νότια



Εικόνα 5-6: Δορυφορική λήψη περιοχής μελέτης (πηγή: Google Earth)

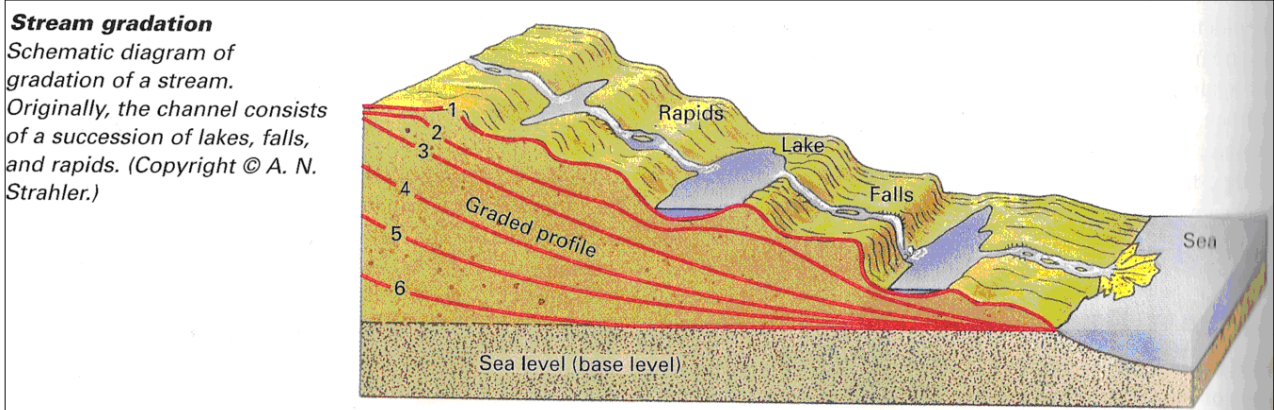
Ο Αχελώος ποταμός, στην εν λόγω περιοχή, διατρέχει μια πορεία 66.25 km μέχρι τις εκβολές του στο Ιόνιο πέλαγος, και στο μήκος που εξετάζουμε στην έρευνά μας ανήκει στη μεσαία και κατάντη περιοχή της σχηματοποίησης που εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 5-7), χωρίς όμως την εκτεταμένη ανάπτυξη του Δέλτα. Η απόσταση αυτή καλύπτει τμήμα 59.4 km από την έξοδο της διώρυγας φυγής του Η/Υ έργου και κατά μήκος της βαθιάς γραμμής του υδατορεύματος μέχρι τις εκβολές και το τμήμα της τεχνητής διώρυγας φυγής του Σταθμού μήκους 7 km περίπου. Για την χλιομέτρηση της βαθιάς γραμμής έχει τεθεί το μηδέν στις εκβολές του υδατορεύματος.



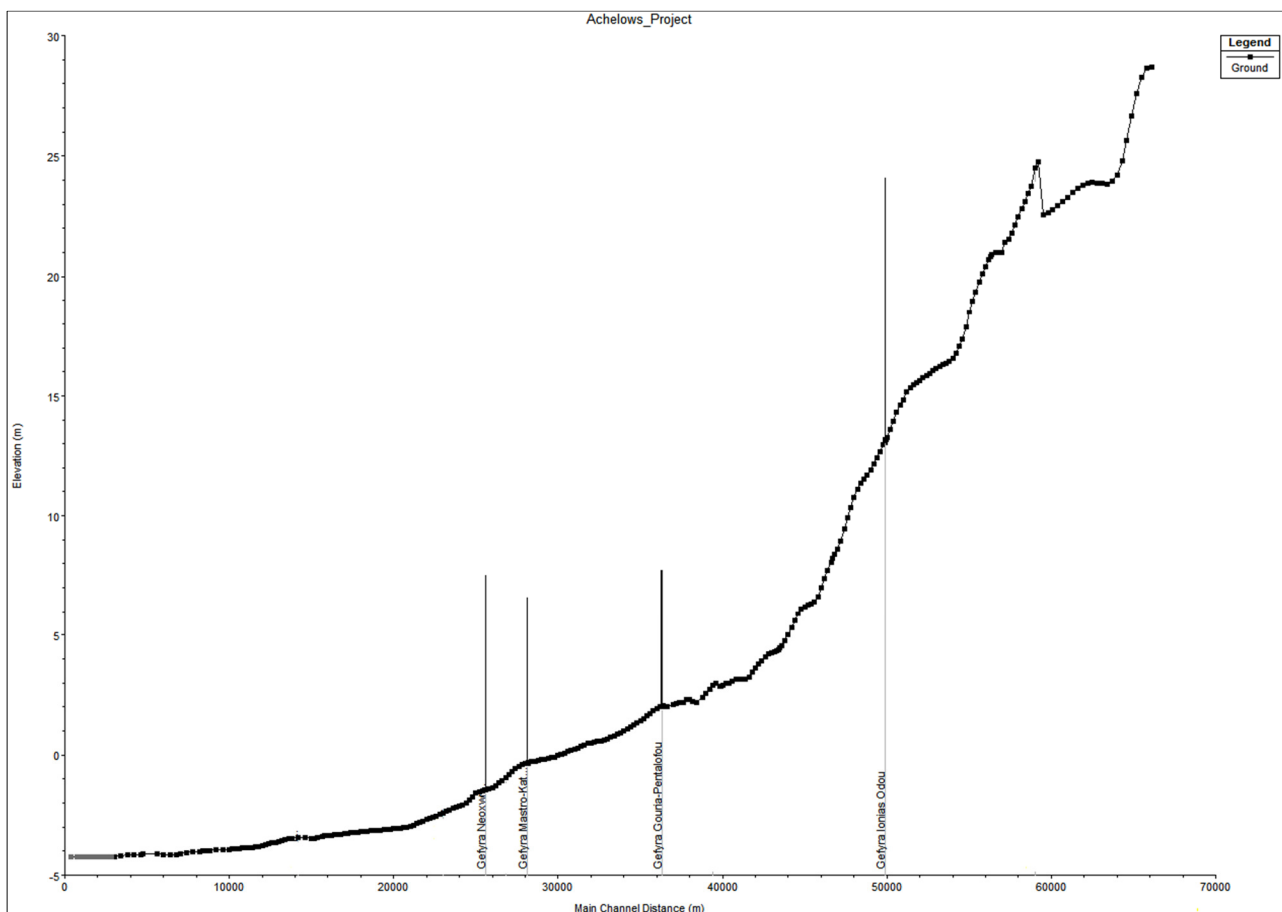
Εικόνα 5-7: Σχηματοποιημένος ποταμός που διακρίνεται σε τρεις περιοχές (πηγή: De Vries, M., 1985)

Κατά το μήκος αυτό ο ποταμός διασταυρώνεται με 4 γέφυρες με πιο πρόσφατα κατασκευασμένη αυτήν της Ιονίας Οδού (Χ.Θ. 49900). Οι άλλες τρεις γέφυρες είναι η Γέφυρα της Γουριάς (Χ.Θ. 36295), η Γέφυρα Μάστρο - Κατοχή (Χ.Θ. 28130) και η Γέφυρα Νεοχώρι - Κατοχή (Χ.Θ. 25590). Η πιο νέα από τις τρεις αυτές είναι η Γέφυρα της Γουριάς. Το ποτάμι επίσης δέχεται την συμβολή του καναλιού του Οζερού (Χ.Θ. 57600) και του Δίμηκου ποταμού (Χ.Θ. 50200). Κατά την πορεία του βέβαια δέχεται και εισροές από άλλα μικρότερα ρέματα επιφανειακά και υπόγεια. Τέλος, στην Χ.Θ. 55600 περίπου συμβάλλει η εκροή από την Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της πόλης του Αγρινίου.

Όσον αφορά στη μηκοτομή του ποταμού, φαίνεται να ακολουθεί την εξέλιξη της μηκοτομής ποταμού με βάση τον A. Strahler 2005 (Εικόνα 5-8), και να εξελίσσεται από σχετικά μεγαλύτερες κλίσεις κατάντη του φράγματος Στράτου (μέση κλίση 0.25%) σε πολύ μικρές έως μηδαμινές κλίσεις κοντά στις εκβολές (μέση κλίση 0.0075%) (Εικόνα 5-9).

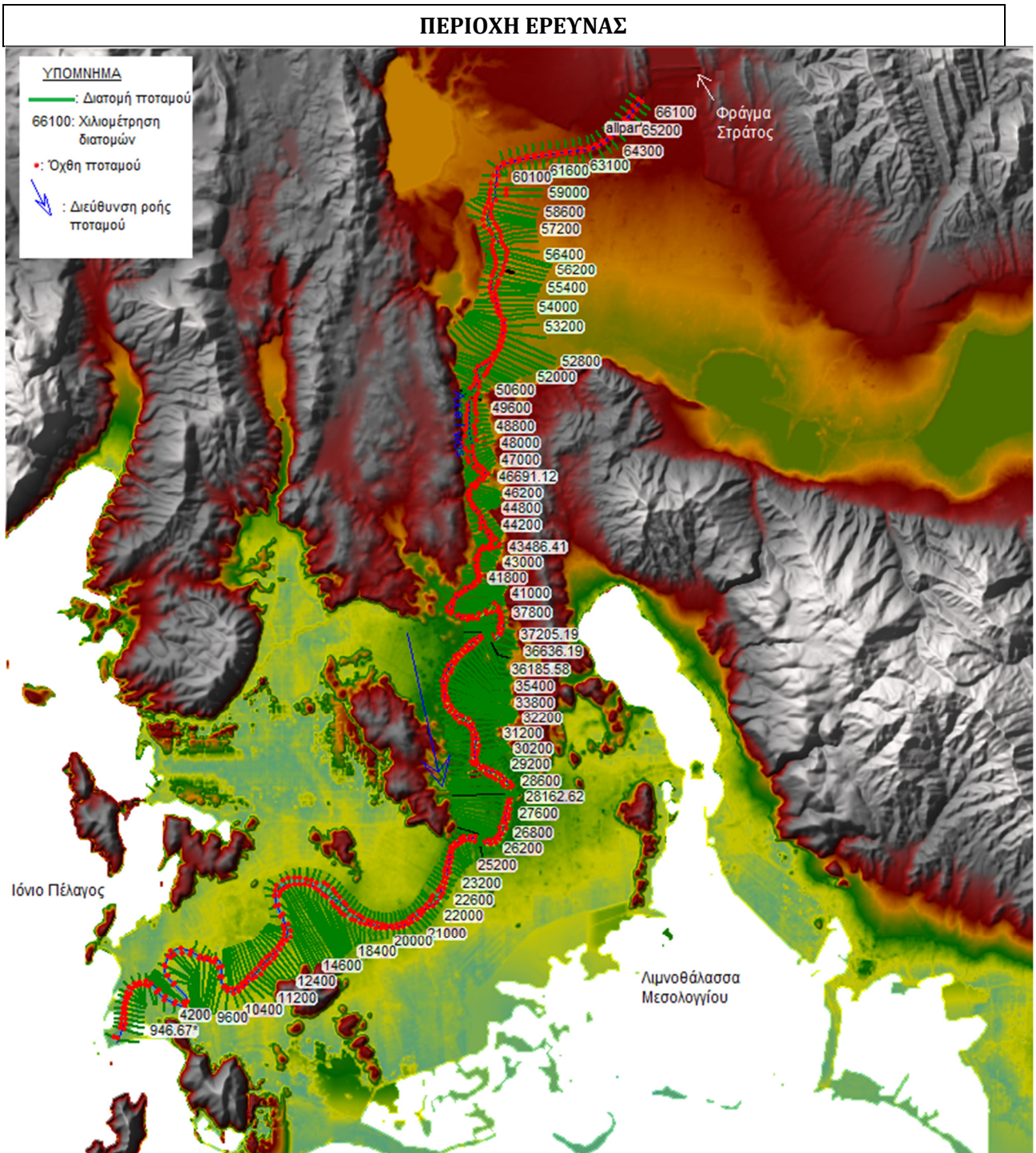


Εικόνα 5-8: Η εξέλιξη της μηκοτομής ποταμού (πηγή: A. Strahler 2005)



Εικόνα 5-9: Η μηκοτομή της βαθειάς γραμμής του π. Αχελώου από το περιβάλλον του HEC-RAS (σύμφωνα με την περιγραφή του Strahler αυτή είναι κοντά στο στάδιο 5 - A. Strahler, Physical Geography (2005)).

Στην συνέχεια ακολουθεί η απεικόνιση της υπό διερεύνησης περιοχής σε περιβάλλον του λογισμικού HEC-RAS (Εικόνα 5-10).



Εικόνα 5-10: Η υπό εξέταση περιοχή (HEC-RAS)

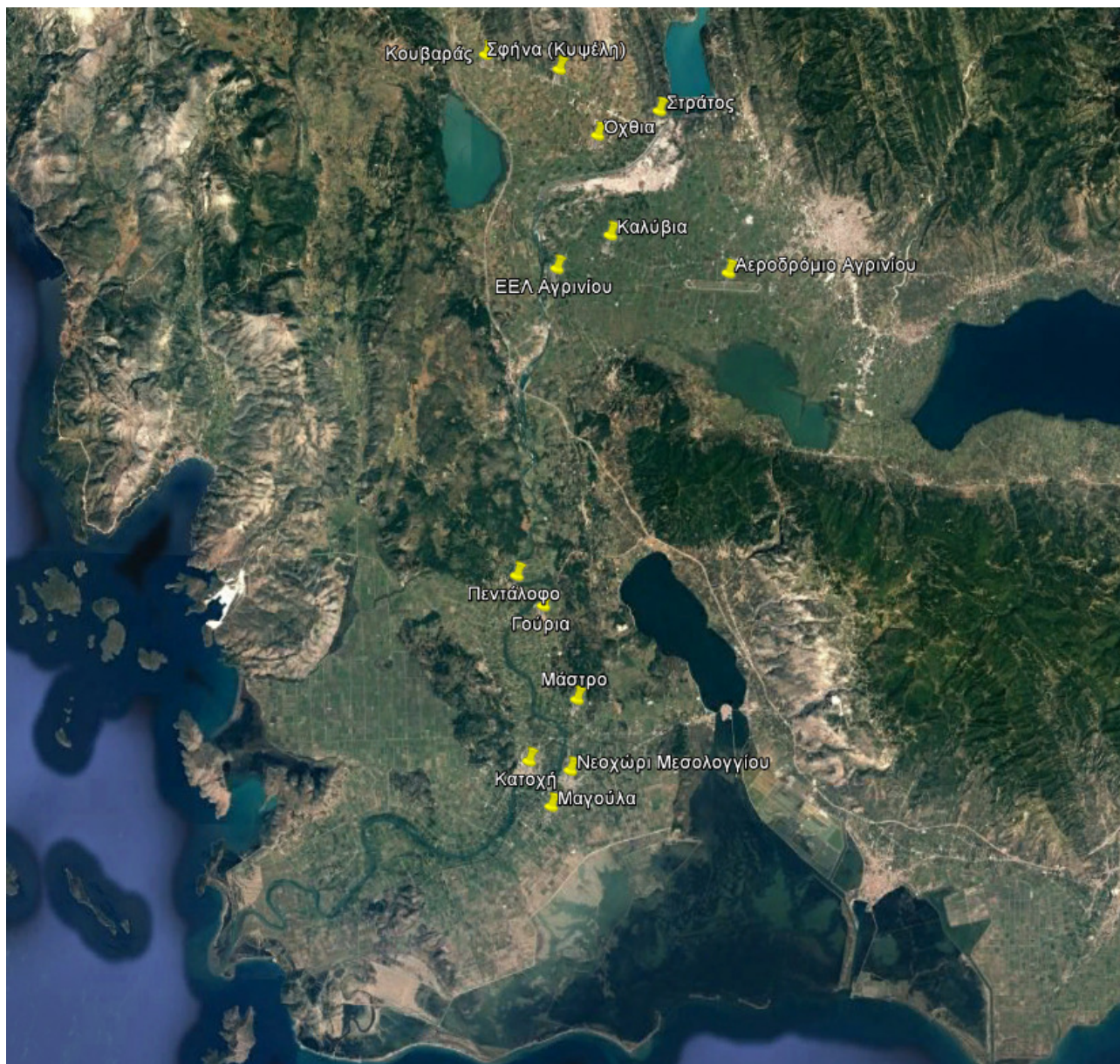
Οι οικισμοί και τα σημεία ενδιαφέροντος που περιλαμβάνονται στην ζώνη κατάκλυσης και δύναται να πλημμυρίσουν σε κάποια από τα σενάρια μελέτης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5-1). Στην πρώτη στήλη φαίνεται η ονομασία τους, στην δεύτερη και τρίτη στήλη οι συντεταγμένες τους κατά ΕΓΣΑ 87, στην τέταρτη στήλη το μέσο υψόμετρό τους (ήτοι η μέση απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας) και στην πέμπτη στήλη προσεγγιστικά ο πληθυσμός

των οικισμών. Στα σημεία ενδιαφέροντος της περιοχής μελέτης περιλαμβάνονται και οι τέσσερις γέφυρες που διασχίζουν τον π. Αχελώο, καθώς και το έργο εξόδου της διώρυγας φυγής.

Πίνακας 5-1: Οικισμοί και σημεία ενδιαφέροντος περιοχής μελέτης

Όνομα Οικισμού / Σημείου Ενδιαφέροντος	Συν/μένη Χ ΕΓΣΑ 87	Συν/μένη Υ ΕΓΣΑ 87	Μέσο Υψόμετρο z (m)	Πληθυσμός
Αεροδρόμιο Αγρινίου	269546.70	4275725.99	25.08	-
Γούρια	263154.28	4261447.21	10.22	862
ΕΕΛ Αγρινίου	261776.32	4276254.19	27.28	-
Καλύβια	266363.52	4276361.90	28.10	1376
Κατοχή	266464.06	4278827.82	11.98	2829
Κουβαράς	262318.94	4256154.14	56.02	199
Μαγούλα	260512.87	4287573.02	7.44	422
Μάστρο	263279.34	4254031.85	21.22	406
Νεοχώρι Μεσολογγίου	264520.24	4258689.34	7.45	3454
Όχθια	264215.76	4255478.17	46.50	506
Πεντάλοφο	266105.29	4283048.05	25.31	889
Στράτος	261692.15	4264393.76	50.94	979
Σφήνα (Κυψέλη)	264261.19	4284711.09	43.39	374

Οι κυριότεροι οικισμοί και τα χαρακτηριστικά σημεία της περιοχής μελέτης απεικονίζονται μέσω δορυφορικής λήψης στην Εικόνα 5-11: .



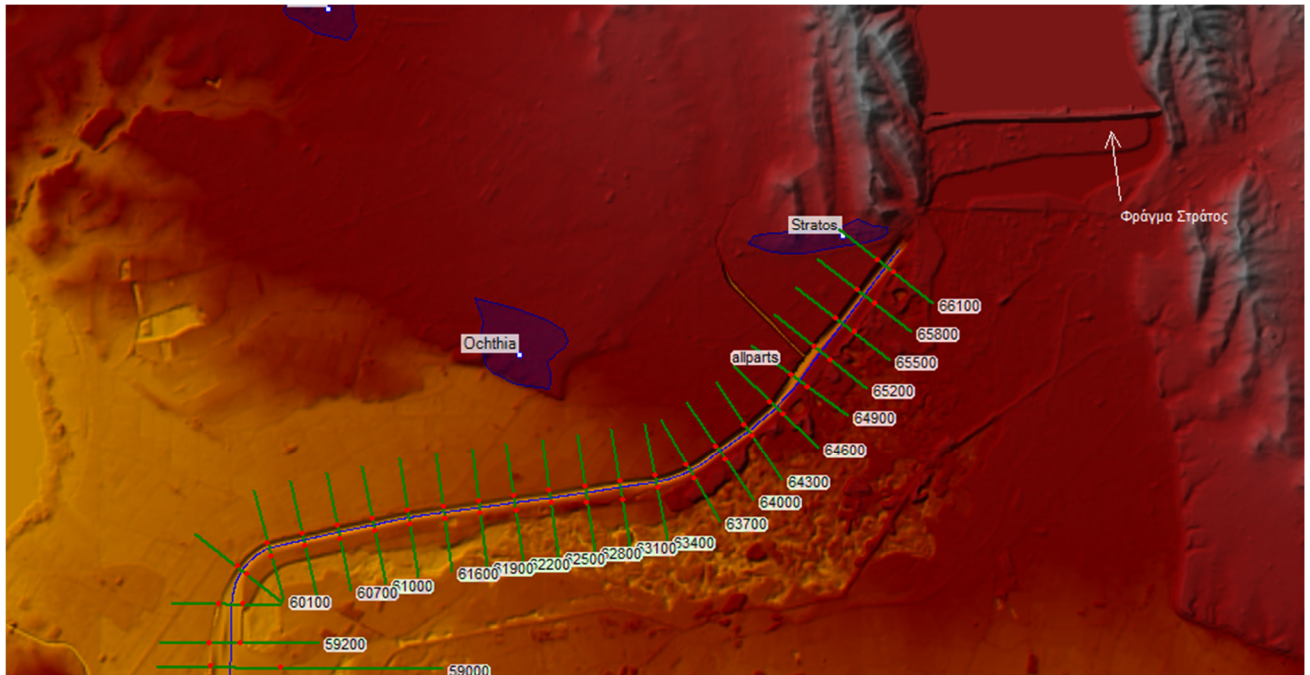
Εικόνα 5-11: Κυριότεροι οικισμοί και σημεία ενδιαφέροντος περιοχής μελέτης
(πηγή: Google Earth)

❖ **Διάκριση των Τμημάτων του Ποταμού**

Η διαδρομή του ποταμού μπορεί να διακριθεί συμβατικά σε τέσσερα τμήματα:

- **Διώρυγα φυγής ΥΗΣ:** Από Χ.Θ. 59500 έως Χ.Θ. 66100 (Εικόνα 5-12: και Εικόνα 5-13).

Η διώρυγα φυγής έχει μήκος περί τα 7 km με κλίση πυθμένα 0.02% και έχει κατασκευαστεί με εκσκαφή. Η διώρυγα είναι τραπεζοειδούς μορφής ύψους 8.0 m με αναβαθμό πλάτους 4.0 m στο μέσο του ύψους. Είναι επενδεδυμένη με σκυρόδεμα και έχει σκοπό να μεταφέρει με ελεγχόμενο τρόπο την εκροή από τις σήραγγες φυγής του ΗΥ Σταθμού του φράγματος, στην κοίτη του ποταμού Αχελώου.



Εικόνα 5-12: Η διώρυγα φυγής (HEC-RAS)



Εικόνα 5-13: Η διώρυγα φυγής και η παλαιά κοίτη του π. Αχελώου (κίτρινο περίγραμμα) (πηγή: Google Earth)

Στην έξοδο της διώρυγας είναι κατασκευασμένο το έργο εξόδου με σκοπό να ρυθμίζει τις εξερχόμενες παροχές. Το έργο εξόδου έχει πλάτος συνολικά 70 μέτρα και η στέψη του είναι σε υψόμετρο +35 m, ενώ διαθέτει 8 θυροφράγματα. Όταν τα θυροφράγματα αυτά είναι κλειστά (συνήθως) το έργο εξόδου – από άποψη υδραυλικής λειτουργίας – μπορεί να προσομοιωθεί με γέφυρα, ενώ όταν τα θυροφράγματα είναι ανοικτά (ή κάποια από αυτά) το έργο θα πρέπει να προσομοιωθεί σαν εγκάρσιο έργο (inline structure) με 8 θυροφράγματα (flap gates) διαστάσεων 3.7 x 7.5 m. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η στέψη του έργου εξέρχεται του εδάφους. Το έδαφος (τεχνητό ανάχωμα) εκεί βρίσκεται 2 με 3 μέτρα χαμηλότερα.

Κατά μήκος της διώρυγας φυγής και αμέσως κατάντη του φράγματος και μέχρι την συμβολή με το έργο εξόδου της διώρυγας φυγής, ορίζεται το τμήμα της παλαιάς κοίτης του ποταμού. Η παλαιά κοίτη

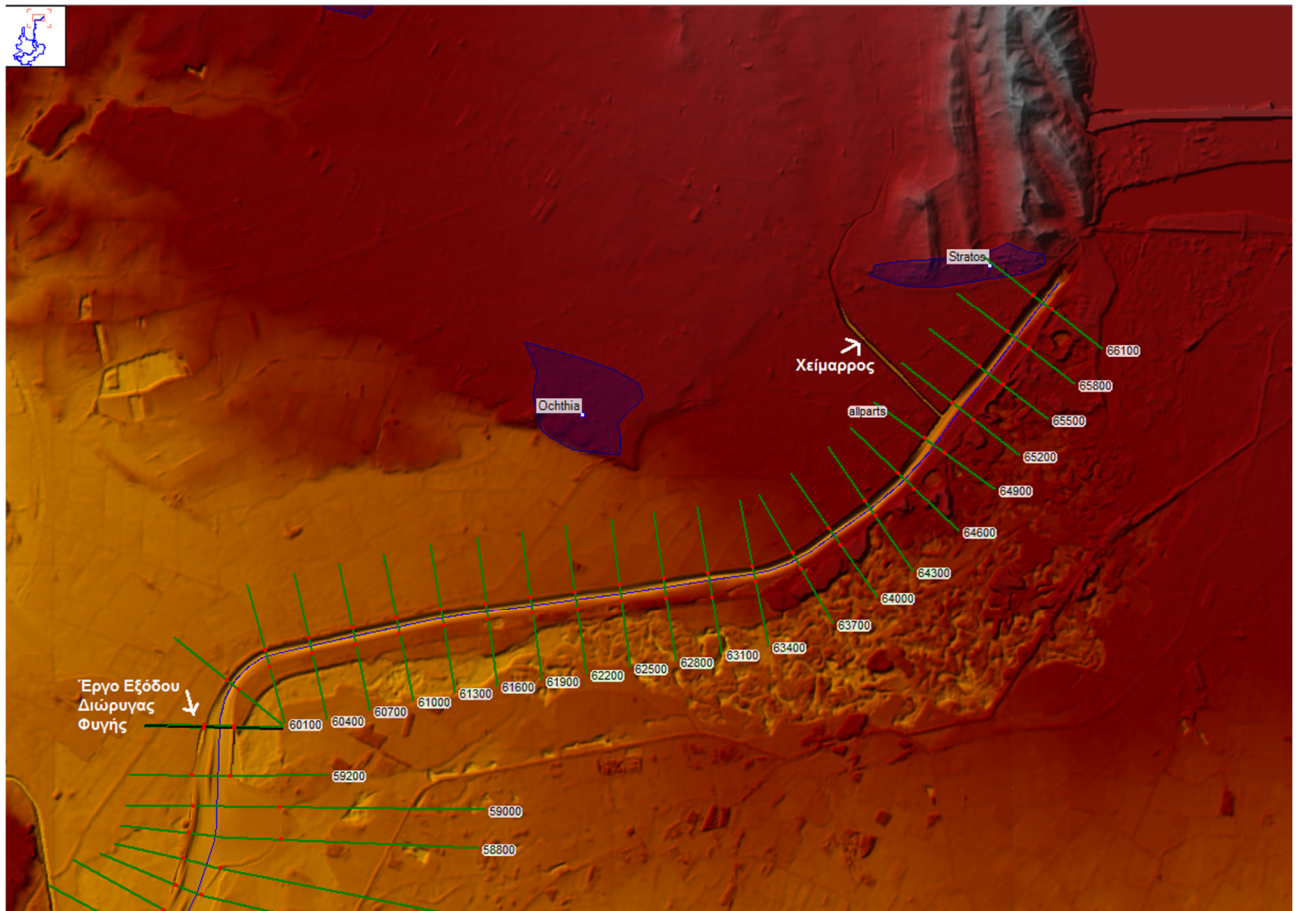
έχει μήκος περί τα 7.5 χιλιόμετρα και περιορίζεται από τα δεξιά (κοιτώντας κατάντη) από την διώρυγα, ενώ από τα αριστερά από επαρχιακό δρόμο σε ανάχωμα (Εικόνα 5-13). Πρόκειται για μια περιοχή με πολλές επεμβάσεις που προέρχονται κυρίως από την απόρριψη των προϊόντων των εκσκαφών και τις συνεχείς αμοληψίες. Σαν αποτέλεσμα, η κοίτη έχει αλλοιωθεί σημαντικά και παρουσιάζει μεγάλες ανωμαλίες (τρύπες-κρατήρες και εξάρσεις μεγάλου ύψους).

Στην περιοχή του έργου εξόδου της διώρυγας φυγής γίνεται συμβολή με την παλαιά κοίτη του π. Αχελώου (Εικόνα 5-14).



Εικόνα 5-14: Το έργο εξόδου της διώρυγας φυγής και η συμβολή με την παλαιά κοίτη του ποταμού (την κοίτη αμέσως κατάντη των υπερχειλιστών του φράγματος και έως την συμβολή με την διώρυγα) (πηγή: Google Earth)

Ανάντη της δεξιάς όχθης της διώρυγας φυγής και κατάντη του οικισμού Στράτος, χείμαρρος εκβάλλει στην παλαιά κοίτη του π. Αχελώου περίπου στην Χ.Θ. 65100 (Εικόνα 5-15, Εικόνα 5-16), η οποία συνδέεται με τον Αχελώο ποταμό λίγα χιλιόμετρα παρακάτω κατάντη του έργου εξόδου της διώρυγας φυγής (Χ.Θ. 59500). Εξαιτίας αυτού του γεγονότος και της αδυναμίας προσομοίωσης της υδατογέφυρας στο HEC-RAS και των μικρών παροχών του χείμαρρου (μέγιστη παροχή σε δυσμενείς συνθήκες $265,44\text{m}^3/\text{s}$), κατά την αριθμητική προσομοίωση θεωρήθηκε συμβολή του χείμαρρου με την διώρυγα φυγής, αντί της παλαιάς κοίτης. Σε κάθε περίπτωση, η αριθμητική προσομοίωση οδηγεί στο ίδιο αποτέλεσμα είτε προσομοιώνοντας συμβολή του παραποτάμου με την παλαιά κοίτη μέσω υδατογέφυρας είτε προσομοιώνοντας συμβολή του παραποτάμου με τη διώρυγα φυγής, αφού περί την Χ.Θ. 59500, δηλαδή αμέσως κατάντη του έργου της εξόδου της διώρυγας φυγής (Εικόνα 5-15), η συνολική παροχή του π. Αχελώου παραμένει ίδια και στις 2 περιπτώσεις.

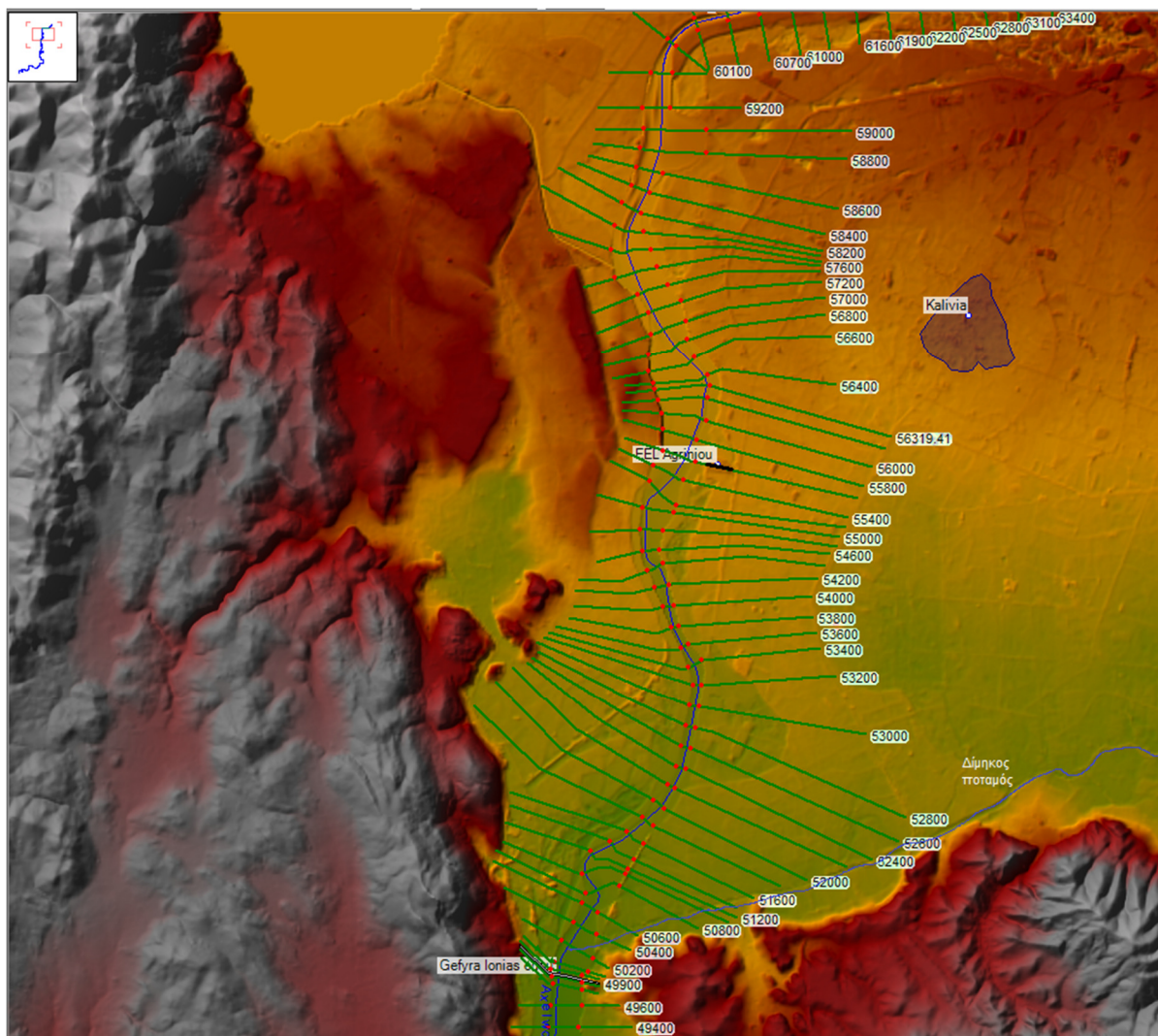


Εικόνα 5-15: Συμβολή χείμαρρου στην παλαιά κοίτη του π. Αχελώου (HEC-RAS)



Εικόνα 5-16: Συμβολή χείμαρρου στην παλαιά κοίτη του π. Αχελώου (πηγή: Διαδίκτυο)

- **Ανάντη τμήμα:** Από τη Χ.Θ. 50000 και μέχρι την έξοδο της διώρυγας φυγής (Χ.Θ. 59500) (Εικόνα 5-17).



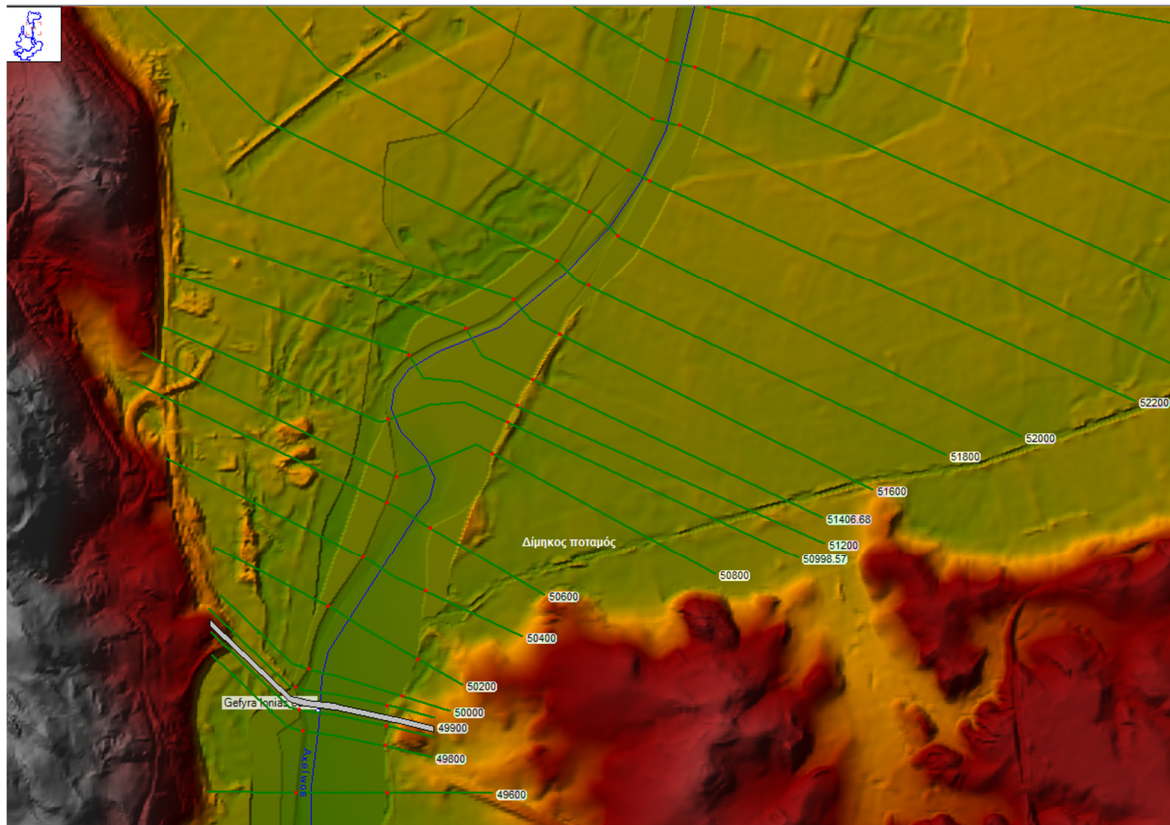
Εικόνα 5-17: Το ανάντη τμήμα του π. Αχελώου με μήκος περίπου 10 χιλιομέτρων (HEC-RAS)

Η ροή σε αυτό το τμήμα έχει χειμαρρώδη χαρακτηριστικά. Η κοίτη είναι διακλαδισμένη, το βάθος ροής είναι μικρό και η κλίση του ποταμού είναι σχετικά μεγάλη. Αριστερά και δεξιά της βαθιάς γραμμής εναλλάσσονται μεγάλα πλημμυρικά πεδία όπως διαφαίνεται και στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 5-18).



Εικόνα 5-18: Το ανάντη τμήμα του π. Αχελώου (πηγή: Google Earth)

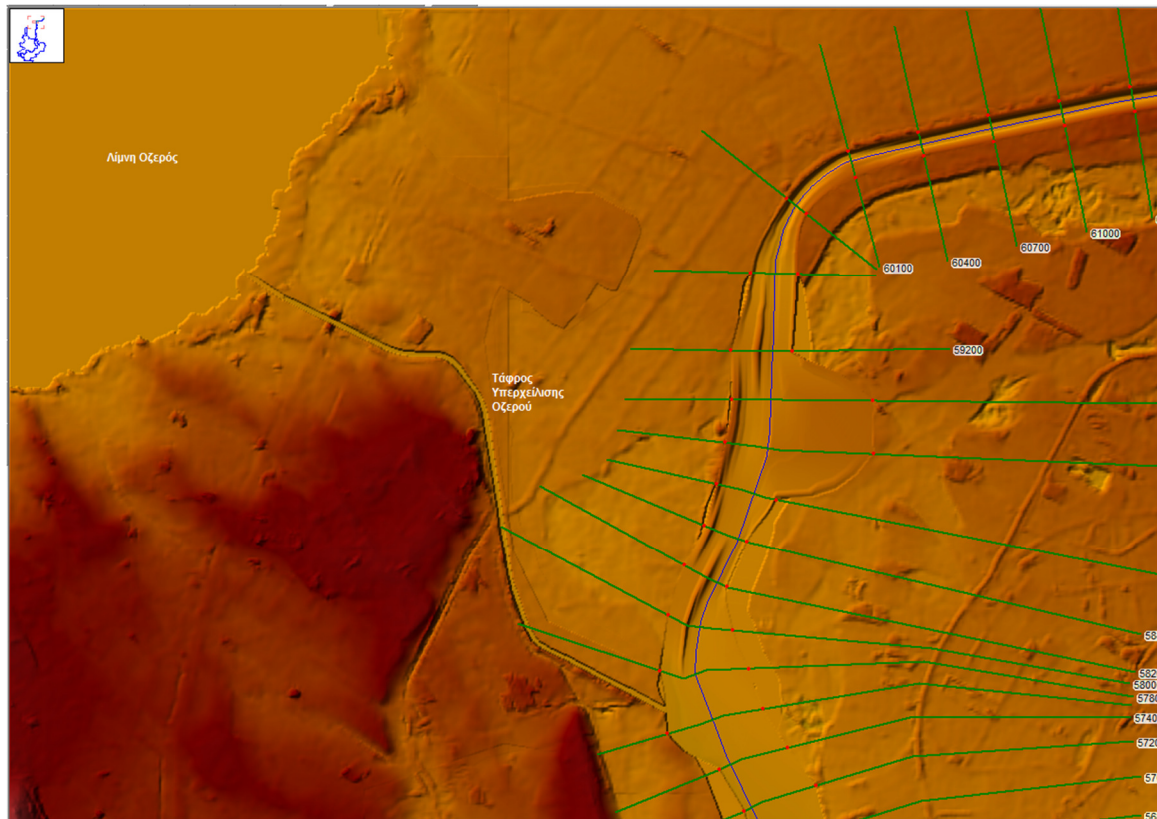
Στο ανάντη τμήμα και εξ αριστερών της ροής του ποταμού περί την Χ.Θ. 50200, ο π. Αχελώος συνδέεται με τον Δίμηκο ποταμό (Εικόνα 5-19 και Εικόνα 5-20). Ο Δίμηκος ποταμός λειτουργεί ως τάφρος παροχέυτευσης των υδάτων των λιμνών Τριχωνίδας και Λυσιμαχίας. Επίσης, εκ δεξιών της ροής του ποταμού περί τη Χ.Θ. 57600, ο π. Αχελώος συμβάλει με τη τάφρο υπερχειλίσης της λίμνης Οζερού (Εικόνα 5-21 και Εικόνα 5-22), καθώς και περίπου στη Χ.Θ. 55600 δέχεται τη συμβολή της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων του Αγρινίου (Εικόνα 5-23 και Εικόνα 5-24).



Εικόνα 5-19: Συμβολή π. Αχελώου με Δίμηκο ποταμό (HEC-RAS)



Εικόνα 5-20: Συμβολή π. Αχελώου με Δίμηκο ποταμό (πηγή: Google Earth)



Εικόνα 5-21: Συμβολή π. Αχελώου με την τάφρο υπερχειλίσης της λίμνης Οζερού (HEC-RAS)



Εικόνα 5-22: Συμβολή π. Αχελώου με την τάφρο υπερχειλίσης της λίμνης Οζερού
(πηγή: Διαδίκτυο)

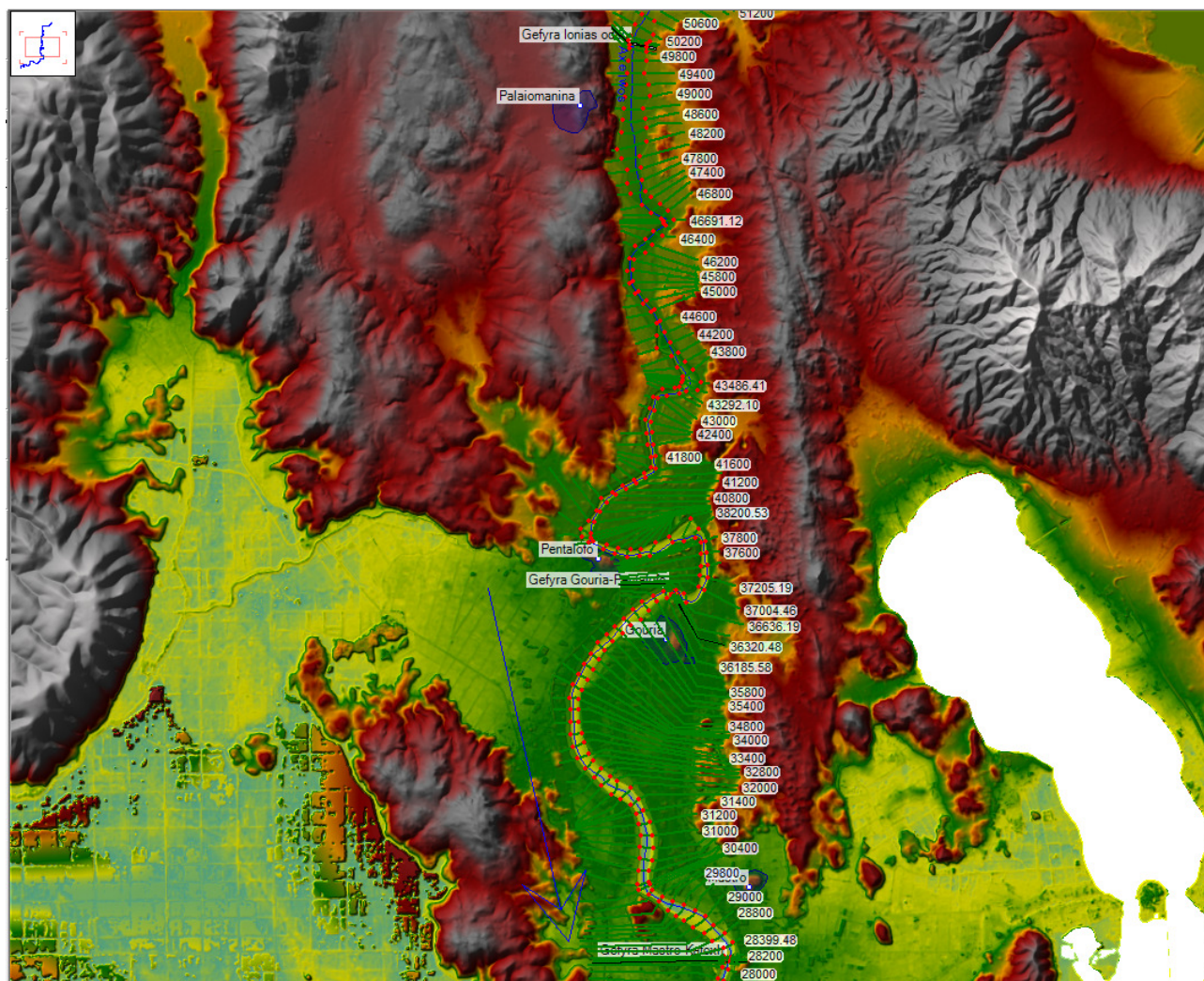


Εικόνα 5-23: Η ΕΕΛ Αγρινίου και ο εκχειλιστής



Εικόνα 5-24: Ο εκχειλιστής από τα κατόντη. Σε μικρογραφία απεικονίζεται η ΕΕΛ (πηγή: Διαδίκτυο)

- **Μέσο τμήμα:** από την Χ.Θ 28130 έως τη Χ.Θ. 50000 (Εικόνα 5-25)

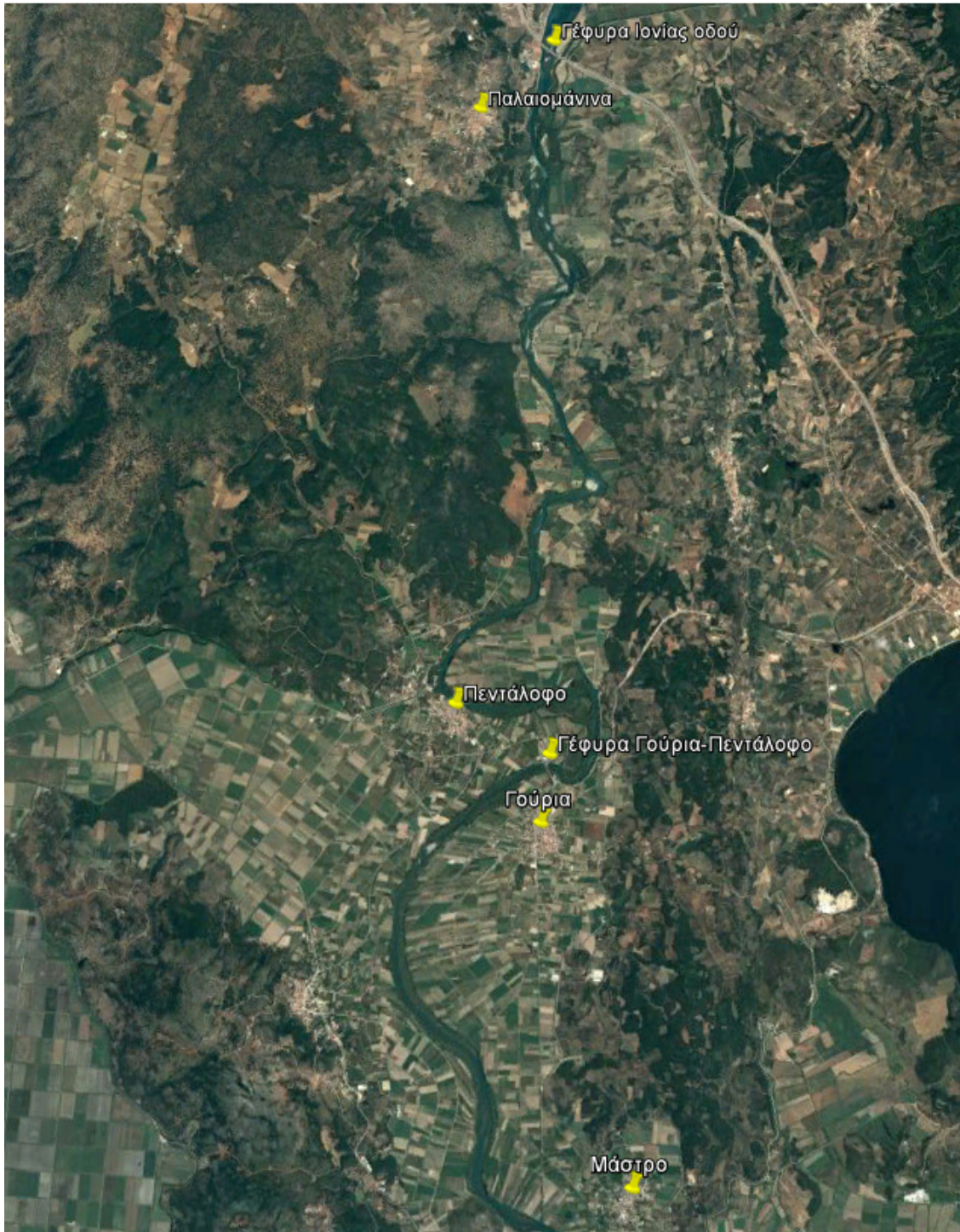


Εικόνα 5-25: Το μέσο τμήμα του π. Αχελώου (HEC-RAS)

Εδώ το ποτάμι αλλάζει σταδιακά από την χειμαρρώδη ροή ανάντη στην ποτάμια ροή κατάντη. Πιο συγκεκριμένα, το ποτάμι χαρακτηρίζεται από έντονα μαιανδρίζουσα κοίτη ως αποτέλεσμα της διόδου του από τα στενά (Εικόνα 5-26). Η κοίτη εδώ είναι πιο μικρή και μεταβάλλεται από ρηχή σε βαθιά. Εξακολουθεί να είναι ενιαία αλλά υπάρχουν νησίδες που αλλάζουν σχήμα και θέσεις υπογραμμίζοντας την ένταση της αένας διαδικασίας της διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης ιζημάτων. Επίσης η ταχύτητα ροής μειώνεται καθώς προχωρούμε προς τα κατάντη.

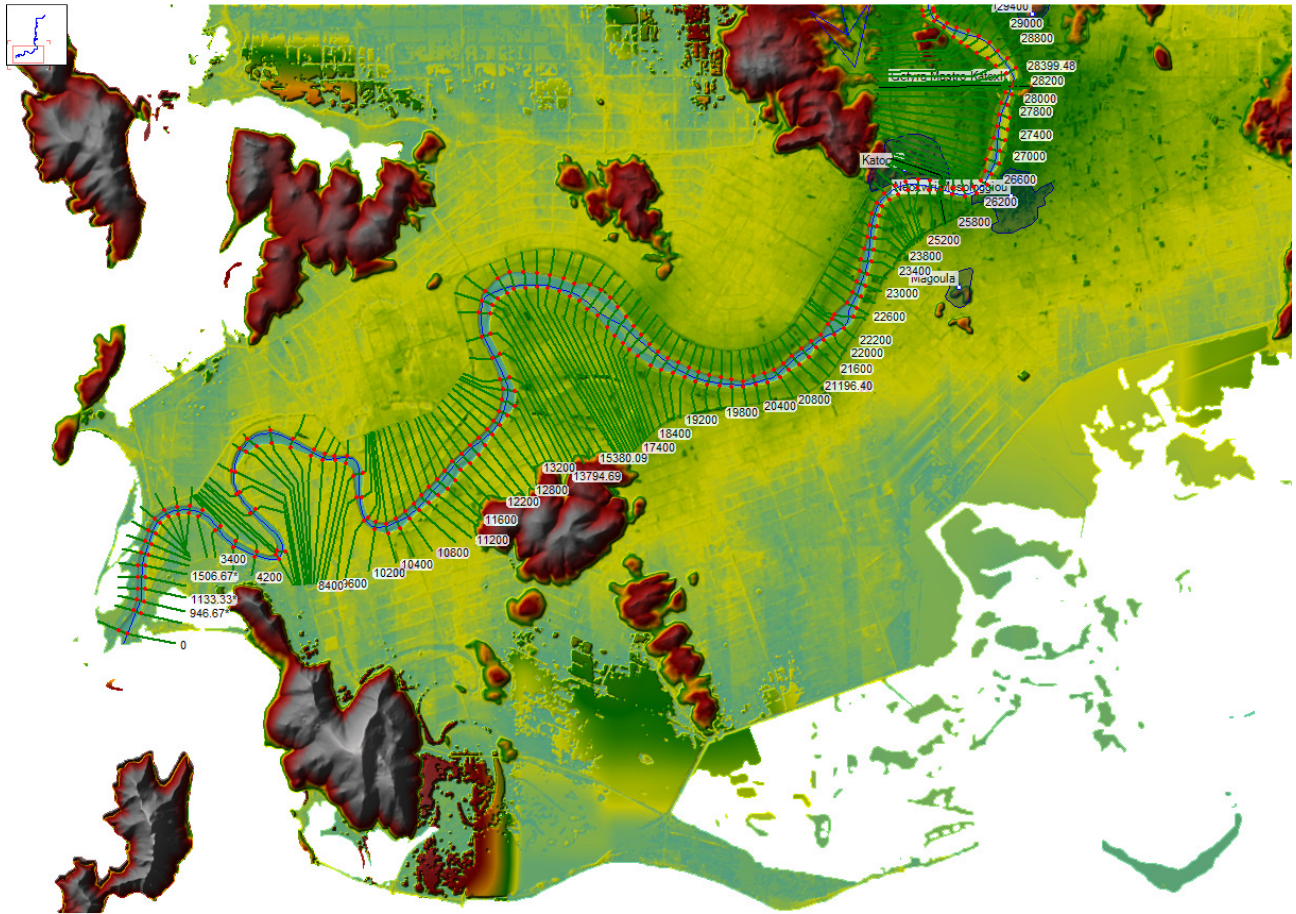
Αυτή η διαδρομή μπορεί να χωριστεί πάλι σε δύο μήκη. Από Χ.Θ. 28130 έως την Χ.Θ. 36000 το ποτάμι βγαίνει από τα στενά και κυλάει πάλι σε υψηλότερο έδαφος από την γειτονική του περιοχή. Στο μήκος από Χ.Θ. 31000 ÷ Χ.Θ. 38000 το ποτάμι περιορίζεται στα αριστερά του από ορεινούς όγκους έτσι ώστε η πλεονάζουσα ροή να ξαναγυρίζει στην κοίτη και στην ζώνη μεταξύ των ποδών των ως άνω όγκων. Στα δεξιά του απλώνεται η παλαιά κοίτη του ποταμού η οποία μετά από τα αναχώματα οδηγεί με έντονη σχετικά κλίση προς την θάλασσα. Σαν συμβατικό όριο ανάμεσα στα δύο επιμέρους μήκη μπορεί να τεθεί η γέφυρα της Γουριάς – Πενταλόφου (Χ.Θ: 36295) (Εικόνα 5-26). Ανάντη της γέφυρας το ποτάμι περιορίζεται σαφώς από μεγάλους και υψηλούς ορεινούς όγκους και ρέει στο

χαμηλότερο σημείο της κοιλάδας. Η γέφυρα της Ιονίας οδού (Χ.Θ. 49900) συμβατικά αλλά και ουσιαστικά σηματοδοτεί την είσοδο του ποταμού στα στενά.



Εικόνα 5-26: Το μέσο τμήμα του ποταμού (πηγή: Google Earth)

- **Κατόντη τμήμα:** από τη Χ.Θ. 0 μέχρι περίπου τη Χ.Θ. 28130 στη Γέφυρα Μάστρο-Κατοχή (Εικόνα 5-27). Στην Εικόνα 5-28 διαφαίνεται το δέλτα του ποταμού.



Εικόνα 5-27: Το κατάντη τμήμα του ποταμού (HEC-RAS)



Εικόνα 5-28: Το κατάντη τμήμα του ποταμού (πηγή: Google Earth)

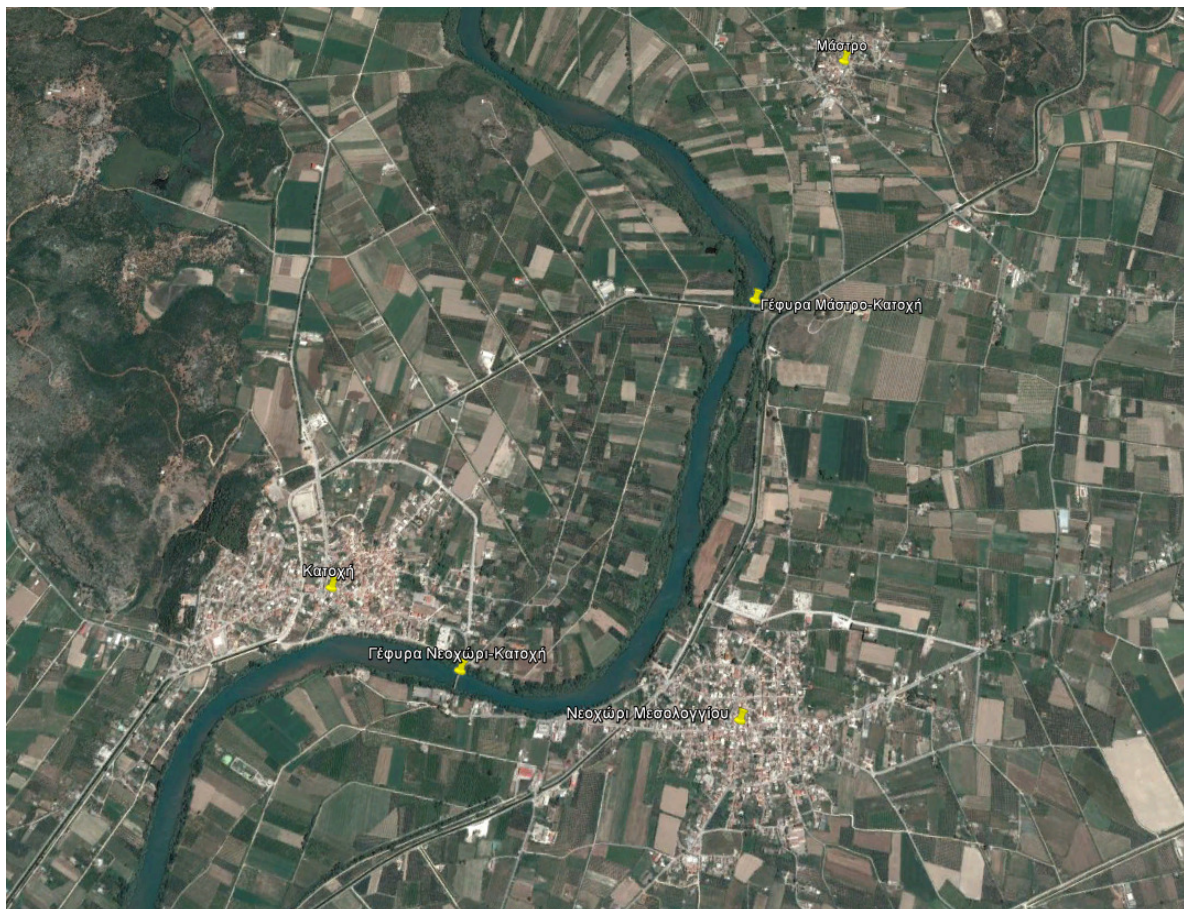
Λίγο πάνω από την Χ.Θ. 28130 (Εικόνα 5-29, Εικόνα 5-30) και την γέφυρα Μάστρο –Κατοχή και στην αριστερή όχθη βρίσκεται το χωριό Μάστρο. Λίγο κατάντη βρίσκεται το Νεοχώρι, πάλι στην αριστερή όχθη και η Κατοχή στην δεξιά. Εκεί βρίσκεται και η πρώτη εκ των κατάντη γέφυρα, η Γέφυρα Νεοχωρίου – Κατοχής. Στην διαδρομή του αυτή ο ποταμός έχει ενιαία κοίτη με μεγάλο πλάτος, μεγάλα σχετικά βάθη, μόνιμες νησίδες εντός της κοίτης του και χαρακτηρίζεται από αργή ποτάμια ροή. Ακόμα, η κλίση της επιφάνειας του νερού είναι πάρα πολύ μικρή (1 m στα 20 km). Με γεωλογικούς όρους μπορούμε να πούμε ότι σε αυτό το μήκος το ποτάμι βρίσκεται στο βασικό του επίπεδο δηλαδή το μηδέν της θάλασσας.

Η παρόχθια βλάστηση είναι χαμηλή κοντά στις εκβολές του ποταμού και αποτελείται κυρίως από καλάμια. Μετά το 10^ο χιλιόμετρο αναπτύσσεται ιδιαίτερα πλούσια χλωρίδα με πολύ ψηλά δέντρα (λεύκες, ιτιές κλπ).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο μεγαλύτερο μέρος αυτής της διαδρομής οι όχθες του ποταμού είναι σε υψόμετρο μεγαλύτερο από την υπόλοιπη περιοχή. Αυτό σημαίνει ότι εφόσον το ύψος του νερού υπερβεί τα υψόμετρα των αναχωμάτων η πλεονάζουσα ροή δεν θα ξαναγυρίσει στο ποτάμι αλλά θα οδηγηθεί στη θάλασσα ως πλανώμενη ροή.



Εικόνα 5-29: Οικισμοί και γέφυρες στο κατάντη τμήμα του π. Αχελώου (HEC-RAS)



Εικόνα 5-30: Οικισμοί και γέφυρες στο κατάντη τμήμα του π. Αχελώου (πηγή: Google Earth)

5.1.2 Πρόσθετα Στοιχεία που Χρησιμοποιήθηκαν

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν επιπρόσθετα, πέραν του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους, των επί τόπου τοπογραφήσεων, του πακέτου λογισμικού HEC-RAS 5.0.1 και των υδρογραφημάτων των υπολεκανών από την υδρολογική ανάλυση, τα παρακάτω στοιχεία:

- Γεωμετρικά και τοπογραφικά στοιχεία από το ερευνητικό έργο «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος Στράτου», ΕΜΠ, 2010
- Τεχνικά στοιχεία για τη διάταξη των έργων της ΔΕΗ από την Προκαταρκτική Μελέτη «Ειδική Τεχνική Μελέτη για την Οικολογική Παροχή από το Φράγμα Στράτου
- Απαιτούμενα έργα για την εξασφάλιση της θεσμοθετημένης οικολογικής παροχής». ECOS ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Α.Ε. 2009
- Χάρτες και εικόνες από το Google Earth και την εφαρμογή Street View

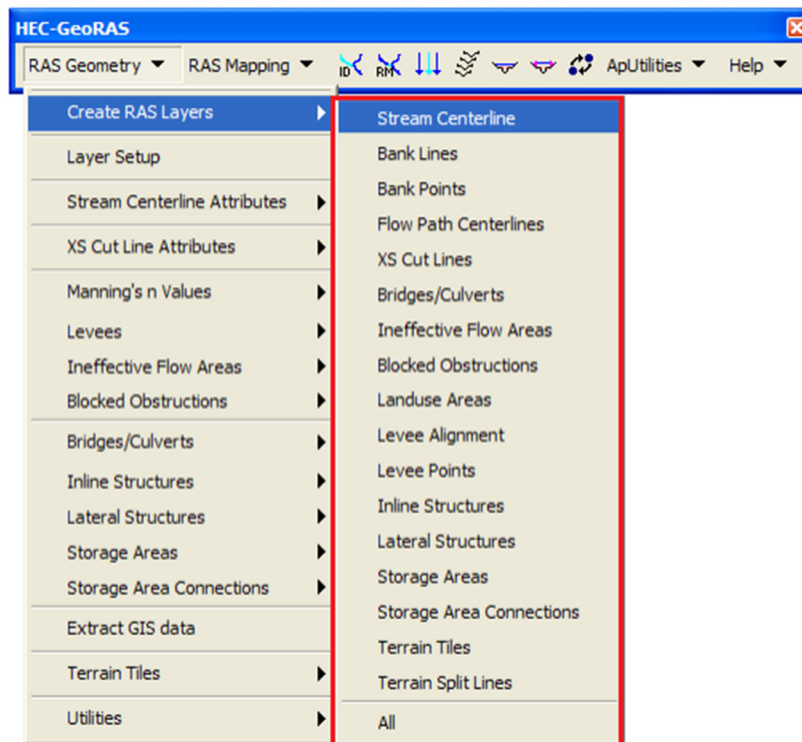
5.1.3 Αριθμητική Προσομοίωση

• Εισαγωγή γεωγραφικού υποβάθρου

Για την εισαγωγή του γεωγραφικού υποβάθρου στο υπολογιστικό πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε η επέκταση του προγράμματος ArcGIS, η οποία είναι συμβατή με το HEC-RAS, το HEC-GeoRAS. Το HEC-GeoRAS χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το γενικό πρόγραμμα Γεωγραφικών Συστημάτων ArcGIS και συμβάλει, μεταξύ των άλλων, στην δημιουργία των δεδομένων εισόδου του υδραυλικού μοντέλου. Όλες οι εργασίες της δημιουργίας των διατομών και του άξονα του υδατορέματος μέσα στο HEC-RAS έχουν αντικατασταθεί από μια αυτοματοποιημένη διαδικασία στο GeoRAS, το οποίο διεκπεραιώνει όχι μόνο την προετοιμασία των δεδομένων εισόδου με την μορφή που τα δέχεται το HEC-RAS (Import -> Gis Data) αλλά επιπλέον βοηθάει στην ολοκλήρωση ακόμα πιο εξεζητημένων εργασιών όπως απόδοση υψομέτρων σε αναχώματα, κ.λπ.

Το λογισμικό δημιουργεί κατ' αρχήν ένα MapFrame (μέσω των Utilities) μέσα στο αρχείο χάρτη του ArcGIS (*.mxd). Όταν ο χρήστης δημιουργήσει το πρώτο ras layer (μέσω του RAS Geometry) το λογισμικό κατασκευάζει μια γεωβάση (τύπου *.mdb) στην οποία δίνει το ίδιο όνομα με αυτό του αρχείου χάρτη (*.mxd). Σε αυτή την γεωβάση φυλάσσονται όλα τα layers (σε μορφή shapefile) που θα δημιουργηθούν καθώς και αρχεία κειμένου, πχ πίνακας αντιστοίχισης id πολυγώνου με τιμή n Manning.

Η εργασία ξεκινά από την δημιουργία των layers (Εικόνα 5-31) που θα εξαχθούν αργότερα στο HEC-RAS. Τα layers αυτά είναι και οι υδραυλικές οντότητες που αναγνωρίζει το HEC-RAS, με κυριότερες τον άξονα του ποταμού και τις διατομές. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το υπομενού δημιουργίας των ras layers καθώς και όλα τα layers που μπορεί να χρησιμοποιήσει το HEC-RAS.



Εικόνα 5-31: Το μενού δημιουργίας της γεωμετρίας (RAS Geometry) και το υπομενού δημιουργίας των ras layers (κόκκινο περίγραμμα)

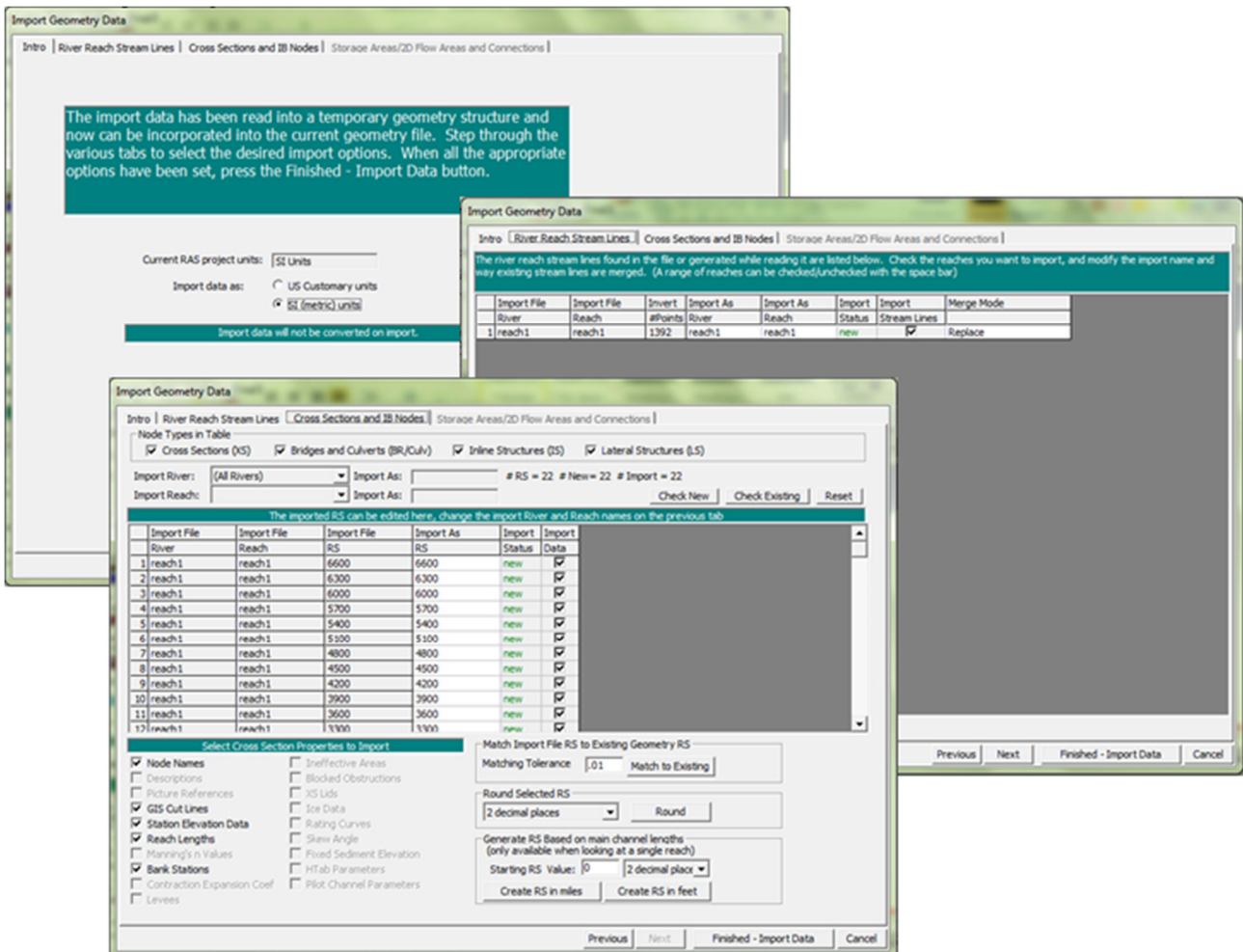
Αφού δημιουργηθεί το layer, ο χρήστης συνεχίζει με την ψηφιοποίηση των στοιχείων (γραμμές, σημεία, πολύγωνα). Το κάθε layer δημιουργείται με ένα πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών (attribute table) ο οποίος παραμένει κενός μέχρι να ολοκληρωθεί η συμπλήρωσή του.

Στην συνέχεια, και αφού ψηφιοποιηθούν τα διανυσματικά στοιχεία θα πρέπει να συμπληρωθούν τα πεδία που αντιστοιχούν στα περιγραφικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα οι διατομές χαρακτηρίζονται από την ονομασία του ποταμού, την ονομασία του τμήματος (reach), τη χιλιομετρική τους θέση, τα σημεία όπου διασταυρώνονται με τις όχθες (banks), κλπ.

Στο παρόν υδραυλικό μοντέλο, ο άξονας του ρέματος θεωρήθηκε ενιαίος από τα ανάντη έως τα κατόντη και αποφασίστηκε η χάραξη διατομών ανά 200m εφόσον διαπιστώθηκε ότι για τέτοια απόσταση δεν υποβιβάζταν η ακρίβεια της προσομοίωσης, με εξαίρεση το ανάντη τμήμα του ρέματος (τμήμα διώρυγας φυγής) όπου οι διατομές ελήφθησαν ανά 300 m λόγω ομοιομορφίας στην κλίση και την μορφή του εδάφους. Προέκυψαν δηλαδή σε όλο το μήκος του υδατορέματος συνολικά 316 διατομές με πλάτος που κυμαίνεται από 750 m έως 3900 m.

Έπειτα, και εφόσον έχουν δημιουργηθεί όλα τα επιθυμητά layers, επιλέγεται από το μενού RAS Geometry -> Extract GIS Data. Σε αυτό το βήμα μεταφέρονται όλες οι πληροφορίες που δόθηκαν και περιλαμβάνονται στα layers του HEC-GeoRAS στο αρχείο RAS GIS Import File, σε κατάλληλη μορφή αναγνωρίσιμη από το HEC-RAS.

Στο τέλος, στο περιβάλλον του HEC-RAS γίνεται η εισαγωγή των γεωμετρικών δεδομένων (Import Geometry Data -> GIS Format) χρησιμοποιώντας το αρχείο που εξήχθη από το HEC-GeoRAS (RAS GIS Import File) (Εικόνα 5-32).



Εικόνα 5-32: Τα βήματα εισαγωγής των γεωμετρικών δεδομένων στο HEC-RAS από το HEC-GeorAS

- Διαμόρφωση υπολογιστικού μοντέλου
 - Μονοδιάστατο μοντέλο

Κατόπιν της εισαγωγής του γεωμετρικού υποβάθρου του ποταμού Αχελώου στο μοντέλο HEC-RAS, ακολουθείται μια σειρά ενεργειών η οποία αποσκοπεί στη δημιουργία του μονοδιάστατου μοντέλου και συγκεκριμένα της τελικής γεωμετρίας του ποταμού, η οποία περιλαμβάνει την εισαγωγή και επεξεργασία των επιπρόσθετων γεωμορφολογικών στοιχείων, δηλαδή την εισαγωγή του γεωγραφικού υποβάθρου (Terrain), τον υπολογισμό του συντελεστή τραχύτητας n ($m^{-1/3} \cdot s$) Manning, την εισαγωγή των γεφυρών στο μοντέλο, καθώς και την εισαγωγή νοητών πλευρικών εκχειλιστών. Ακολούθως παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι παραπάνω διεργασίες.

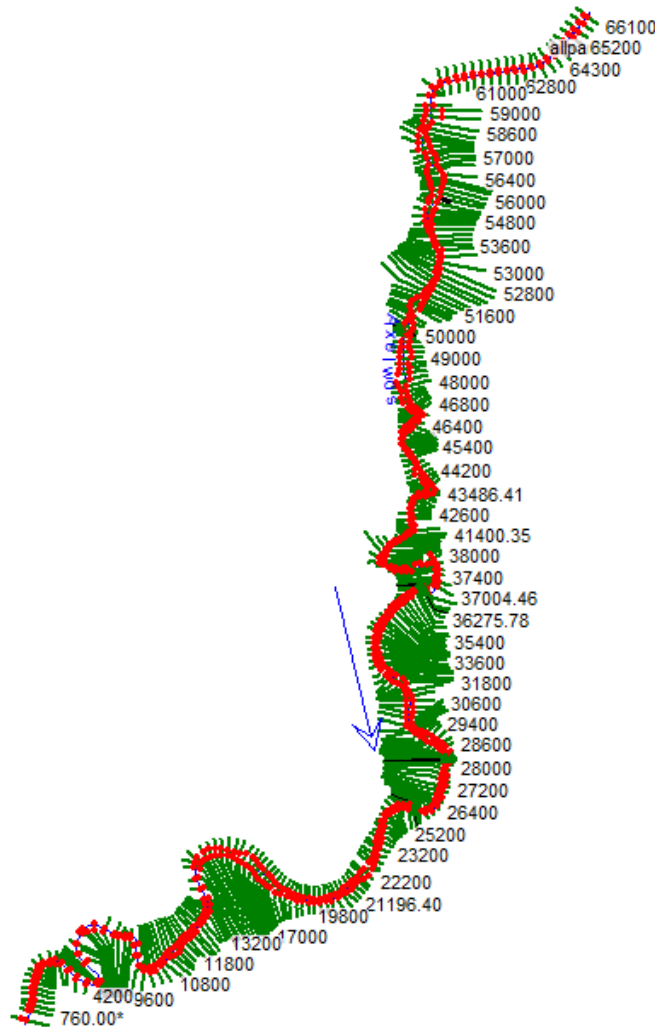
Κατά την εισαγωγή του γεωμετρικού υποβάθρου από την επέκταση GEO-RAS τα δεδομένα έχουν την μορφή όπως αυτή εικονίζεται παρακάτω (Εικόνα 5-33). Το σημείο έναρξης της χλιομέτρησης τοποθετείται στις εκβολές του ποταμού στην θάλασσα (Χ.Θ. 0) και αυξάνει προς τα ανάντη έως την είσοδο της διώρυγας φυγής (Χ.Θ. 59500).

Η γεωμετρία του υδατορέματος καθορίστηκε λαμβάνοντας κατά πλάτος τομές του φυσικού εδάφους σε ορισμένες θέσεις από το δοσμένο υπόβαθρο της Κτηματολόγιο Α.Ε. (μέσω του προγράμματος ArcGIS). Οι διατομές, αφού εισήχθησαν στο λογισμικό HEC-RAS, διορθώθηκαν ή/και

συμπληρώθηκαν με βάση τις διαθέσιμες διατομές από το ερευνητικό έργο του ΕΜΠ, 2010. Στην εν λόγω έρευνα, οι διατομές προέκυψαν από επί τόπου μετρήσεις, οπότε σε πολλές περιπτώσεις θεωρήθηκαν εγκυρότερες από αυτές που προέκυψαν από το υπόβαθρο της Κτηματολόγιο Α.Ε.

Οι διατομές είναι κάθετες προς τις γραμμές ροής και ορίζονται από τα ανάντη του ποταμού προς τα κατόντη. Έχουν ληφθεί διατομές σε όλο το μήκος του ποταμού ανά 200 m περίπου οι οποίες έχουν διαταχθεί σε χαρακτηριστικές θέσεις και σε θέσεις μεταβολής της κατά μήκος κλίσης στη είσοδο και έξοδο του ποταμού και σε στροφές του άξονα ροής. Στο κομμάτι της διώρυγας φυγής οι διατομές λήφθηκαν ανά 300 m λόγω της έλλειψης έντονων μεταβολών στη μορφολογία του ποταμού.

Τα γεωμετρικά στοιχεία του ποταμού Αχελώου που έχουν οριστεί και εισάγονται μέσω του GEO-RAS είναι: 1) η θέση και η στάθμη της επιφάνειας του άξονα του ποταμού, 2) η θέση και η στάθμη της επιφάνειας της δεξιάς και της αριστερής όχθης, 3) η θέση των διατομών και οι αποστάσεις μεταξύ τους.

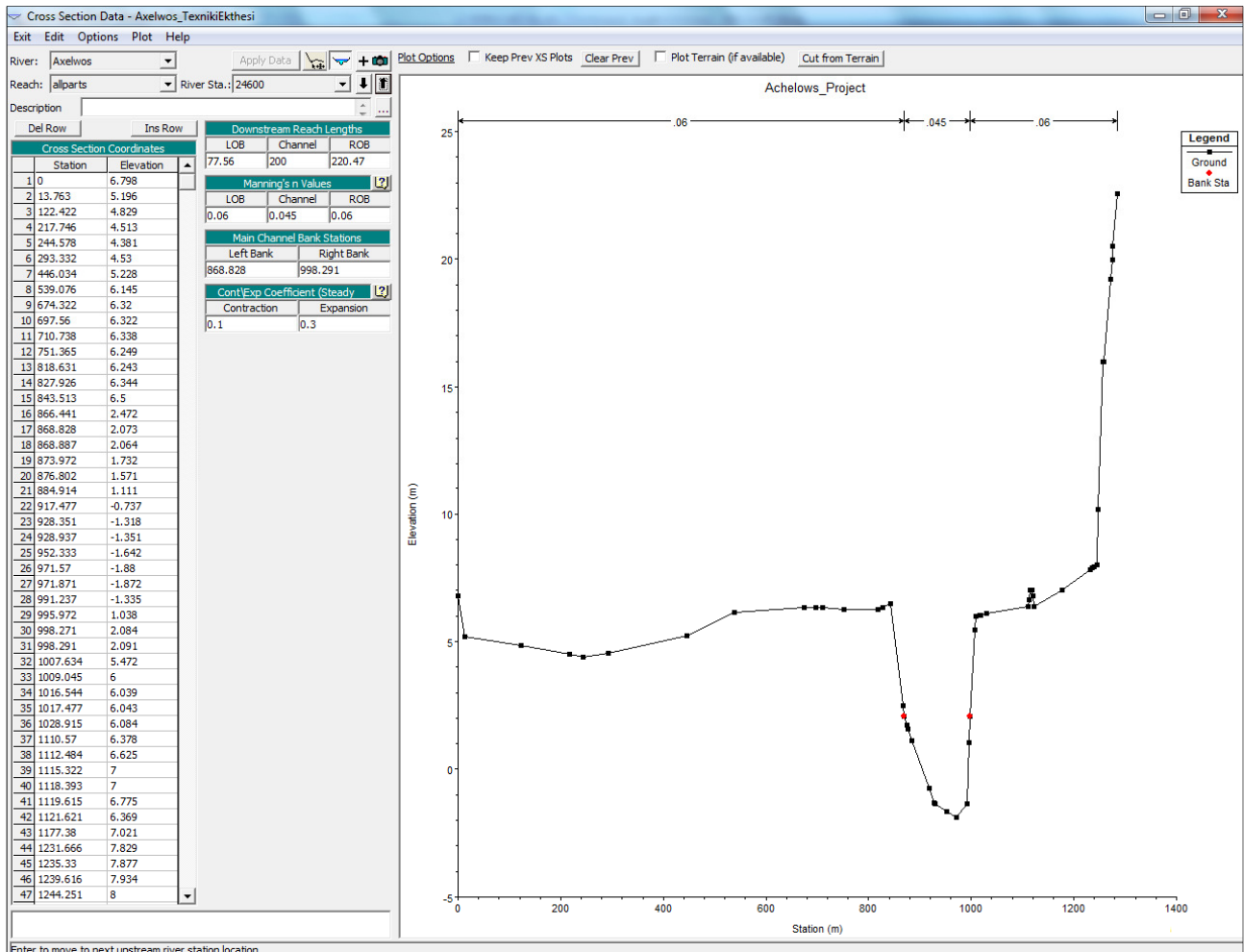


Εικόνα 5-33: Γεωμετρικά δεδομένα (geometric data) εισαγόμενα στο λογισμικό HEC-RAS (οριζοντιογραφία περιοχής διερεύνησης). Με το μπλε βέλος δίδεται η κατεύθυνση ροής του ποταμού.

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

Μια τυπική εικόνα διατομής του ποταμού στο HEC-RAS είναι αυτή που εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 5-34). Μεταξύ των προαναφερθεισών λεπτομερειών, όπως είναι η χλιομέτρηση της διατομής, το υψόμετρο, κτλ., περιλαμβάνονται και δεδομένα για τον συντελεστή Manning, του οποίου οι τιμές αναλύονται σε παρακάτω εδάφιο στην παρούσα παράγραφο (βλ. Επεξεργασία γεωμετρικού υποβάθρου, α. Συντελεστής Manning). Επιπλέον διαθέσιμη πληροφορία είναι και οι συντελεστές για την μείωση και αύξηση της υγρής διατομής (contraction & expansion coefficients), των οποίων οι τιμές ορίζονται 0.1 και 0.3 αντίστοιχα σε όλο το μήκος του υδατορεύματος. Οι προαναφερθείσες τιμές επιλέχθηκαν για να αντιστοιχούν σε βαθμιαίες, ομαλές αλλαγές στη μορφολογία των διατομών. Οι συντελεστές αυτοί διαφοροποιήθηκαν στη περίπτωση που αναφέρονταν σε διατομές γεφυρών, οπότε λάμβαναν την τιμή 0.3 και 0.5 αντίστοιχα, δεδομένων των μεγαλύτερων απωλειών ενέργειας στις θέσεις αυτές, σύμφωνα με τις οδηγίες του HEC-RAS Manual. Τέλος δίδονται οι όχθες του υδατορέματος (Main Channel Bank Stations) με κόκκινο σημείο. Να σημειωθεί πως η όχθη δεν έχει καμία άλλη υδραυλική λειτουργία στο HEC-RAS παρά την (προαιρετική) αλλαγή του n Manning δηλαδή τον χωρισμό της διατομής σε τρία τμήματα με διαφορετικό συντελεστή τραχύτητας.



Εικόνα 5-34: Απεικόνιση και στοιχεία διατομών στο περιβάλλον του προγράμματος

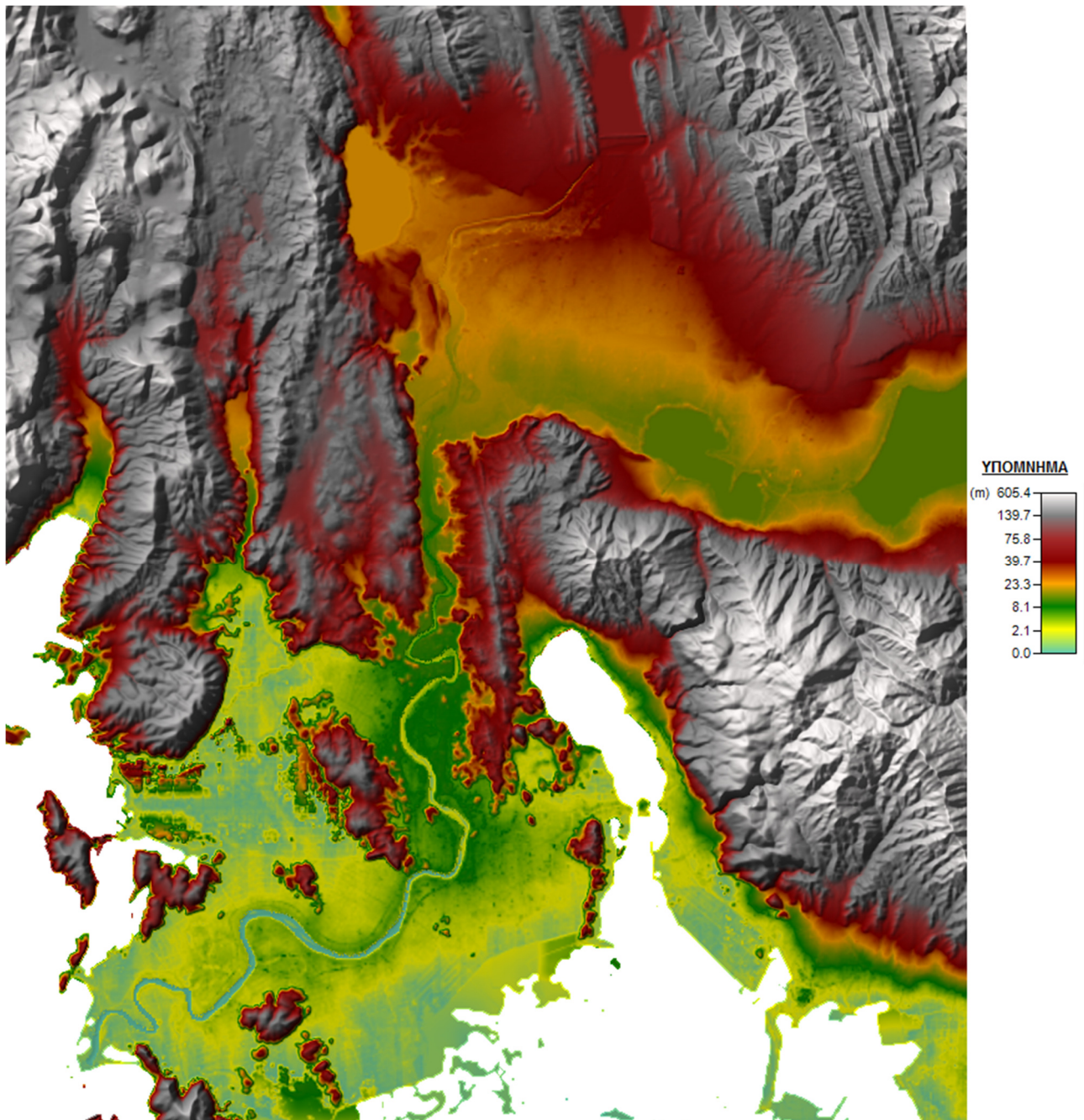
Στη πορεία διαμόρφωσης του υπολογιστικού μοντέλου, εισήχθησαν οι γέφυρες που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης. Κατά μήκος του υπό διερεύνηση τμήματος, δηλαδή κατάντη του φράγματος Στράτου έως τις εκβολές του π. Αχελώου στην θάλασσα, τέσσερις γέφυρες τον διασχίζουν εγκάρσια:

1. η γέφυρα της Ιονίας οδού,
2. η γέφυρα του δρόμου Γουριά – Πεντάλοφο,
3. η γέφυρα του δρόμου Μάστρο– Κατοχή και
4. η γέφυρα του Νεοχώρι – Κατοχή.

Επίσης, στην παρούσα μελέτη προσομοιώθηκε ως γέφυρα το έργο εξόδου της διώρυγας φυγής. Το προαναφερθέν έργο αποτελείται από 8 θυροφράγματα, τα οποία όταν είναι κλειστά (συνήθως) το έργο εξόδου – από άποψη υδραυλικής λειτουργίας – μπορεί να προσομοιωθεί με γέφυρα, ενώ όταν είναι ανοιχτά το έργο θα πρέπει να προσομοιωθεί σαν εγκάρσιο έργο (inline structure) με 8 θυροφράγματα. Αναλυτικά η διαδικασία εισαγωγής των γεφυρών περιγράφεται στην αντίστοιχη παράγραφο του κεφαλαίου περιγραφή του λογισμικού HEC-RAS.

– Δισδιάστατο πεδίο

Στη συνέχεια, και εφόσον δόθηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την μονοδιάστατη ανάλυση, εισήχθη μέσω του RAS Mapper το γεωγραφικό υπόβαθρο, το οποίο είχε δοθεί σε κατάλληλη μορφή για εισαγωγή στο HEC-RAS από το ArcGIS (Εικόνα 5-35). Τα τοπογραφικά στοιχεία στα οποία βασίσθηκε η υδραυλική προσομοίωση στο πλημμυρικό πεδίο είναι το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ) της Κτηματολόγιο Α.Ε. με κάρναβο 5 x 5 m. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα για την δημιουργία του δισδιάστατου υπολογιστικού κανάβου και την αριθμητική επίλυση στο πλημμυρικό πεδίο.



Εικόνα 5-35: Γεωγραφικό υπόβαθρο (RAS Mapper-HEC-RAS)

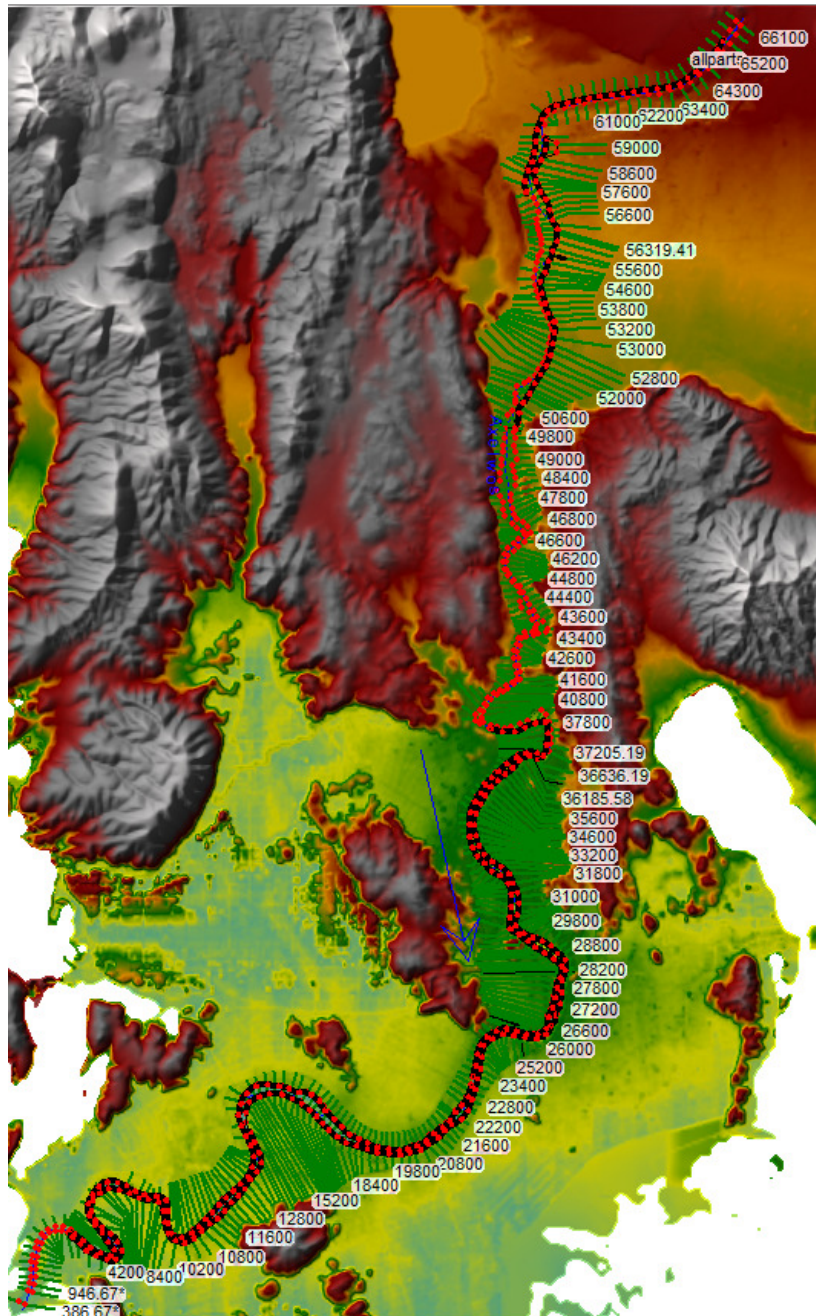
Στο υπολογιστικό μοντέλο προστέθηκαν εν συνεχεία ιδεατοί πλευρικοί εκχειλιστές (Lateral Structures), παράλληλα στην κοίτη του π. Αχελώου, με σκοπό την ένωσή του με το δισδιάστατο πεδίο. Πρόκειται στην ουσία για έναν τρόπο προσομοίωσης, όπως απαιτεί το υπολογιστικό μοντέλο HEC-RAS, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η σύνδεση των μονοδιάστατων και των δισδιάστατων περιοχών και να επιτρέπεται η διέλευση του νερού από τις όχθες του ποταμού προς το πλημμυρικό πεδίο και αντίστροφα. Για το λόγο αυτό, οι ως άνω νοητές πλευρικές κατασκευές δόθηκαν με υψόμετρο λίγο πάνω από το υπάρχον υψόμετρο της όχθης του π. Αχελώου, ήτοι με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρεμποδίζουν το πλημμυρικό κύμα κατά την είσοδό του στην περιοχή πλημμύρας. Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι στην παρούσα μελέτη, η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, εξετάζει


μόνο τις πλημμύρες που προκαλούνται από υπέρβαση των νοητών πλευρικών ορίων. Η γενικότερη θραύση των αναχωμάτων, όπου αυτά υπάρχουν, δεν εξετάστηκε διότι υπάρχει δυνητικά άπειρος αριθμός πιθανών θέσεων θραύσης, κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε εξαιρετικές αβεβαιότητες ως προς τη διάδοση των πλημμυρικών κυμάτων σε περιπτώσεις αστοχίας των πλευρικών αυτών αναχωμάτων. Εξάλλου, είναι προτιμότερο αυτό να γίνει με ξεχωριστό, οργανωμένο τρόπο εστιάζοντας σε σημεία που από την εμπειρία και από επιτόπιες παρατηρήσεις δημιουργούν ιδιαίτερες ανησυχίες, ή σε σημεία που θα ήταν επιθυμητό να προσομοιωθούν σε περίπτωση που συνέβαινε θραύση, αν κάτι τέτοιο δεν έχει συμβεί μέχρι τώρα.

Οι προαναφερθείσες ιδεατές πλευρικές κατασκευές είναι υδατοφράχτες (weir), τραπεζοειδούς μορφής με πλάτος στέψης 1 m. Το υψόμετρό της στέψης τους ορίστηκε 10-15 cm πάνω από το υψόμετρο του εδάφους στις όχθες (overbank) του ποταμού, τόσο στην αριστερή όσο και στην δεξιά πλευρά της ροής, όπου ήταν απαραίτητη η ένωση του υδατορεύματος με το πλημμυρικό πεδίο, ήτοι την δισδιάστατη περιοχή ανάλυσης. Οι υδατοφράχτες, όπως ήδη αναφέρθηκε λειτουργούν ως νοητά αναχώματα, και είναι απαραίτητοι στην λειτουργία του υπολογιστικού προγράμματος για την σύνδεση μονοδιάστατης και δισδιάστατης ροής. Δεδομένου των όσων αναφέρθηκαν προηγουμένως, νοητοί πλευρικοί εκχειλιστές τοποθετήθηκαν:

- Στο ανάντη τμήμα του π. Αχελώου: από την χιλιομετρική θέση 66100 έως την 57600 (στην δεξιά όχθη), από την 59200 έως την 50000 (στην αριστερή όχθη) και
- Στο κατάντη τμήμα του π. Αχελώου: από την 39600 έως την 37205,19 (στην δεξιά όχθη) και από την 37004,46 έως τις εκβολές (Χ.Θ. 0) (στην αριστερή και δεξιά όχθη).

Στο μέσο τμήμα, ο ποταμός περιορίζεται από ορεινούς όγκους, αριστερά και δεξιά της ροής του, οπότε η προσομοίωση έγινε μονοδιάστατα λόγω της μονοδιάστατης φύσης της ροής. Σε αυτές τις θέσεις δεν ήταν απαραίτητη υπολογιστικά η χρήση νοητών πλευρικών έργων. Ομοίως, δεν εισήχθησαν ιδεατά πλευρικά έργα στο ανάντη τμήμα του ποταμού, από τη διατομή 57400 έως τη 50200, στην δεξιά όχθη (στη διεύθυνση της ροής) λόγω περιορισμού της ροής από πλευρικούς ορεινούς όγκους. Επίσης, μετά από τις αναλύσεις διαπιστώθηκε ότι ακόμα και για τα δυσμενέστερα σενάρια παροχετευτικότητας του π. Αχελώου, νοητές πλευρικές κατασκευές δεν ήταν απαραίτητες να εισαχθούν στην αριστερή όχθη της διώρυγας φυγής, εφόσον δεν παρατηρείται υπερπήδηση των υπαρχόντων πλευρικών ορίων. Εξάλλου, ο ΥΗΣ του φράγματος Στράτου έχει δυνατότητα παροχέτευσης έως και 500 m³/s στη διώρυγα φυγής, παροχή για την οποία δεν παρατηρείται υπερπήδηση των αναχωμάτων. Εν αντιθέσει, στην δεξιά όχθη της διώρυγας φυγής, στη γειτνίαση με τη περιοχή πέριξ του οικισμού Στράτου, εισήχθησαν νοητοί πλευρικοί εκχειλιστές για την ενδεχόμενη είσοδο νερού στην διώρυγα από το πλημμυρικό πεδίο ανάντη της όχθης (Εικόνα 5-36).

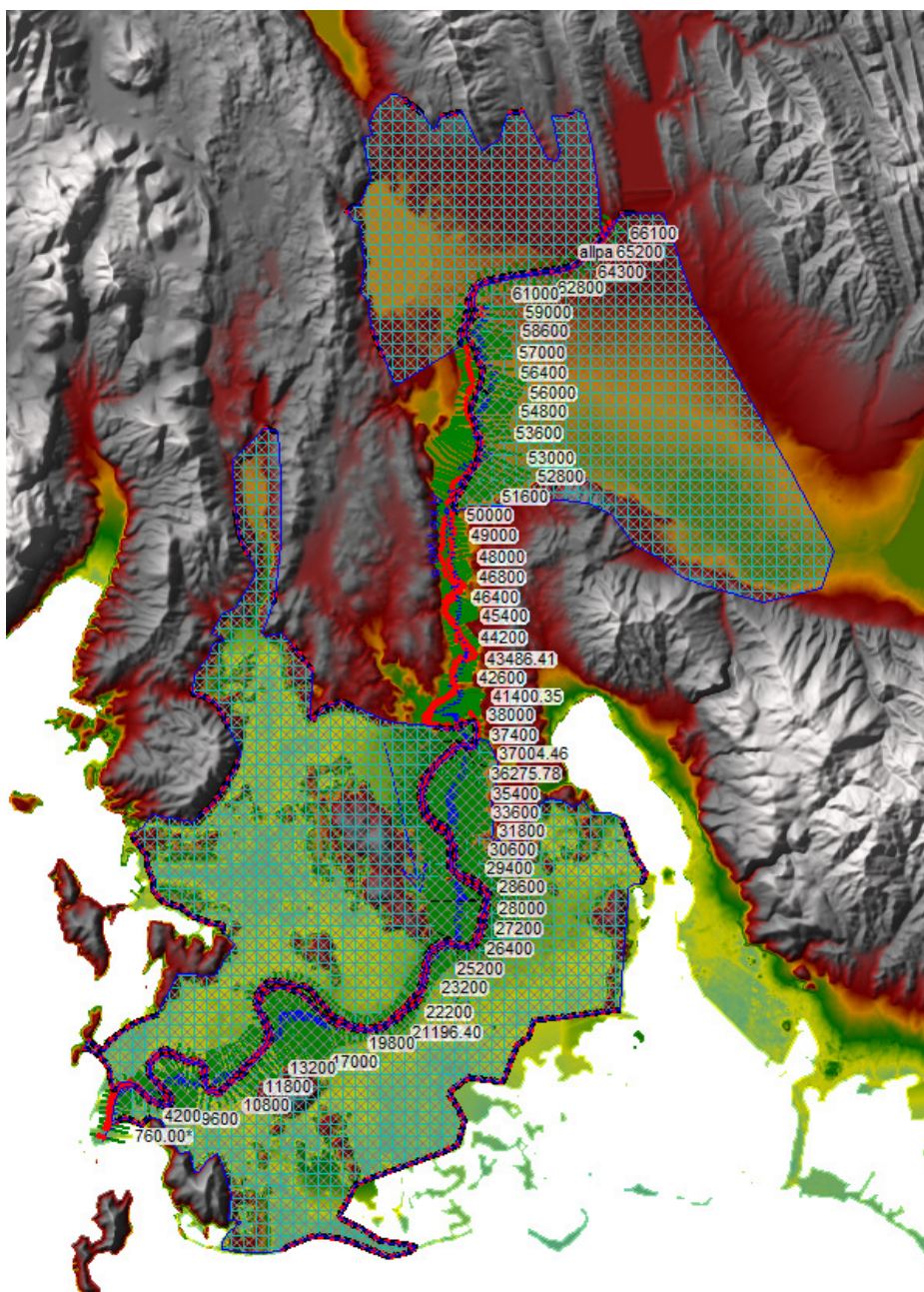


Εικόνα 5-36: Θέσεις ιδεατών πλευρικών εκχειλιστών. Η γραμμή  απεικονίζει τη σύνδεση του ποταμού με νοητή πλευρική κατασκευή με το πλημμυρικό πεδίο.

Η υδραυλική επίλυση των ιδεατών υδατοφραχτών έγινε χρησιμοποιώντας τις Συνήθεις Εξισώσεις Υδατοφραχτών (Standard Weir Equations) ως προς τη στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας και με συντελεστή παροχετευτικότητας υδατοφράχτη (Weir coefficient) $C_d=0.28$ ακολουθώντας το HEC-RAS User's Manual.

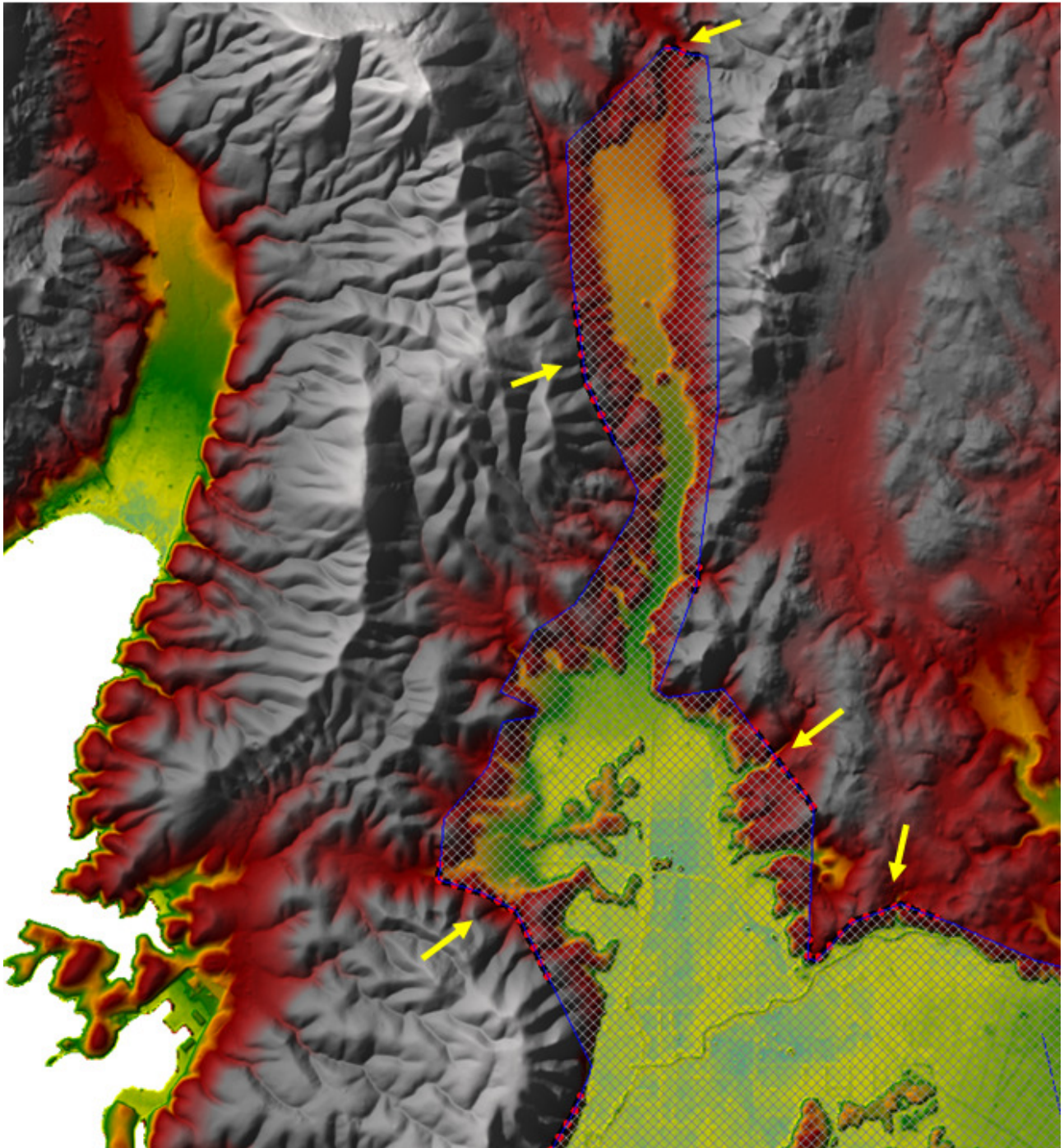
Εφόσον δόθηκαν τα γεωμετρικά και υδραυλικά στοιχεία των ιδεατών πλευρικών έργων, σχεδιάστηκαν οι δισδιάστατες περιοχές (2D Flow Areas), οι οποίες αποτελούν το εν δυνάμει πλημμυρικό πεδίο. Οι δισδιάστατες περιοχές, όπως σχεδιάζονται στο HEC-RAS, είναι πολύγωνα τα οποία οριοθετούν την δισδιάστατη περιοχή ανάλυσης και στα οποία δίδεται υπολογιστικός κλίμακας.

Για την παρούσα εργασία, η ισοδιάσταση του πλέγματος επιλέχθηκε να είναι 25 x 25, λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές της μελέτης, ώστε το επίπεδο της ανάλυσης να είναι το υψηλότερο δυνατό σε συνδυασμό με έναν λογικό υπολογιστικό χρόνο (CPU time). Με αυτόν τον κανάβο ο πραγματικός υπολογιστικός χρόνος που τελικά απαιτήθηκε για την προσομοίωση κάθε σεναρίου ήταν περί τις 20 ώρες. Η επιλογή πιο πυκνού κανάβου έχει το μειονέκτημα αφενός του δυσανάλογα μεγαλύτερου υπολογιστικού χρόνου και αφετέρου των μεγαλύτερων αβεβαιοτήτων που υπεισέρχονται στην εκτίμηση του βάθους ροής στο πλημμυρικό πεδίο εξαιτίας της αριθμητικής διάχυσης που εισάγεται στο αριθμητικό σχήμα επίλυσης του μοντέλου. Επίσης, ορίστηκε ο συντελεστής Mapping η ίσος με 0.06. Οι δισδιάστατες περιοχές προσομοίωσης, τέσσερις στον αριθμό, όπως τελικά διαμορφώθηκαν απεικονίζονται στο Εικόνα 5-37.

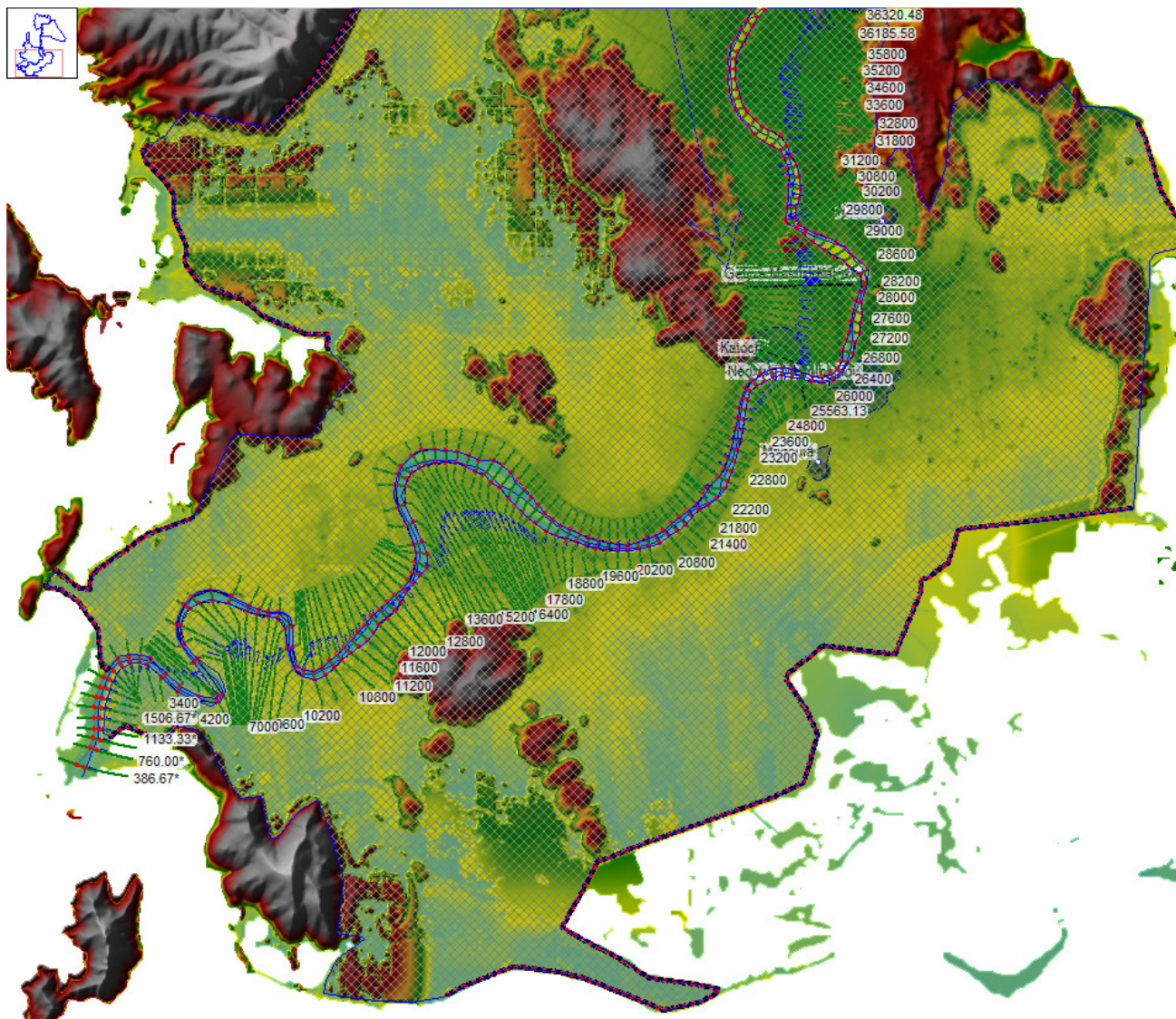


Εικόνα 5-37: Απεικόνιση (με διαγράμμιση) δισδιάστατων περιοχών στην περιοχή μελέτης

Οι δισδιάστατες περιοχές εκτείνονται από την όχθη του ποταμού έως τα όρια του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους ή έως τα όρια μεγάλων ορεινών όγκων. Εν ολίγοις, ο υπολογιστικός κανάβος σχεδιάστηκε ώστε να καταλαμβάνει όλη τη δυνητικά κατακλυζόμενη περιοχή (πεδιάδα), καθώς και μέρος των ορεινών όγκων, προκειμένου να περιλάβει τα όρια των υπολεκανών τόσο του π. Αχελώου όσο και του π. Γεροπόρου. Στα όρια των δισδιάστατων περιοχών, τα οποία τοποθετούνται πάνω στα όρια των υπολεκανών των ποταμών, σχεδιάζονται γραμμές οριακών συνθηκών (Boundary Condition Lines), στις οποίες δίδονται τα υδρογραφήματα εισόδου (Flow Hydrograph) των υπολεκανών (Εικόνα 5-38). Εν αντιθέσει, όπου τα όρια του υπολογιστικού κανάβου συμπίπτουν με τα όρια του ΨΜΕ στη θάλασσα, σχεδιάζεται γραμμή οριακών συνθηκών με οριακή συνθήκη την κλίση της τριβής (ή αλλιώς το ομοιόμορφο βάθος ροής – Normal Depth) (Εικόνα 5-39), με σκοπό την εκροή του πλημμυρικού κύματος προς τη θάλασσα.



Εικόνα 5-38: Δισδιάστατη περιοχή στα όρια της οποίας εισήχθησαν γραμμές οριακών συνθηκών (.....) (Flow Hydrograph) και οι οποίες επισημαίνονται με κίτρινο βέλος



Εικόνα 5-39: Δισδιάστατη περιοχή στα όρια της οποίας εισήχθησαν γραμμές οριακών συνθηκών (Normal Depth) (-----)

- **Επεξεργασία γεωμετρικού υποβάθρου**

Στο παρόν εδάφιο, δίνονται αναλυτικότερα κάποια στοιχεία του γεωγραφικού υποβάθρου που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

α. Συντελεστής Manning

Κατά μήκος του ποταμού Αχελώου εντοπίζονται τέσσερα τμήματα στην περιοχή διερεύνησης με ενιαία, λίγο ή πολύ μορφολογικά χαρακτηριστικά: η διώρυγα φυγής, το ανάντη, το μέσο και το κατάντη τμήμα. Η διώρυγα φυγής καλύπτει περί το 1/10 της υπό μελέτη διαδρομής του π. Αχελώου (Εικόνα 5-40) ενώ το ανάντη, το μέσο και το κατάντη τμήμα καλύπτουν σχεδόν τα 9/10 της όλης διαδρομής του ποταμού και έχουν τυπική μορφολογία που απεικονίζεται στην Εικόνα 5-41, Εικόνα 5-42 και Εικόνα 5-43 αντίστοιχα. Η διώρυγα φυγής περιλαμβάνει τις χιλιομετρικές θέσεις 66100 έως 59500, το ανάντη τμήμα περιλαμβάνει την περιοχή από την χιλιομετρική θέση 59500 του ποταμού (έξοδος διώρυγας φυγής) έως τη Χ.Θ. 50000. Το μέσο τμήμα περιλαμβάνει την περιοχή μεταξύ των

Χ.Θ. 50000 και Χ.Θ. 28130, ενώ το κατάντη τμήμα περιλαμβάνει την περιοχή από τη Χ.Θ. 28130 έως και τη Χ.Θ. 0 (εκβολές του ποταμού).



Εικόνα 5-40: Τυπική εικόνα διώρυγας φυγής (πηγή: Google Earth)



Εικόνα 5-41: Τυπική εικόνα ανάντη τμήματος (πηγή: Google Earth)



**Εικόνα 5-42: Τυπική εικόνα μέσου τμήματος
(πηγή: «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος του
Στράτου», ΕΜΠ, 2010)**



**Εικόνα 5-43: Τυπική εικόνα κατάντη τμήματος
(πηγή: «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος του
Στράτου», ΕΜΠ, 2010)**

Κατά την εγκάρσια έννοια η τραχύτητα είναι σαφώς πιο μεγάλη στην πλημμυρική κοίτη σε σχέση με την κοίτη (Εικόνα 5-44), επομένως και ο συντελεστής τραχύτητας εκεί θα είναι μεγαλύτερος.



Εικόνα 5-44: Τυπική εικόνα όχθης
(πηγή: «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος του Στράτου», ΕΜΠ, 2010)

Στην εκτίμηση του συντελεστή Manning υπεισέρονται αρκετές αβεβαιότητες. Η τιμή του συντελεστή μεταβάλλεται από θέση σε θέση ανάλογα με το είδος του εδάφους (αγροτικό περιβάλλον, αστικό περιβάλλον, υγρό περιβάλλον) αλλά και με το χρόνο. Επίσης οι συνθήκες μη μόνιμης ροής και τα μεγάλα βάθη και ταχύτητες επηρεάζουν κατά πολύ την αντιστοιχία τιμών του συντελεστή αυτού με τιμές υπό «συνήθεις» συνθήκες μόνιμης ροής.

Η βιβλιογραφία περιλαμβάνει εργασίες προσδιορισμού συντελεστών Manning κατά τη ροή σε χείμαρρους και ποταμούς αλλά και κατά τη διάρκεια πλημμυρικών συμβάντων. Όμως έχει διαπιστωθεί ότι ανεξάρτητα από τις επικρατούσες κλίσεις και την κατάσταση της κοίτης, η μη μόνιμη ροή πραγματοποιείται με μέσους συντελεστές τραχύτητας μεγαλύτερους από αυτούς που αναφέρονται στα κλασικά εγχειρίδια υδραυλικής και που αφορούν μόνιμη υποκρίσιμη ροή. Αυτό οφείλεται στο ότι, μολονότι κατά τμήματα πολύ μικρού μήκους η ροή είναι υπερκρίσιμη, παρεμβάλλονται μεταβατικές ροές που συνεπάγονται αλληπάλληλες πρόσθετες καταστροφές ενέργειας λόγω δημιουργίας μικροαλμάτων, λόγω πυκνών στροβιλισμών και λόγω μεταφοράς συρόμενων και αιωρούμενων φερτών υλικών. Αυτά όλα ισχύουν κατά μείζονα λόγο για παροχές αιχμής πλημμυρών, οι οποίες προκαλούν επί πλέον μεγάλες διαβρώσεις και μετακινήσεις υλικών στην κοίτη. Η επιλογή λοιπόν της τιμής του συντελεστή τραχύτητας n Manning ($m^{-1/3} \cdot s$) που εφαρμόζεται στους υπολογισμούς πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε να συμπεριλαμβάνονται, εκτός από τις απώλειες φορτίου λόγω τραχύτητας των τοιχωμάτων και οι πρόσθετες απώλειες ενέργειας λόγω ιδιοτυπίας της ροής.

Στην παρούσα μελέτη, οι τιμές του συντελεστή Manning ($m^{-1/3} \cdot s$) εκτιμήθηκαν με βάση την σχετική βιβλιογραφία, την εμπειρία και τις πληροφορίες που δίδονται στην τεκμηρίωση του υδραυλικού μοντέλου. Παρακάτω δίδεται ο πίνακας που περιλαμβάνει τις τιμές του συντελεστή n Manning ($m^{-1/3} \cdot s$) που υιοθετήθηκαν στην παρούσα έρευνα (Πίνακας 5-2) και για τις δεδομένες συνθήκες ροής.

Πίνακας 5-2: Συντελεστές τραχύτητας του ποταμού Αχελώου κατά Manning για τα μέσα σενάρια περιόδου επαναφοράς

ΤΜΗΜΑ ΠΟΤΑΜΟΥ	Συντελεστής τραχύτητας n Manning ($m^{-1/3} \cdot s$)	
	Κοίτη	Όχθη
Διώρυγας φυγής	0.025	0.060
Ανάντη τμήμα	0.040	0.060
Μέσο τμήμα	0.040	0.075
Κατάντη τμήμα	0.045	0.060
ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΠΕΔΙΟ	0.060	

Ο συντελεστής Manning στην κοίτη επιλέχθηκε ούτως ώστε να έχει μια μικρή μεταβολή από τα ανάντη προς τα κατάντη δεδομένης της αύξησης της τραχύτητας προς τις εκβολές του ποταμού. Στη διώρυγα φυγής, ο συντελεστής Manning επιλέχθηκε μικρότερος λόγω της επικάλυψης του υλικού του πυθμένα και των πρανών της κοίτης με σκυρόδεμα. Σημειώνεται, επίσης, ότι ο υψηλός συντελεστής εφαρμόζεται σε όλη την έκταση της πλημμύρας, η οποία παρουσιάζει εμπόδια φυσικά ή τεχνητά στη ροή, λαμβάνοντας υπόψη και το σχετικά μικρό βάθος ροής στις εν λόγω πεδινές εκτάσεις. Η υιοθέτηση κάπως υψηλών συντελεστών τραχύτητας καλύπτει, πέραν των όσων αναφέρθηκαν πιο πάνω, και ένα περιθώριο ασφαλείας απαραίτητο λόγω των αβεβαιοτήτων που αναπόφευκτα υπεισέρχονται σε ένα τόσο πολυσχιδές φαινόμενο, όπως το υπό εξέταση.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν τόσο από οπτικές παρατηρήσεις, όσο και από τα στοιχεία των ερευνητικών έργων ΕΜΠ, 2010 και ΕΜΠ, 2013, παρατηρούνται παρόμοιες συνθήκες φυτοκάλυψης και εκτιμώμενης τραχύτητας στο πεδινό τμήμα του π. Αράχθου και π. Αχελώου αντίστοιχα. Από τη μελέτη «Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου» και την §5.1.3 προκύπτει, με βάση την ανάλυση ευαισθησίας που έγινε για διαφορετικούς συντελεστές Manning (υψηλές –όχι ακραίες, μέσες και χαμηλές –όχι ακραίες τιμές του συντελεστή n) στον π. Άραχθο, ότι η αλλαγή του συντελεστή τραχύτητας n δεν επιδρά ουσιαστικά ούτε στις ζώνες κατάκλυσης, αλλά ούτε και στα βάθη ροής. Έτσι, στην αριθμητική προσομοίωση του π. Αχελώου λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές του συντελεστή Manning n που παρουσιάστηκαν στον προηγούμενο πίνακα (Πίνακας 5-2).

β. Γέφυρες/τεχνικά

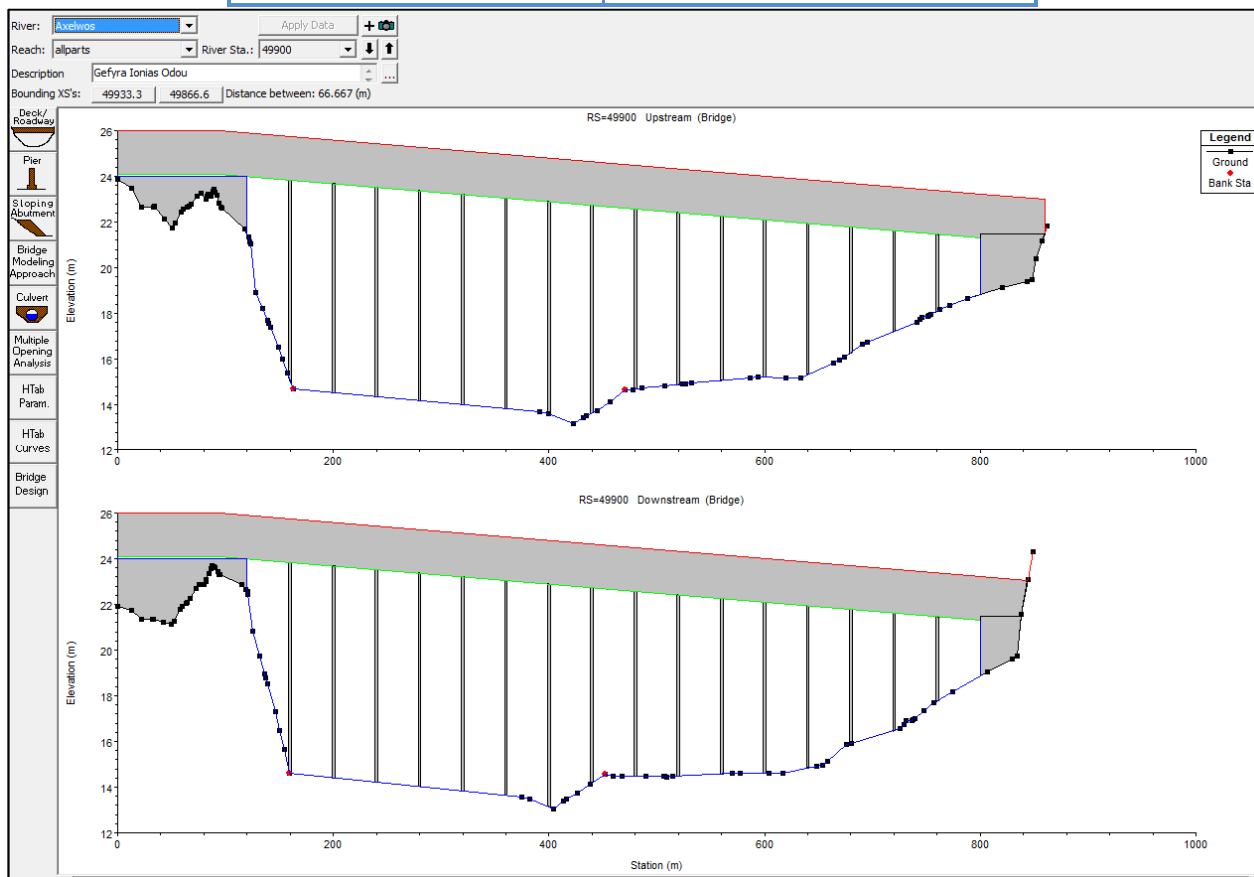
Κατά μήκος του υπό διερεύνηση τμήματος του υδατορεύματος, όπως έχει ήδη αναφερθεί, απαντώνται τέσσερις γέφυρες: η γέφυρα της Ιονίας οδού, η γέφυρα του δρόμου Γουριά – Πεντάλοφο, αυτή του δρόμου Μάστρο– Κατοχή και του Νεοχώρι – Κατοχή. Επιπλέον στην παρούσα μελέτη προσομοιώνεται ως γέφυρα και το έργο εξόδου της διώρυγας φυγής, όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, με φορέα με κρέμαση 5.1 m και πλάτος 8.8 m και 3 μεσόβαθρα πλάτους 2 m και 4 μεσόβαθρα πλάτους 1 m. Παρόλο που οι προαναφερθείσες γέφυρες μπορούν να επιτρέψουν την διοχέτευση σημαντικών παροχών ύδατος κάτω από αυτές, θεωρούμε πως για τις παροχές της παρούσας έρευνας, ενδέχεται να αποτελούν εμπόδιο στη ροή του ποταμού και επομένως κρίνεται απαραίτητο να ληφθούν υπόψη στους υπολογισμούς. Επομένως γίνεται η παραδοχή ότι οι γέφυρες δεν θα παρασυρθούν από το πλημμυρικό κύμα.

Τα απαραίτητα τεχνικά στοιχεία για την γεωμετρική απεικόνιση των ανωτέρω γεφυρών δόθηκαν από το ερευνητικό έργο του ΕΜΠ, 2010. Ακολούθως παρατίθενται τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να προσομοιωθούν οι γέφυρες στο λογισμικό HEC-RAS, όπως επίσης και η γεωγραφική τους απεικόνιση σε αυτό (Εικόνα 5-45 – Εικόνα 5-53). Η φυσική κατάσταση των γεφυρών δίδεται μέσω των παρακάτω εικόνων (Εικόνα 5-46 – Εικόνα 5-54).

1. Γέφυρα Ιονίας οδού (Χ.Θ. 49900)

Πίνακας 5-3: Τεχνικά χαρακτηριστικά γέφυρας Ιονίας οδού

Υψόμετρο ερυθράς	+23.7 ~ +26.5 m
Μήκος γέφυρας	690m
Μεσόβαθρα	16, πλάτους 2.5 m κάθε ένα
Μέσο ελεύθερο ύψος	7.5 m



Εικόνα 5-45: Γεωμετρική απεικόνιση γέφυρας Ιονίας οδού στο λογισμικό HEC-RAS (όψη της γέφυρας προς τα κατάντη του ποταμού)



Εικόνα 5-46: Όψη γέφυρας Ιονίας οδού από ανάντη (πηγή: Google Earth)

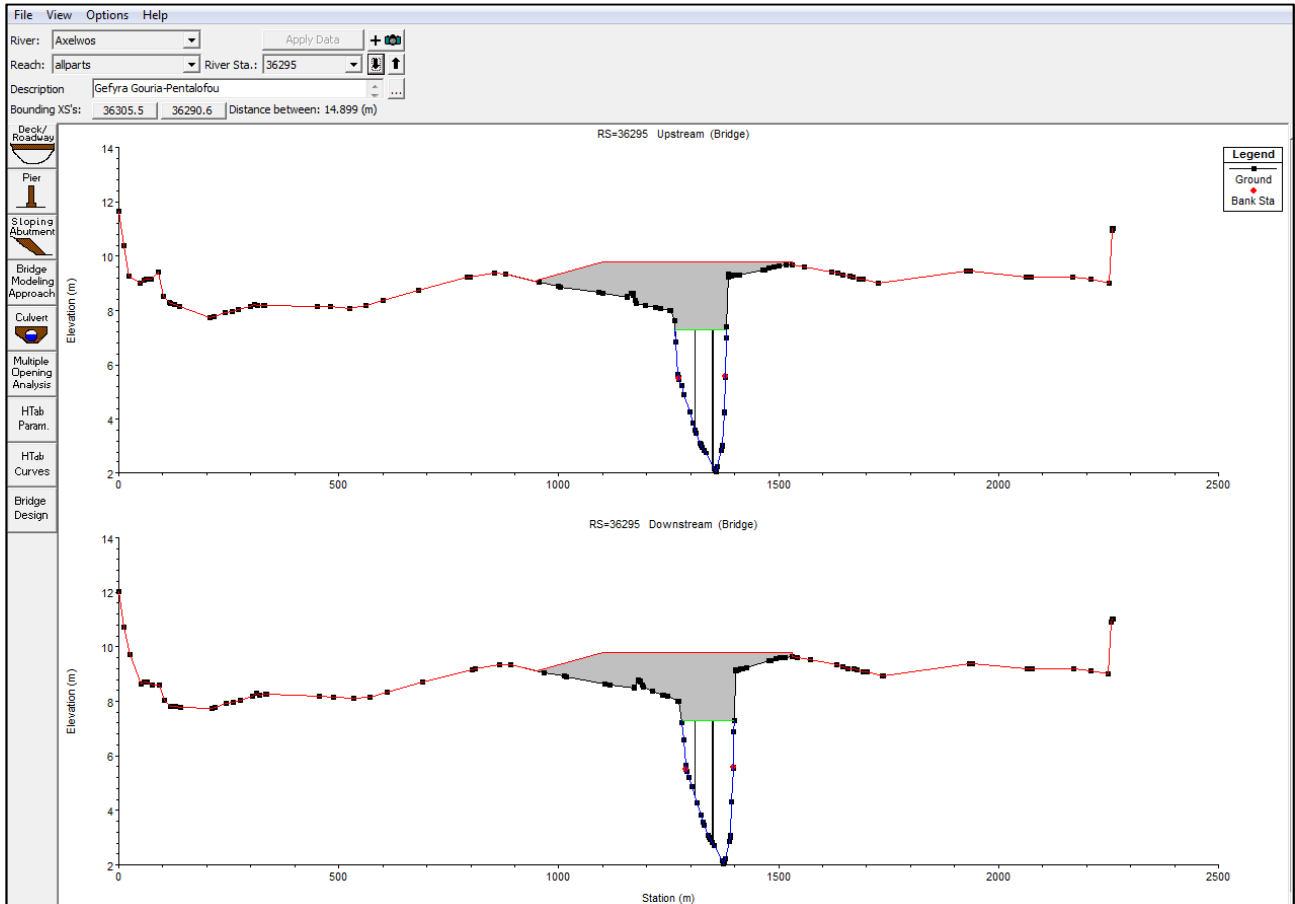
2. Γέφυρα Γουριά - Πεντάλοφο (Χ.Θ. 36295)

Πίνακας 5-4: Τεχνικά χαρακτηριστικά Γουριάς - Πεντάλοφου

Υψόμετρο ερυθράς	+10.63 ~ +9.48 m
Μήκος γέφυρας	120.75 m
Μεσόβαθρα	2, πλάτους 1 m κάθε ένα
Μέσο ελεύθερο ύψος	7.5 m

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση



Εικόνα 5-47: Γεωμετρική απεικόνιση γέφυρας Γουριά - Πεντάλοφο στο λογισμικό HEC-RAS (όψη της γέφυρας προς τα κατάντη του ποταμού)

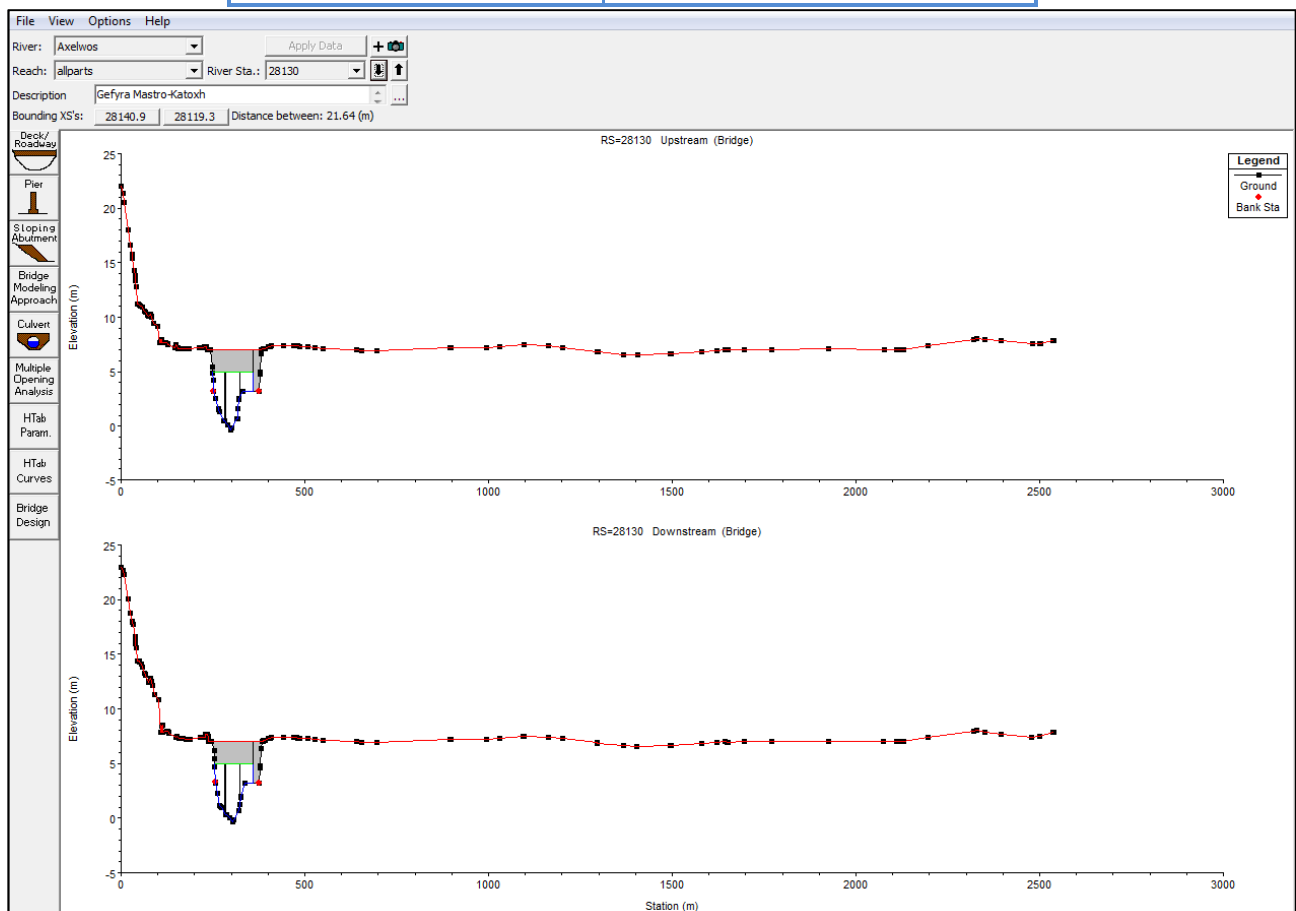


Εικόνα 5-48: Όψεις γέφυρας Γουριάς - Πεντάλοφου από ανάντη (άνω) και από τα κατόντη (κάτω) (πηγή: «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατόντη του Φράγματος του Στράτου», ΕΜΠ, 2010)

3. Γέφυρα Μάστρο - Κατοχή (Χ.Θ. 28130)

Πίνακας 5-5: Τεχνικά χαρακτηριστικά Μάστρο - Κατοχή

Υψόμετρο ερυθράς	+10.12
Μήκος γέφυρας	121.3 m
Μεσόβαθρα	2, πλάτους 1 m κάθε ένα
Μέσο ελεύθερο ύψος	7.5 m



Εικόνα 5-49: Γεωμετρική απεικόνιση γέφυρας Μάστρο - Κατοχή στο λογισμικό HEC-RAS (όψη της γέφυρας προς τα κατάντη του ποταμού)

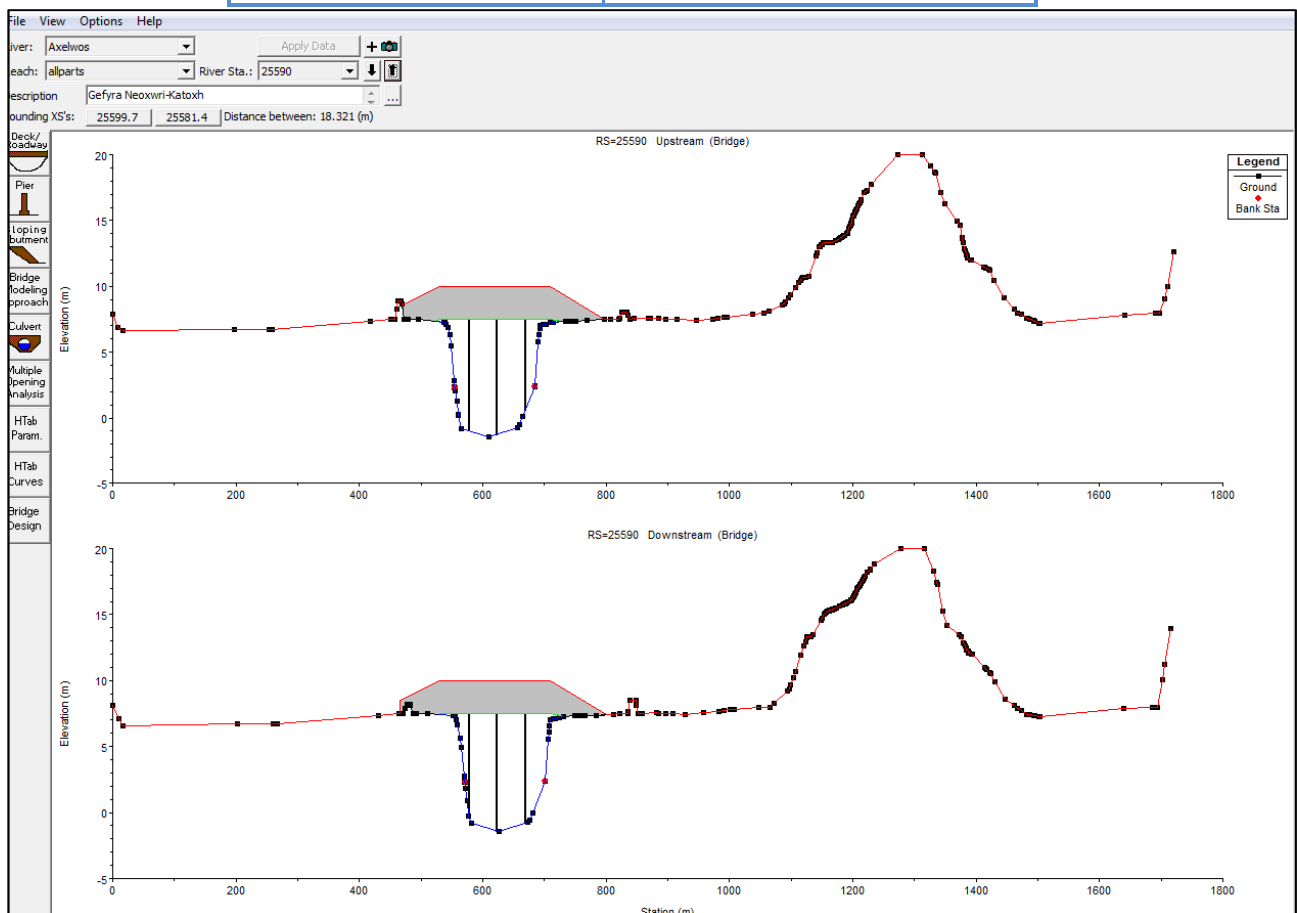


**Εικόνα 5-50: Όψεις γέφυρας Μάστρο - Κατοχή από κατάντη
(πηγή: «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος του
Στράτου», ΕΜΠ, 2010)**

4. Γέφυρα Νεοχώρι - Κατοχή (Χ.Θ. 25590)

Πίνακας 5-6: Τεχνικά χαρακτηριστικά Νεοχώρι - Κατοχή

Υψόμετρο ερυθράς	+10.22 ~ +10.30 m
Μήκος γέφυρας	184 m
Μεσόβαθρα	3, πλάτους 1 m κάθε ένα
Μέσο ελεύθερο ύψος	7.5 m



Εικόνα 5-51: Γεωμετρική απεικόνιση γέφυρας Νεοχώρι - Κατοχή στο λογισμικό HEC-RAS (όψη της γέφυρας προς τα κατάντη του ποταμού)

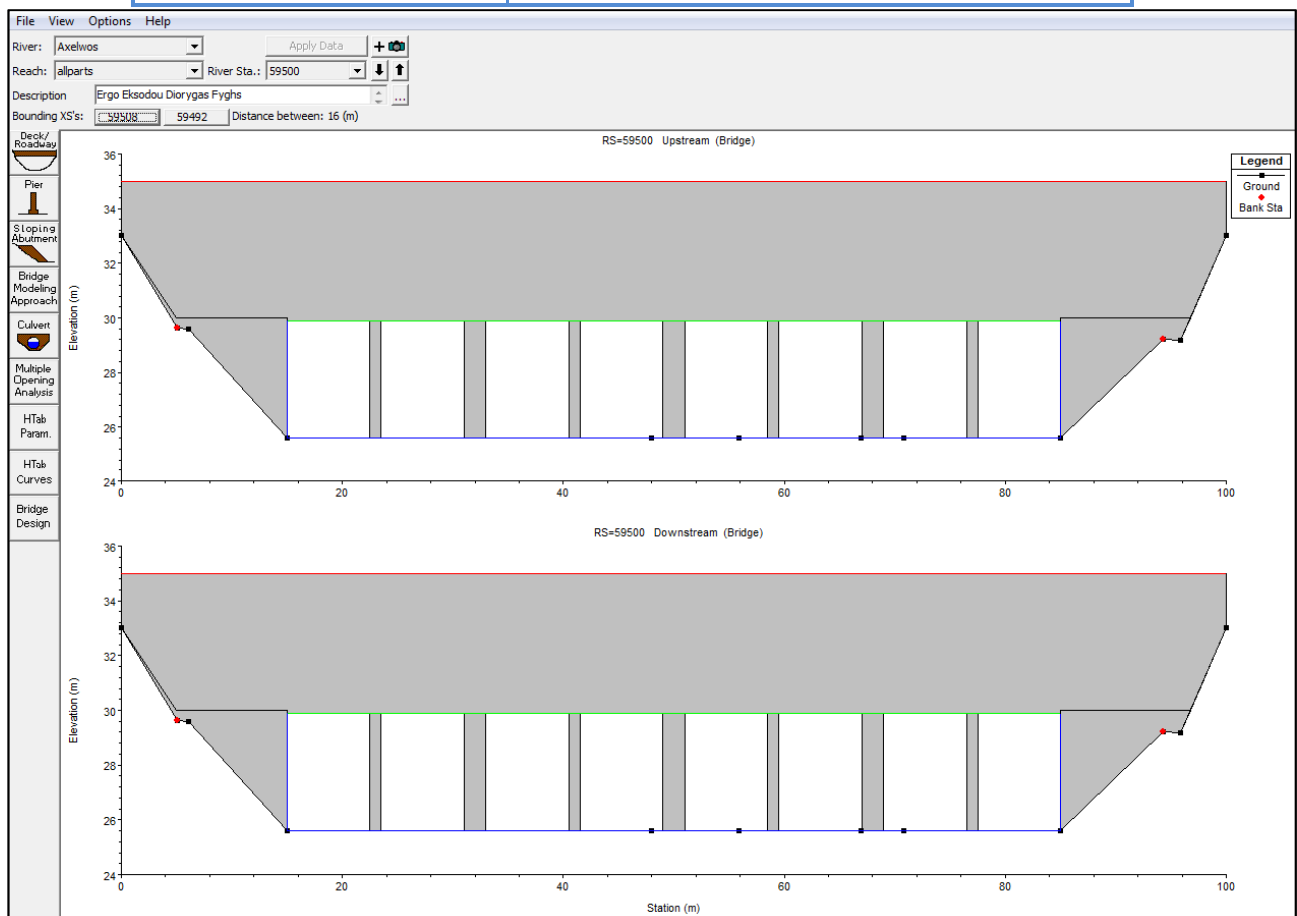


**Εικόνα 5-52: Όψεις γέφυρας Νεοχώρι – Κατοχή προς τα κατάντη
(πηγή: «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος του
Στράτου», ΕΜΠ, 2010)**

5. Έργο εξόδου διώρυγας φυγής (Χ.Θ. 59500)

Πίνακας 5-7: Τεχνικά χαρακτηριστικά έργου εξόδου διώρυγας φυγής

Υψόμετρο ερυθράς	+35
Μήκος γέφυρας	100 m
Μεσόβαθρα	7, πλάτους 1 m και 2 m κάθε ένα εναλλάξ
Μέσο ελεύθερο ύψος	5.1 m



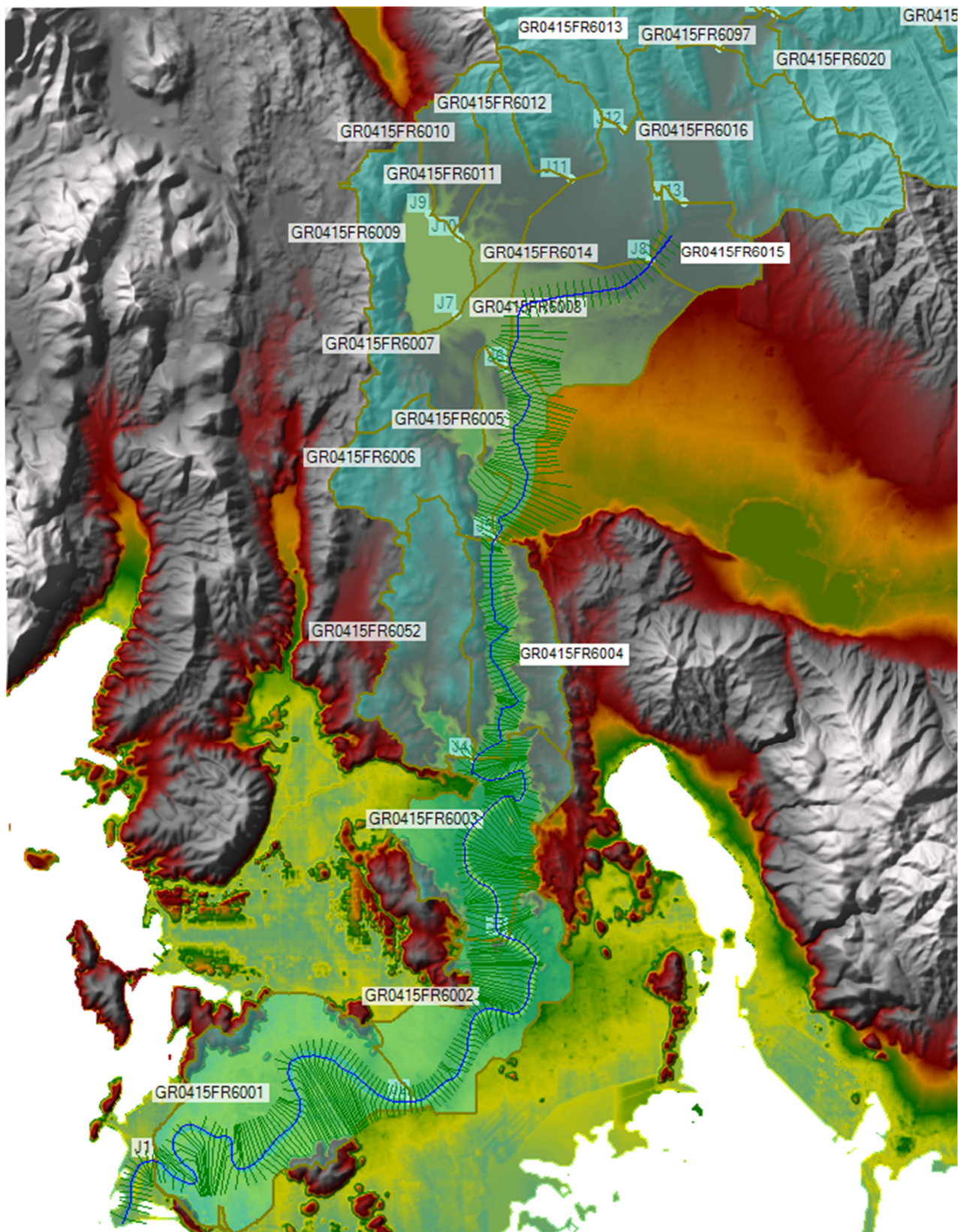
Εικόνα 5-53: Γεωμετρική απεικόνιση έργου εξόδου διώρυγας φυγής στο λογισμικό HEC-RAS (όψη της γέφυρας προς τα κατάντη του ποταμού)



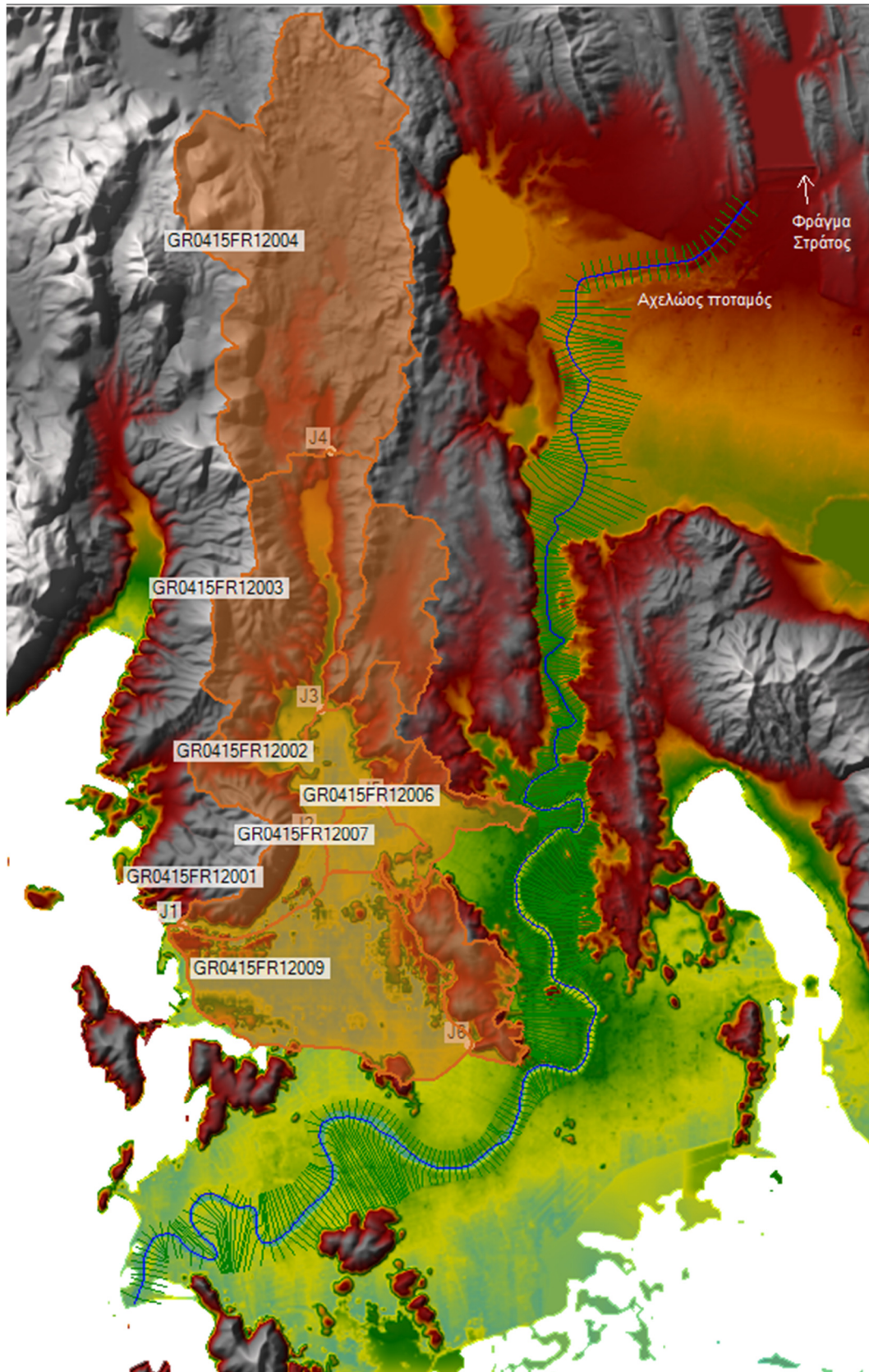
Εικόνα 5-54: Όψη έργου εξόδου διώρυγας φυγής από ανάντη (πηγή: Διαδίκτυο)

- **Εισαγωγή συνθηκών ροής**

Σύμφωνα με το αντικείμενο της παρούσας μελέτης, απαιτείται να γίνει διερεύνηση των υδραυλικών συνθηκών που δημιουργούνται στην περιοχή κατάκλυσης του π. Αχελώου σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Για την εισαγωγή των συνθηκών ροής στο υπολογιστικό μοντέλο, χρησιμοποιήθηκαν τα υδρογραφήματα εισόδου των λεκανών του ποταμού Αχελώου μαζί με το υδρογράφημα εξόδου του φράγματος του Στράτου, καθώς και τα υδρογραφήματα των λεκανών του υδατορεύματος του Γεροπόρου. Στα παρακάτω σχήματα (Εικόνα 5-55, Εικόνα 5-56) απεικονίζονται οι υπολεκάνες που συμβάλλουν στην παροχετευτικότητα του π. Αχελώου και του π. Γεροπόρου, μέσω του περιβάλλοντος του HEC-RAS.



Εικόνα 5-55: Οι υπολεκάνες του π. Αχελώου κατάντη του φράγματος του Στράτου. Ο κωδικός GR0415FR6001 δηλώνει την ονομασία της υπολεκάνης, ενώ ο κωδικός J1 την ονομασία του κόμβου. Στον κόμβο J13 ορίζεται η θέση του φράγματος Στράτου.



Εικόνα 5-56: Οι υπολεκάνες του π. Γεροπόρου. Ο κωδικός GR0415FR12001 δηλώνει την ονομασία της υπολεκάνης, ενώ ο κωδικός J1 την ονομασία του κόμβου.

α. Σενάρια

Λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές που δόθηκαν από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (Ε.Γ.Υ.) του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας (Υ.Π.Ε.Κ.Α.) για την εφαρμογή της σχετικής Οδηγίας, η προσομοίωση του υπολογιστικού μοντέλου θα πραγματοποιηθεί για τα ακόλουθα σενάρια:

- Πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης (περίοδος επαναφοράς **T=50 έτη**)
- Πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης (περίοδος επαναφοράς **T=100 έτη**)
- Πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης (περίοδος επαναφοράς **T=1000 έτη**).

Για κάθε μία περίοδο επαναφοράς πέραν των μέσων υδρογραφήματων (μέσες συνθήκες), η προσομοίωση διεξήχθη και για τα δυσμενή και ευμενή πλημμυρικά υδρογραφήματα, που ορίζονται ως εξής:

- **δυσμενές υδρογράφημα (δυσμενείς συνθήκες):** το υδρογράφημα που αντιστοιχεί στο άνω όριο εμπιστοσύνης της όμβριας καμπύλης και με εύλογα δυσμενείς (όχι όμως τις πλέον ακραίες) τιμές των συντελεστών υπολογισμού των υδρογραφήματων.
- **ευμενές υδρογράφημα (ευμενείς συνθήκες):** το υδρογράφημα που αντιστοιχεί στο κάτω όριο εμπιστοσύνης της όμβριας καμπύλης και με εύλογα ευμενείς τιμές των συντελεστών υπολογισμού των υδρογραφήματων.

Προκύπτουν έτσι, τα ακόλουθα 9 σενάρια:

Πίνακας 5-8: Σενάρια Μελέτης

Σενάριο 1	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη για <i>ευμενείς συνθήκες</i>
Σενάριο 2	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη για <i>ευμενείς συνθήκες</i>
Σενάριο 3	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη για <i>ευμενείς συνθήκες</i>
Σενάριο 4	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη για <i>μέσες συνθήκες</i>
Σενάριο 5	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη για <i>μέσες συνθήκες</i>
Σενάριο 6	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη για <i>μέσες συνθήκες</i>
Σενάριο 7	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη για <i>δυσμενείς συνθήκες</i>
Σενάριο 8	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη για <i>δυσμενείς συνθήκες</i>
Σενάριο 9	Πλημμύρα για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη για <i>δυσμενείς συνθήκες</i>

β. Υδρογραφήματα εισόδου

Τα υδρογραφήματα των λεκανών των δύο ποταμών εισήχθησαν ως οριακές συνθήκες (Flow Hydrograph) στο υπολογιστικό μοντέλο. Τα εν λόγω υδρογραφήματα ορίζονται είτε ως οριακή συνθήκη στο δισδιάστατο πεδίο μελέτης (Εικόνα 5-38) –όταν αφορά υπολεκάνη μέσα σε αυτό- είτε ως οριακή συνθήκη στην μονοδιάστατη ροή- όταν αφορά υπολεκάνη που εμπίπτει στη ροή του ποταμού.

Πιο συγκεκριμένα, οι υπολεκάνες GR0415FR6001, GR0415FR6002, GR0415FR6003, GR0415FR6004, GR0415FR6005, GR0415FR6006, GR0415FR6008, GR0415FR6015 και

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

GR0415FR6052 ορίστηκαν ως οριακή συνθήκη (boundary condition) στον ποταμό Αχελώο, ενώ οι GR0415FR6007, GR0415FR6009, GR0415FR6010, GR0415FR6011, GR0415FR6012, GR0415FR6013 και GR0415FR6014 ορίστηκαν ως οριακή συνθήκη στο δισδιάστατο πεδίο. Το υδρογράφημα εξόδου του φράγματος Στράτου (J13) χωρίστηκε σε δύο επιμέρους υδρογραφήματα: ένα σταθερής παροχής 500 m³/s, το οποίο εισήχθη ως οριακή συνθήκη στην ανάντη διατομή της διώρυγας φυγής και αφορά τη μέγιστη παροχή λειτουργίας του ΥΗΣ Στράτου, ενώ το υπόλοιπο υδρογράφημα εισήχθη ως οριακή συνθήκη στο δισδιάστατο πεδίο, στην κατάντη πλευρά των εκχειλιστών του φράγματος.

Παρακάτω δίδεται συγκεντρωτικός πίνακας (Πίνακας 5-9) με τις μέγιστες τιμές παροχών των υδρογραφημάτων για τα υπό εξέταση σενάρια στον π. Αχελώο, καθώς και στο υδατόρευμα Γεροπόρος, όπως αυτά προέκυψαν από την υδρολογική ανάλυση.

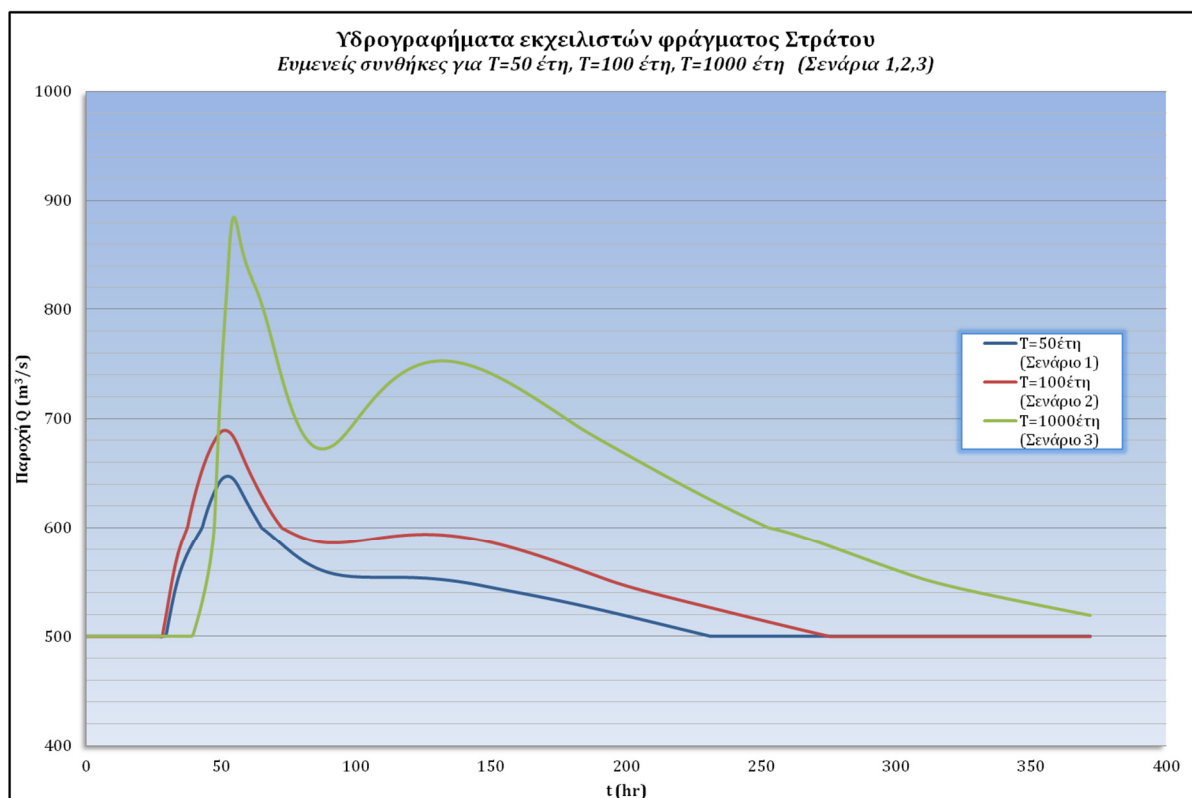
Πίνακας 5-9: Μέγιστες παροχές υδρογραφημάτων για τις υπό μελέτη συνθήκες

Περίοδοι επαναφοράς (έτη) / Μέγιστες Παροχές (m ³ /s)									
Σενάριο	Ευμενείς Συνθήκες			Μέσες Συνθήκες			Δυσμενείς Συνθήκες		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	50 έτη	100 έτη	1000 έτη	50 έτη	100 έτη	1000 έτη	50 έτη	100 έτη	1000 έτη
Αχελώος									
J13 (Φράγμα Στράτος)	647.6	689.43	884.81	1010.55	1130.71	2058.08	1394.28	1765.98	4208.64
GR0415FR6001	36.02	43.75	86.7	86.3	106.89	208.47	124.01	156.89	335.53
GR0415FR6002	17.45	20.96	36.65	37.48	46.33	89.52	52.81	66.96	145.32
GR0415FR6003	20.65	25.85	61.28	56.47	70.28	142.72	84.62	106.14	220.52
GR0415FR6004	11.67	15.69	53.63	48.55	61.38	137.49	81.85	102.49	213.54
GR0415FR6005	27.82	33.34	59.82	47.79	57.96	102.75	59.99	74.6	150.81
GR0415FR6006	31.77	41.07	110.4	93.53	116.2	234.97	138.47	173.29	346.98
GR0415FR6007	40.2	49.04	103.93	86.24	104.85	191.77	115.92	141.58	275.93
GR0415FR6008	60.86	72.88	126.88	99.22	121.14	217.94	123.17	155.44	324.46
GR0415FR6009	52.55	57.26	83.73	83.18	94.71	143.59	106.21	123.83	203.59
GR0415FR6010	7.59	8.69	21.09	24.32	27.85	47.59	37.42	43.03	72.35
GR0415FR6011	22.44	27.09	58.54	49.98	59.58	106.09	67.74	82.42	150.87
GR0415FR6012	3.57	4.65	21.86	23.02	27.48	56.95	42.11	49.31	89.45
GR0415FR6013	9.07	11.09	50.9	67.28	78.82	163.98	127.64	150.37	265.44
GR0415FR6014	53.2	64.83	123.02	88.7	107.92	194.2	109.4	136.76	270.93
GR0415FR6015	30.9	36.88	64.17	51.18	62.42	110.9	63.8	80.18	166.04
GR0415FR6052	17.97	24.28	81.81	73.29	93.17	204.62	121.69	153.43	319.36
Γεροπόρος									
GR0415FR12001	3.01	4.43	26.6	28.72	37.97	97.8	58.13	75.53	171.94
GR0415FR12002	15.75	21.36	72.31	72	92.84	215.96	126.04	161.18	357.49
GR0415FR12003	13.72	18.69	82.79	101.77	131.42	326.26	206.23	262.03	579.21

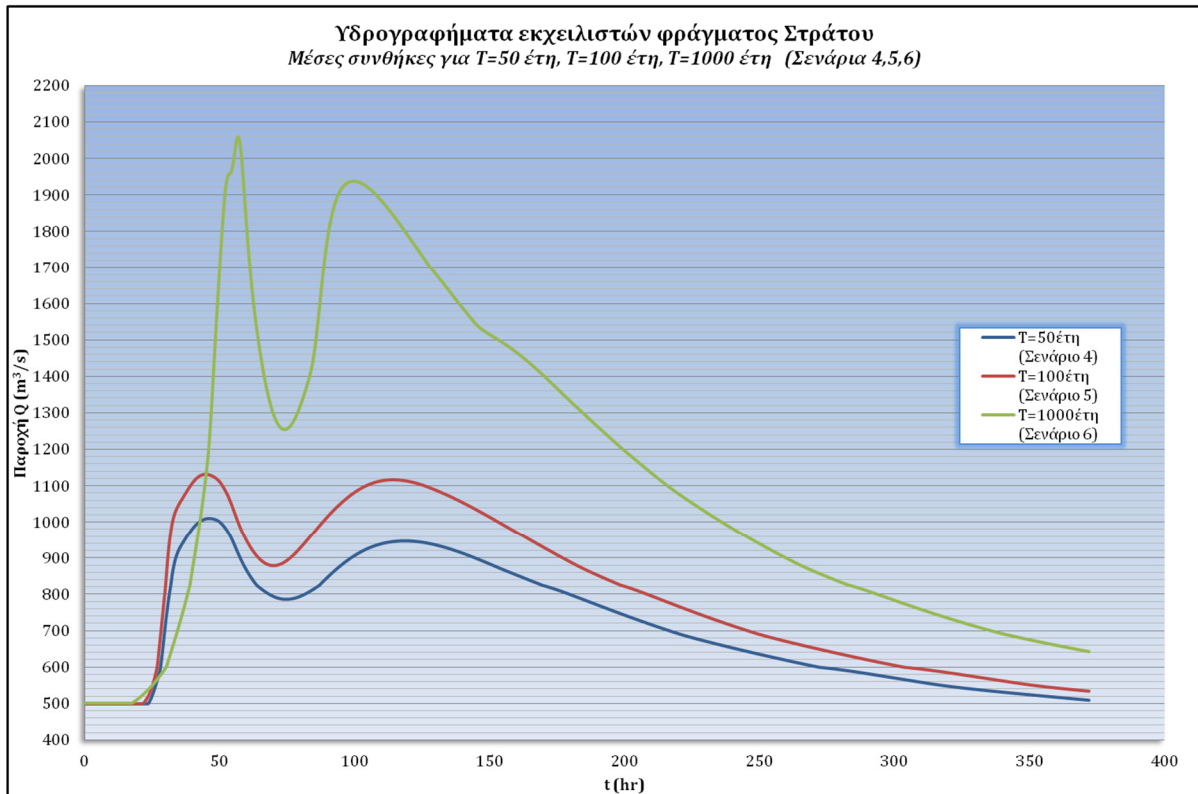
Περίοδοι επαναφοράς (έτη) / Μέγιστες Παροχές (m ³ /s)									
Σενάριο	Ευμενείς Συνθήκες			Μέσες Συνθήκες			Δυσμενείς Συνθήκες		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	50 έτη	100 έτη	1000 έτη	50 έτη	100 έτη	1000 έτη	50 έτη	100 έτη	1000 έτη
GR0415FR12004	3.54	4.52	9.2	62.63	77.39	210.87	200.09	245	541.67
GR0415FR12005	15.52	21.62	80.54	73.16	94.39	215.92	126.38	161.21	347.32
GR0415FR12006	9.39	11.96	30.16	28.36	35.58	74.27	43.77	55.18	116.52
GR0415FR12007	7.4	9.18	20.04	19.62	24.54	49.74	29.32	37.16	79.84
GR0415FR12008	2.42	3.5	24.93	29.45	39.8	112.09	66.06	86.57	204.4
GR0415FR12009	28.07	34.23	62.7	73.13	91.72	186.43	111.06	142.53	321.53

Επιπλέον, για την αριθμητική προσομοίωση κρίνεται απαραίτητο ο ορισμός οριακών συνθηκών στα κατάντη τόσο του ποταμού, όσο και στα κατάντη των δισδιάστατων περιοχών. Ως οριακή συνθήκη στις προηγούμενες περιπτώσεις επιλέγεται η κλίση της τριβής (Normal Depth), η οποία ουσιαστικά συμπίπτει με την τοπική κλίση του εδάφους στην γειτονική περιοχή που ορίζεται η εν λόγω συνθήκη. Συγκεκριμένα, στα κατάντη του ποταμού ορίστηκε η κλίση της τριβής ίση με 0.0006 ενώ στα κατάντη όρια των δισδιάστατων περιοχών ίση με 0.0003.

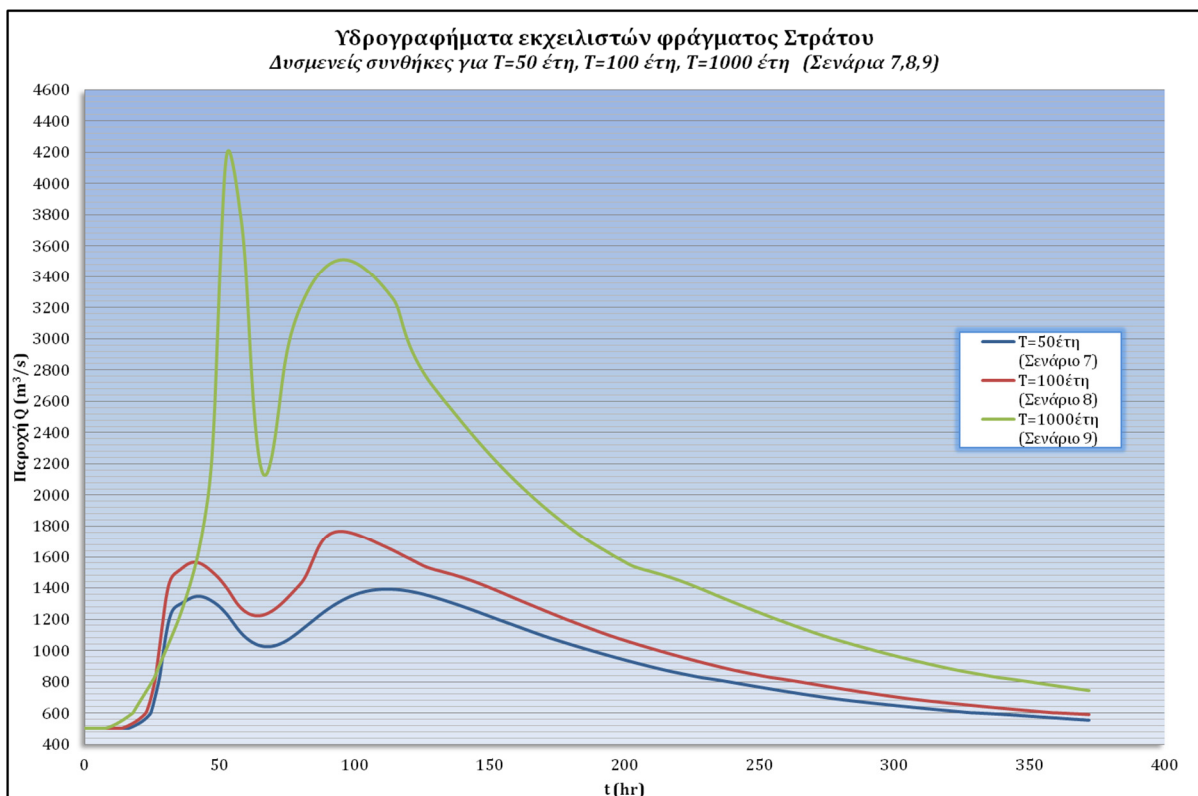
Παρακάτω δίνονται τα υδρογραφήματα εξόδου του φράγματος του Στράτου (Εικόνα 5-57 – Εικόνα 5-59). Η παροχή βάσης είναι 500 m³/s ενώ παρατηρούνται δύο κλάδοι ανόδου και δύο κλάδοι καθόδου. Το σύνολο των υδρογραφημάτων της λεκάνης του π. Αχελώου και του π. Γεροπόρου παρατίθεται στο αντίστοιχο Παράρτημα Δ.



Εικόνα 5-57: Υδρογραφήματα εξόδου των εκχειλιστών του φράγματος Στράτου για ευμενείς συνθήκες για περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1000 χρόνια (Σενάρια 1, 2, 3)



Εικόνα 5-58: Υδρογραφήματα εξόδου των εκχειλιστών του φράγματος Στράτου για μέσες συνθήκες για περιόδους επαναφοράς $T=50$, 100 και 1000 χρόνια (Σενάρια 4, 5, 6)



Εικόνα 5-59: Υδρογραφήματα εξόδου των εκχειλιστών του φράγματος Στράτου για δυσμενείς συνθήκες για περιόδους επαναφοράς $T=50$, 100 και 1000 χρόνια (Σενάρια 7, 8, 9)

Απαραίτητος για την προσομοίωση και την εισαγωγή των οριακών συνθηκών είναι ο ορισμός των αρχικών συνθηκών τόσο στο υδατόρευμα όσο και στο δισδιάστατο πεδίο. Στον ποταμό Αχελώο ορίστηκε αρχική παροχή $50 \text{ m}^3/\text{s}$, προκειμένου να εξασφαλιστεί η οικολογική παροχή του οικοσυστήματος, ενώ οι δισδιάστατες περιοχές ορίστηκαν με αρχική στάθμη νερού ίση με το μηδέν.

Η υπολογιστική διαδικασία πραγματοποιείται με την εισαγωγή του υπολογιστικού βήματος, της διάρκειας προσομοίωσης και τον ορισμό επιπλέον παραμέτρων που έχουν σχέση με την υδραυλική ανάλυση και την κατάρτιση των πλημμυρικών χαρτών στο λογισμικό. Με βάση το εγχειρίδιο του λογισμικού HEC-RAS (HEC-RAS 5.0.1, Reference Manual), το υπολογιστικό βήμα επιλέγεται με βάση το παρακάτω κριτήριο:

$$\Delta t \leq \text{χρόνος ανόδου του υδρογραφήματος} / 20 \quad (5-1)$$

καθώς, επίσης, και με την συνθήκη του Courant, η οποία ορίζει:

$$C = \frac{V_w \Delta t}{\Delta X} \leq 1 \quad (5-2)$$

όπου:

C: αριθμός Courant

Δt : το χρονικό βήμα σε sec

ΔX : το χωρικό βήμα σε m

V_w : η ταχύτητα του κύματος σε m/s

Οπότε θέτοντας τον αριθμό Courant $C \leq 1$, προκύπτει:

$$\Delta t \leq \frac{\Delta X}{V_w} \quad (5-3)$$

Στην παρούσα μελέτη και για τα δοσμένα σενάρια υδρολογικών συνθηκών, υπολογίστηκε το χρονικό βήμα από τον συνδυασμό των εξισώσεων (5-2), (5-3). Ο μικρότερος χρόνος ανόδου εκ των εννέα υδρογραφημάτων των εκχειλιστών του Στράτου είναι στο υδρογράφημα με περίοδο επαναφοράς $T = 100$ έτη στις δυσμενείς συνθήκες και είναι 20 hr και 45 min, άρα από την εξ. (5-1) δίδεται $\Delta t \leq 20.75 / 20 = 1.038$ hr. Από την εξ. (5-3) για τιμή του Courant $C = 1$ προκύπτει ανάλογα $\Delta t \leq 2.5$ min. Λαμβάνοντας υπόψη τις εν λόγω παραμέτρους διαπιστώθηκε ότι το μοντέλο δεν παρουσιάζει προβλήματα ευστάθειας για $\Delta t = 1$ min, σε σχέση πάντα με το ανάγλυφο της περιοχής και τον χρησιμοποιούμενο κλίμακα (25 m x 25 m). Για μεγαλύτερα χρονικά βήματα το μοντέλο παρουσιάζει αριθμητικές αστάθειες, με αποτέλεσμα να μην ολοκληρώνεται η προσομοίωση. Για μικρότερα χρονικά βήματα, παρατηρήθηκε ότι ναι μεν προκύπτουν πανομοιότυπα αποτελέσματα όσον αφορά τα βάθη ροής με αυτά για χρονικό βήμα 1 min, αλλά αυξάνεται δυσανάλογα ο συνολικός υπολογιστικός χρόνος. Σε κάθε περίπτωση, παρατηρήθηκε ότι το χρονικό βήμα δεν επιδρά σημαντικά στα αποτελέσματα της αριθμητικής ανάλυσης, εν αντιθέσει με το χωρικό. Η διάρκεια της προσομοίωσης ορίστηκε ίση με τον συνολική διάρκεια των υδρογραφημάτων των εκχειλιστών του φράγματος Στράτου, δηλαδή ίση με 372 hr και ως έναρξη ελήφθη ο χρόνος μηδέν των υδρογραφημάτων.

Στο υπολογιστικό πρόγραμμα ορίζονται, επίσης, τα χρονικά βήματα για την εξαγωγή των υδρογραφημάτων και των σταθμηγραφημάτων (Hydrograph Output Interval) και των υδραυλικών στοιχείων των διατομών (Detailed Output Interval). Παράλληλα, δίδεται και το χρονικό βήμα για την χρονική εξέλιξη των χαρτών κατάκλυσης (Mapping Output Interval). Τα προαναφερθέντα χρονικά

βήματα ορίστηκαν ίσα με το χρονικό βήμα των υδρογραφημάτων του ποταμού Αχελώου, η τιμή του οποίου είναι 15 min.

Στο δισδιάστατο υπολογιστικό πεδίο, όπως έχει ήδη αναφερθεί (§3.1.1), το HEC-RAS επιλύει τα υδραυλικά στοιχεία με δύο είδη εξισώσεων: των ρηχών υδάτων (ή αλλιώς Saint-Venant) και των εξισώσεων διάχυσης. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε η επίλυση με τις εξισώσεις Saint-Venant (εξισ. (3-12), (3-13)) (μέθοδος Full Momentum όπως αναφέρεται στο HEC-RAS), ως ακριβέστερης μεθόδου επίλυσης. Σε κάθε περίπτωση, κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης, διεξήχθησαν προσομοιώσεις χρησιμοποιώντας και τις εξισώσεις διάχυσης, όπου διαπιστώθηκε ότι υπάρχει μεγάλη σύγκλιση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο τρόπων επίλυσης. Επιπλέον, επιλέχθηκε η προσομοίωση να γίνει για μικτή ροή (Mixed Flow Regime), δηλαδή για ροή στην οποία εμφανίζονται φάσεις υπερκρίσιμης και υποκρίσιμης ροής, υδραυλικά άλματα και πτώσεις, δεδομένου ότι πρόκειται για πολυσχιδές φαινόμενο με ποικιλομορφία στις συνθήκες ροής.

Τόσο στη δισδιάστατη, όσο και στη μονοδιάστατη ανάλυση, εισάγονται στο HEC-RAS παράμετροι που έχουν σχέση με την υπολογιστική προσομοίωση. Οι τιμές των παραμέτρων αυτών επιλέχθηκαν ίδιες με τις προτεινόμενες από το εγχειρίδιο του HEC-RAS, μιάς και είναι οι καταλληλότερες σε θέματα ευστάθειας της ανάλυσης και ακρίβειας στη λήψη των αποτελεσμάτων (HEC-RAS 5.0.1, User's Manual).

Τέλος, η δύναμη Coriolis δε ελήφθη υπόψη στην παρούσα ανάλυση διότι προκαλεί φαινόμενα ενίσχυσης της ταχύτητας της ροής για κλίμακες μεγαλύτερες από το επίπεδο της παρούσας προσέγγισης.

• Βαθμονόμηση μοντέλου

Για τη βαθμονόμηση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος Στράτου», ΕΜΠ, 2010. Το εν λόγω ερευνητικό έργο επιλέχθηκε για την βαθμονόμηση διότι αφορά την ίδια περιοχή μελέτης και με συνθήκες ροής παρόμοιες με αυτές της παρούσας μελέτης. Διαπιστώθηκε ότι τα προκύπτοντα αποτελέσματα είναι απολύτως συμβατά με αυτά του ως άνω ερευνητικού έργου.

• Εξαγωγή/σχολιασμός αποτελεσμάτων

ο Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αριθμητικών προσομοιώσεων των σεναρίων 4, 5, 6 (Πίνακας 5-8), δηλαδή των περιπτώσεων που αντιστοιχούν σε μέσο υδρογράφημα για περιόδους επαναφοράς $T = 50$, $T = 100$ και $T = 1000$ έτη αντίστοιχα. Παρατίθενται οι ζώνες κατάκλυσης των προαναφερθέντων σεναρίων για μέγιστα βάθη και για μέγιστες ταχύτητες ροής ενώ παράλληλα δίδεται μηκοτομή του π. Αχελώου καθώς και επιλεγμένες/ενδεικτικές διατομές του που απεικονίζονται τα μέγιστα βάθη ροής. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι χρόνοι άφιξης και παραμονής του πλημμυρικού κύματος για τους κυριότερους οικισμούς στην ζώνη κατάκλυσης του ποταμού.

Όσο αφορά τις υγρές διατομές που παρουσιάζονται παρακάτω, επιλέχθηκαν 3 χαρακτηριστικές διατομές από κάθε τμήμα του ποταμού, με εξαίρεση τη διώρυγα φυγής στην οποία επιλέχθηκαν 2 διατομές λόγω ομοιομορφίας του εδάφους και της ροής:

Διώρυγα φυγής ΥΗΣ (Εικόνα 5-60): Χ.Θ. 64000, Χ.Θ. 60700

Από την Εικόνα 5-61 έως την Εικόνα 5-63 απεικονίζονται σε σκαριφήματα οι υγρές διατομές στο τμήμα της διώρυγας φυγής ενώ στους αντίστοιχους πίνακες (Πίνακας 5-10 έως Πίνακας 5-12) τα αποτελέσματα των κυριότερων υδραυλικών μεγεθών για τις μέσες συνθήκες.

Ανάντη τμήμα (Εικόνα 5-64): Χ.Θ. 57800, Χ.Θ. 56800, Χ.Θ. 51200

Από την Εικόνα 5-65 έως την Εικόνα 5-67 απεικονίζονται σε σκαριφήματα οι υγρές διατομές στο ανάντη τμήμα ενώ στους αντίστοιχους (Πίνακας 5-13 έως Πίνακας 5-15) τα αποτελέσματα των κυριότερων υδραυλικών μεγεθών για τις μέσες συνθήκες.

Μέσο τμήμα (Εικόνα 5-68): Χ.Θ. 49000, Χ.Θ. 44600, Χ.Θ. 40600

Από την Εικόνα 5-69 έως την Εικόνα 5-71 απεικονίζονται σε σκαριφήματα οι υγρές διατομές στο μέσο τμήμα ενώ στους αντίστοιχους πίνακες (Πίνακας 5-16 έως Πίνακας 5-18) τα αποτελέσματα των κυριότερων υδραυλικών μεγεθών για τις μέσες συνθήκες.

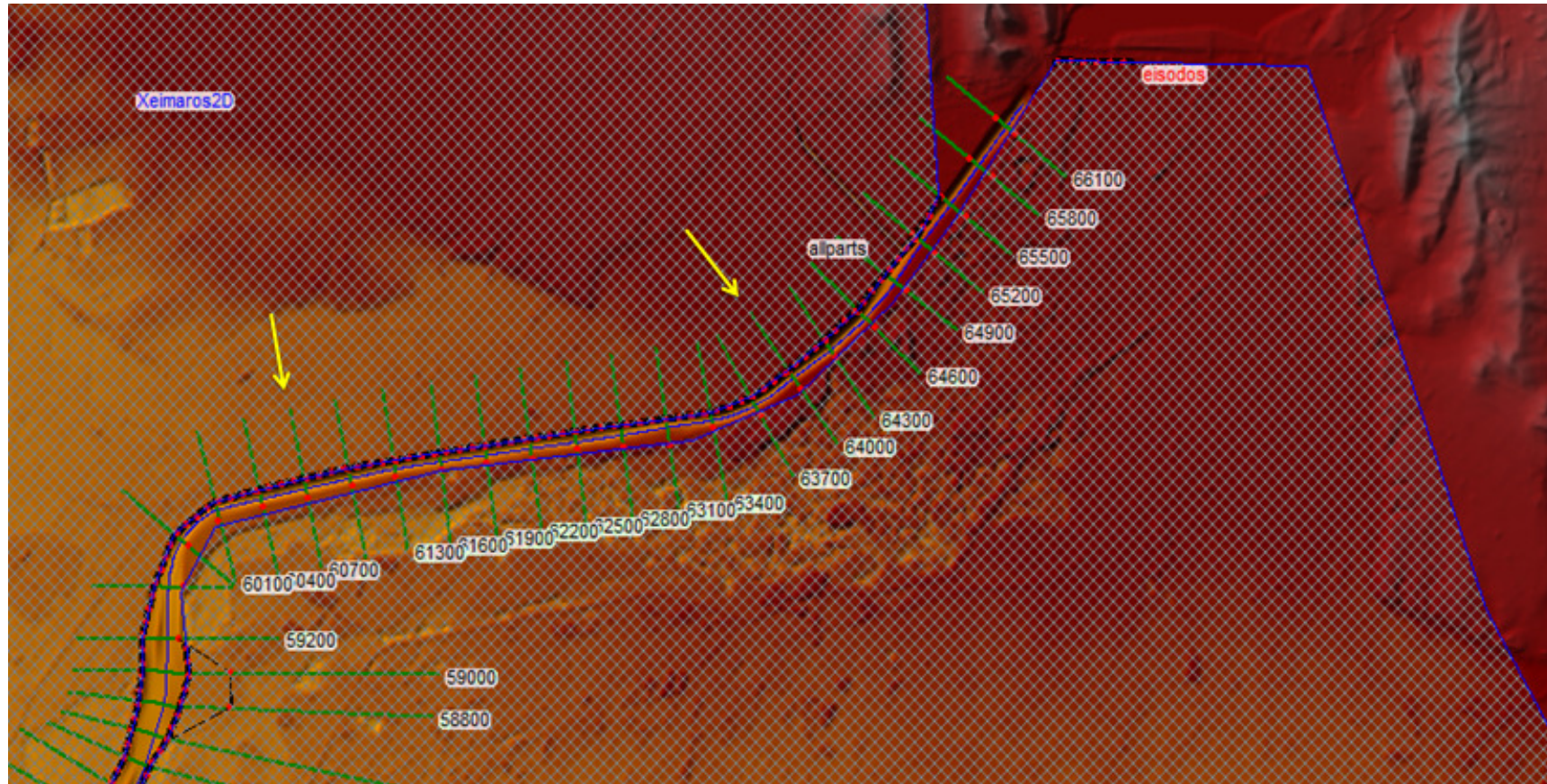
Κατάντη τμήμα (Εικόνα 5-72): Χ.Θ. 35600, Χ.Θ. 25000, Χ.Θ. 10800

Από την Εικόνα 5-73 έως την Εικόνα 5-75 απεικονίζονται σε σκαριφήματα οι υγρές διατομές στο κατάντη τμήμα ενώ στους αντίστοιχους πίνακες (Πίνακας 5-19 έως Πίνακας 5-21) τα αποτελέσματα των κυριότερων υδραυλικών μεγεθών για τις μέσες συνθήκες.

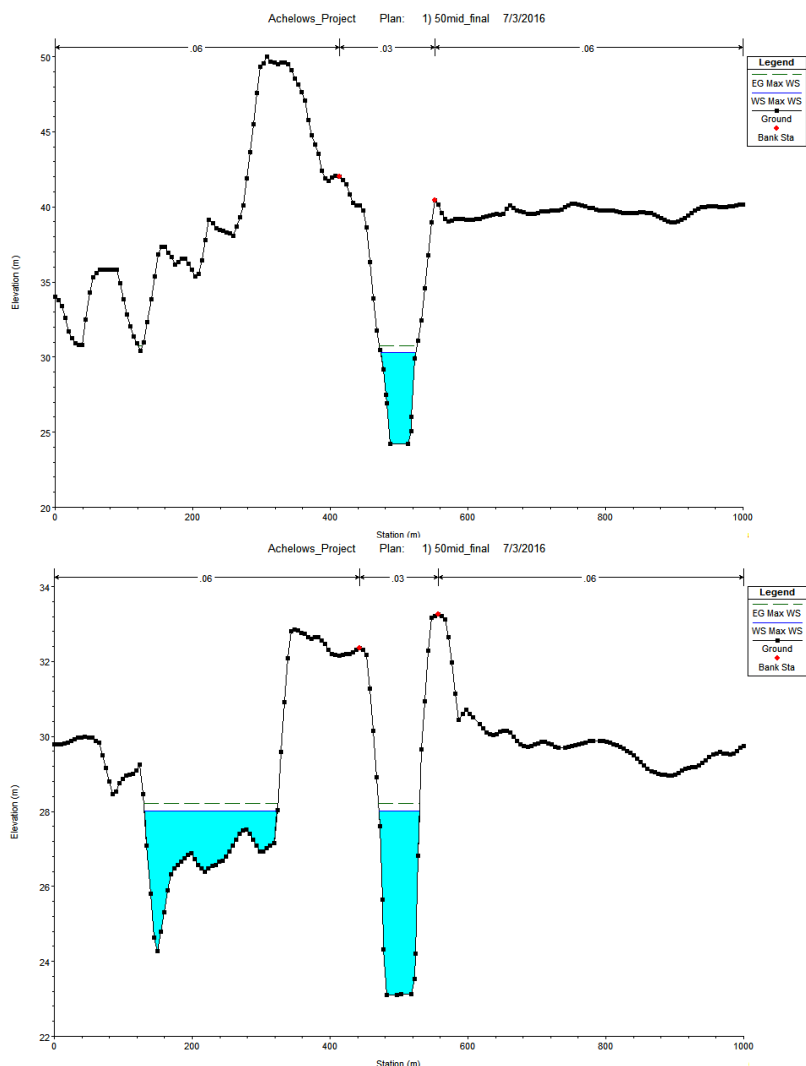
Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται οι ζώνες κατάκλυσης και οι ταχύτητες ροής του πλημμυρικού κύματος σε χάρτες από το HEC-RAS για τις μέσες συνθήκες (Σενάρια 4, 5, 6). Οι ζώνες αυτές προκύπτουν από το μέγιστο βάθος ροής καθώς και την μέγιστη ταχύτητα ροής που επισυμβαίνει στην περιοχή μελέτης κατά την έλευση του πλημμυρικού κύματος. Με βάση τις προδιαγραφές της παρούσας μελέτης το πλημμυρικό κύμα ορίζεται για βάθη ροής ≥ 0.3 m, οπότε στους χάρτες κατάκλυσης η ροή για βάθη μικρότερα του προαναφερθέντος δεν λαμβάνεται υπόψη. Στα επόμενα σχήματα (Εικόνα 5-77, Εικόνα 5-78, Εικόνα 5-80, Εικόνα 5-81, Εικόνα 5-83, Εικόνα 5-84) παρουσιάζεται σε κάτοψη για κάθε σενάριο μέσων συνθηκών ροής, το μέγιστο εύρος κατάκλυσης με τα αντίστοιχα μέγιστα βάθη και τις αντίστοιχες μέγιστες ταχύτητες ροής καθώς και οι θέσεις των κυριότερων οικισμών της περιοχής μελέτης. Ταυτόχρονα δίδεται η μηκοτομή του π. Αχελώου με το προφίλ της ανώτατης στάθμης ύδατος για το εκάστοτε σενάριο (Εικόνα 5-76, Εικόνα 5-79, Εικόνα 5-82). Το σύνολο των αποτελεσμάτων για τις ευμενείς, μέσες και δυσμενείς συνθήκες ροής παρουσιάζονται στο αντίστοιχο Παράρτημα.

Τέλος, σε συνοπτικό πίνακα δίδονται οι χρόνοι άφιξης και παραμονής του πλημμυρικού κύματος για τους κυριότερους οικισμούς στα σενάρια 4, 5, 6 (Πίνακας 5-22).

- ✓ Διώρυγα Φυγής ΥΗΣ φράγματος Στράτου



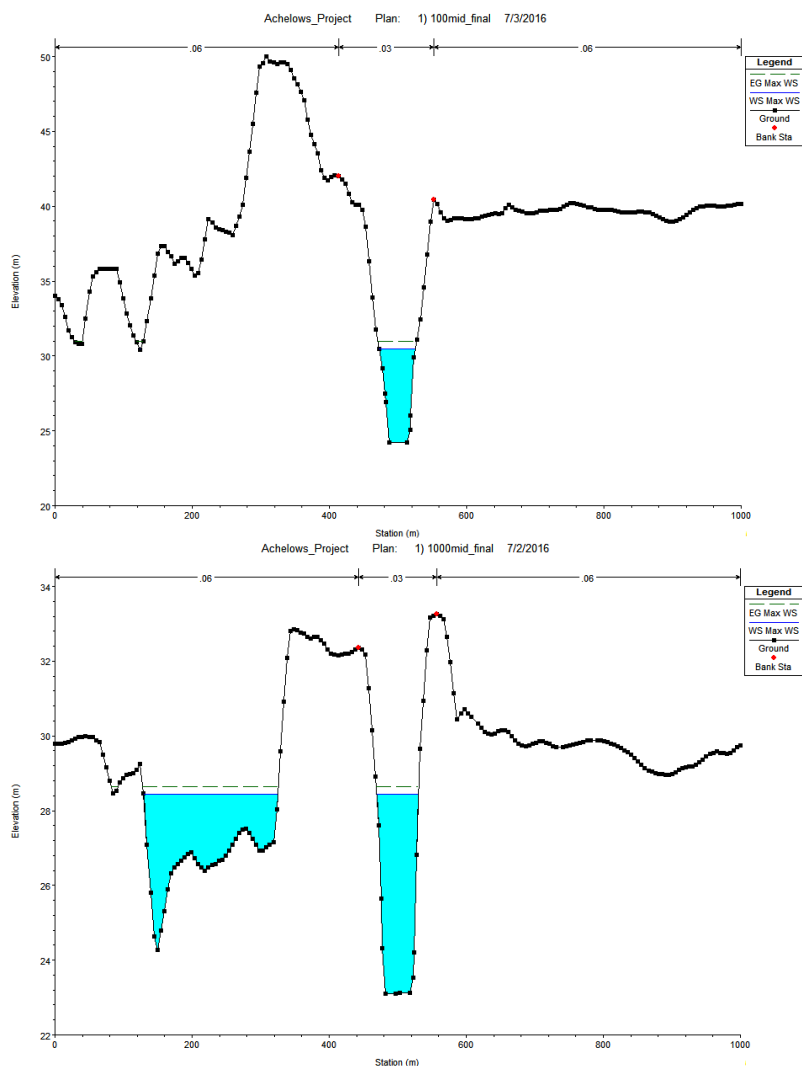
Εικόνα 5-60: Διώρυγα φυγής ΥΗΣ. Οι θέσεις των διατομών που παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο δίδονται με κίτρινο βέλος.



Εικόνα 5-61: Διατομή Χ.Θ. 64000 (επάνω) και Χ.Θ. 60700 (κάτω) για μέσες συνθήκες και $T = 50$ έτη (Σενάριο 4)

Πίνακας 5-10: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 64000 και Χ.Θ. 60700 για μέσες συνθήκες και $T = 50$ έτη (Σενάριο 4)

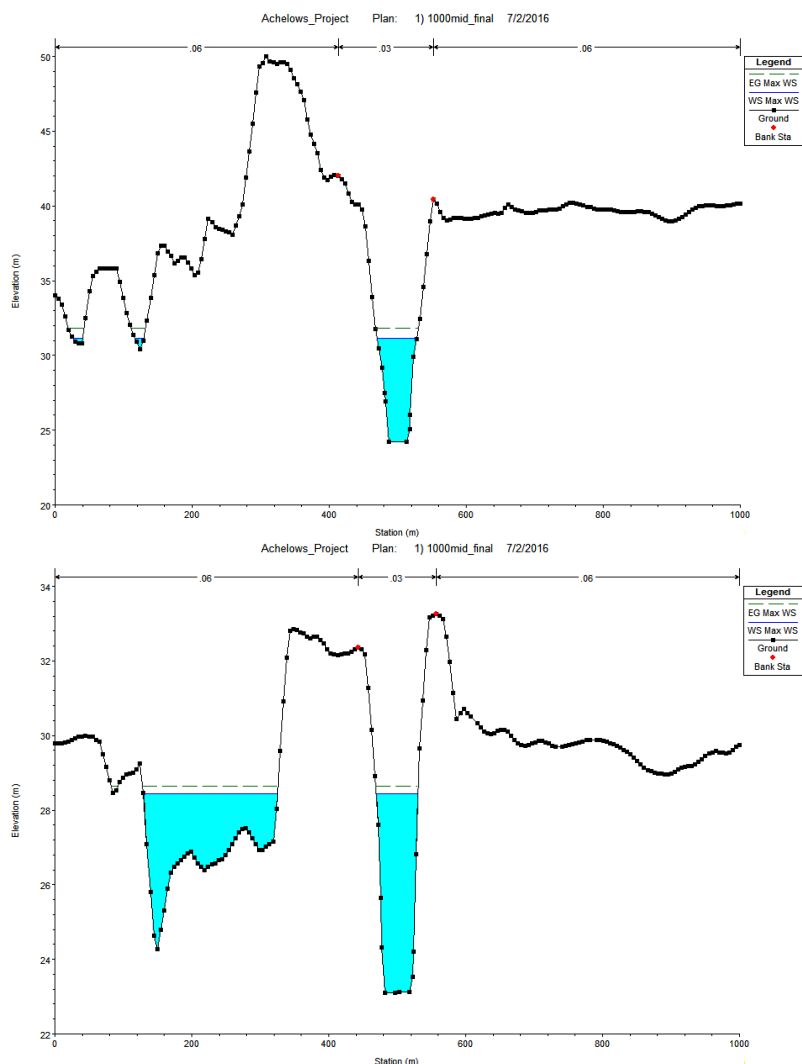
T = 50έτη (Σενάριο 4)		
	Χ.Θ. 64000	Χ.Θ. 60700
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	30.73	28.2
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	30.28	28.02
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.001162	0.000641
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	684.05	652
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	50.6	250.77
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	2.98	2.11
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	6.06	4.91
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	24.22	23.11
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	229.47	509.82



Εικόνα 5-62: Διατομή Χ.Θ. 64000 (πάνω) και Χ.Θ. 60700 (κάτω) για μέσες συνθήκες και $T = 100$ έτη (Σενάριο 5)

Πίνακας 5-11: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 64000 και Χ.Θ. 60700 για μέσες συνθήκες και $T = 100$ έτη (Σενάριο 5)

T = 100 έτη (Σενάριο 5)		
	X.Θ. 64000	X.Θ. 60700
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	30.96	28.29
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	30.46	28.1
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.001253	0.000658
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	745.46	687.79
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	52.51	251.78
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	3.12	2.16
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	6.24	4.99
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	24.22	23.11
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	238.91	529.51

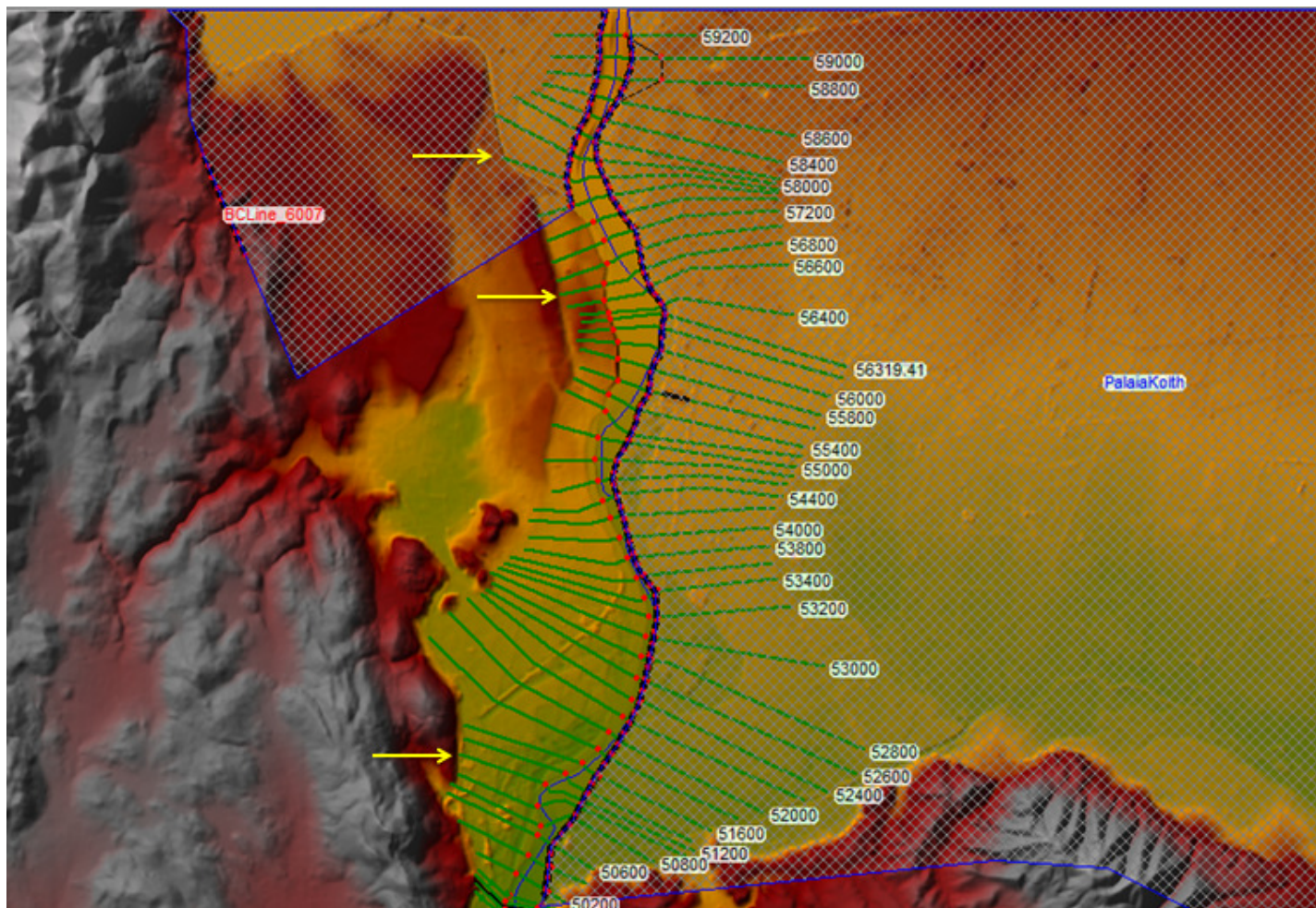


Εικόνα 5-63: Διατομή Χ.Θ. 64000 (πάνω) και Χ.Θ.60700 (κάτω) για μέσες συνθήκες και $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6)

Πίνακας 5-12: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 64000 και Χ.Θ. 60700 για μέσες συνθήκες και $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6)

T = 1000 έτη (Σενάριο 6)		
	Χ.Θ. 64000	Χ.Θ. 60700
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	31.82	28.64
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	31.17	28.43
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.001551	0.000725
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	999.95	850.29
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	85.88	255.87
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	3.59	2.34
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	6.95	5.32
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	24.22	23.11
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	286.74	613.45

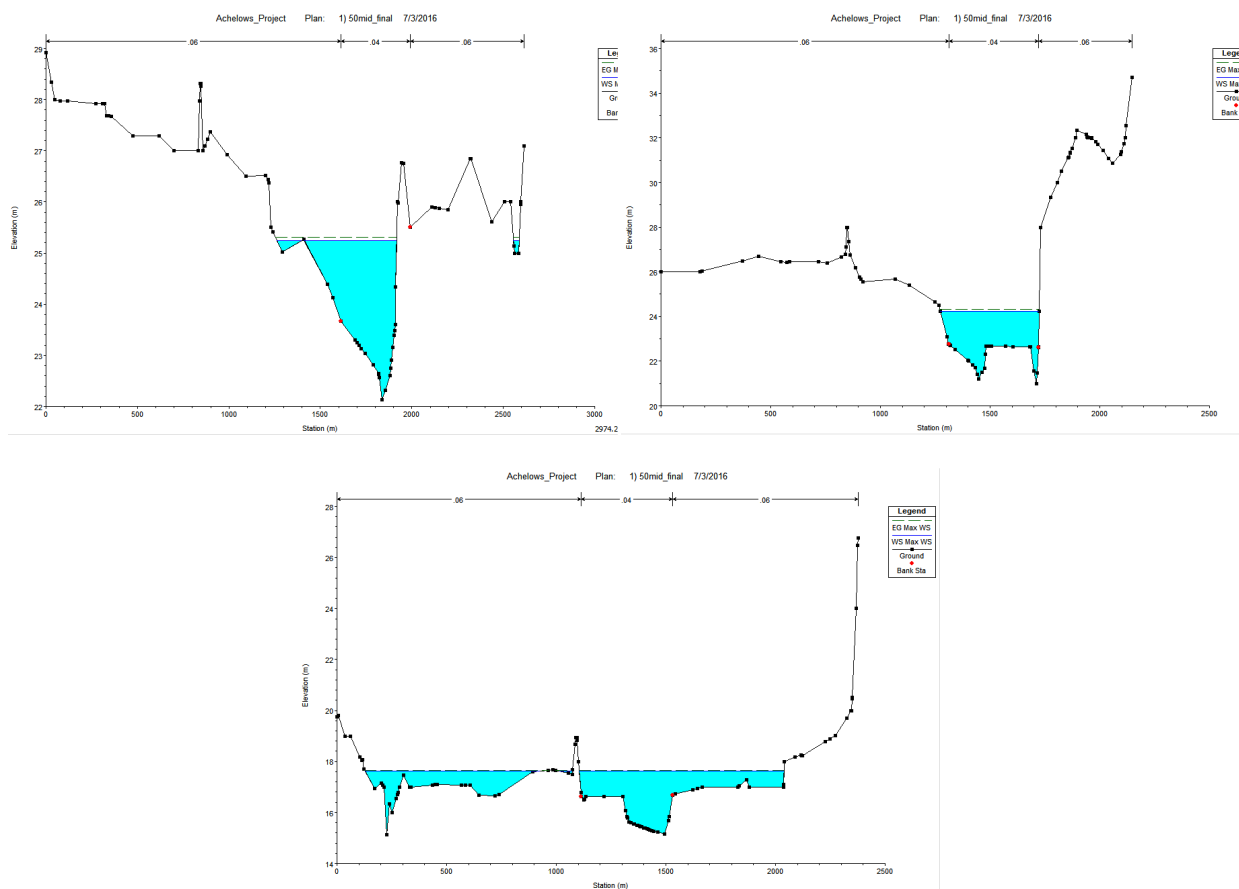
✓ Ανάπτυξη τμήμα



Εικόνα 5-64: Ανάπτυξη τμήμα. Οι θέσεις των διατομών που παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο δίδονται με κίτρινο βέλος.

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση



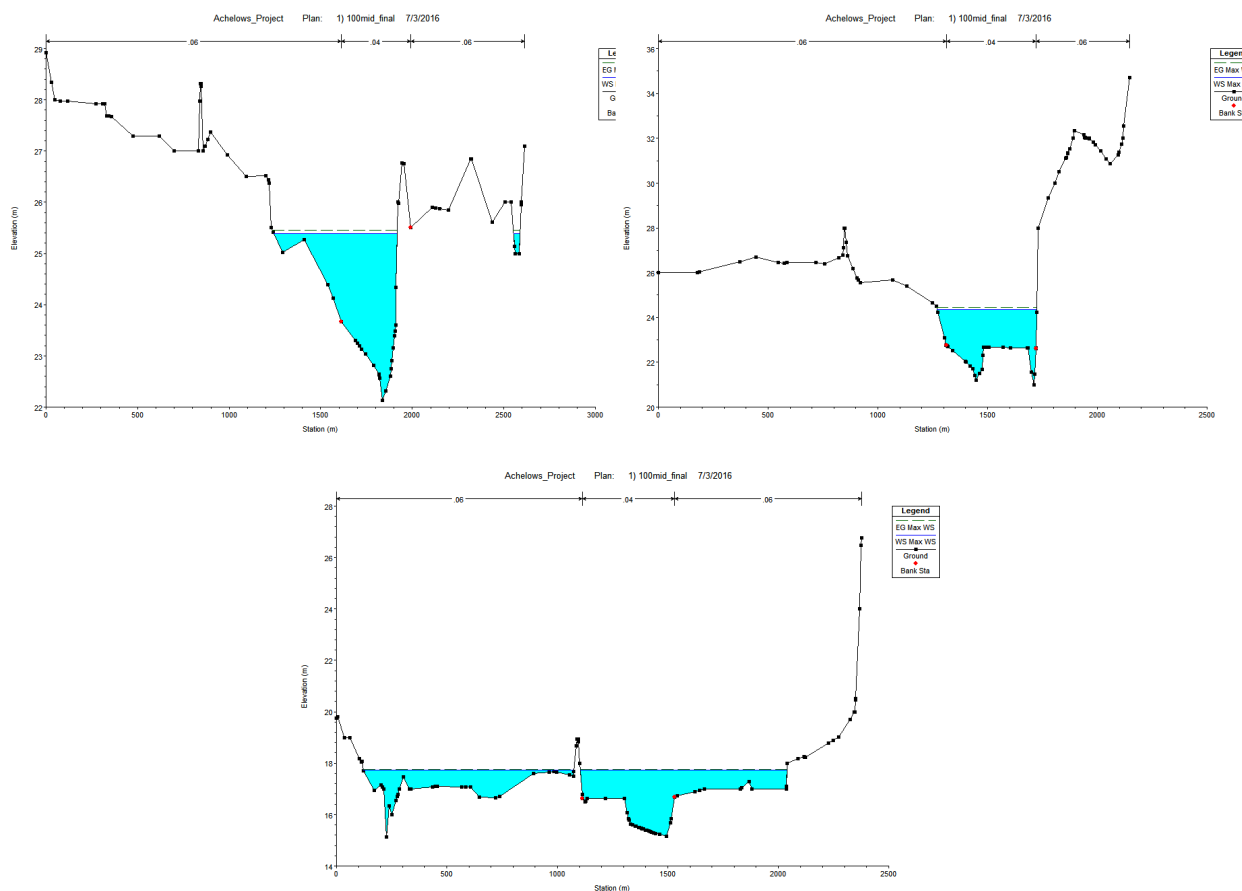
Εικόνα 5-65: Διατομή Χ.Θ. 57800 (αριστερά), Χ.Θ. 56800 (δεξιά) και Χ.Θ. 51200 (κάτω) για μέσες συνθήκες και T = 50 έτη (Σενάριο 4)

Πίνακας 5-13: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 57800, Χ.Θ. 56800 και Χ.Θ. 51200 για μέσες συνθήκες και T=50έτη (Σενάριο 4)

T = 50έτη (Σενάριο 4)			
	Χ.Θ. 57800	Χ.Θ. 56800	Χ.Θ. 51200
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	25.31	24.33	17.66
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	25.25	24.24	17.62
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000781	0.001234	0.001013
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	854.99	1080.99	1042.42
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	673.06	451.12	1786.19
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	1.18	1.36	1.09
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	3.12	3.24	2.48
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	22.13	21	15.15
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	839.05	817.62	1493.27

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση



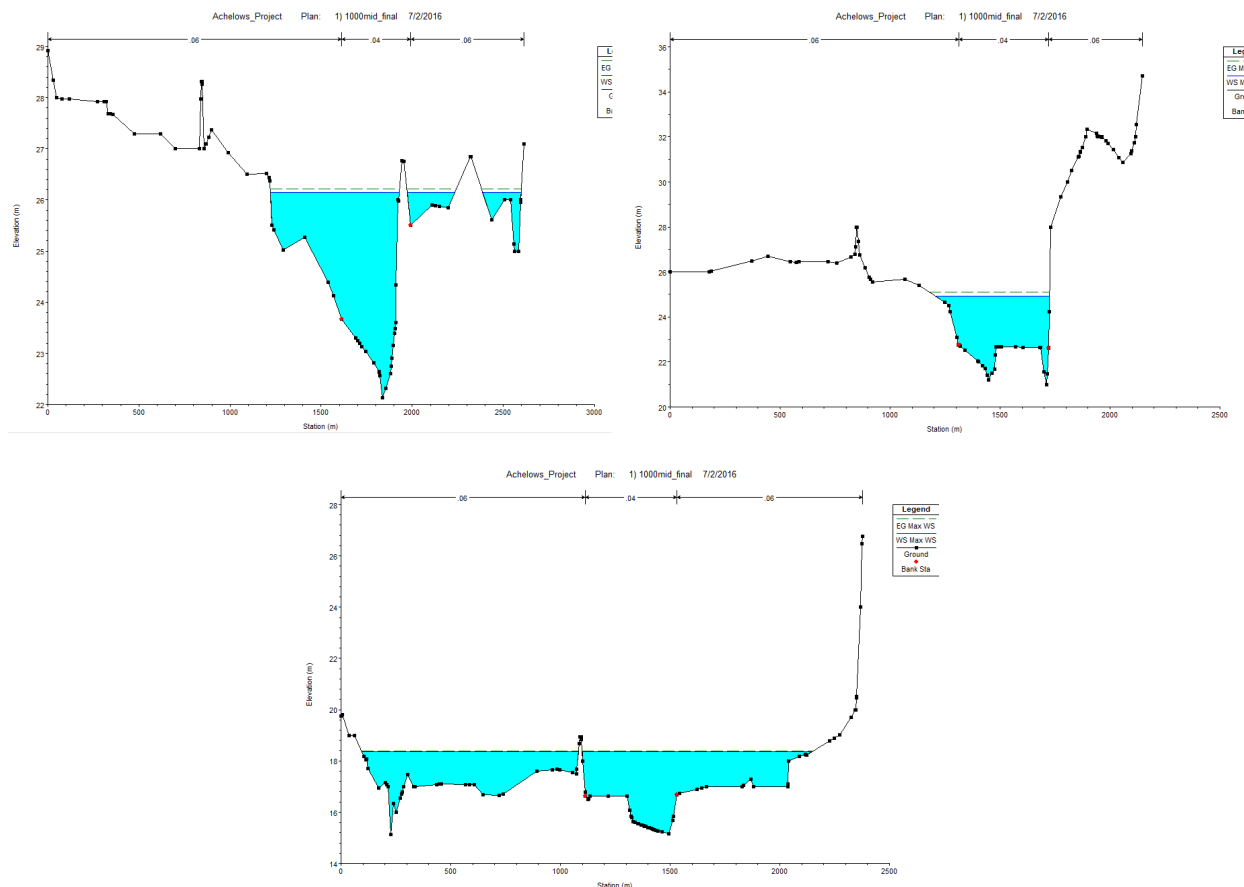
Εικόνα 5-66: Διατομή Χ.Θ. 57800 (αριστερά), Χ.Θ. 56800 (δεξιά) και Χ.Θ. 51200 (κάτω) για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη (Σενάριο 5)

Πίνακας 5-14: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 57800, Χ.Θ. 56800 και Χ.Θ. 51200 για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη (Σενάριο 5)

T = 100έτη (Σενάριο 5)			
	Χ.Θ. 57800	Χ.Θ. 56800	Χ.Θ. 51200
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	25.46	24.45	17.76
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	25.39	24.35	17.72
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000749	0.00129	0.000938
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	934.94	1209.44	1153.1
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	709	453.69	1885.12
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	1.21	1.44	1.09
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	3.26	3.35	2.59
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	22.13	21	15.15
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	937.91	865.06	1686.61

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

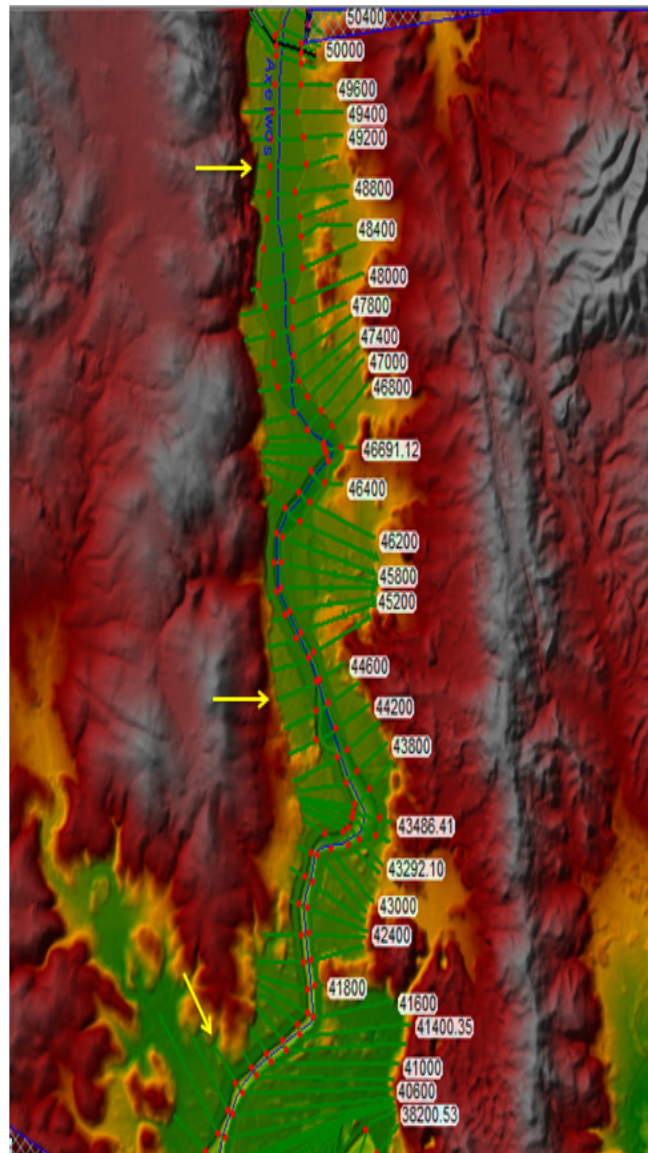


Εικόνα 5-67: Διατομή Χ.Θ. 57800 (αριστερά), Χ.Θ. 56800 (δεξιά) και Χ.Θ. 51200 (κάτω) για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη (Σενάριο 6)

Πίνακας 5-15: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 57800, Χ.Θ. 56800 και Χ.Θ. 51200 για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη (Σενάριο 6)

T = 1000 έτη (Σενάριο 6)			
	Χ.Θ. 57800	Χ.Θ. 56800	Χ.Θ. 51200
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	26.22	25.1	18.39
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	26.16	24.92	18.36
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000555	0.001609	0.000543
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	1408.85	2053.7	1856.94
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	1181.98	519.01	2030.31
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	1.18	1.89	1.03
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	4.03	3.92	3.23
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	22.13	21	15.15
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	1640.94	1139.17	2922.24

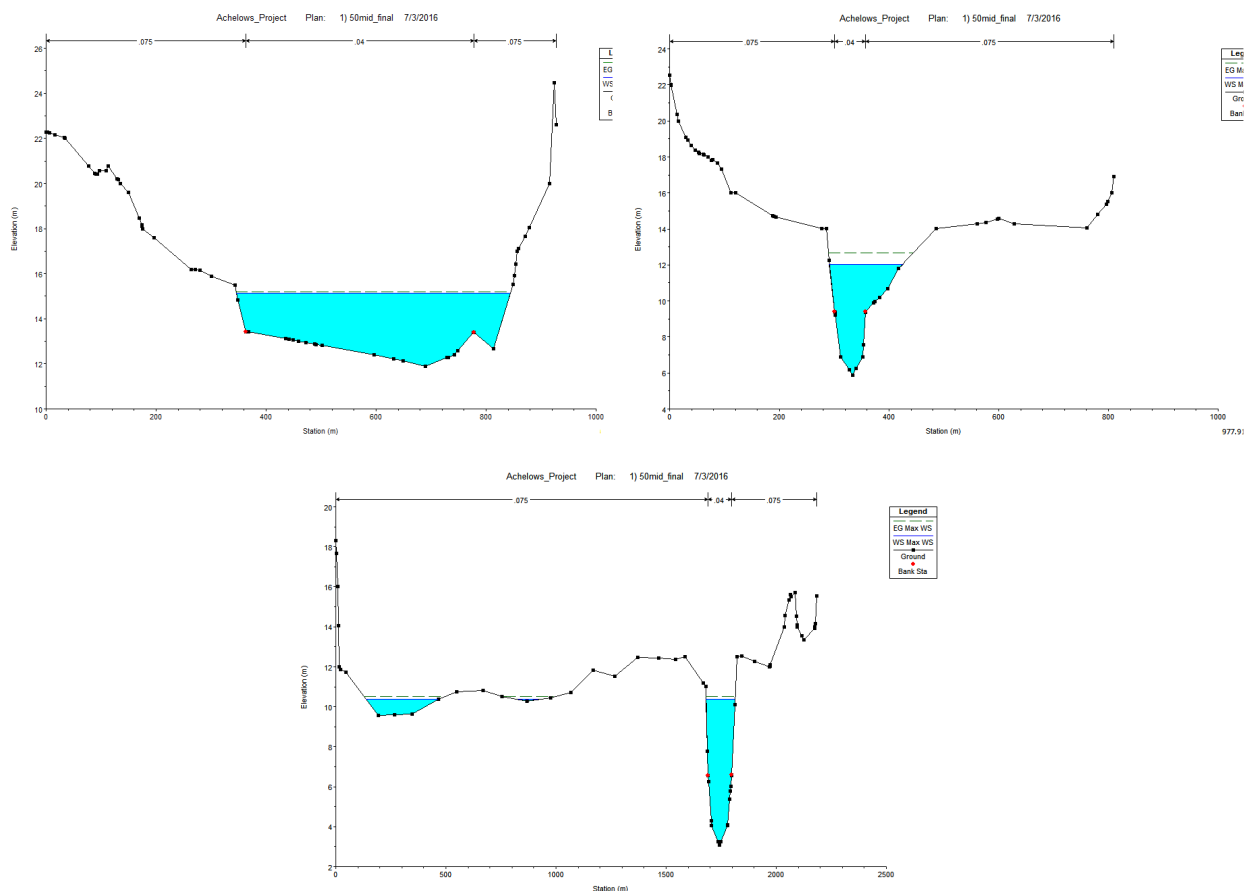
✓ Μέσο τμήμα



Εικόνα 5-68: Μέσο τμήμα. Οι θέσεις των διατομών που παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο δίδονται με κίτρινο βέλος.

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση



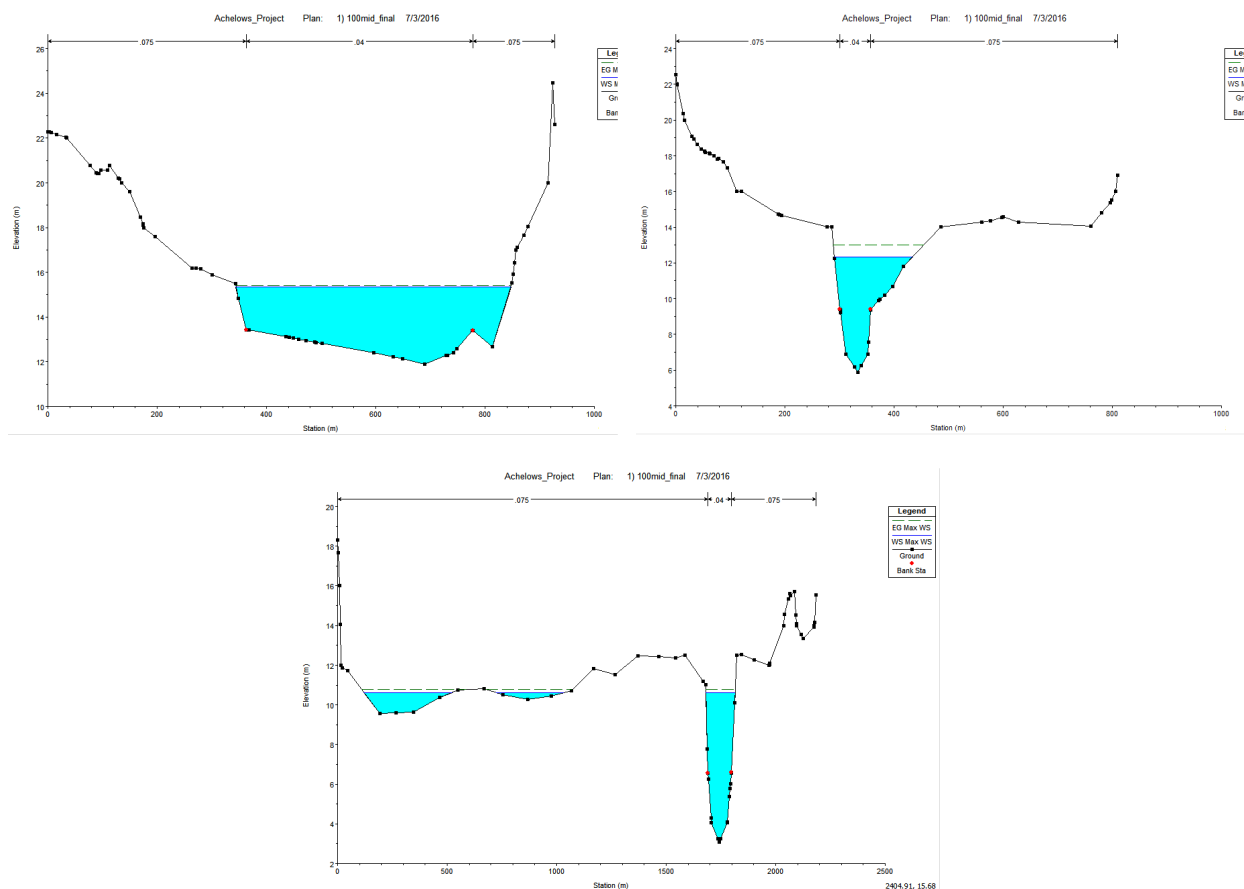
Εικόνα 5-69: Διατομή Χ.Θ. 49000 (αριστερά), Χ.Θ. 44600 (δεξιά) και Χ.Θ. 40600 (κάτω) για μέσες συνθήκες και $T = 50$ έτη (Σενάριο 4)

Πίνακας 5-16: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 49000, Χ.Θ. 44600 και Χ.Θ. 40600 για μέσες συνθήκες και $T = 50$ έτη (Σενάριο 4)

T = 50 έτη (Σενάριο 4)			
	Χ.Θ. 49000	Χ.Θ. 44600	Χ.Θ. 40600
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	15.19	12.65	10.5
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	15.13	12.04	10.37
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000504	0.002408	0.000378
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	1116.31	1129.56	1139.5
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	499.01	133.88	556.83
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	1.03	3.61	1.64
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	3.23	6.14	7.3
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	11.9	5.89	3.07
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	1161.21	398.08	904.05

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση



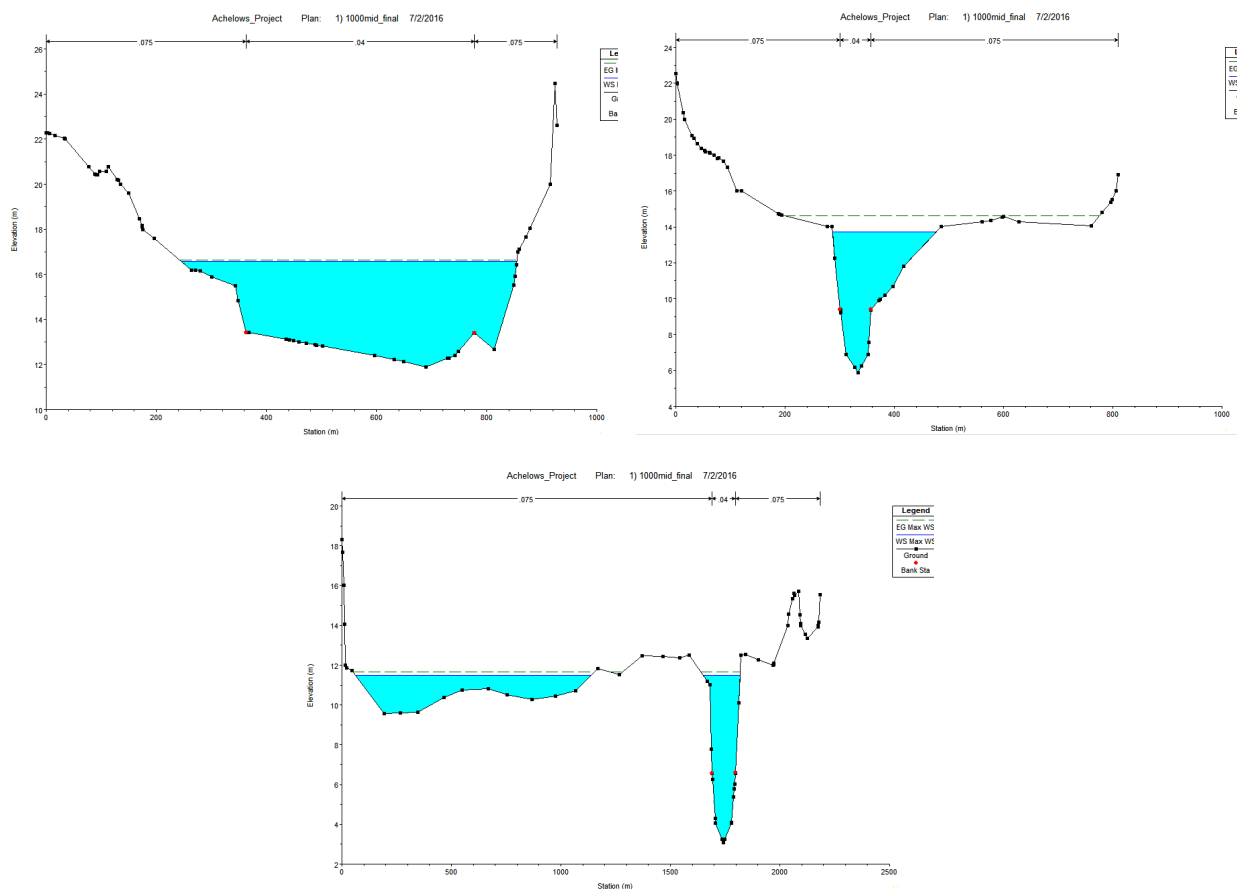
Εικόνα 5-70: Διατομή Χ.Θ. 49000 (αριστερά), Χ.Θ. 44600 (δεξιά) και Χ.Θ. 40600 (κάτω) για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη (Σενάριο 5)

Πίνακας 5-17: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 49000, Χ.Θ. 44600 και Χ.Θ. 40600 για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη (Σενάριο 5)

T = 100 έτη (Σενάριο 5)			
	Χ.Θ. 49000	Χ.Θ. 44600	Χ.Θ. 40600
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	15.41	12.99	10.76
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	15.36	12.33	10.62
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000468	0.002424	0.000393
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	1243.86	1260.07	1272.15
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	503.55	143.99	849.01
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	1.05	3.76	1.72
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	3.46	6.44	7.56
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	11.9	5.89	3.07
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	1272.55	438.79	1087.65

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

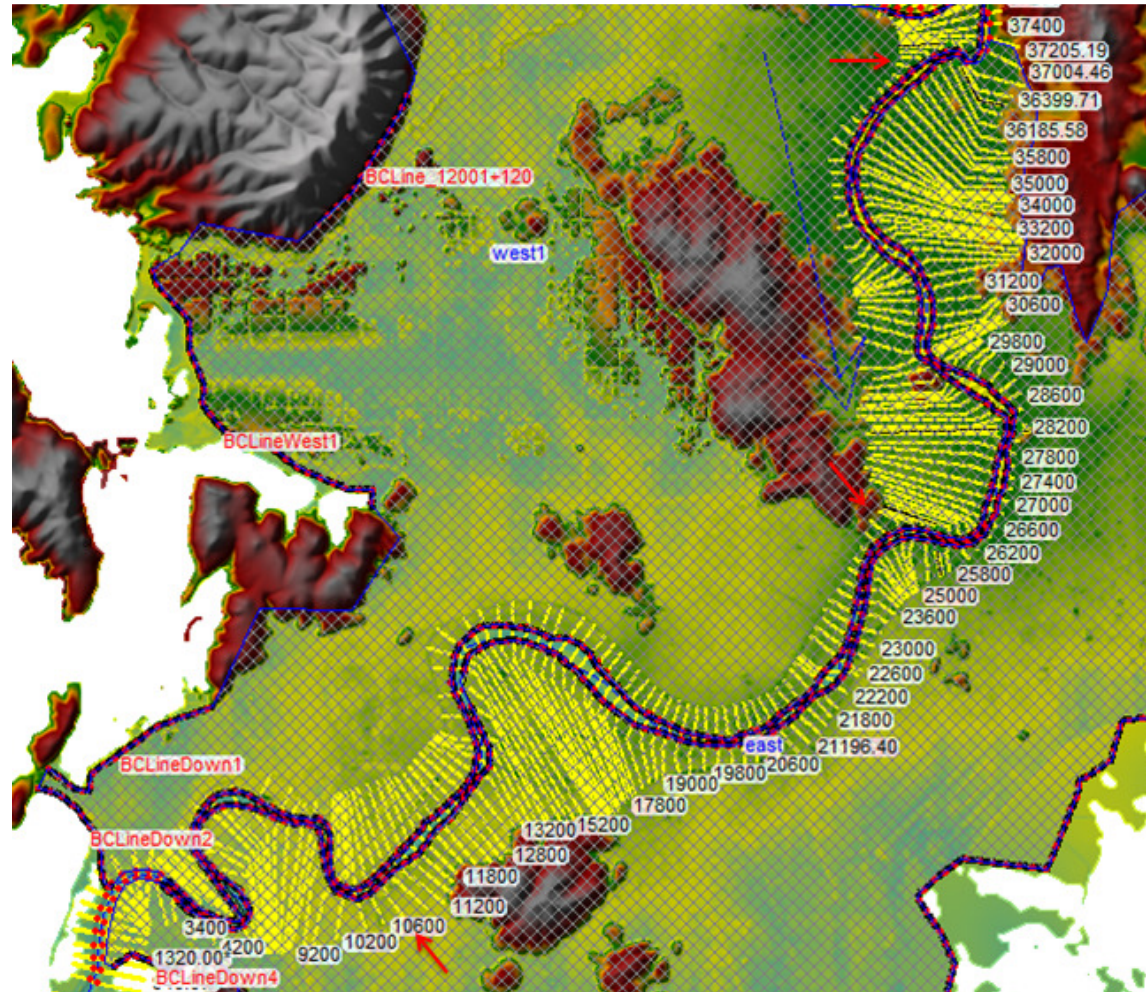


Εικόνα 5-71: Διατομή Χ.Θ. 49000 (αριστερά), Χ.Θ. 44600 (δεξιά) και Χ.Θ. 40600 (κάτω) για μέσες συνθήκες και $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6)

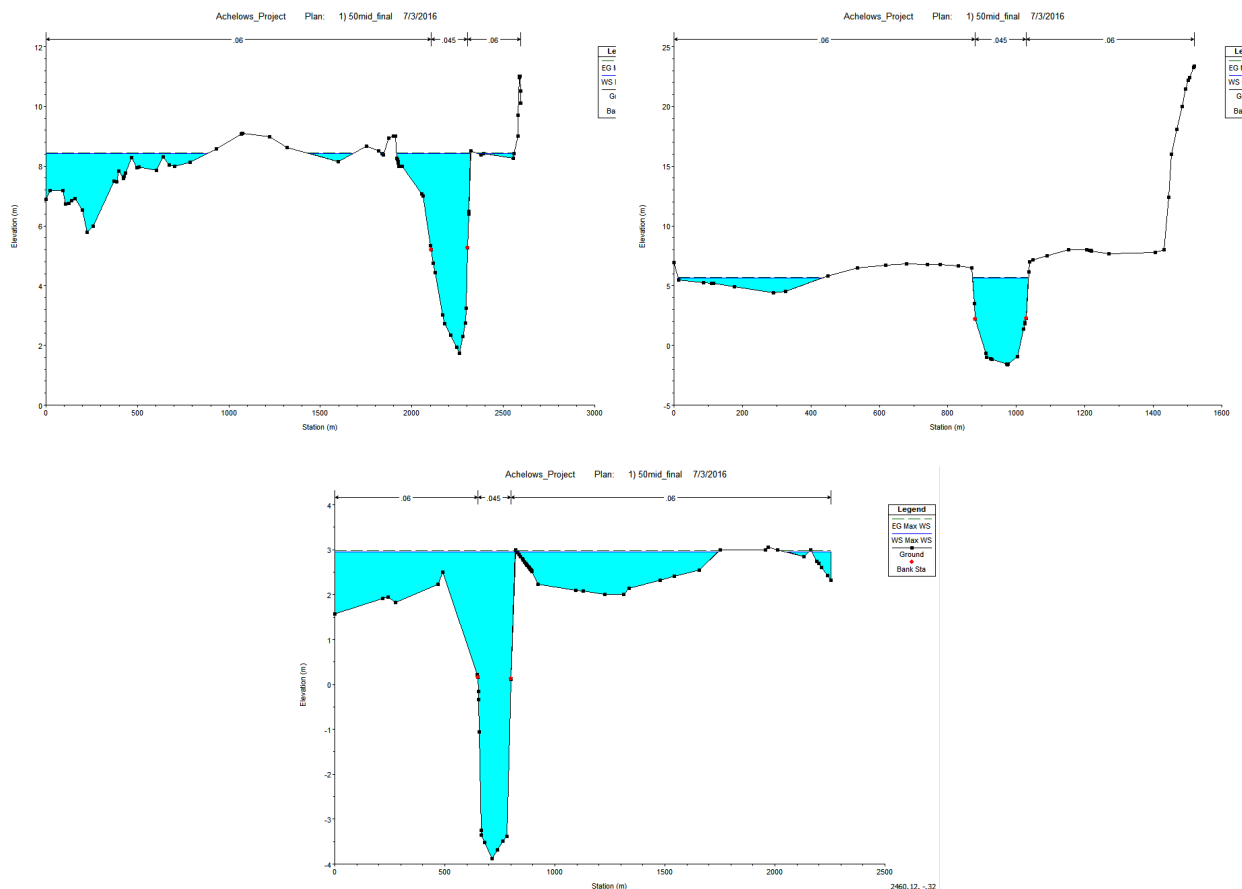
Πίνακας 5-18: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 49000, Χ.Θ. 44600 και Χ.Θ. 40600 για μέσες συνθήκες και $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6)

T = 1000 έτη (Σενάριο 6)			
	Χ.Θ. 49000	Χ.Θ. 44600	Χ.Θ. 40600
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	16.63	14.63	11.66
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	16.56	13.71	11.48
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000372	0.002689	0.000515
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	2082.88	2082.17	2082.18
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	608.8	190.11	1245.25
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	1.2	4.61	2.14
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	4.66	7.81	8.41
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	11.9	5.89	3.07
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	1943.65	668.42	2043.31

✓ Κατάντη τμήμα



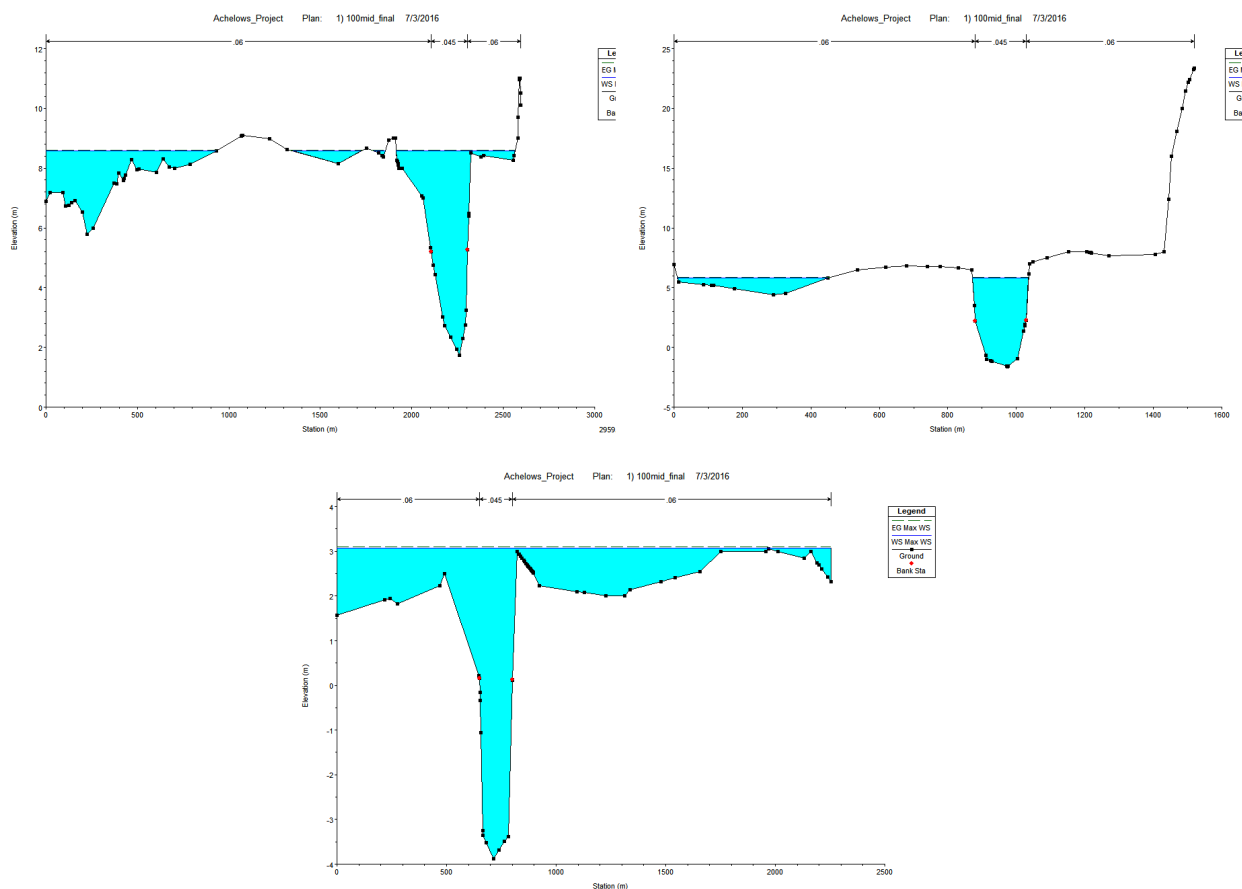
Εικόνα 5-72: Κατάντη τμήμα. Οι θέσεις των διατομών που παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο δίδονται με κόκκινο βέλος, ενώ για λόγους ευκρίνειας οι διατομές παρουσιάζονται με κίτρινο χρώμα.



Εικόνα 5-73: Διατομή Χ.Θ. 35600 (αριστερά), Χ.Θ. 25000 (δεξιά) και Χ.Θ. 10800 (κάτω) για μέσες συνθήκες και T = 50 έτη (Σενάριο 4)

Πίνακας 5-19: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 35600, Χ.Θ. 25000 και Χ.Θ. 10800 για μέσες συνθήκες και T = 50 έτη (Σενάριο 4)

T = 50 έτη (Σενάριο 4)			
	Χ.Θ. 35600	Χ.Θ. 25000	Χ.Θ. 10800
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	8.44	5.69	2.98
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	8.42	5.62	2.94
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.00011	0.000248	0.000158
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	974.27	1133.78	1130.22
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	1726.42	583.69	1909.27
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	0.72	1.17	0.93
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	6.68	7.22	6.82
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	1.74	-1.6	-3.87
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	2201.4	1214.56	2332.52



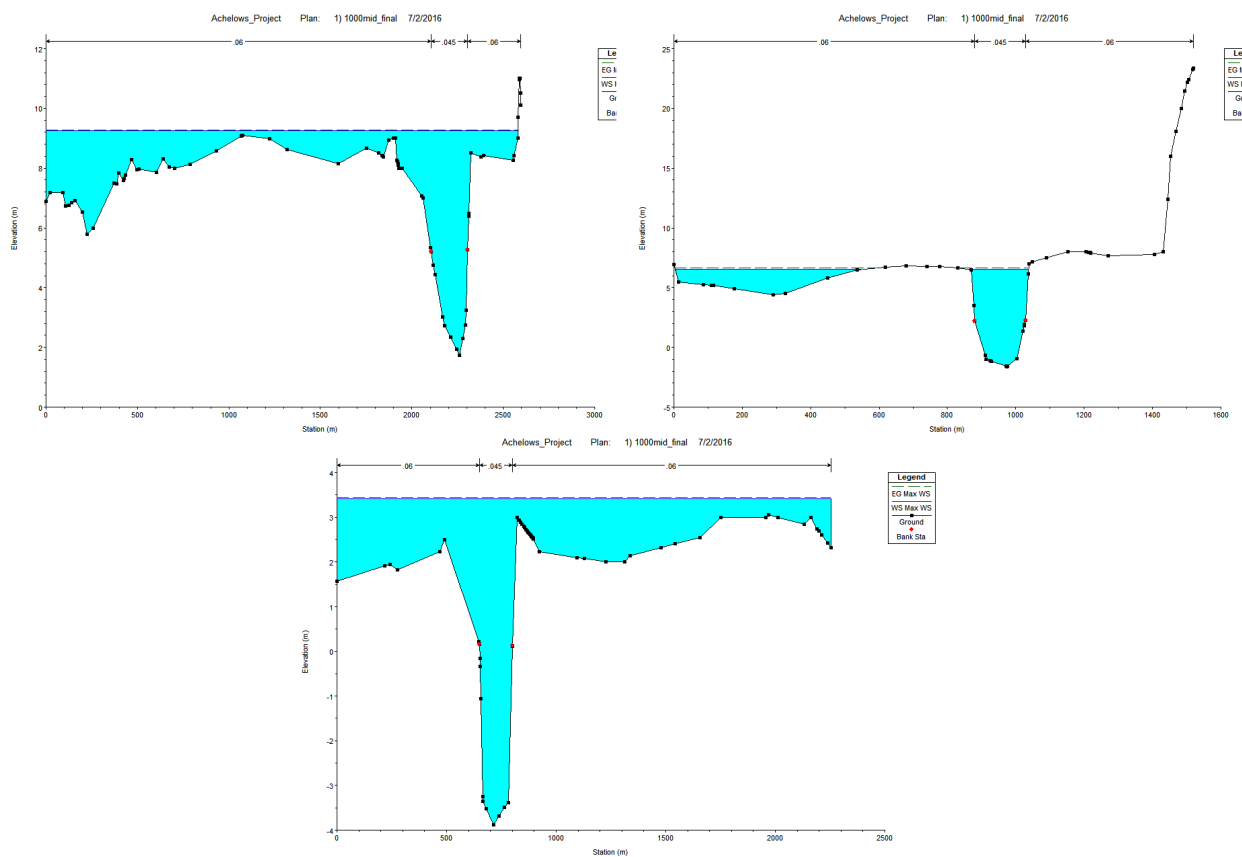
Εικόνα 5-74: Διατομή Χ.Θ. 35600 (αριστερά), Χ.Θ. 25000 (δεξιά) και Χ.Θ. 10800 (κάτω) για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη (Σενάριο 5)

Πίνακας 5-20: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 35600, Χ.Θ. 25000 και Χ.Θ. 10800 για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη (Σενάριο 5)

T = 100 έτη (Σενάριο 5)			
	Χ.Θ. 35600	Χ.Θ. 25000	Χ.Θ. 10800
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	8.6	5.88	3.1
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	8.58	5.81	3.07
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000108	0.000255	0.000162
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	1055.57	1235.35	1217.07
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	2016.01	604.22	2255.19
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	0.73	1.21	0.95
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	6.84	7.41	6.94
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	1.74	-1.6	-3.87
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	2499.03	1327.52	2593.97

Γ' ΦΑΣΗ

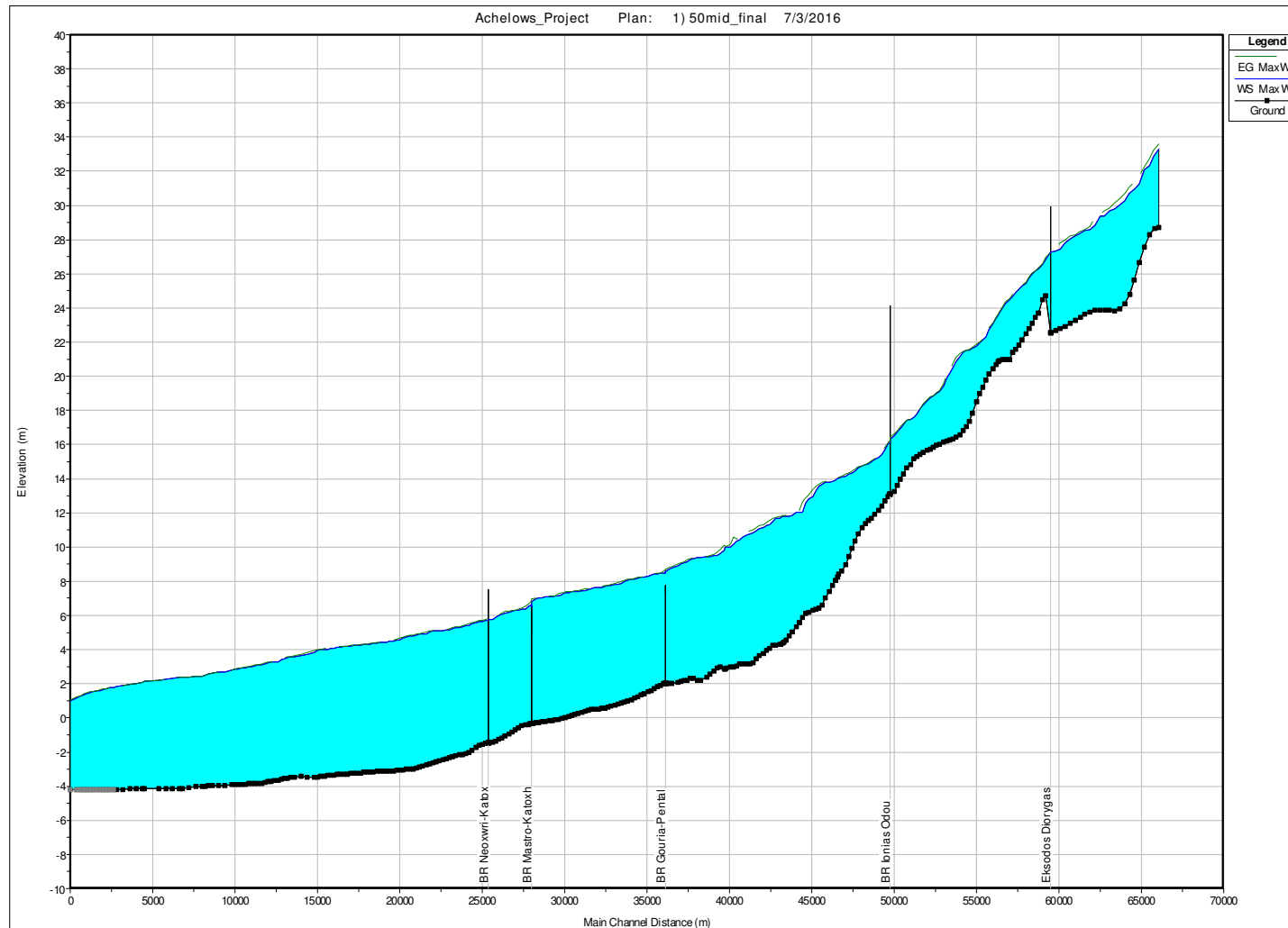
Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση



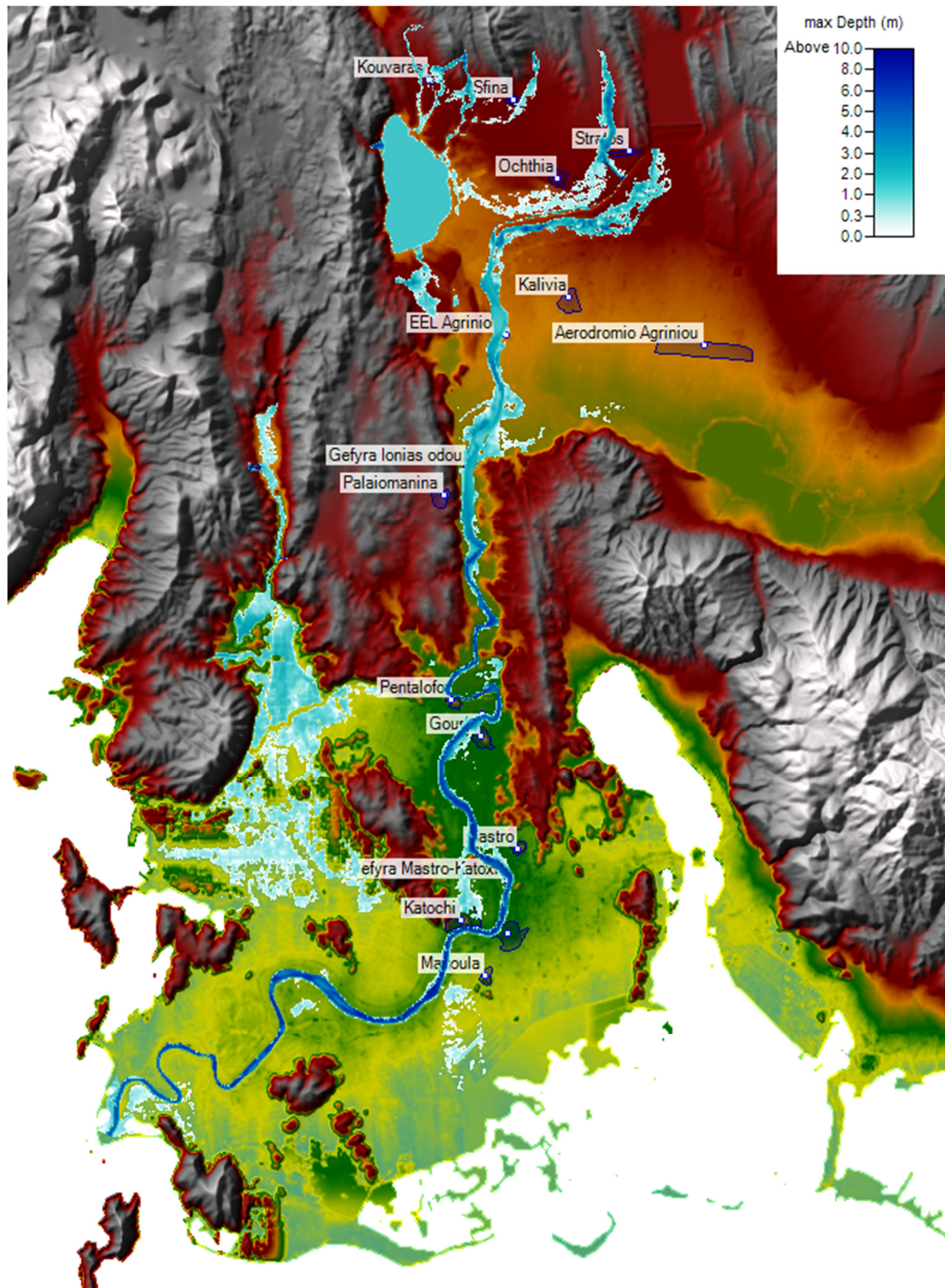
Εικόνα 5-75: Διατομή Χ.Θ. 35600 (αριστερά), Χ.Θ. 25000 (δεξιά) και Χ.Θ. 10800 (κάτω) για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη (Σενάριο 6)

Πίνακας 5-21: Τα κυριότερα υδραυλικά μεγέθη των διατομών στη Χ.Θ. 35600, Χ.Θ. 25000 και Χ.Θ. 10800 για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη (Σενάριο 6)

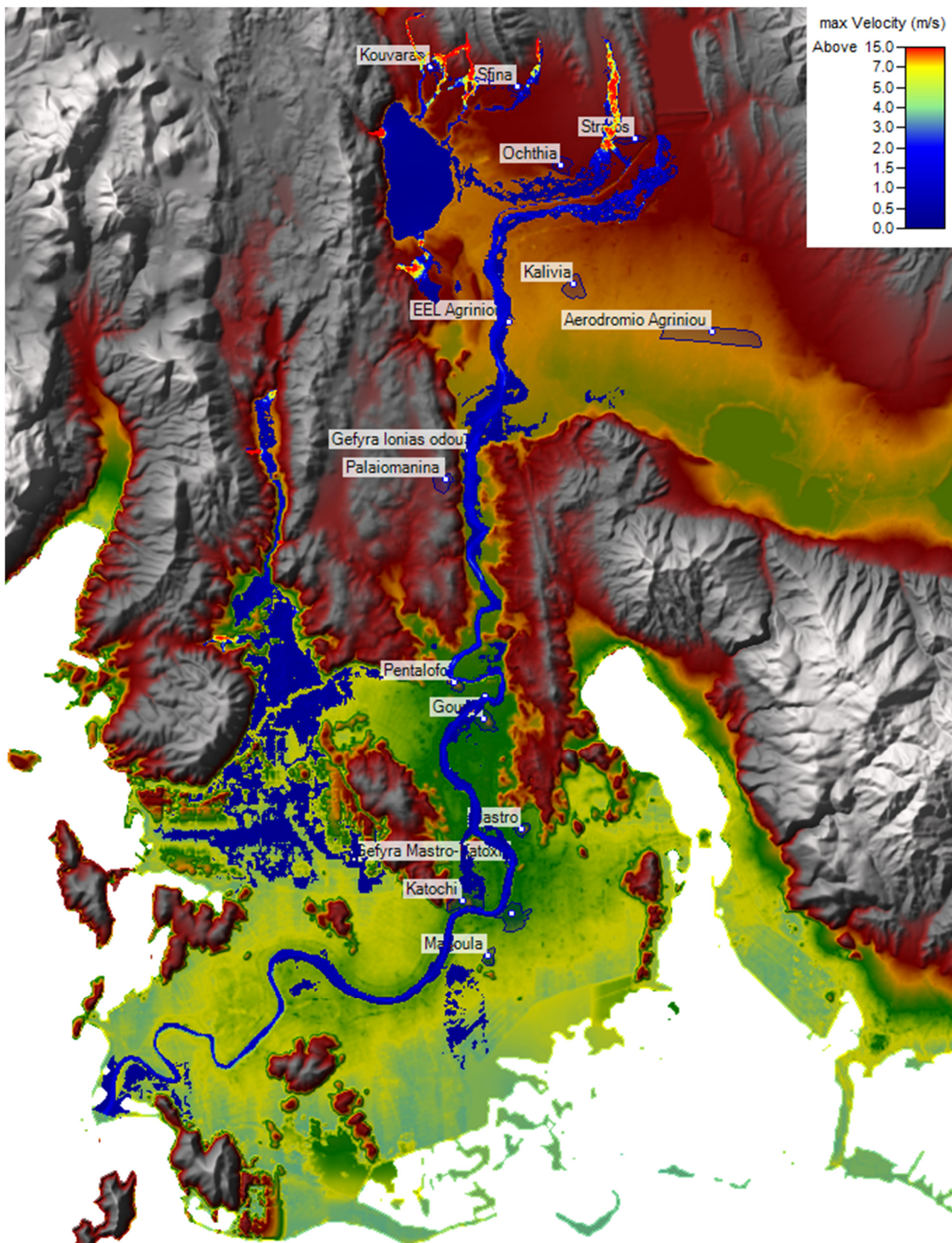
T = 1000 έτη (Σενάριο 6)			
	Χ.Θ. 35600	Χ.Θ. 25000	Χ.Θ. 10800
Ύψος Γραμμής Ενέργειας (m)	9.27	6.64	3.44
Ανώτατη Στάθμη Νερού (m)	9.24	6.55	3.41
Κλίση Γραμμής Ενέργειας (m/m)	0.000155	0.000314	0.00015
Συνολική Παροχή Διατομής (m ³ /s)	1838.19	1791.54	1487.66
Συνολικό Πλάτος Ελεύθερης Επιφάνειας (m)	2580.56	734.02	2255.19
Μέση ταχύτητα ροής (m/s)	0.94	1.45	0.95
Μέγιστο βάθος νερού στο κανάλι (m)	7.5	8.15	7.28
Κατώτατη Στάθμη Νερού (m)	1.74	-1.6	-3.87
Συνολικό Εμβαδόν Υγρής Διατομής (m ²)	4065.99	1812.75	3368.64



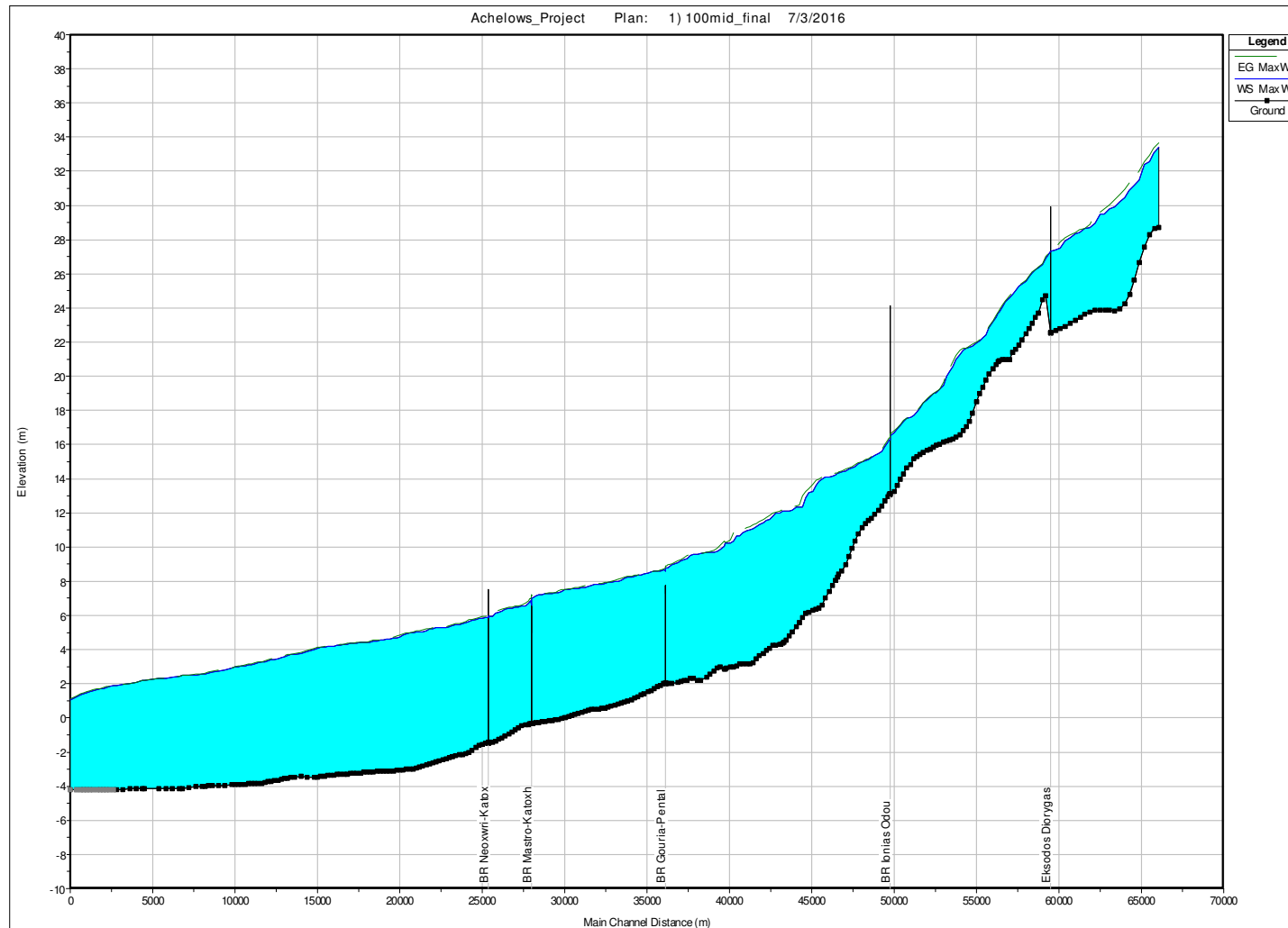
Εικόνα 5-76: Υδραυλική μηκτομή π. Αχελώου για τη μέγιστη στάθμη στις διάφορες θέσεις για μέσες συνθήκες και T = 50 έτη (Σενάριο 4). Με κατακόρυφη γραμμή απεικονίζεται το ύψος των υποστυλωμάτων των γεφυρών.



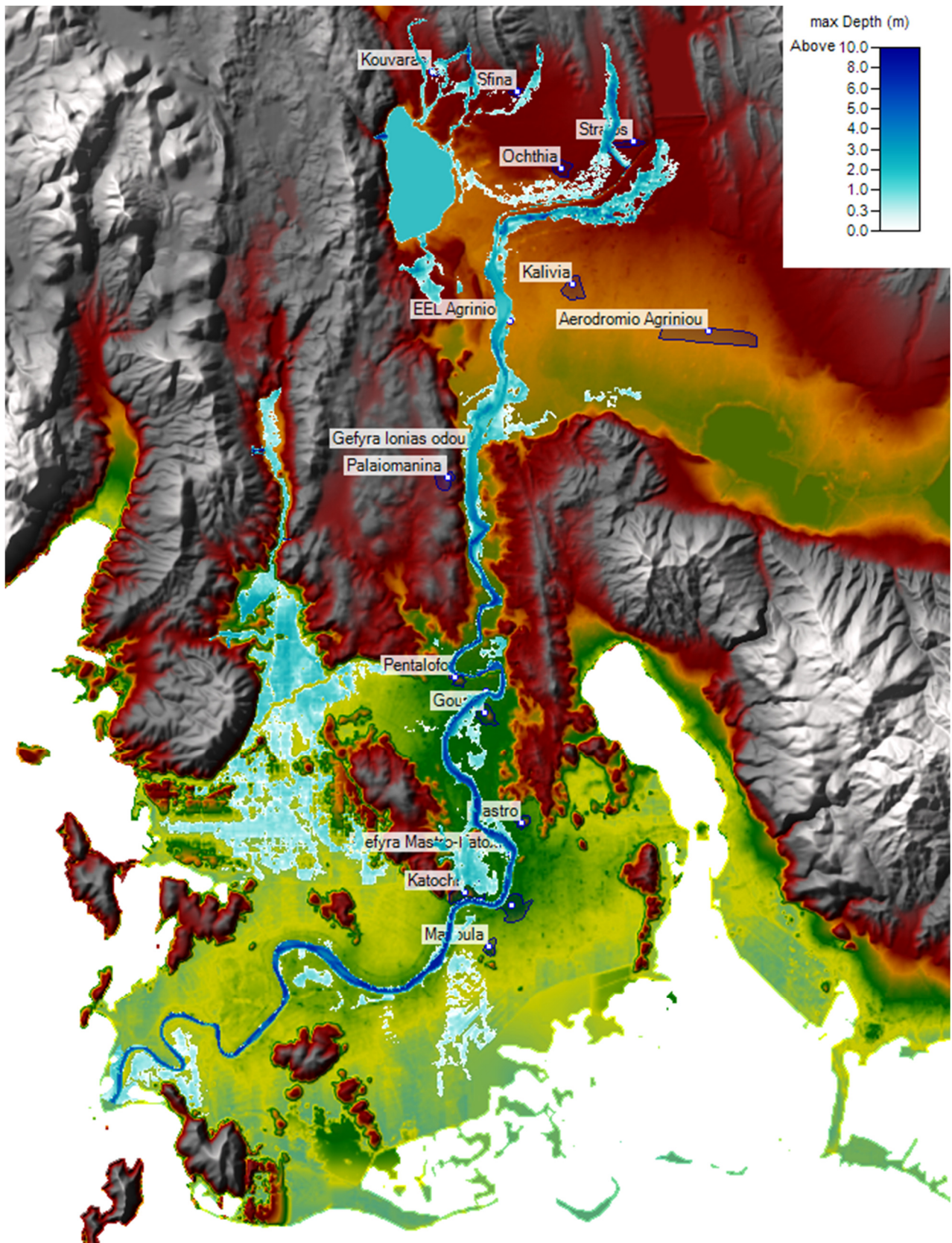
Εικόνα 5-77: Ζώνη κατάκλυσης και μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη (Σενάριο 4)



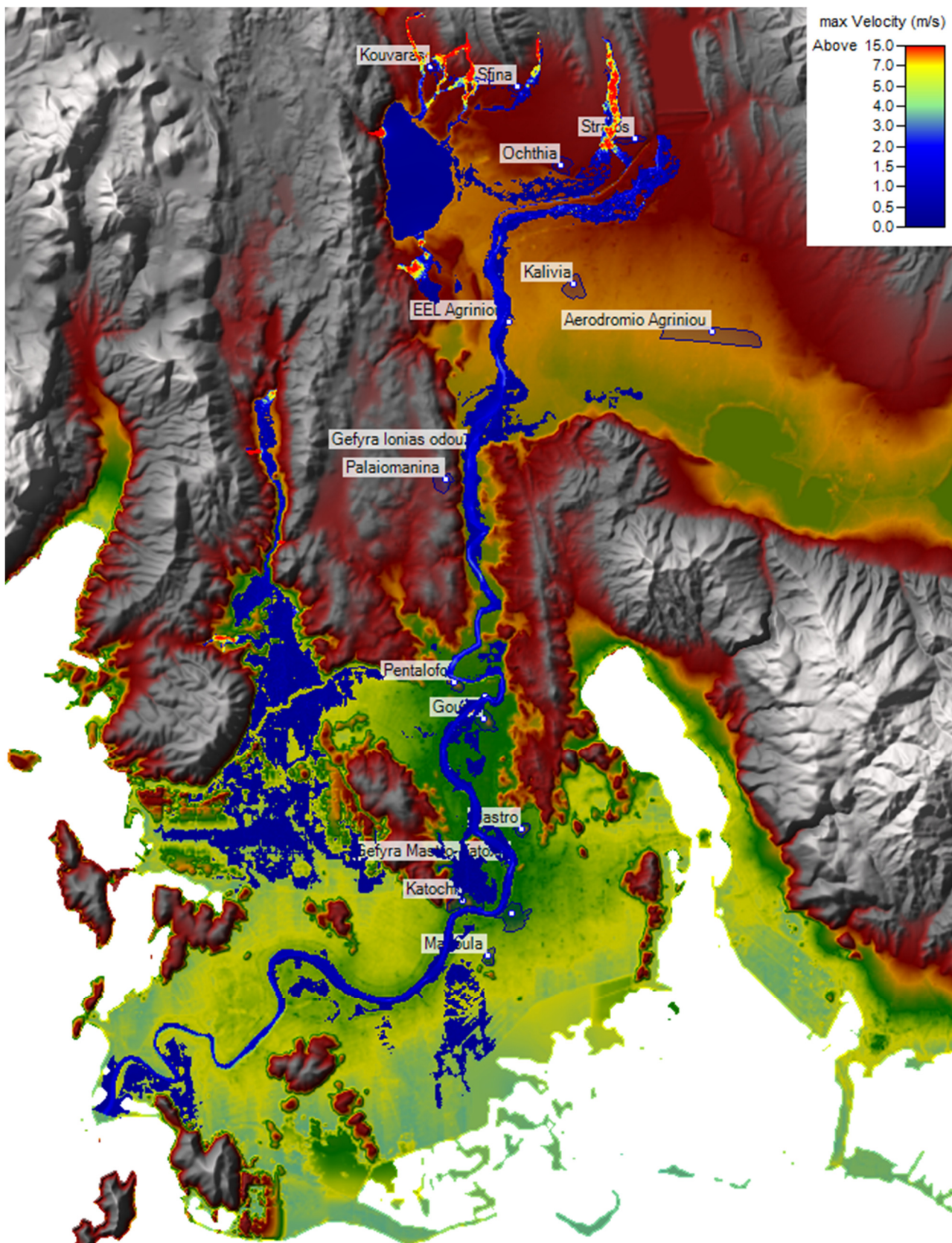
Εικόνα 5-78: Ζώνη κατάκλυσης και μέγιστες ταχύτητες ροής για μέσες συνθήκες και περίοδο επαναφοράς $T = 50$ έτη (Σενάριο 4)



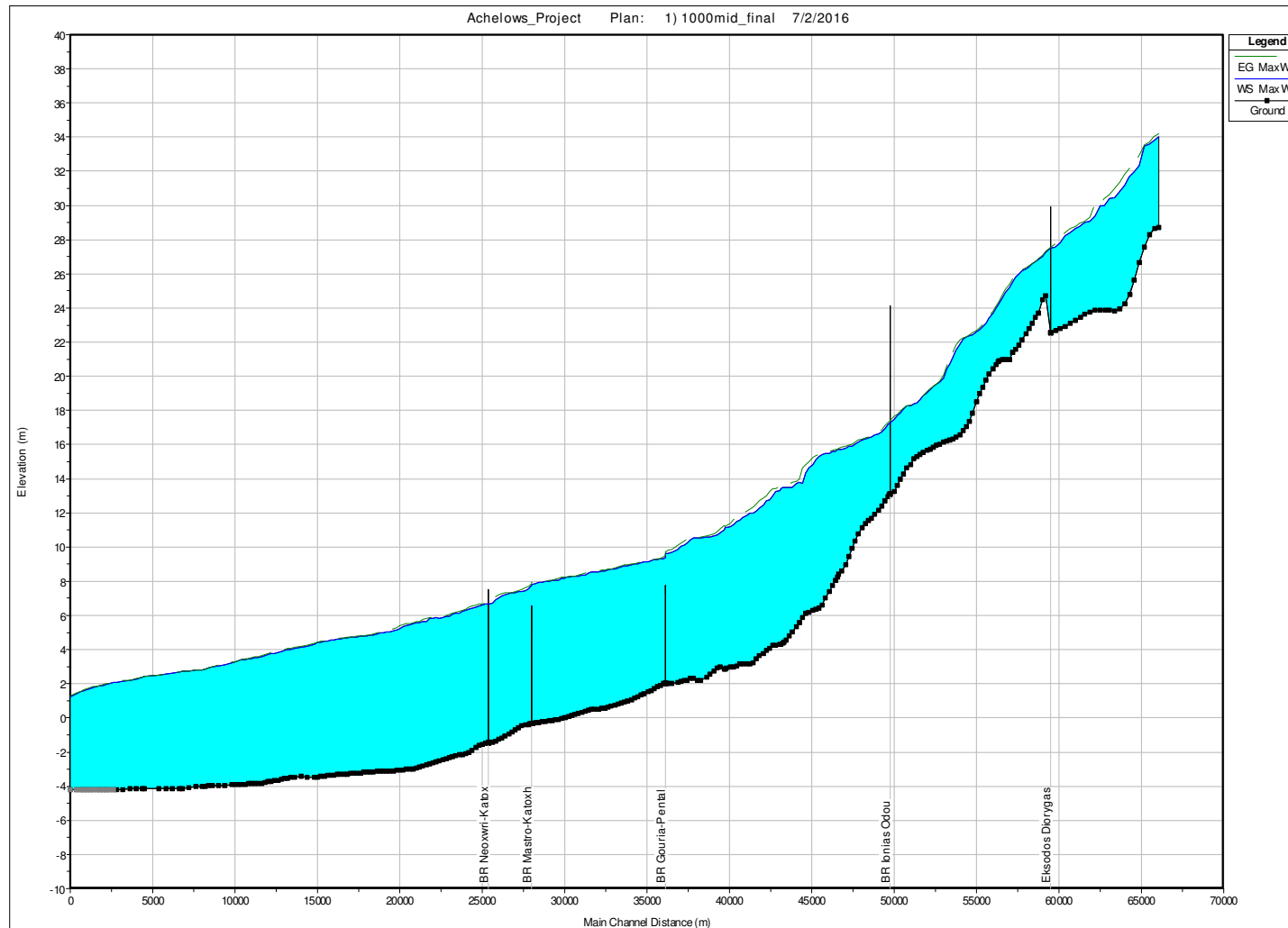
Εικόνα 5-79: Υδραυλική μηκοτομή π. Αχελώου για τη μέγιστη στάθμη στις διάφορες θέσεις για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη (Σενάριο 5). Με κατακόρυφη γραμμή απεικονίζεται το ύψος των υποστρωμάτων των γεφυρών.



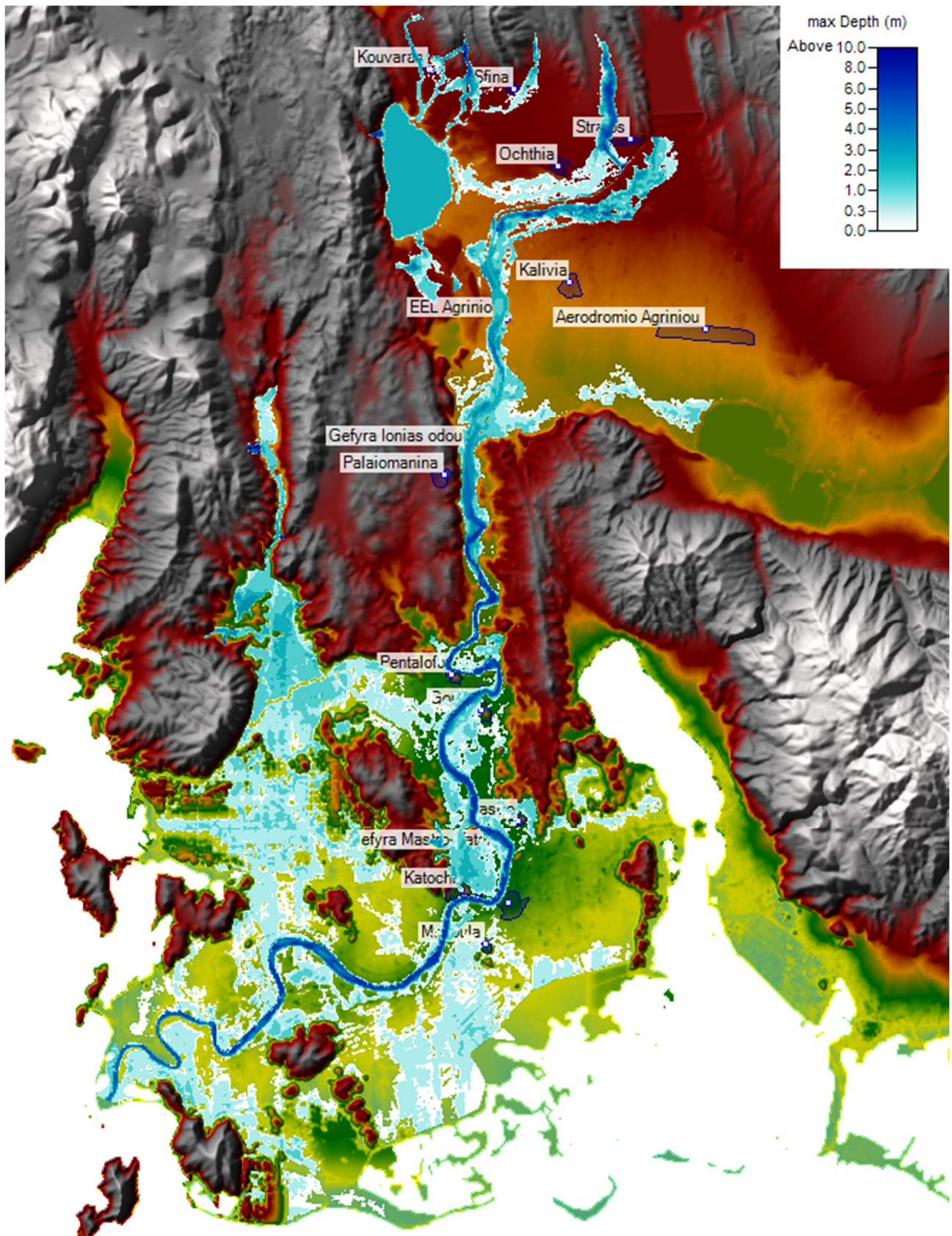
Εικόνα 5-80: Ζώνη κατάκλυσης και μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη (Σενάριο 5)



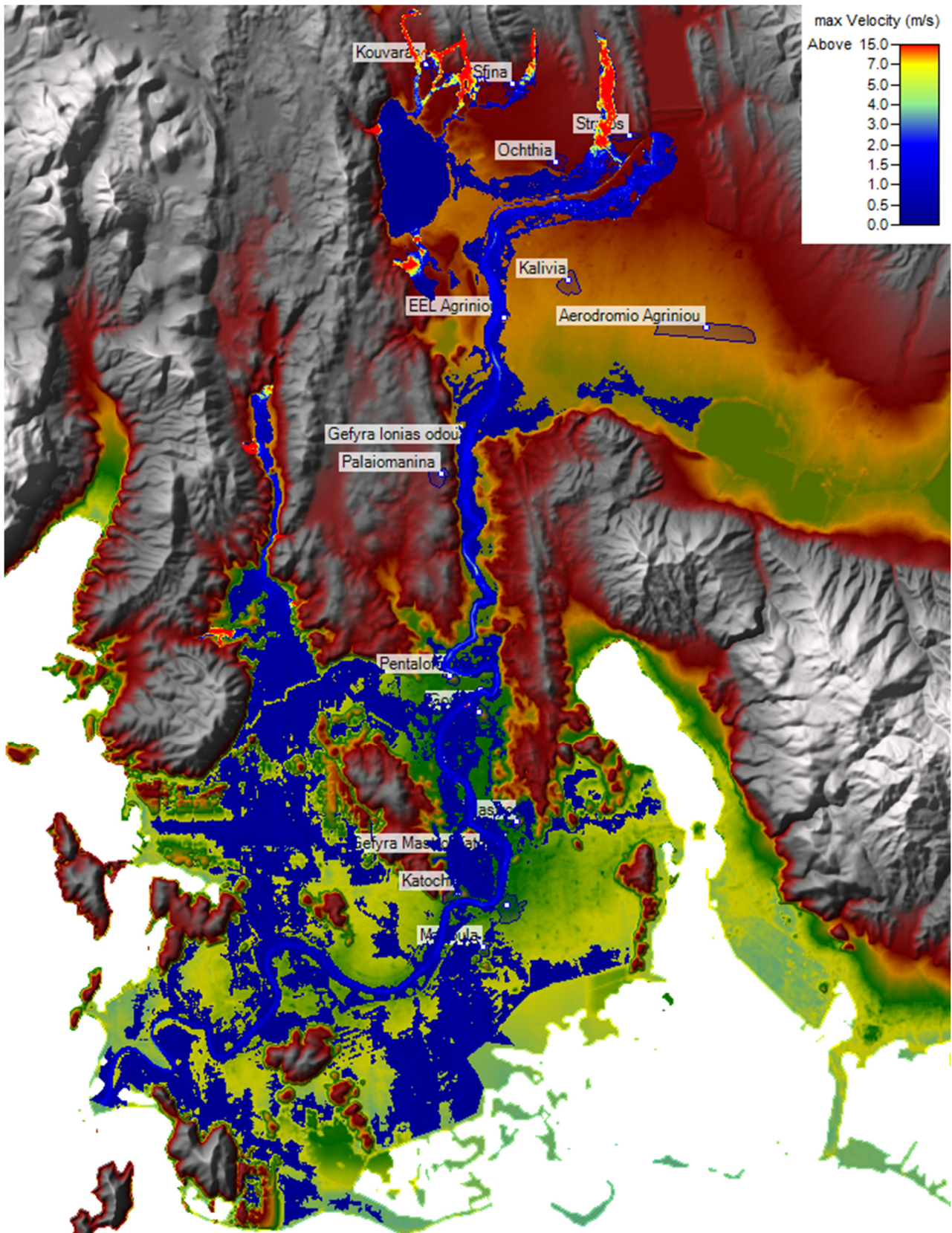
Εικόνα 5-81: Ζώνη κατάκλυσης και μέγιστες ταχύτητες ροής για μέσες συνθήκες και περίοδο επαναφοράς $T = 100$ έτη (Σενάριο 5)



Εικόνα 5-82: Υδραυλική μηκτομή π. Αχελώου για τη μέγιστη στάθμη στις διάφορες θέσεις για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη (Σενάριο 6). Με κατακόρυφη γραμμή απεικονίζεται το ύψος των υποστυλωμάτων των γεφυρών.



Εικόνα 5-83: Ζώνη κατάκλυσης και μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6)



Εικόνα 5-84: Ζώνη κατάκλυσης και μέγιστες ταχύτητες ροής για μέσες συνθήκες και περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6)

Έπειτα ακολουθεί πίνακας με τους χρόνους άφιξης και παραμονής του πλημμυρικού κύματος σε χαρακτηριστικά σημεία ενδιαφέροντος στην περιοχή μελέτης για τις μέσες συνθήκες ροής. Το σύνολο των χρόνων άφιξης και παραμονής για τις ευμενείς, μέσες και δυσμενείς συνθήκες ροής παρουσιάζονται στο αντίστοιχο τεύχος του Παραρτήματος.

Σημειώνεται ότι ο χρόνος έναρξης αναφέρεται στο μηδέν των υδρογραφημάτων εισόδου (βλ. αντίστοιχο Παράρτημα Δ), ως χρόνος άφιξης στους οικισμούς ορίζεται η χρονική στιγμή εκείνη στην οποία το πλημμυρικό κύμα ξεπερνά τα 0.3 m και ως χρόνος παραμονής ορίζεται η χρονική στιγμή εκείνη στην οποία η στάθμη του νερού καθίσταται μικρότερη από 0.3 m. Ο χρόνος άφιξης και παραμονής σημειώνεται με παύλα (-) όταν το πλημμυρικό κύμα δεν ξεπερνάει τα 0.3 m στο εκάστοτε χαρακτηριστικό σημείο ή όταν το χαρακτηριστικό σημείο δεν πλημμυρίζει. Στα τεχνικά έργα (γέφυρες), ο χρόνος άφιξης αναφέρεται στον χρόνο κατά τον οποίο παρατηρείται για πρώτη φορά υπερπήδηση του καταστρώματος της γέφυρας και ο χρόνος παραμονής αναφέρεται στη χρονική διάρκεια παραμονής του πλημμυρικού κύματος στο κατάστρωμα της γέφυρας. Ο χρόνος άφιξης και παραμονής στα τεχνικά έργα ορίζεται με παύλα (-) όταν η μέγιστη στάθμη νερού του πλημμυρικού κύματος είναι μικρότερη από το υψόμετρο του καταστρώματος του τεχνικού έργου (γέφυρας).

Πίνακας 5-22: Χρόνοι άφιξης και παραμονής πλημμυρικού κύματος για τις μέσες συνθήκες και περιόδους επαναφοράς T = 50, 100 και 1000 έτη (Σενάρια 4, 5, 6)

Χρόνοι άφιξης και παραμονής πλημμυρικού κύματος (Μέσες Συνθήκες)							
FID	Χαρακτηριστικά σημεία-Αχελώος	T = 50 έτη (Σενάριο 4)		T = 100 έτη (Σενάριο 5)		T = 1000 έτη (Σενάριο 6)	
		Χρόνοι άφιξης (hr:mm)	Χρόνοι παραμονής (hr:mm)	Χρόνοι άφιξης (hr:mm)	Χρόνοι παραμονής (hr:mm)	Χρόνοι άφιξης (hr:mm)	Χρόνοι παραμονής (hr:mm)
0	Γέφυρα Γούρια-Πενταλόφου	-	-	-	-	-	-
1	Γέφυρα Μάστρο-Κατοχή	-	-	-	-	49:30	166:00
2	Γούρια	-	-	-	-	-	-
3	Κατοχή	-	-	45:15	182:30	50:30	225:15
4	Σφήνα	-	-	-	-	-	-

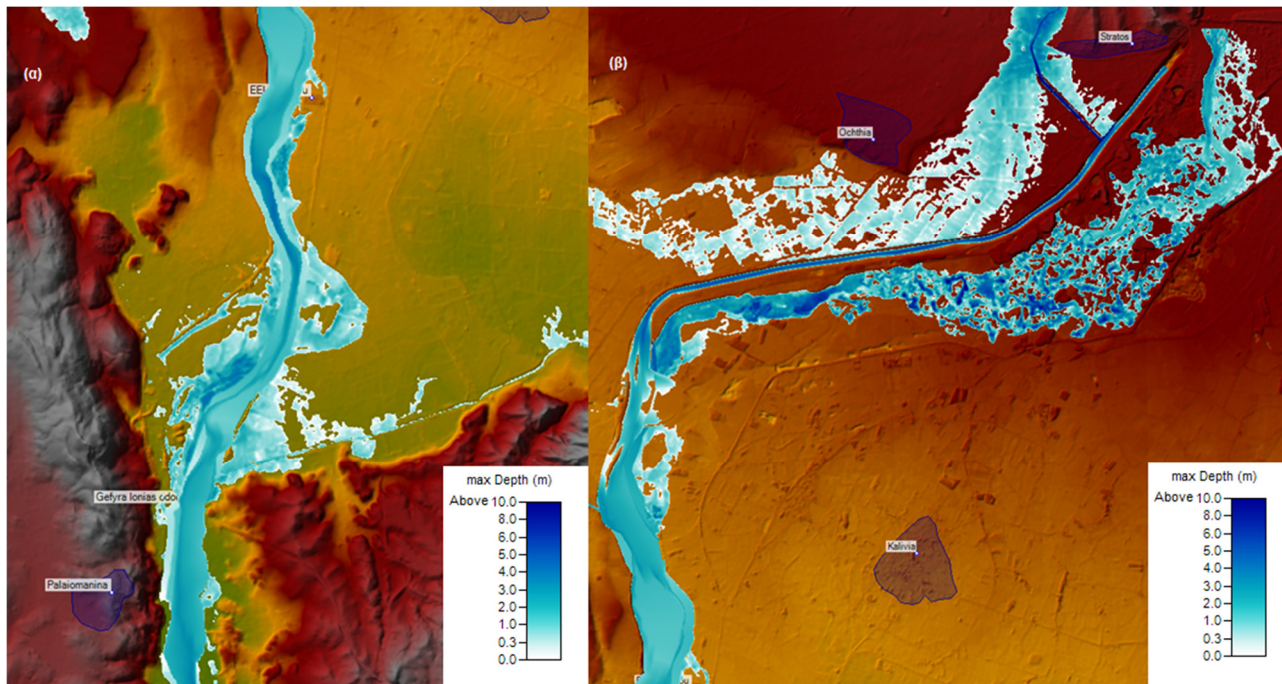
ο Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Με βάση τα προαναφερθέντα σχήματα (Εικόνα 5-76 – Εικόνα 5-84) και τους πίνακες (Πίνακας 5-10 – Πίνακας 5-21) που αναφέρονται σε μέσες συνθήκες και επιπρόσθετα από τα στοιχεία του αντίστοιχου Παραρτήματος που παρουσιάζονται οι ευμενείς και οι δυσμενείς συνθήκες διαπιστώνονται τα ακόλουθα:

▪ **Ευμενείς Συνθήκες (Σενάρια 1, 2, 3)**

Με βάση τα Σχήματα του αντίστοιχου Παραρτήματος για τις ευμενείς συνθήκες και για γεγονότα υψηλής, μέσης και χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης T = 50, 100 και 1000 έτη (Σενάρια 1, 2, 3) παρατηρείται ότι η ζώνη κατάκλυσης δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των τριών φαινομένων, ενώ η κατάκλυση από τον π. Αχελώο είναι πολύ περιορισμένη. Το πλημμυρικό

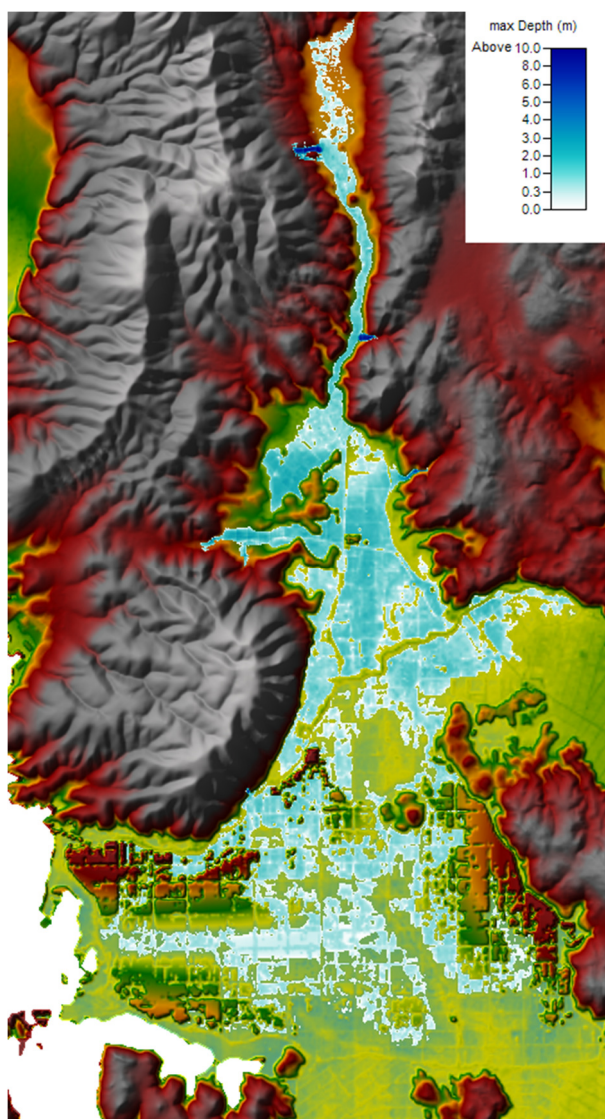
κύμα παραμένει εντός της κοίτης του ποταμού Αχελώου, ενώ παρατηρείται υπερπήδηση των νοητών πλευρικών ορίων του ποταμού μόνο σε μια μικρή περιοχή ανάμεσα στην ΕΕΛ Αग्रινίου και την γέφυρα της Ιονίας οδού (Χ.Θ. 50400~53600) (Εικόνα 5-85), χωρίς όμως να κατακλύζεται η ΕΕΛ, με μέγιστα βάθη που στην πλειονότητά τους δεν ξεπερνούν το 0.5 m ~ 1 m σε όλα τα σενάρια μελέτης. Μια μικρή υπερχειλίση από τη λίμνη (κατάντη του φράγματος) του ταμιευτήρα του Στράτου διοδεύεται, μέσω της παλαιάς κοίτης του ποταμού Αχελώου, στην κυρίως κοίτη του, ενώ δεν παρατηρείται υπερπήδηση της διώρυγας φυγής σε κανένα από τα σενάρια ευμενών συνθηκών (Σενάρια 1, 2, 3).



Εικόνα 5-85: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για ευμενείς συνθήκες και T = 1000 έτη (α) κατάντη της ΕΕΛ Αग्रινίου και (β) στην παλαιά κοίτη του π. Αχελώου

Από την διόδευση του πλημμυρικού κύματος του π. Αχελώου δεν κινδυνεύει κάποιος από τους οικισμούς ενδιαφέροντος ούτε οι γέφυρες που τον διασχίζουν στην περιοχή μελέτης για περιόδους επαναφοράς T = 50, 100 και 1000 έτη (βλ. αντίστοιχο Παράρτημα).

Το ρέμα του Γεροπόρου αντίστοιχα δίνει περιορισμένης κλίμακα κατάκλυση, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5-86 και η οποία δεν επηρεάζει κάποιο σημείο ενδιαφέροντος. Τα μέγιστα βάθη του πλημμυρικού κύματος στην πλειονότητά τους φθάνουν έως τα 0.8 m αλλά δεν ξεπερνούν το 1 m ~ 1.5 m σε όλα τα σενάρια των ευμενών συνθηκών (Σενάρια 1, 2, 3). Να σημειωθεί πως για το υδατόρευμα του Γεροπόρου, τα ψηφιακά τοπογραφικά δεδομένα είχαν αρκετές ασάφειες λόγω της μη σαφώς διαμορφωμένης κοίτης.



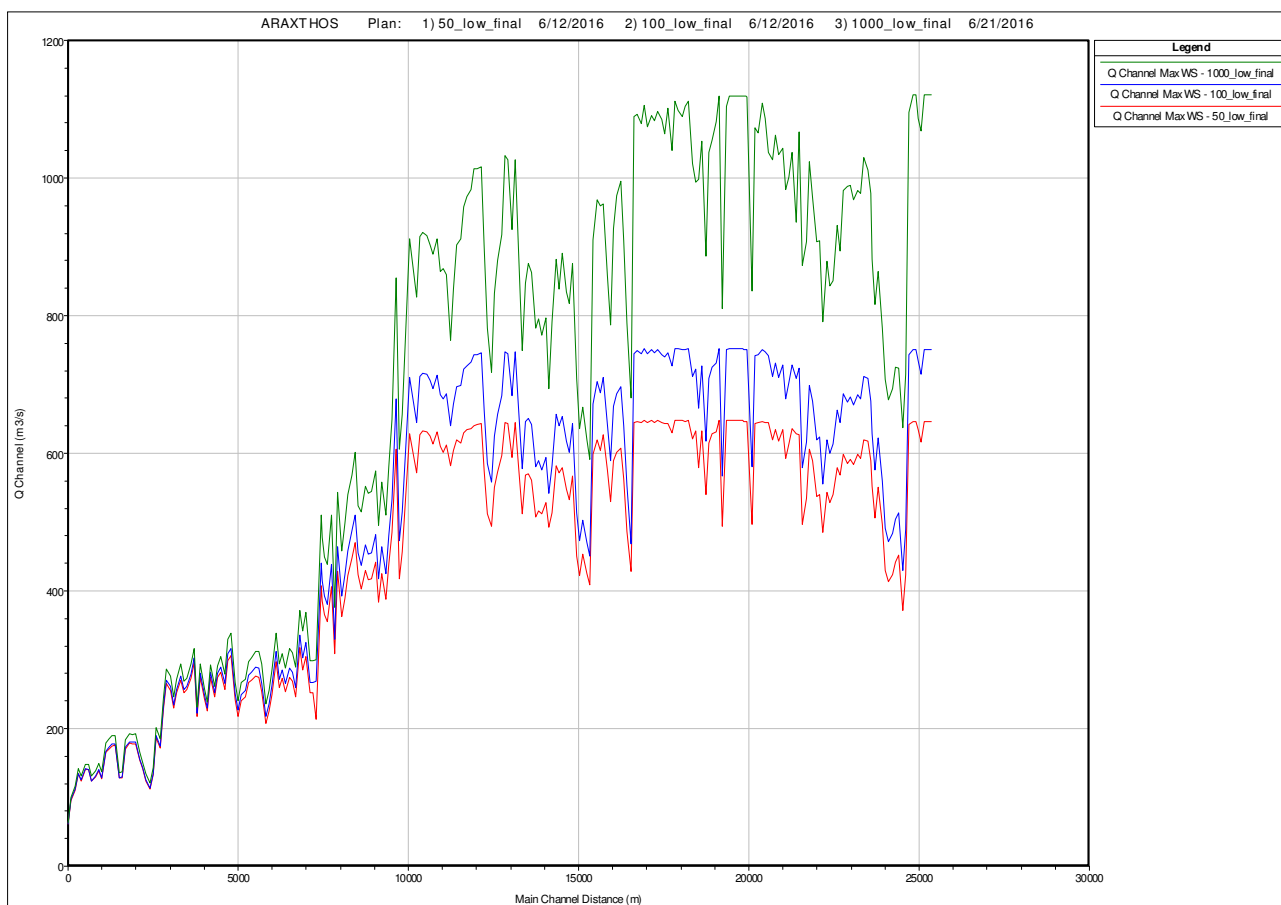
Εικόνα 5-86: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής του υδατορεύματος Γεροπόρου για ευμενείς συνθήκες και T = 1000 έτη

Αντίστοιχα οι χείμαρροι που βρίσκονται στη βορειοδυτική πλευρά της περιοχής μελέτης διοδεύουν τη πλημμυρική ροή στη λίμνη του Οζερού και δίδουν μέγιστα βάθη ροής που φθάνουν το 1 m – 1.5 m στα ορεινά σημεία των χειμάρρων και κοντά στις όχθες τους και το 0.5 m – 1 m στα πεδινά για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη (Σενάριο 3). Στα σενάρια 1, 2 τα μέγιστα βάθη μειώνονται κατά περίπου 0.5 m και 0.3 m αντίστοιχα. Η πλημμυρική ροή που προκύπτει από τον χείμαρρο που διέρχεται από το δημοτικό διαμέρισμα Λεπενούς, και διοδεύει μέρος της πλημμυρικής του ροής στον π. Αχελώο, καταλήγει στη λίμνη Οζερός χωρίς να υπερπηδά τα αναχώματα στη δυτική όχθη της διώρυγας φυγής του Αχελώου ποταμού, δεδομένου των χαμηλών μέγιστων βαθών ροής στις πεδινότερες εκτάσεις (έως 1 m για T = 1000 έτη). Από την κατάκλυση των χειμάρρων δεν επηρεάζεται σημαντικά κάποιος οικισμός, ούτε αυτός της αρχαίας Στράτου, ο οποίος βρίσκεται βόρεια του σημερινού χωριού, χτισμένος στη δυτική όχθη του π. Αχελώου και σε υψόμετρο περί τα 100 m. Εξαίρεση αποτελεί ο οικισμός Σφήνα στα όρια του οποίου φθάνει το πλημμυρικό κύμα με μέγιστο βάθος 0.6 m.

Η έξοδος του πλημμυρικού κύματος στη θάλασσα γίνεται μόνο μέσω της κοίτης του ποταμού Αχελώου εφόσον η κατάκλυση των πεδινών εκτάσεων είναι περιορισμένη και το νερό που κατακλύζει τις περιοχές αυτές δεν φθάνει στις εκβολές της περιοχής μελέτης, αλλά διηθείται ή εξατμίζεται.

Οι μέγιστες ταχύτητες ροής στην περιοχή μελέτης για όλα τα σενάρια ευμενών συνθηκών (Σενάρια 1, 2, 3) δεν υπερβαίνουν στο μεγαλύτερο μέρος τους στις πεδινές εκτάσεις το 0.3 m/s ενώ εντός της ροής του π. Αχελώου εμφανίζουν μέση τιμή τα 1.1 m/s. Στις ορεινές περιοχές η μέγιστη ταχύτητα διάδοσης του πλημμυρικού κύματος από τους χειμάρρους αυξάνεται και ξεπερνάει στα ορεινά σημεία τα 15 m/s σε όλα τα σενάρια ευμενών συνθηκών.

Αντίστοιχα οι μέγιστες παροχές που παρατηρούνται στην κυρίως κοίτη του ποταμού Αχελώου για $T = 50$ έτη, $T = 100$ έτη και $T = 1000$ έτη (Σενάρια 1, 2, 3) φαίνονται στο επόμενο σχήμα (Εικόνα 5-87).



Εικόνα 5-87: Μέγιστες παροχές στην κοίτη του π. Αχελώου για ευμενείς συνθήκες και $T = 50$ έτη (κόκκινη γραμμή), $T = 100$ έτη (μπλε γραμμή) και $T = 1000$ έτη (πράσινη γραμμή) (Σενάρια 1, 2, 3)

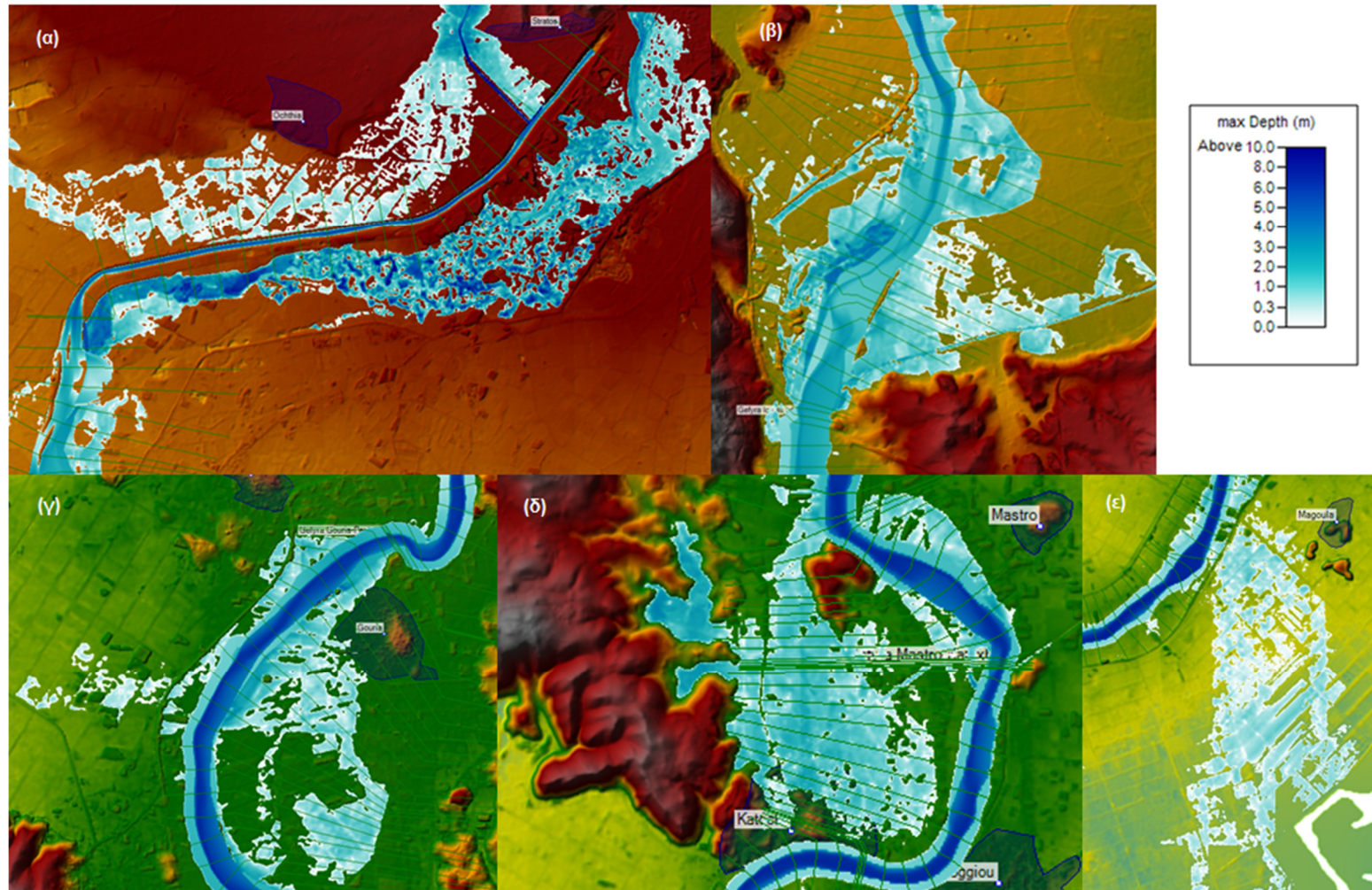
▪ Μέσες Συνθήκες (Σενάρια 4, 5, 6)

Με βάση την Εικόνα 5-77, Εικόνα 5-78, Εικόνα 5-80, Εικόνα 5-81, Εικόνα 5-83, Εικόνα 5-84 παρατηρείται ότι, για τις μέσες συνθήκες και για γεγονότα υψηλής και μέσης πιθανότητας υπέρβασης $T = 50$ και 100 έτη (Σενάρια 4, 5), η ζώνη κατάκλυσης δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο φαινομένων, ενώ η κατάκλυση από τον π. Αχελώο είναι περιορισμένη. Η κίνηση του πλημμυρικού κύματος ακολουθεί σε γενικές γραμμές τη ροή του ποταμού, με εξαίρεση μια μικρή

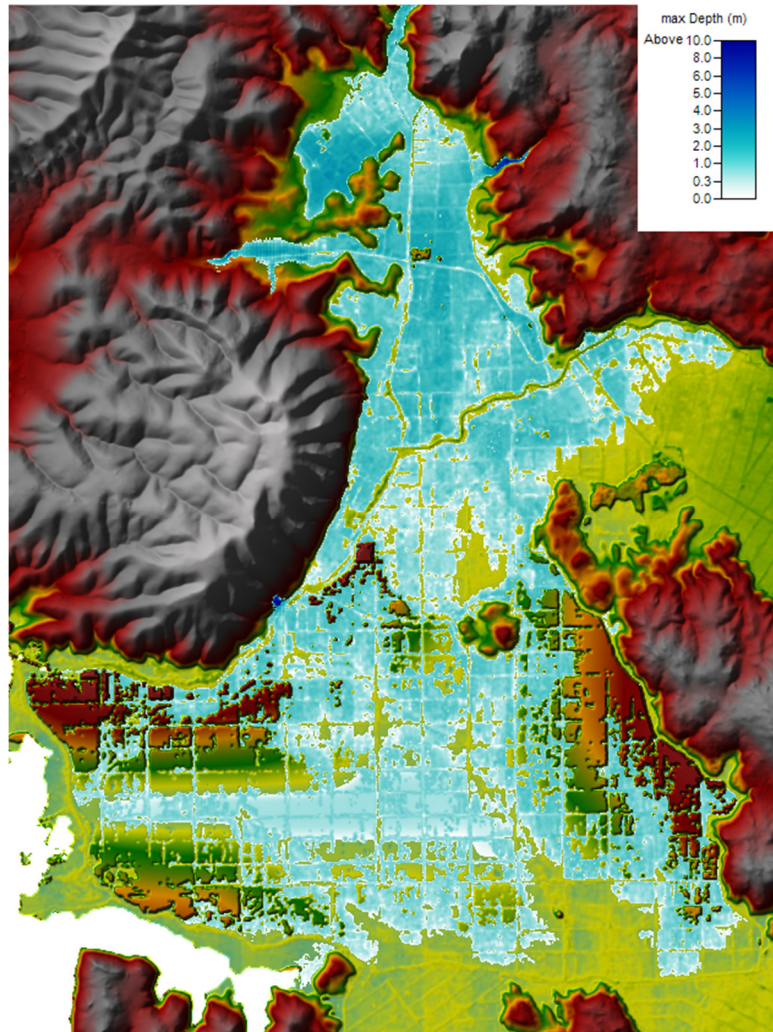
υπερχειλίση από τη λίμνη (κατάντη του φράγματος) του Στράτου η οποία ακολουθεί τη πορεία της παλαιάς κοίτης του ποταμού μέχρι να διοδευτεί, λόγω της μορφολογίας του εδάφους, εντός της κοίτης του π. Αχελώου. Μικρές υπερχειλίσεις του ποταμού και υπερπήδηση της όχθης του εμφανίζονται σε μερικά σημεία (Εικόνα 5-88), όπως κατάντη της ΕΕΛ Αγρινίου και πριν την γέφυρα της Ιονίας οδού (Χ.Θ. 50400~53600), κοντά στον οικισμό Γούρια, ανάντη του οικισμού Κατοχή και κατάντη του οικισμού Μαγούλα, με μέγιστα βάθη που κυμαίνονται 0.5 ~ 1 m, χωρίς όμως να πλημμυρίζει κάποιος από τους προαναφερθέντες οικισμούς, πέραν της Κατοχής. Ο οικισμός Κατοχή πλημμυρίζει μερικώς με μέγιστα βάθη που κυμαίνονται περίπου στα 0.8 m (μέση τιμή) για $T = 50$ έτη και στο 1 m για $T = 100$ έτη (Πίνακας 5-23Π), ενώ σε ελάχιστα σημεία εκτός του κύριου οικισμού φθάνει το 1.5 m για $T = 100$ έτη. Επίσης, στη γέφυρα Μάστρο-Κατοχή (Χ.Θ. 28130) οριακά δεν παρατηρείται βύθισή της για $T = 100$ έτη (Πίνακας 5-23Π), εφόσον η ανώτατη στάθμη του νερού στο εν λόγω σημείο του ποταμού φθάνει στο υψόμετρο που βρίσκεται η ερυθρά της γέφυρας. Περιορισμένη υπέρβαση της όχθης του ποταμού παρατηρείται, επίσης στο δέλτα του π. Αχελώου.

Επιπλέον, εκτός του π. Αχελώου, μικρή κατάκλυση δίδει το υδατόρευμα του Γεροπόρου (Εικόνα 5-89), χωρίς όμως αυτή να επηρεάζει οικισμό ή κάποιο άλλο σημείο ενδιαφέροντος. Η εν λόγω κατάκλυση περιορίζεται στο δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και δεν συμπίπτει με την κατάκλυση από τον Αχελώο ποταμό. Τα μέγιστα βάθη της πλημμυρικής ζώνης λαμβάνουν τιμές από 0.3 m ~ 0.6 m στην πεδινή έκταση ενώ τοπικά εμφανίζουν τιμές γύρω στα 1 m ~ 1.5 m κοντά στα ορεινά σημεία της περιοχής και στις όχθες των χειμάρρων.

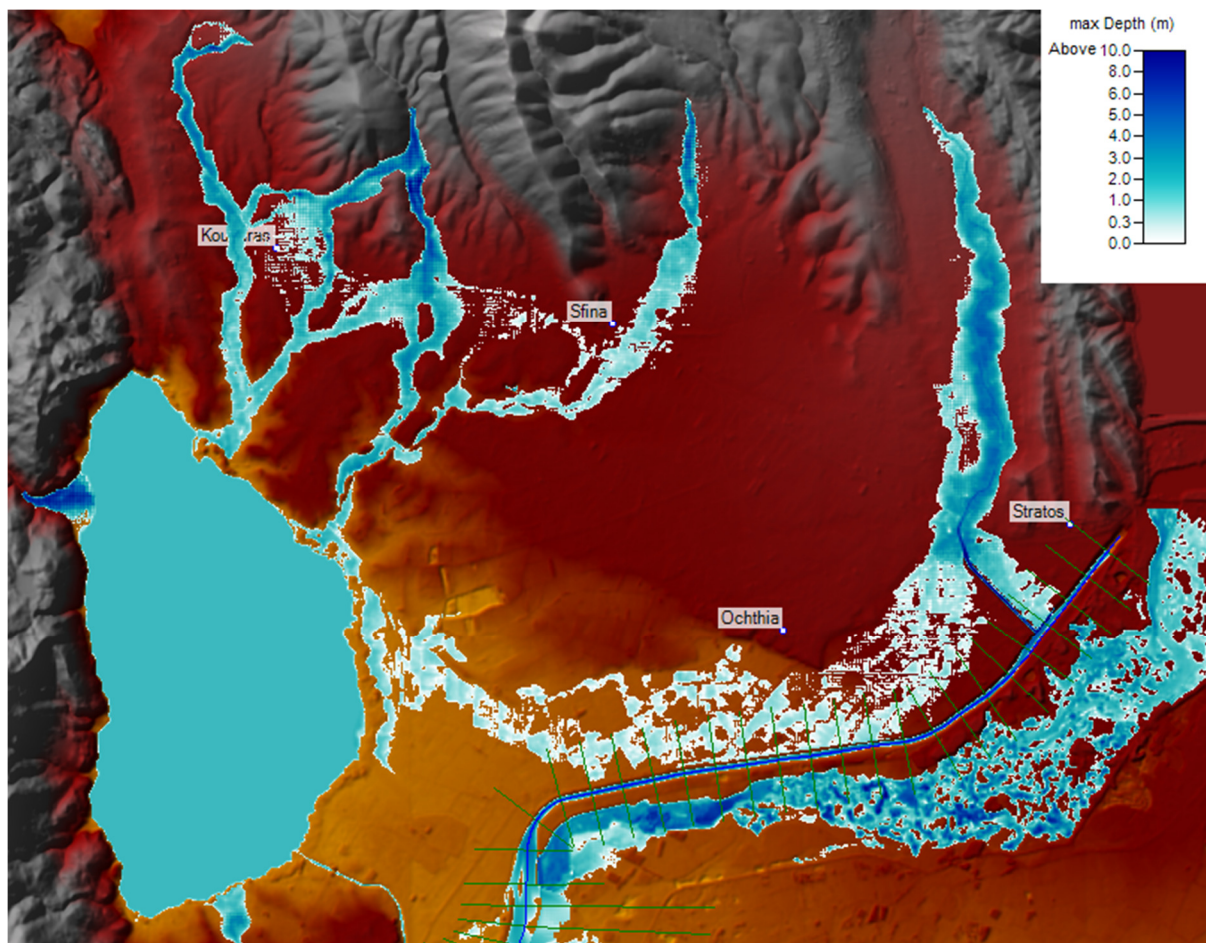
Τέλος, μικρή κατάκλυση προκύπτει από τους χειμάρρους στην βορειοδυτική πλευρά της περιοχής μελέτης και πιο συγκεκριμένα βόρεια και βορειοανατολικά της λίμνης Οζερός (Εικόνα 5-90) εφόσον μεγάλο μέρος του πλημμυρικού κύματος καταλήγει στη λίμνη. Η πλημμυρική ροή που προκύπτει από τους χειμάρρους δεν ξεπερνά το 1 m ~ 1.5 m στις πεδινότερες περιοχές και τα 2 m ~ 2.5 m στα ορεινότερα, κοντά στις όχθες σημεία. Αντίστοιχα η πλημμύρα που προκύπτει από τον χείμαρρο που διέρχεται από το δημοτικό διαμέρισμα Λεπενούς δίνει μέγιστα βάθη έως 0.6 m στην δυτική όχθη του Αχελώου ποταμού (διώρυγα φυγής), χωρίς όμως να γίνεται υπερπήδηση των αναχωμάτων, παρά η ροή κινείται παράλληλα με τη ροή του ποταμού. Από την κατάκλυση των χειμάρρων για περιόδους επαναφοράς $T = 50$ και 100 έτη δεν επηρεάζεται σημαντικά κάποιος οικισμός, με εξαίρεση ο οικισμός Σφήνα στο όριο του οποίου φθάνει η πλημμυρική ροή με μέγιστο βάθος 0.7 m, χωρίς όμως να τον πλημμυρίζει.



Εικόνα 5-88: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και $T = 100$ έτη (α) στην παλαιά κοίτη του π. Αχελώου, (β) κατάντη της ΕΕΛ Αγρινίου, (γ) κατάντη του οικισμού Γούρια, (δ) ανάντη του οικισμού Κατοχή και (ε) κατάντη του οικισμού Μαγούλα



Εικόνα 5-89: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής του υδατορεύματος Γεροπόρου για μέσες συνθήκες και για $T = 100$ έτη



Εικόνα 5-90: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής από τους χειμάρρους για μέσες συνθήκες και $T = 100$ έτη

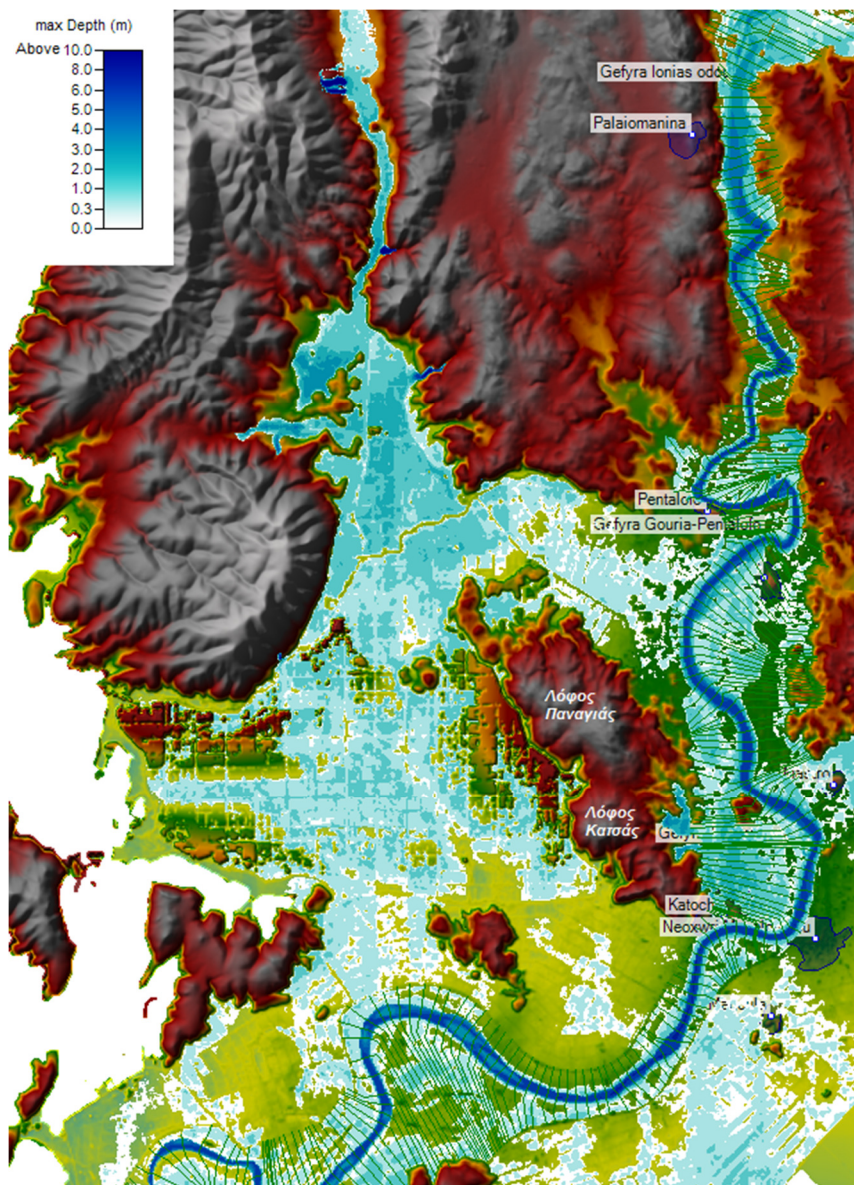
Για γεγονότα χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6), η ζώνη κατάκλυσης διαφοροποιείται σε σύγκριση με την αντίστοιχη ζώνη κατάκλυσης για $T = 50$ και 100 έτη και παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος (Εικόνα 5-83). Στο μεγαλύτερο μέρος του ποταμού παρατηρείται υπερπήδηση της κοίτης του και διάδοση του πλημμυρικού κύματος εκατέρωθεν των οχθών αυτού. Μάλιστα γίνεται ένωση της πλημμυρικής ροής από τον π. Αχελώο με την αντίστοιχη πλημμυρική ροή από το π. Γεροπόρο (Εικόνα 5-91) βόρεια και νοτιοδυτικά των λόφων Κατσάς και Παναγιάς. Τα μέγιστα βάθη ροής που προκύπτουν από την κατάκλυση του π. Αχελώου δεν υπερβαίνουν περί το 1m στις πεδινές εκτάσεις, ενώ μπορούν να φθάσουν μέχρι και τα 2~3 m στα ορεινότερα σημεία, κοντά στις όχθες των χειμάρρων. Στο ανάντη τμήμα μέρος της πλημμυρικής ροής (στην δυτική όχθη) διοδεύεται μέσω του καναλιού του Οζερού στην εν λόγω λίμνη, ενώ ένα άλλο μέρος (στην ανατολική όχθη) διοδεύεται μέσω του Δίμηκου ποταμού έως τα όρια της λίμνης Λυσιμαχεία. Η γέφυρα Μάστρο-Κατοχή βυθίζεται σε αυτό το σενάριο (Σενάριο 6) με μέγιστο βάθος ροής φθάνει τα 0.82 m (Πίνακας 5-23Π), ενώ η γέφυρα της Ιονίας οδού, η γέφυρα Νεοχωρίου – Κατοχή και Γούρια – Πεντάλοφο δεν κατακλύζονται σε καμία περίπτωση. Ο οικισμός Κατοχή πλημμυρίζει μερικώς με μέγιστα βάθη που κυμαίνονται περίπου στο 1.5 m και σε λίγα σημεία εκτός του κύριου οικισμού τα 1.5~2 m (Πίνακας 5-23Π), ενώ δεν επηρεάζεται καθόλου από το πλημμυρικό κύμα ο οικισμός της αρχαίας Στράτου. Επίσης, πλημμυρική ροή με μέγιστο βάθος 0.9 m φθάνει στο όριο του οικισμού Γούρια, χωρίς όμως να πλημμυρίζει ο οικισμός. Περιορισμένης έκτασης πλημμύρα εμφανίζεται και στο δέλτα του π.

Αχελώου, όπως και στα Σενάρια 4, 5. Παράλληλα δεν παρατηρείται υπερπήδηση της διώρυγας φυγής για περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ έτη (Σενάριο 6), όπως δεν παρατηρείται και για περιόδους επαναφοράς $T = 50$ έτη και $T = 100$ έτη (Σενάρια 4, 5).

Πίνακας 5-23Π: Μέγιστα βάθη ροής/βύθισης στους οικισμούς/γέφυρες για μέσες συνθήκες και περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη (Σενάρια 4, 5, 6)

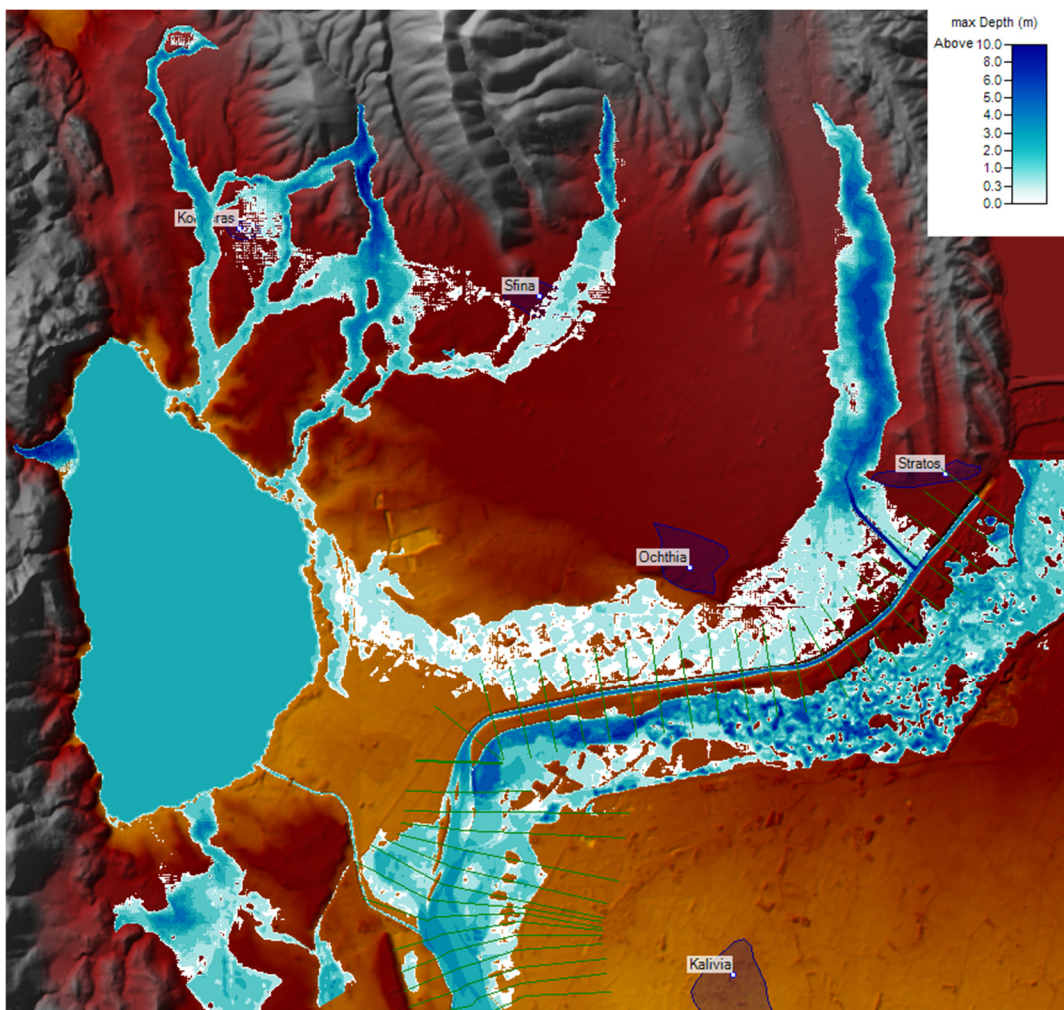
<i>Μέγιστα βάθη ροής/βύθισης στους οικισμούς/γέφυρες (m)</i>			
Μέσες Συνθήκες	T=50 έτη (Σενάριο 4)	T=100 έτη (Σενάριο 5)	T=1000 έτη (Σενάριο 6)
Κατοχή	0.8	1	1.5
Γέφυρα Μάστρο – Κατοχή	-	οριακά δεν βυθίζεται	0.8

Αναλόγως, η κατάκλυση από τον π. Γεροπόρο για γεγονότα χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης ($T = 1000$ έτη – Σενάριο 6) παρουσιάζει μέγιστα βάθη ροής στις πεδινές εκτάσεις που δεν ξεπερνούν το 1 m, ενώ στα ορεινότερα σημεία κοντά στις όχθες του ποταμού φθάνουν το μέγιστο το 1.5 m (Εικόνα 5-91).



Εικόνα 5-91: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής από τον π. Γεροπόρο για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη

Ανάλογα με τα γεγονότα υψηλής και μέσης πιθανότητας εμφάνισης, οι χείμαρροι στην βορειοδυτική πλευρά της περιοχής μελέτης δίδουν περιορισμένη κατάκλυση με μέγιστα βάθη ροής που δεν ξεπερνούν το 1 m ~ 1.5 m στις πεδινότερες περιοχές, χωρίς να επηρεάζεται σημαντικά κάποιος οικισμός, με εξαίρεση τον οικισμό Σφήνα στο όριο του οποίου φθάνει η πλημμυρική ροή με μέγιστο βάθος 0.7 m, χωρίς όμως να πλημμυρίζει. Από το πλημμυρικό κύμα του χειμάρρου που διέρχεται από το δημοτικό διαμέρισμα Λεπενούς προκύπτει κατάκλυση αντίστοιχα στην δυτική όχθη του Αχελώου ποταμού, με μέγιστα βάθη που δεν ξεπερνούν τα 0.8 m και χωρίς να γίνεται υπερπήδηση των αναχωμάτων.



Εικόνα 5-92: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής από τους χειμάρρους για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη

Η έξοδος του πλημμυρικού κύματος στη θάλασσα γίνεται κυρίως μέσω του δέλτα του ποταμού Αχελώου για T = 50, 100 και 1000 έτη, ενώ επιπλέον ένα μικρό μέρος εκβάλλει στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου, νότια του οικισμού Μαγούλα για T = 1000 έτη. Η πλημμυρική ροή στις πεδινές εκτάσεις, ως επί το πλείστον είναι μικρής έκτασης και δεν φθάνει στη θάλασσα αλλά χάνεται μέσω της διήθησης και της εξάτμισης. Αντίστοιχα το πλημμυρικό κύμα από τους χειμάρρους καταλήγει στο μεγαλύτερο μέρος του στη λίμνη του Οζερού και το υπόλοιπο διηθείται ή εξατμίζεται.

Οι μέγιστες ταχύτητες ροής στην περιοχή μελέτης για όλα τα σενάρια μέσω των συνθηκών (Σενάρια 4, 5, 6) δεν υπερβαίνουν στο μεγαλύτερο μέρος τους στις πεδινές εκτάσεις το 0.5 ~ 1 m/s ενώ εντός της ροής του π. Αχελώου εμφανίζουν μέση τιμή το 1.5 m/s. Στις ορεινές περιοχές η μέγιστη ταχύτητα διάδοσης του πλημμυρικού κύματος από τους χειμάρρους αυξάνεται και ξεπερνάει στα ορεινά σημεία τα 15 m/s σε όλα τα σενάρια μέσω των συνθηκών.

Οι χρόνοι άφιξης του πλημμυρικού κύματος στο χωριό Κατοχή κυμαίνονται περίπου μεταξύ των 45 – 50 hr από την έναρξη του υδρογραφήματος, ενώ η παραμονή του πλημμυρικού κύματος διαρκεί περίπου 180 – 220 hr. Η γέφυρα Μάστρο-Κατοχή βυθίζεται στις 49 hr και το πλημμυρικό κύμα παραμένει για 166 hr. Η μεγάλη διάρκεια παραμονής του πλημμυρικού κύματος οφείλεται στην μεγάλη διάρκεια των υδρογραφημάτων (372 hr) των εκχειλιστών του φράγματος του Στράτου και

στην ύπαρξη δύο τοπικών πλημμυρικών αιχμών, εκ των οποίων η πρώτη περίπου στις 57 hr και η δεύτερη στις 100 hr.

Αντίστοιχα οι μέγιστες παροχές που παρατηρούνται στην κυρίως κούφη του ποταμού Αχελώου για $T = 50$ έτη, $T = 100$ έτη και $T = 1000$ έτη (Σενάρια 4, 5, 6) φαίνονται στο επόμενο σχήμα (Εικόνα 5-93).



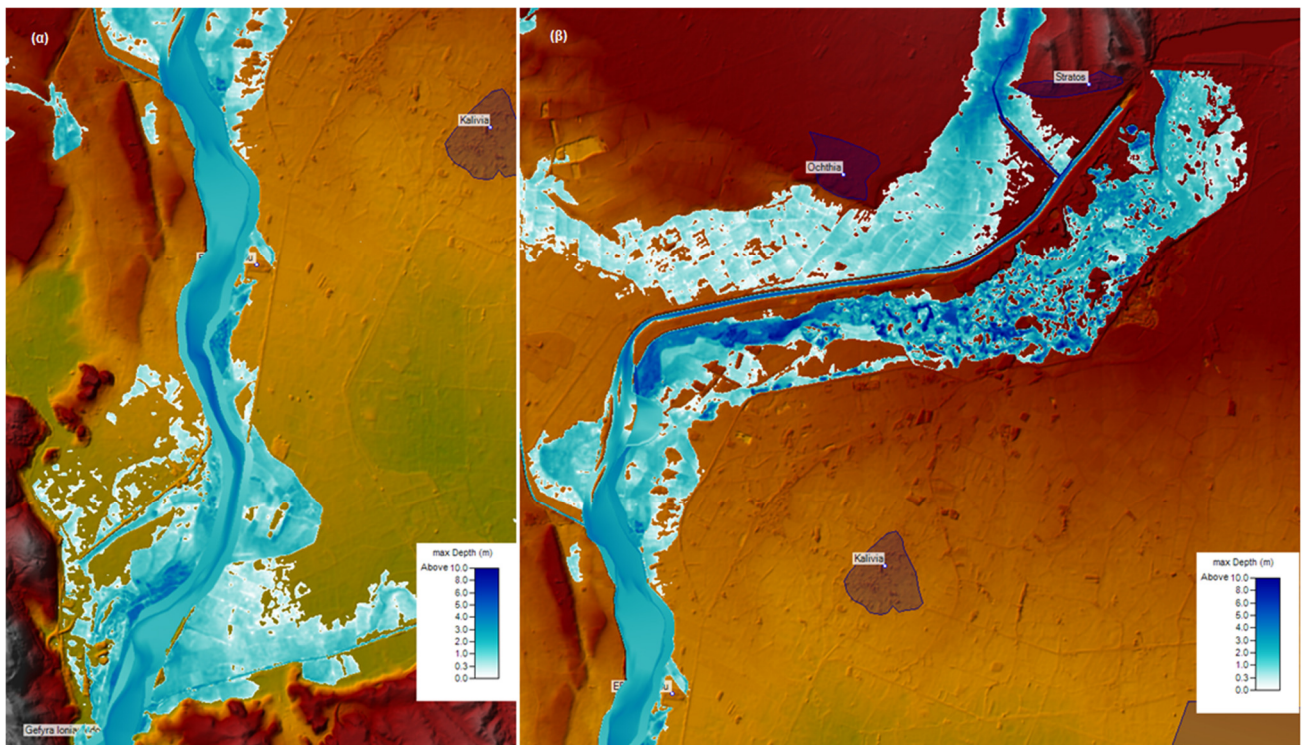
Εικόνα 5-93: Μέγιστες παροχές στην κούφη του π. Αχελώου για μέσες συνθήκες και $T = 50$ έτη (κόκκινη γραμμή), $T = 100$ έτη (μπλε γραμμή) και $T = 1000$ έτη (πράσινη γραμμή) (Σενάρια 4, 5, 6)

▪ Δυσμενείς Συνθήκες (Σενάρια 7, 8, 9)

Με βάση τα Σχήματα του αντίστοιχου Παραρτήματος παρατηρείται ότι, για τις δυσμενείς συνθήκες και για γεγονότα υψηλής και μέσης πιθανότητας υπέρβασης $T = 50$ και 100 έτη (Σενάρια 7, 8), η ζώνη κατάκλυσης είναι πιο διευρυμένη από τα αντίστοιχα σενάρια των μέσων συνθηκών. Στο ανάντη τμήμα η κατάκλυση που δίδει η λίμνη (κατάντη του φράγματος) του Στράτου διοδεύεται μέσω της παλαιάς κούφης στον ποταμό Αχελώο, χωρίς να ξεπερνάει την επαρχιακή οδό Νεαπόλεως – Αγ. Γεωργίου που περιορίζει την πλημμυρική άνω παλαιά κούφη του ποταμού. Από την κατάκλυση δεν επηρεάζεται η ΕΕΛ Αργινίου ενώ περιορισμένης έκτασης κατάκλυση παρατηρείται κατάντη αυτής και ανάντη της γέφυρας της Ιονίας οδού (Εικόνα 5-94) με μέγιστα βάθη ροής που κυμαίνονται ως επί το πλείστον μεταξύ $0.5 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$, ενώ δεν ξεπερνούν το 1.5 m και για τα δύο σενάρια μελέτης. Από την εν λόγω κατάκλυση τροφοδοτείται και ο Δίμηκος ποταμός (Εικόνα 5-19), ο οποίος διοδεύει τη πλημμυρική ροή ως τα όρια της λίμνης Λυσιμαχεία. Στο ανάντη τμήμα ένα μικρό μέρος της

πλημμυρικής ροής του π. Αχελώου διοδεύεται μέσω του καναλιού της λίμνης Οζερού στην εν λόγω λίμνη.

Στο κατάντη τμήμα και στο σενάριο 8 παρατηρείται σε πολλά σημεία υπερπήδηση της φυσικής όχθης και κατάκλυση των υψομετρικά χαμηλών περιοχών, δεδομένης και της εξαιρετικά μικρής κλίσης του πυθμένα σε αυτή τη περιοχή. Το αντίστοιχο φαινόμενο για το σενάριο 7 είναι περισσότερο περιορισμένο. Τα μέγιστα βάθη ροής στην συγκεκριμένη περιοχή δεν ξεπερνούν το 0.5 m ~ 1 m στο μεγαλύτερος μέρος τους, με εξαίρεση την περιοχή ανάντη του οικισμού Κατοχή (μέσο τμήμα) που τα μέγιστα βάθη φθάνουν τα 2.5 m, στα σενάρια 7 και 8, με πολύ μικρές διαφοροποιήσεις στο ευμενέστερο εκ των δύο. Επιπρόσθετα παρατηρείται ένωση της πλημμυρικής ροής από τον π. Αχελώο με την αντίστοιχη πλημμυρική ροή από το π. Γεροπόρο βόρεια και νοτιοδυτικά των λόφων Κατσάς και Παναγιάς και για τα δύο προαναφερθέντα σενάρια (Εικόνα 5-95). Από την κατάκλυση του π. Αχελώου βυθίζεται η γέφυρα Μάστρο-Κατοχή, με μέγιστο βάθος υπερπήδησης τα 0.33 m και 0.65 m για τα σενάρια 7, 8 αντίστοιχα (Πίνακας 5-24), ενώ η γέφυρα της Ιονίας οδού, η γέφυρα Νεοχωρίου-Κατοχή και Γούρια-Πεντάλοφο δεν κατακλύζονται σε καμία περίπτωση. Επίσης, κατακλύζεται ο οικισμός Κατοχή με μέγιστα βάθη που φθάνουν το 1 m και το 1.5 m στα σενάρια 7, 8 αντίστοιχα (Πίνακας 5-24). Τέλος, στις δυτικές παρυφές των οικισμών Γούρια και Μάστρο φθάνει το πλημμυρικό κύμα με μέγιστα βάθη 0.6 m και 0.8 m στα σενάρια 7, 8 αντίστοιχα, χωρίς όμως να πλημμυρίζει το σύνολο των οικισμών.

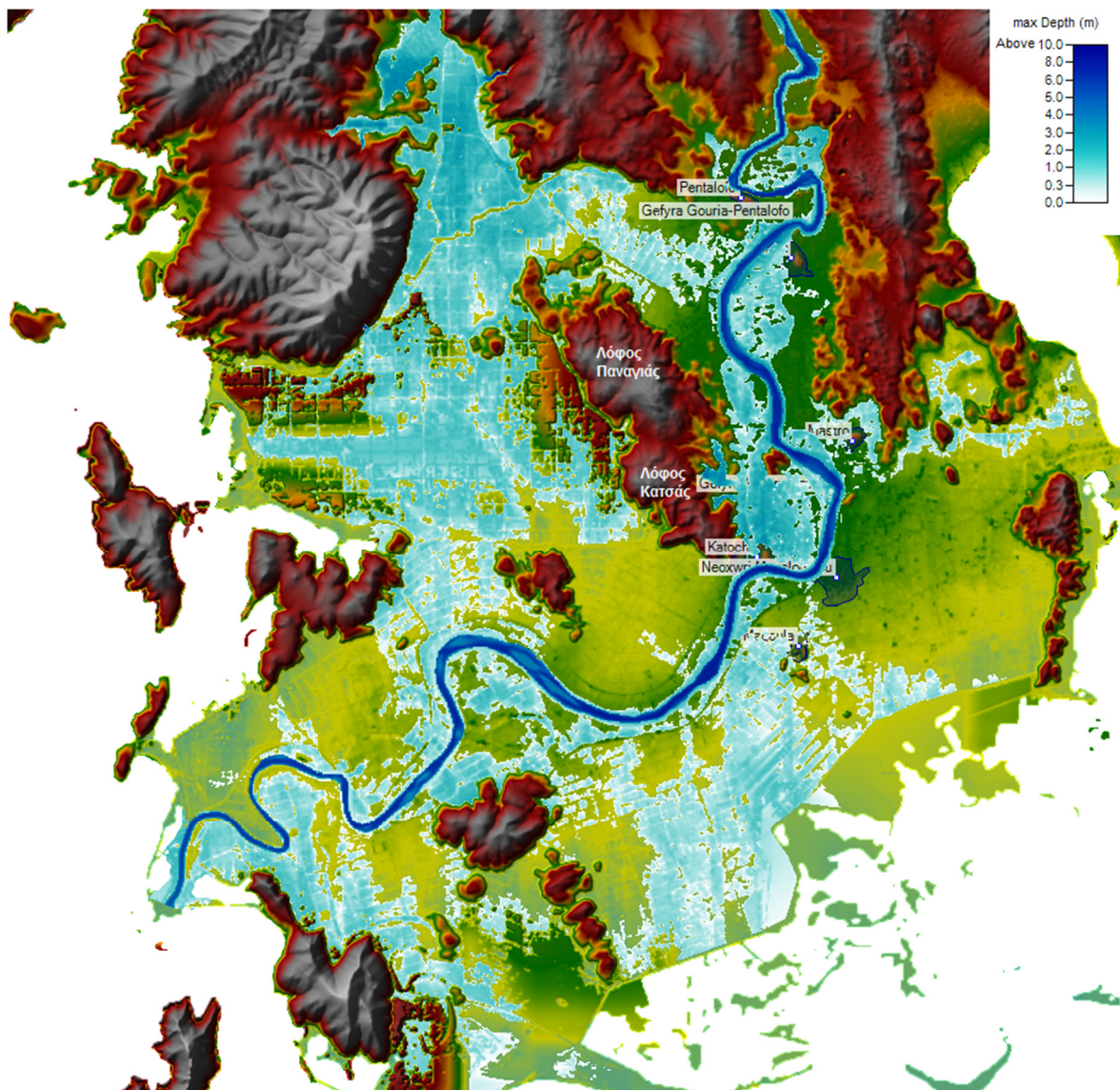


Εικόνα 5-94: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για δυσμενείς συνθήκες και T = 100 έτη (α) κατάντη της ΕΕΛ Αγρινίου και (β) στην παλαιά κοίτη του π. Αχελώου

Επιπλέον, κατάκλυση στο δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης δίδει και το υδατόρευμα Γεροπόρος χωρίς να επηρεάζεται κάποιος οικισμός στην εν λόγω περιοχή, ενώ τα μέγιστα βάθη ροής δεν ξεπερνούν το 1 m ~ 1.5 m στα σενάρια 7, 8 στις πεδινές εκτάσεις της λεκάνης απορροής του

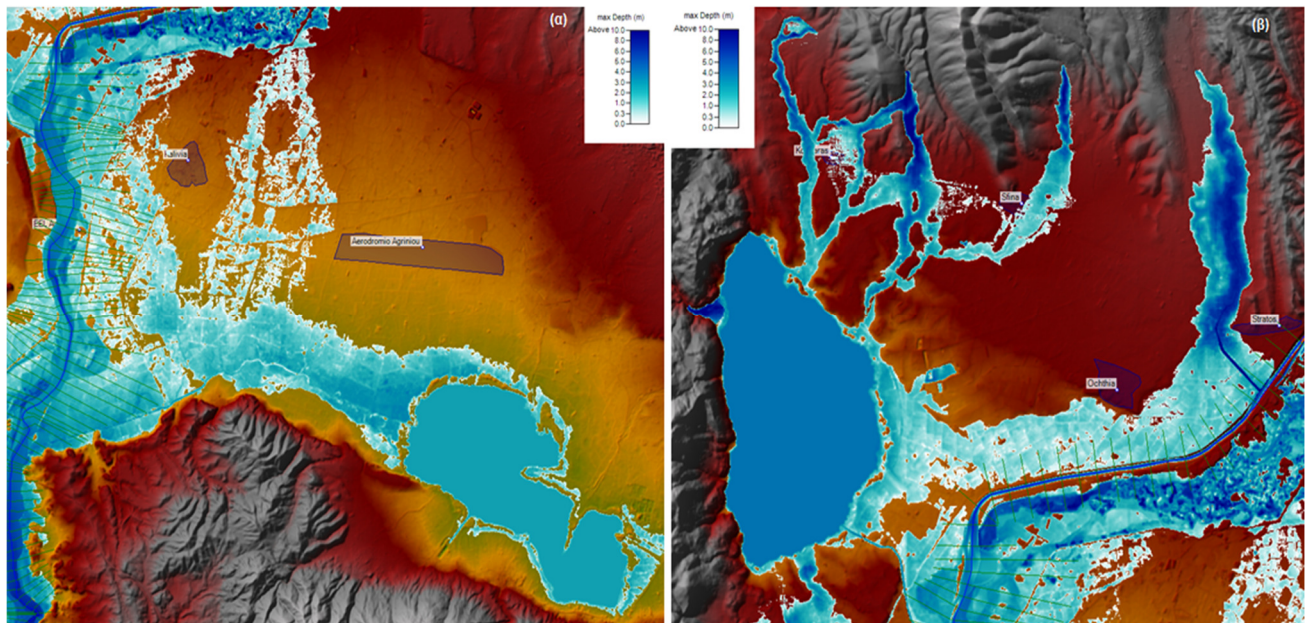
υδατορεύματος, και το 1.5 m ~ 2 m στα ίδια σενάρια στις ορεινές, κοντά στις όχθες περιοχές του (Εικόνα 5-95).

Τέλος, κατάκλυση στην βορειοδυτική πλευρά της περιοχής μελέτης και πιο συγκεκριμένα βόρεια και βορειοανατολικά της λίμνης Οζερός παρατηρείται από το πλημμυρικό κύμα των χειμάρρων. Τα μέγιστα βάθη ροής για περιόδους επαναφοράς $T = 50$ και 100 έτη δεν ξεπερνούν το 1.5 m στις πεδινότερες εκτάσεις της περιοχής και τα 2~2.5 m στα ορεινότερα σημεία. Μέρος της πλημμυρικής ροής του χειμάρρου που διέρχεται από το δημοτικό διαμέρισμα Λεπενούς διαδίδεται παράλληλα με τη δυτική όχθη της διώρυγας φυγής με μέγιστα βάθη ροής που κυμαίνονται μεταξύ 0.5 m ~ 1 m, χωρίς να υπερπηδά τα αναχώματα, και καταλήγει στη λίμνη Οζερός, ενώ το άλλο μέρος της πλημμυρικής ροής διοδεύεται στον Αχελώο ποταμό. Από τη συγκεκριμένη κατάκλυση δεν επηρεάζεται η αρχαία Στράτος, ούτε και ο νέος οικισμός ενώ επηρεάζεται ο οικισμός Σφήνα, ο οποίος στο σενάριο 8 κατακλύζεται με μέγιστα βάθη 1 m στο ανατολικό μέρος του (Πίνακας 5-24), ενώ στο σενάριο 7 φθάνει το πλημμυρικό κύμα στις παρυφές του με μέγιστο βάθος τα 0.6 m.



Εικόνα 5-95: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής από τον Αχελώο ποταμό και το ρεύμα του Γεροπόρου για δυσμενείς συνθήκες και $T = 100$ έτη στο κατάντη τμήμα

Για γεγονότα χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης $T = 1000$ έτη (Σενάριο 9), η ζώνη κατάκλυσης διαφοροποιείται σε σύγκριση με την αντίστοιχη ζώνη κατάκλυσης για $T = 50$ και 100 έτη και παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος. Στο ανάντη τμήμα παρατηρείται υπερχειλίση εκατέρωθεν από τις όχθες του π. Αχελώου με μέγιστα βάθη ροής που στο μεγαλύτερο μέρος τους φθάνουν το $1\text{ m} \sim 1.5\text{ m}$, ενώ σε λίγα σημεία φθάνουν τα $2 \sim 2.5\text{ m}$. Η κατάκλυση που δίδει η λίμνη (κατάντη του φράγματος) του Στράτου διοδεύεται στο μεγαλύτερο μέρος της μέσω της παλαιάς κοίτης στον ποταμό Αχελώο, ενώ ένα μικρό μέρος της ροής υπερχειλίζει την επαρχιακή οδό Νεαπόλεως - Αγ. Γεωργίου με νότια κατεύθυνση. Η πλημμυρική ροή από τον π. Αχελώο καταλήγει στη Λυσιμαχεία λίμνη μέσω του Δίμηκου ποταμού στα ανατολικά και στη λίμνη Οζερός μέσω του καναλιού της εν λόγω λίμνης στα δυτικά (Εικόνα 5-96). Από την κατάκλυση στο ανάντη τμήμα δεν επηρεάζεται η ΕΕΛ Αγρινίου. Στην διώρυγα φυγής δεν παρατηρείται υπερπήδηση των ιδεατών πλευρικών ορίων σε κανένα σενάριο δυσμενών συνθηκών (Σενάρια 7, 8, 9). Στο κατάντη και μέσο τμήμα, η ζώνη κατάκλυσης καταλαμβάνει το σύνολο σχεδόν των πεδινών εκτάσεων της περιοχής μελέτης με μέγιστα βάθη που στο μεγαλύτερο μέρος τους κυμαίνονται μεταξύ $0.5 \sim 1.5\text{ m}$ ενώ σε κάποια σημεία φθάνουν τα $2 \sim 3\text{ m}$. Από την κατάκλυση επηρεάζονται οι οικισμοί Κατοχή με μέγιστα βάθη το $1.5\text{ m} \sim 2\text{ m}$ και τα Γούρια με μέγιστο βάθος το 1.3 m (Πίνακας 5-24). Το πλημμυρικό κύμα φθάνει στα όρια του οικισμού Μαγούλα με μέγιστο βάθος που φθάνει τα 0.6 m και του οικισμού Μάστρο με μέγιστο βάθος το 1.5 m , χωρίς όμως να επηρεάζει τους οικισμούς, παρά καλλιεργήσιμες περισσότερες εκτάσεις, λόγω της θέσης του οικισμού πάνω σε λόφο. Οι γέφυρες που βυθίζονται στο σενάριο 9 είναι η γέφυρα Γούρια-Πεντάλοφο και η γέφυρα Μάστρο - Κατοχή με μέγιστο βάθος υπερπήδησης στα 0.4 m και 1.21 m αντίστοιχα (Πίνακας 5-24), ενώ η γέφυρα της Ιονίας οδού και η γέφυρα Νεοχωρίου - Κατοχή δεν κατακλύζονται σε καμία περίπτωση.



Εικόνα 5-96: Ζώνη κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής των λιμνών (α) Λυσιμαχεία και (β) Οζερού για δυσμενείς συνθήκες και $T = 1000$ έτη στο κατάντη τμήμα

Πίνακας 5-24: Μέγιστα βάθη ροής/βύθισης στους οικισμούς/γέφυρες για δυσμενείς συνθήκες και περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη (Σενάρια 7, 8, 9)

<i>Μέγιστα βάθη ροής/βύθισης στους οικισμούς/γέφυρες (m)</i>			
Δυσμενείς Συνθήκες	T = 50 έτη (Σενάριο 7)	T = 100 έτη (Σενάριο 8)	T = 1000 έτη (Σενάριο 9)
Γούρια	-	-	1.3
Κατοχή	1	1.5	1.5-2
Σφήνα	-	1	1
Γέφυρα Γούρια-Πεντάλοφο	-	-	0.4
Γέφυρα Μάστρο – Κατοχή	0.3	0.6	1.2

Η ζώνη κατάκλυσης από τον π. Γεροπόρο δίνει βάθη που κυμαίνονται μεταξύ 1.5~2 m στα πεδινά και κατάντη μέρος της λεκάνης απορροής του, ενώ φθάνουν τα 2 m ~ 2.5 m στα ορεινότερα, κοντά στις όχθες του υδατορεύματος, σημεία της περιοχής. Η παρούσα κατάκλυση συνδέεται με τη ζώνη κατάκλυσης από τον Αχελώο ποταμό βόρεια και νοτιοδυτικά των λόφων Κατσάς και Παναγιάς και δεν επηρεάζει κάποιον οικισμό.

Αντίστοιχα, το πλημμυρικό κύμα από τους χειμάρρους στην βορειοδυτική πλευρά της περιοχής μελέτης ακολουθεί ανάλογη πορεία με αυτή των υπόλοιπων σεναρίων (Σενάρια 7, 8), χωρίς να υπερπηδά τα δυτικά αναχώματα της διώρυγας φυγής του Αχελώου ποταμού. Τα μέγιστα βάθη στο πλημμυρικό πεδίο δεν ξεπερνούν στα χαμηλότερα υψομετρικώς σημεία το 1.5 m ενώ στις ορεινότερες περιοχές και κοντά στις όχθες φθάνουν τα 3 m ~ 3.5 m. Από την κατάκλυση επηρεάζεται ο οικισμός Σφήνα με μέγιστο βάθος ροής το 1 m (Πίνακας 5-24). Εκτός του πλημμυρικού πεδίου βρίσκεται η αρχαία Στράτος και ο νέος οικισμός Στράτου.

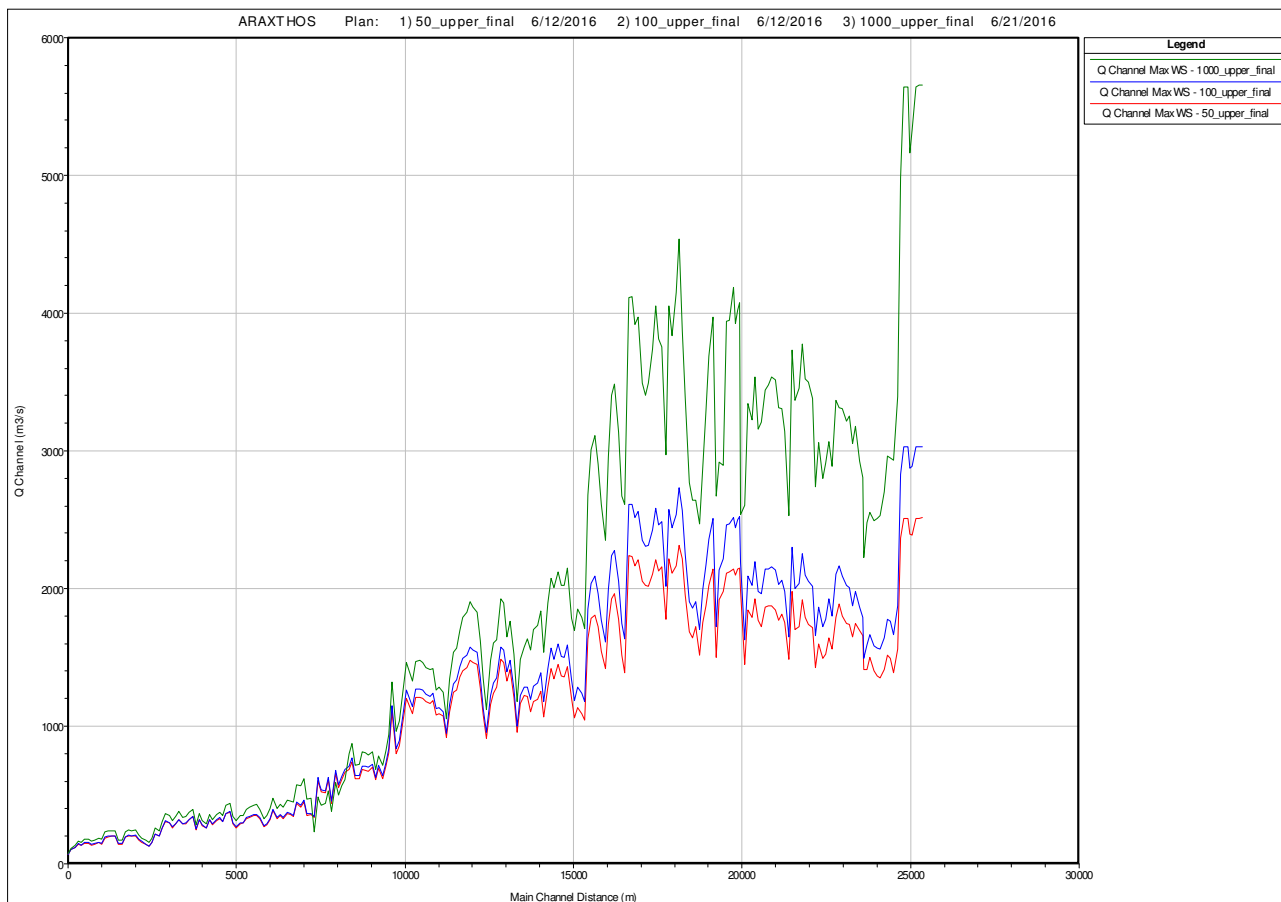
Η έξοδος του πλημμυρικού κύματος στη θάλασσα για το σενάριο 7 γίνεται στις δυτικές ακτές της περιοχής μελέτης στο Ιόνιο πέλαγος και στο νοτιοδυτικό μέρος της μέσω του δέλτα του π. Αχελώου στο Ιόνιο πέλαγος και στον Όρμο Διόνη. Στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης εκβάλλει κατάντη του οικισμού Μαγούλα στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου. Στα σενάρια 8, 9 εκβάλλει επιπλέον και στη λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού.

Οι μέγιστες ταχύτητες ροής στην περιοχή μελέτης για όλα τα σενάρια δυσμενών συνθηκών (Σενάρια 7, 8, 9) δεν υπερβαίνουν στο μεγαλύτερο μέρος τους στις πεδινές εκτάσεις το 0.5 ~ 1 m/s ενώ εντός της ροής του π. Αχελώου εμφανίζουν μέση τιμή περί τα 1.7 m/s. Στις ορεινές περιοχές η μέγιστη ταχύτητα διάδοσης του πλημμυρικού κύματος από τους χειμάρρους αυξάνεται και ξεπερνάει στα ορεινά σημεία τα 15 m/s για όλα τα σενάρια δυσμενών συνθηκών.

Οι χρόνοι άφιξης του πλημμυρικού κύματος στο χωριό Κατοχή είναι 40 hr, 36 hr και 43 hr για τα σενάρια 7, 8, 9 αντίστοιχα ενώ οι χρόνοι παραμονής κυμαίνονται μεταξύ 211 ~ 256 hr και αυξάνονται όσο πιο δυσμενές είναι το σενάριο. Ανάλογα, οι χρόνοι άφιξης για τον οικισμό Σφήνα είναι περίπου 20 hr και 28 hr και οι χρόνοι παραμονής 14 hr και 24 hr για τα σενάρια 8, 9 αντίστοιχα, ενώ στα Γούρια η άφιξη του πλημμυρικού κύματος είναι στις 45 hr και ο χρόνος παραμονής στις 119 για το σενάριο 9. Παρατηρείται ότι όσο πιο δυσμενές είναι το σενάριο, τόσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια παραμονής και τόσο πιο μικρός ο χρόνος άφιξης του πλημμυρικού κύματος, με εξαίρεση το σενάριο 9 ($T = 1000$ έτη), που λόγω της μεταγενέστερης άφιξης της αιχμής του υδρογραφήματος, οι χρόνοι άφιξης είναι μεγαλύτεροι από τα σενάρια 7, 8. Ανάλογο φαινόμενο παρατηρείται και στους χρόνους

άφιξης και παραμονής του πλημμυρικού κύματος στις γέφυρες, όπου για τη γέφυρα Μάστρο-Κατοχή οι χρόνοι άφιξης είναι 39 hr (1^η άφιξη) – 104 hr (2^η άφιξη), 35 hr και 43 hr και οι χρόνοι παραμονής είναι 28 hr (1^η άφιξη) - 55 hr (2^η άφιξη), 156 hr και 172 hr για τα σενάρια 7, 8, 9 αντίστοιχα, ενώ για τη γέφυρα Γούρια-Πεντάλοφο οι χρόνοι άφιξης είναι 49 hr (1^η άφιξη) – 78 hr (2^η άφιξη) και οι χρόνοι παραμονής 22 hr (1^η άφιξη) – 73 hr (2^η άφιξη) για το σενάριο 9. Στις γέφυρες παρατηρείται σε κάποια σενάρια δύο διαφορετικοί χρόνοι άφιξης και παραμονής λόγω της φύσης των υδρογραφημάτων των εκχειλιστών του φράγματος του Στράτου (κυρίαρχο υδρογράφημα), τα οποία εμφανίζουν δύο κορυφές (Εικόνα 5-59).

Οι μέγιστες παροχές που παρατηρούνται στην κυρίως κοίτη του ποταμού Αχελώου για $T = 50$ έτη, $T = 100$ έτη και $T = 1000$ έτη (Σενάρια 7, 8, 9) φαίνονται στο επόμενο σχήμα (Εικόνα 5-97).



Εικόνα 5-97: Μέγιστες παροχές στην κοίτη του π. Αχελώου για δυσμενείς συνθήκες και $T = 50$ έτη (κόκκινη γραμμή), $T = 100$ έτη (μπλε γραμμή) και $T = 1000$ έτη (πράσινη γραμμή) (Σενάρια 7, 8, 9)

ο Συμπεράσματα

Από τη διερεύνηση που παρουσιάστηκε εκτενώς στα προηγούμενα εδάφια και από την παρουσίαση και τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης για κάθε σενάριο ξεχωριστά προκύπτουν τα ακόλουθα:

➤ **Ευμενείς συνθήκες – Σενάρια 1, 2, 3:** Για τα σενάρια 1, 2, 3 με παροχές των υδρογραφημάτων των εκχειλιστών του φράγματος του Στράτου που δεν ξεπερνούν τα $900 \text{ m}^3/\text{s}$ και παροχές από τη λεκάνη απορροής του π. Αχελώου που φθάνουν τα $126.88 \text{ m}^3/\text{s}$ και του π. Γεροπόρου

που φθάνουν τα 82.79 m³/s (Πίνακας 5-9), η ζώνη κατάκλυσης στην λεκάνη απορροής των δύο ποταμών είναι σημαντικά περιορισμένη. Τα μέγιστα βάθη ροής για το δυσμενέστερο σενάριο δεν ξεπερνούν το 0.5 m ~ 1 m στο μεγαλύτερο μέρος της πλημμυρικής ζώνης, ενώ τοπικά σε ορεινά σημεία και κοντά στις όχθες των χειμάρρων μπορεί να φθάσουν το 1 m ~ 1.5 m. Από την εν λόγω κατάκλυση δεν πλημμυρίζει κάποιος οικισμός, ούτε παρατηρείται υπερπήδηση κάποιας γέφυρας του π. Αχελώου. Η κλίση και τα υψόμετρα του εδάφους είναι τέτοια που οδηγούν το πλημμυρικό κύμα εντός της φυσικής κοίτης του ποταμού Αχελώου, με αποτέλεσμα να διοχετεύονται με ασφάλεια παροχές της τάξης των 884,81 m³/s στην εκβολή του στο Ιόνιο πέλαγος.

➤ **Μέσες συνθήκες – Σενάρια 4, 5, 6:** Για τα σενάρια 4, 5, 6 με παροχές των υδρογραφημάτων των εκχειλιστών του φράγματος του Στράτου που δεν ξεπερνούν τα 2058.08 m³/s και παροχές από τη λεκάνη απορροής του π. Αχελώου που φθάνουν τα 234.97 m³/s και του π. Γεροπόρου που φθάνουν τα 326.26 m³/s (Πίνακας 5-9), η ζώνη κατάκλυσης είναι πιο εκτεταμένη, ειδικά στο σενάριο 6. Παρ' όλ' αυτά δεν επηρεάζεται σημαντικά κάποιος οικισμός ή γέφυρα. Συγκεκριμένα πλημμυρίζει 1 από τους συνολικά 11 οικισμούς που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη, ο οποίος είναι ο οικισμός Κατοχή με μέγιστο βάθος ροής το 1.5 m (μέση τιμή) για το δυσμενέστερο σενάριο (σενάριο 6). Αντίστοιχα από τις 4 γέφυρες που διασχίζουν τον Αχελώο ποταμό, μόνο η γέφυρα Μάστρο-Κατοχή υπερπηδάται με μέγιστο βάθος 0.8 m στο σενάριο 6, ενώ στο σενάριο 5 δεν πλημμυρίζει οριακά. Αξίζει να αναφερθεί πως δεν κατακλύζονται σε κανένα από τα σενάρια μέσω συνθηκών η ΕΕΛ Αγρινίου, ο οικισμός της αρχαίας Στράτου (και ο αντίστοιχος νέος οικισμός) και το αεροδρόμιο του Αγρινίου. Τα μέγιστα βάθη ροής για το δυσμενέστερο σενάριο δεν ξεπερνούν το 1 m στο μεγαλύτερο μέρος της πλημμυρικής ζώνης, ενώ τοπικά σε ορεινά σημεία και κοντά στις όχθες των χειμάρρων μπορεί να φθάσουν 2 ~ 3 m. Οι μέγιστες ταχύτητες διάδοσης του πλημμυρικού κύματος δεν ξεπερνούν στην πλημμυρική ζώνη το 0.5 ~ 1 m/s στις πεδινές περιοχές, ενώ ξεπερνούν τα 15 m/s σε ορισμένα ορεινά σημεία. Οι χρόνοι άφιξης του πλημμυρικού κύματος κυμαίνονται από 45 hr έως 49 hr και οι χρόνοι παραμονής από 166 hr έως 225 hr.

➤ **Δυσμενείς συνθήκες – Σενάρια 7, 8, 9:** Για τα σενάρια 7, 8, 9 με παροχές των υδρογραφημάτων των εκχειλιστών του φράγματος του Στράτου που φθάνουν τα 4208.64 m³/s και παροχές από τη λεκάνη απορροής του π. Αχελώου που φθάνουν τα 346.98 m³/s και του π. Γεροπόρου που φθάνουν τα 579.21 m³/s (Πίνακας 5-9), η ζώνη κατάκλυσης παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος στο κατάντη και μέσο τμήμα του ποταμού, ενώ παρουσιάζονται μόνο μικρές διαφοροποιήσεις στο ανάντη τμήμα για τα σενάρια 7, 8 συγκριτικά με τα αντίστοιχα σενάρια στις μέσες συνθήκες. Στο σενάριο 9, η ζώνη κατάκλυσης είναι σαφώς μεγαλύτερη σ' όλο το μήκος του ποταμού Αχελώου. Τα μέγιστα βάθη ροής για το δυσμενέστερο σενάριο κυμαίνονται μεταξύ 0.5 m ~ 1.5 m στο μεγαλύτερο μέρος της πλημμυρικής ζώνης, ενώ τοπικά σε ορεινά σημεία και κοντά στις όχθες των χειμάρρων μπορεί να φθάσουν τα 3 m. Από την κατάκλυση των δυσμενών συνθηκών πλημμυρίζει 1 οικισμός (Κατοχή) από τους συνολικά 11 στο σενάριο 7 με μέγιστο βάθος το 1 m, 2 οικισμοί (Κατοχή και Σφήνα) στο σενάριο 8 με μέγιστο βάθος το 1.5 m και 1 m αντίστοιχα και 3 οικισμοί (Κατοχή, Γούρια και Σφήνα) στο σενάριο 9 με μέγιστο βάθος το 1.5 m ~ 2 m, 1.3 m και 1 m αντίστοιχα. Σε κάποιους οικισμούς φθάνει το πλημμυρικό κύμα στα όρια των κατοικημένων περιοχών με βάθη μικρότερα του 1.5 m. Αντίστοιχα βυθίζεται η γέφυρα Γούρια – Πεντάλοφο στο σενάριο 9 με μέγιστο βάθος τα 0.40 m και η γέφυρα Μάστρο – Κατοχή σε όλα τα σενάρια δυσμενών συνθηκών, με μέγιστο βάθος τα 1.21 m στο δυσμενέστερο εξ αυτών. Εκτός της κατακλυζόμενης περιοχής βρίσκεται η ΕΕΛ Αγρινίου, ο οικισμός της αρχαίας Στράτου (και ο αντίστοιχος νέος οικισμός) και το αεροδρόμιο του Αγρινίου. Οι μέγιστες ταχύτητες διάδοσης του πλημμυρικού κύματος δεν διαφέρουν από αυτές των μέσω συνθηκών, δεν ξεπερνούν δηλαδή το 0.5 ~ 1 m/s στις πεδινές περιοχές ενώ ξεπερνούν τα 15 m/s στις

ορεινές περιοχές. Οι χρόνοι άφιξης του πλημμυρικού κύματος κυμαίνονται από 20 hr έως 45 hr και οι χρόνοι παραμονής από 83 hr έως 256 hr.

Εν κατακλείδι, για τις δοσμένες υδρολογικές συνθήκες, η κατάκλυση της λεκάνης απορροής του π. Αχελώου κατάντη του φράγματος του Στράτου αναπτύσσει πλανώμενη ροή μικρού βάθους στα πεδινά αλλά μεγάλης έκτασης (στα δυσμενέστερα σενάρια των εκάστοτε συνθηκών, πέραν των ευμενών), λόγω των χαμηλών παρόχθιων εκτάσεων που δεν προστατεύονται από αναχώματα, καθώς και της συμβολής των παροχών που προέρχονται από τον π. Γεροπόρο αλλά και των παροχών των χειμάρρων της περιοχής. Από την ζώνη κατάκλυσης δεν επηρεάζονται σημαντικά οι περισσότεροι οικισμοί που λήφθηκαν υπόψη στην παρούσα μελέτη καθώς και άλλα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, όπως η ΕΕΛ Αγρινίου, ο οικισμός της αρχαίας Στράτου και το αεροδρόμιο του Αγρινίου. Ο οικισμός Κατοχή Αιτωλοακαρνανίας, από τα αποτελέσματα των αριθμητικών προσομοιώσεων, φαίνεται πιο επιρρεπής σε πλημμύρα στα περισσότερα εξεταζόμενα σενάρια.

Αναφορές

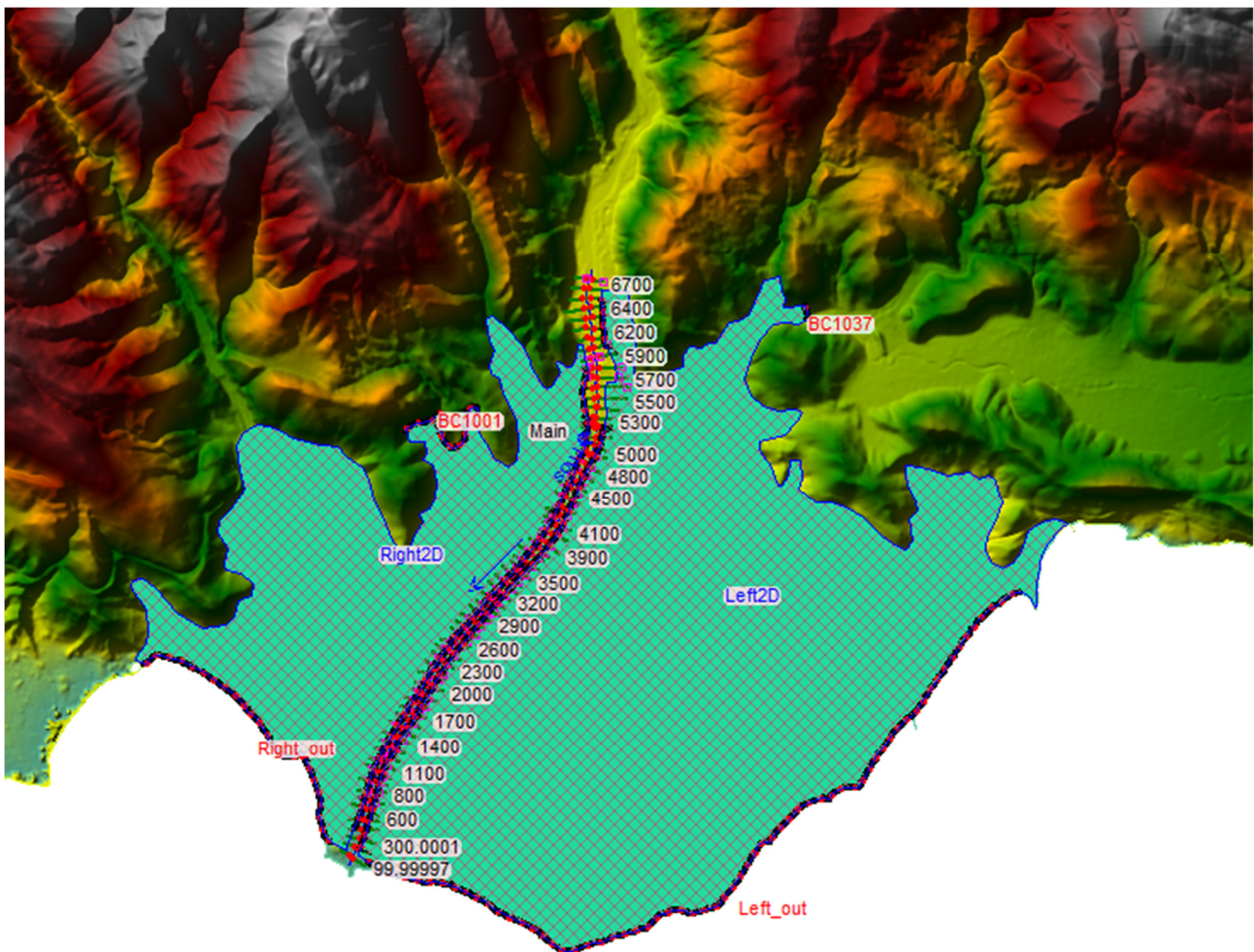
1. Casulli, V. «A high-resolution wetting and drying algorithm for free-surface hydrodynamics», International Journal for Numerical Methods in Fluids, vol. 60 (4), pp. 391-408, 2008.
2. De Vries, M. "A sensitivity analysis applied to morphological computations", Delft University of Technology, Comm. on Hydr., Rept: 85-2, 1985.
3. HEC-RAS 5.0.1, 2D Modeling Users Manual.
4. HEC-RAS 5.0.1, Applications Guide.
5. HEC-RAS 5.0.1, Hydraulic Reference Manual.
6. HEC-RAS 5.0.1, User's Manual.
7. Strahler H., Al. «Physical Geography: Science and Systems of the human environment», 3e. John Wiley & sons. International edition, 2005.
8. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ερευνητικό Έργο, «Έρευνα Κατάκλυσης Κοίτης Ποταμού Αχελώου Κατάντη του Φράγματος του Στράτου», Ερευνητική Ομάδα: Μέμος, Κ., Καραλής, Σ., Ζήρος, Θ., Ουρλόγλου, Ο., Εργοδότης: ΔΕΗ, 2010.
9. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ερευνητικό Έργο, «Έρευνα Διάδοσης Εξαιρετικών Πλημμυρών σε Περίπτωση Αστοχίας (Θραύσης) των Φραγμάτων και Εξέταση Πλημμυρικών Κυμάτων κατά τη Διόδευσή τους σε όλο το Μήκος του Ποταμού Αράχθου μέχρι τις Εκβολές του», Ερευνητική Ομάδα: Μέμος, Κ., Μεταλληνός, Α., Εμμανουηλίδου, Μ., Ε., Κλωνάρης, Γ., Ζήρος, Α., Εργοδότης: ΔΕΗ, 2013.
10. Προκαταρκτική Μελέτη «Ειδική Τεχνική Μελέτη για την Οικολογική Παροχή από το Φράγμα Στράτου. Απαιτούμενα έργα για την εξασφάλιση της θεσμοθετημένης οικολογικής παροχής». ECOS ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Α.Ε. 2009.

6 Λεκάνη Απορροής Μόρνου (GR21)

6.1 Αριθμητική Προσομοίωση

6.1.1 Εισαγωγή Γεωγραφικού Υποβάθρου

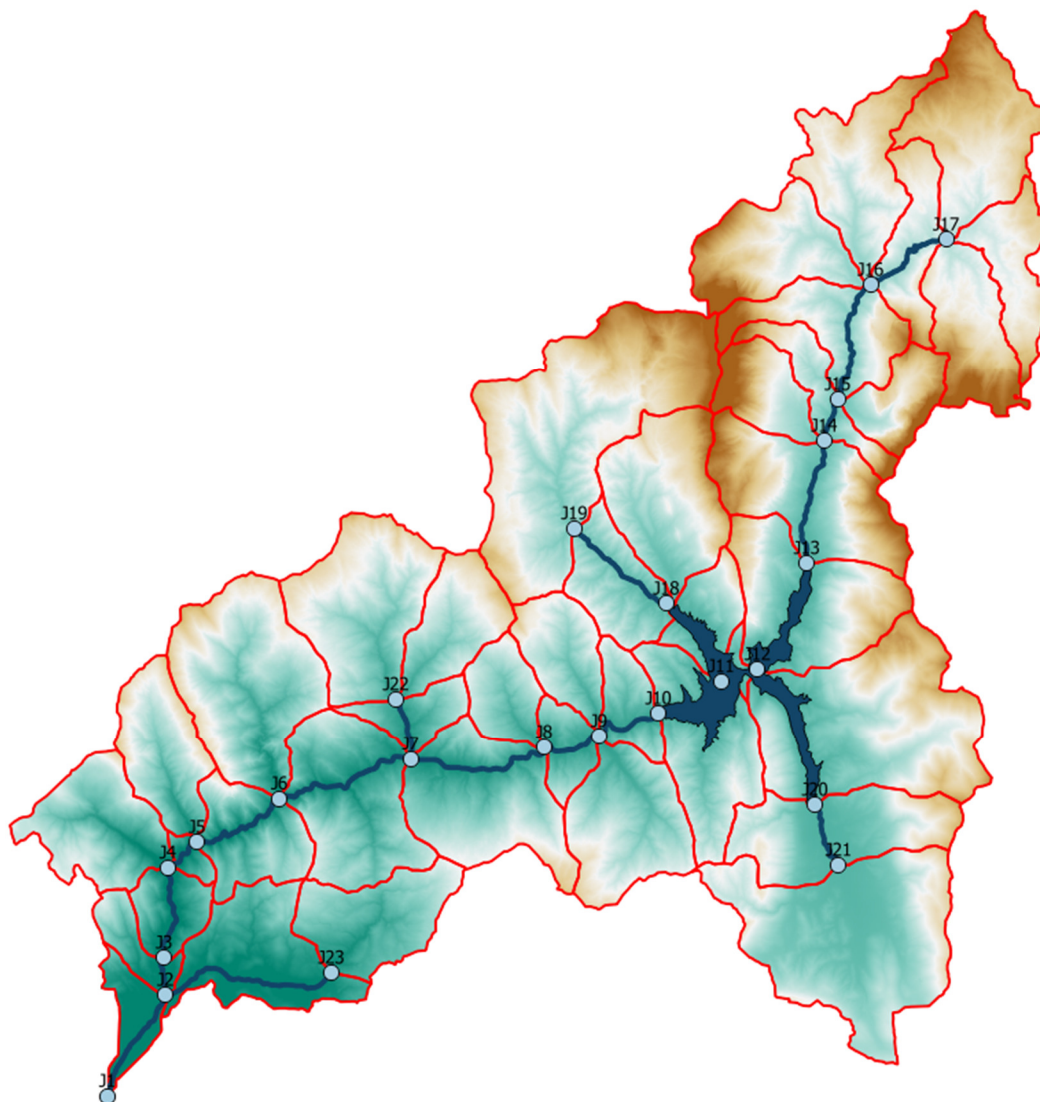
Για το γεωγραφικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ και τα στοιχεία από τις επί τόπου τοπογραφίες. Το γεωγραφικό υπόβαθρο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 6-1: Γεωγραφικό υπόβαθρο στην περιοχή της ΖΔΥΚΠ της λεκάνης Μόρνου

6.1.2 Υδρολογικά Δεδομένα

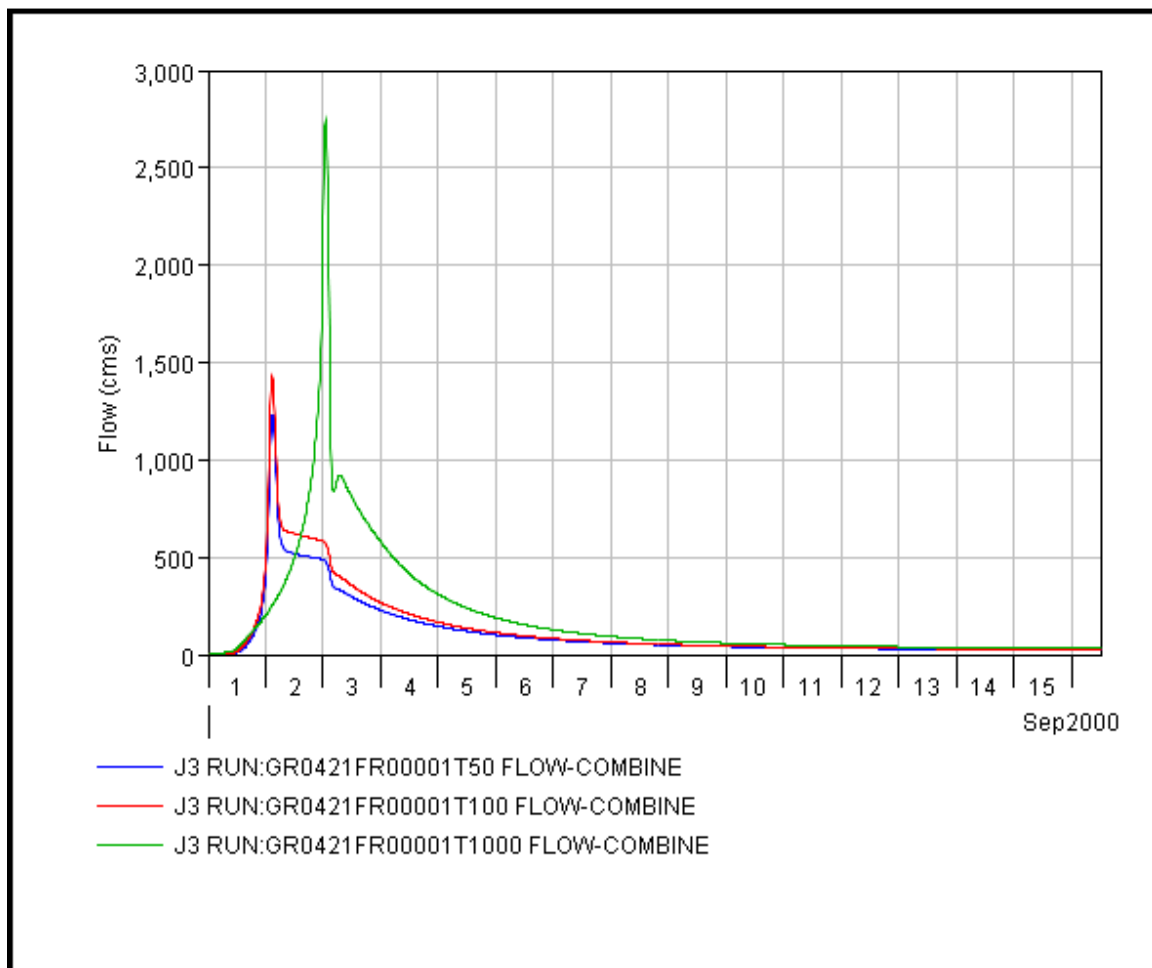
Η λεκάνη του Μόρνου περιλαμβάνει υπολεκάνες, κλάδους και κόμβους σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 6-2: Σχηματοποίηση υπολεκανών, κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της ΛΑΠ Μόρνου

Η ΖΔΥΚΠ βρίσκεται κατάντη του κόμβου J3.

Τα υδρογραφήματα των πλημμυρών T50, T100 και T1000 για μέσες συνθήκες στον κόμβο J3 παρουσιάζονται στην Εικόνα 6-3.

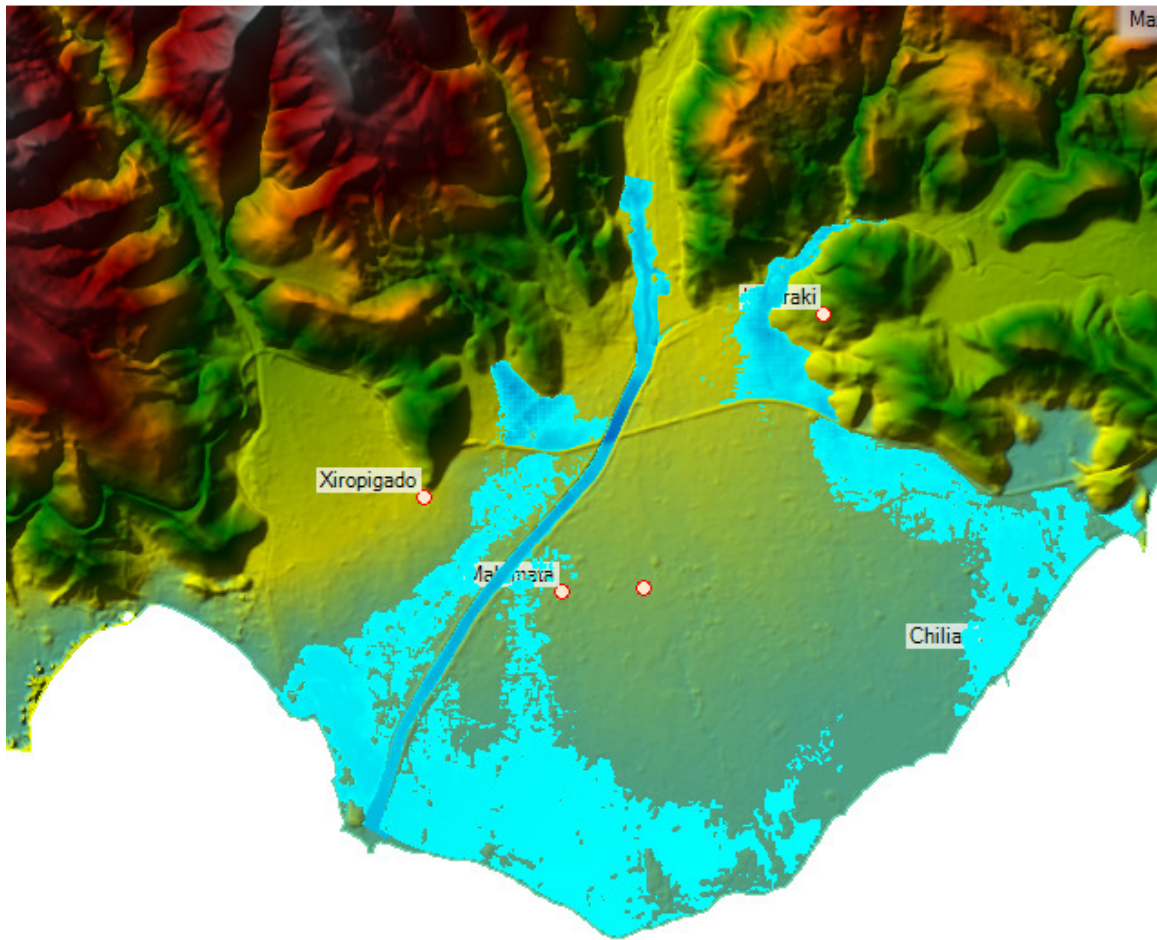


Εικόνα 6-3: Υδρογραφήματα εισόδου στον κόμβο J3 (μέσες συνθήκες)

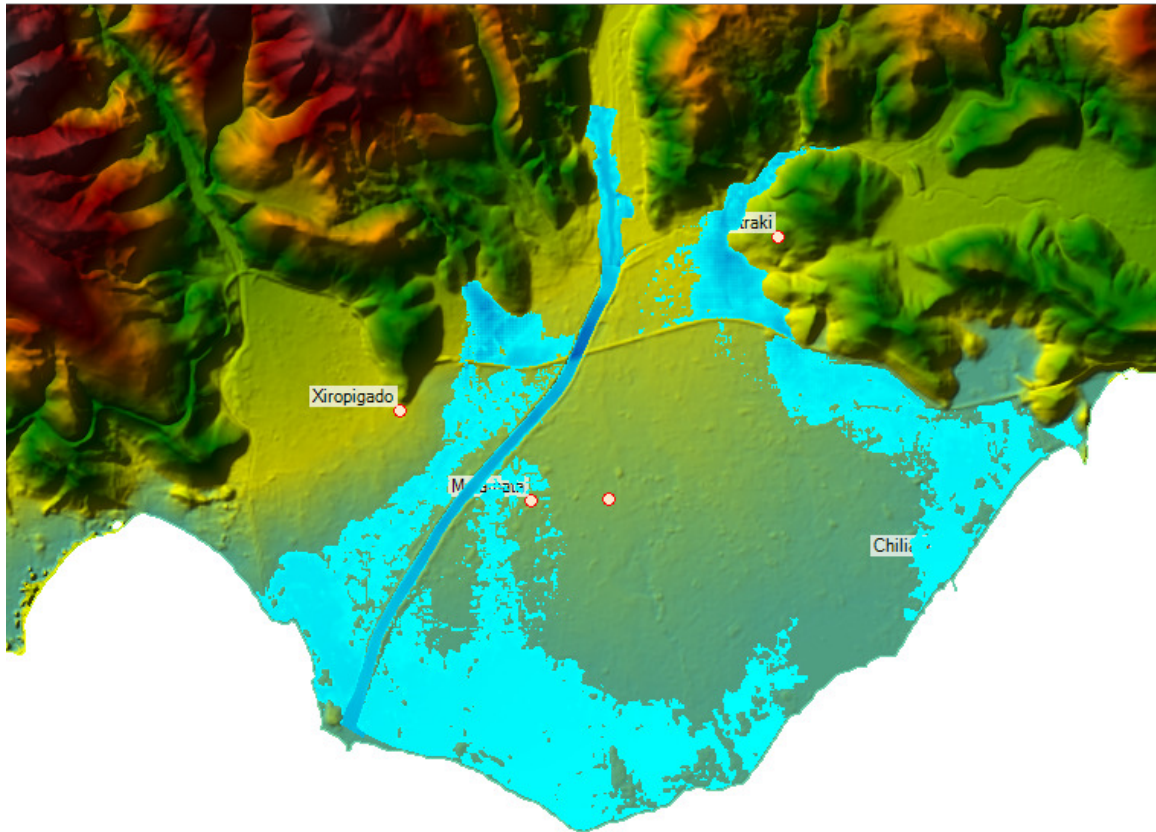
6.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αριθμητικών προσομοιώσεων για τα μέσα σενάρια.

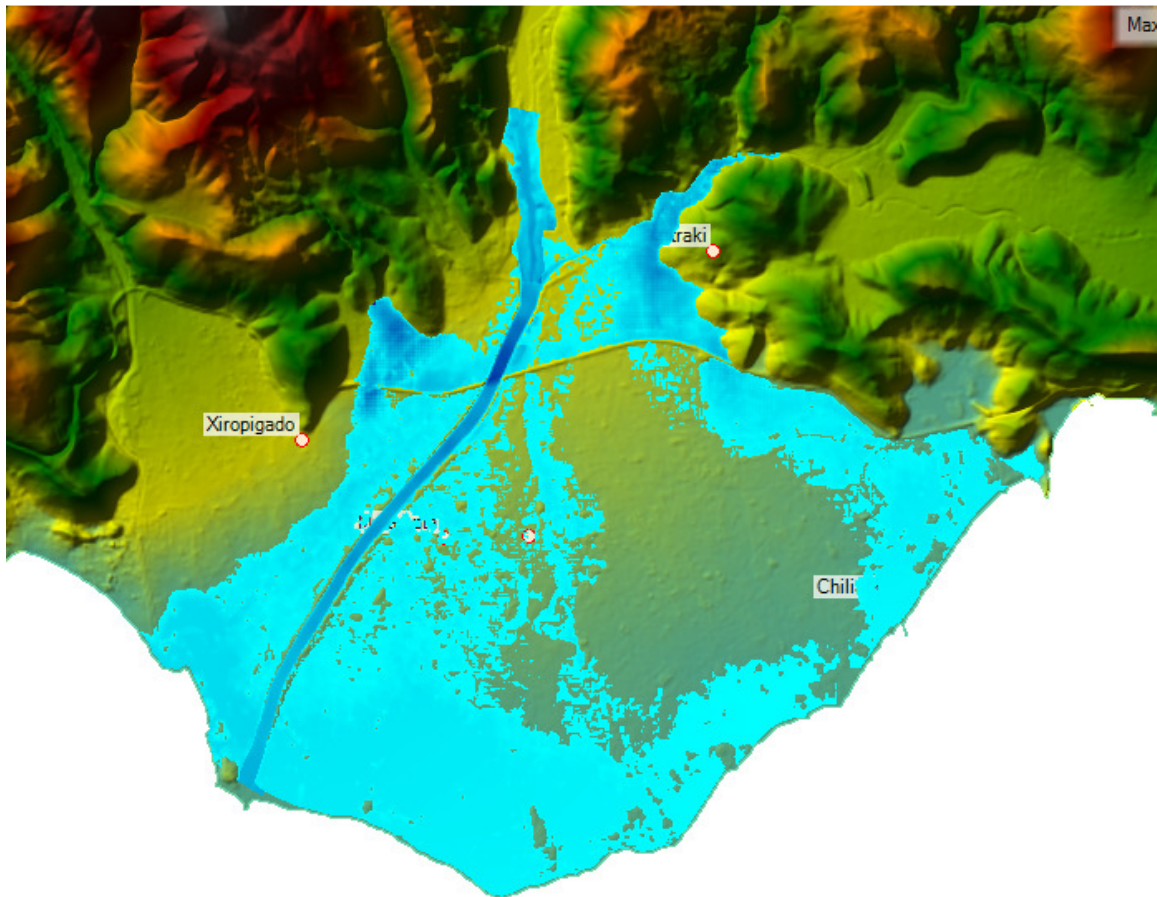
- Για το Σενάριο 4 (T=50 έτη) κατακλύζονται σημαντικό τμήμα του οικισμού Χιλιαδού και τμήμα του οικισμού Καστράκι, στην Π.Ε. Φωκίδος στα ανατολικά της ΖΔΥΚΠ GR04RAK0001, όπως και η ΕΕΛ Ναυπάκτου καθώς και τα Δημοτικά της Σφαγεία.
- Για το Σενάριο 5 (T=100 έτη) κατακλύζονται πέραν των παραπάνω ένα μικρό τμήμα του οικισμού Μαλάματα.
- Για το Σενάριο 6 (T=1000), κατακλύζονται ένα επιπλέον τμήμα του οικισμού Μαλάματα καθώς και ο οικισμός Άγιος Πολύκαρπος.
- Σε κανένα από τα 3 μέσα Σενάρια δεν επηρεάζονται τα έργα της Ιόνιας οδού.
- Τέλος, και στα 3 Σενάρια κατακλύζεται σημαντικό τμήμα καλλιεργούμενων εκτάσεων.



Εικόνα 6-4: Ζώνες κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και $T = 50$ έτη



Εικόνα 6-5: Ζώνες κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και $T = 100$ έτη



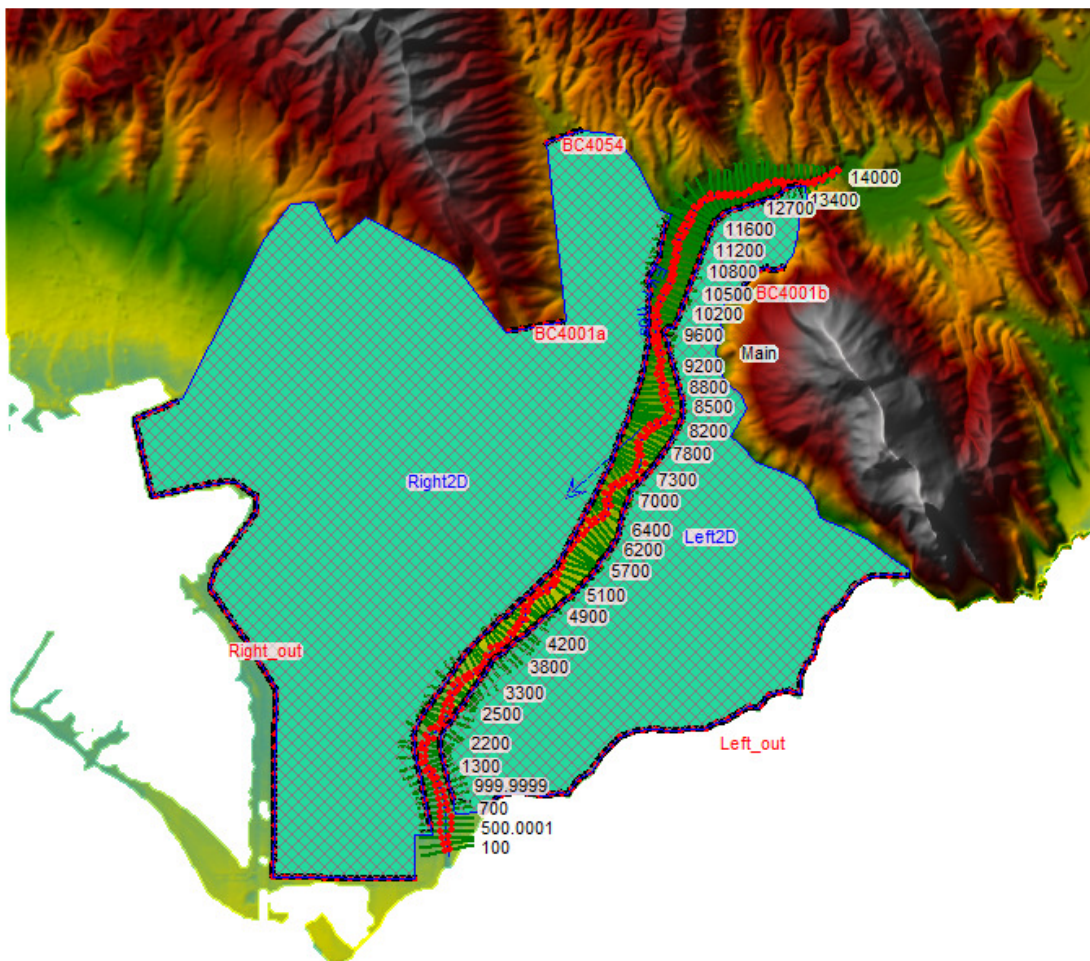
Εικόνα 6-6: Ζώνες κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και $T = 1000$ έτη

7 Λεκάνη Απορροής Ευήνου (GR20)

7.1 Αριθμητική Προσομοίωση

7.1.1 Εισαγωγή Γεωγραφικού Υποβάθρου

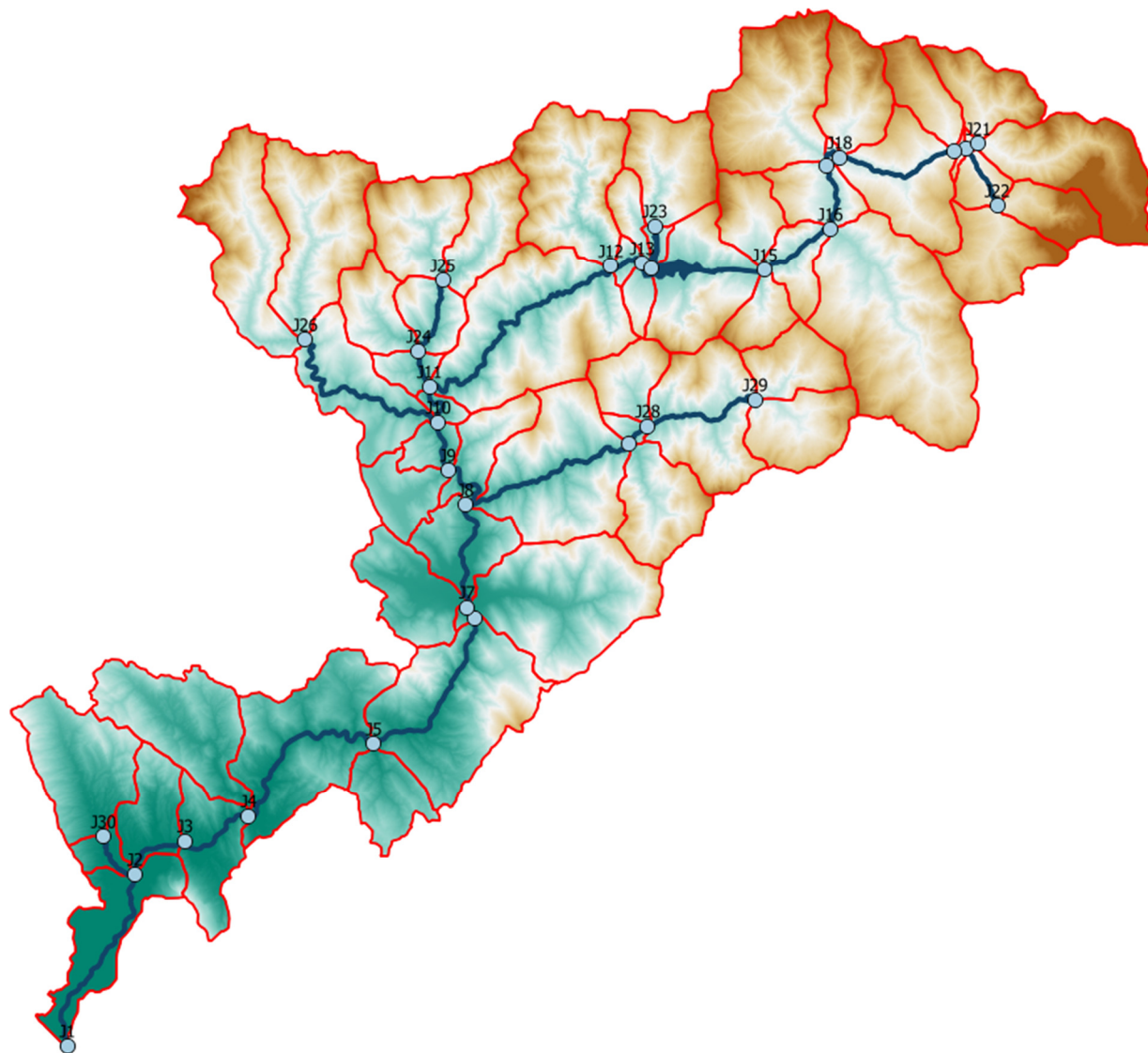
Για το γεωγραφικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ και τα στοιχεία από τις επί τόπου τοπογραφίες. Το γεωγραφικό υπόβαθρο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 7-1: Γεωγραφικό υπόβαθρο στην περιοχή της ΖΔΥΚΠ της λεκάνης Ευήνου

7.1.2 Υδρολογικά Δεδομένα

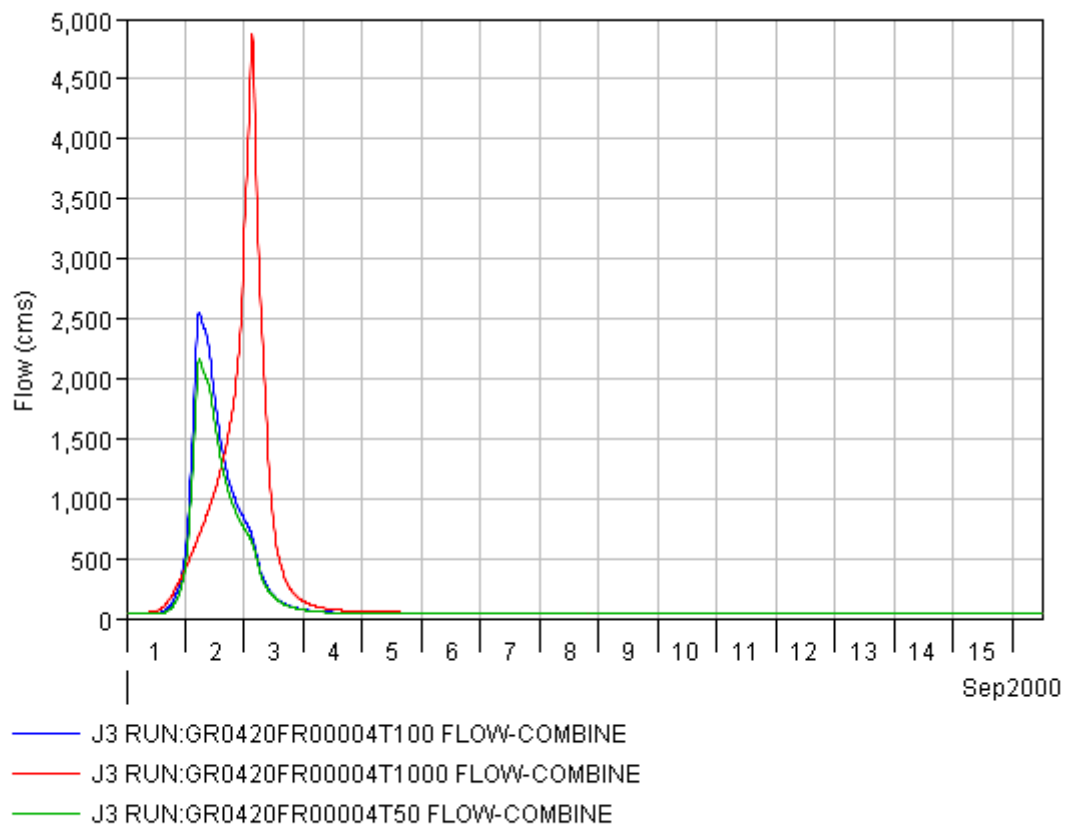
Η λεκάνη του Ευήνου περιλαμβάνει υπολεκάνες, κλάδους και κόμβους σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 7-2: Σχηματοποίηση υπολεκανών, κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της ΛΑΠ Μόρνου

Η ΖΔΥΚΠ βρίσκεται κατάντη του κόμβου J5.

Τα υδρογραφήματα των πλημμυρών T50, T100 και T1000 για μέσες συνθήκες στον κόμβο J5 παρουσιάζονται στην Εικόνα 7-3.

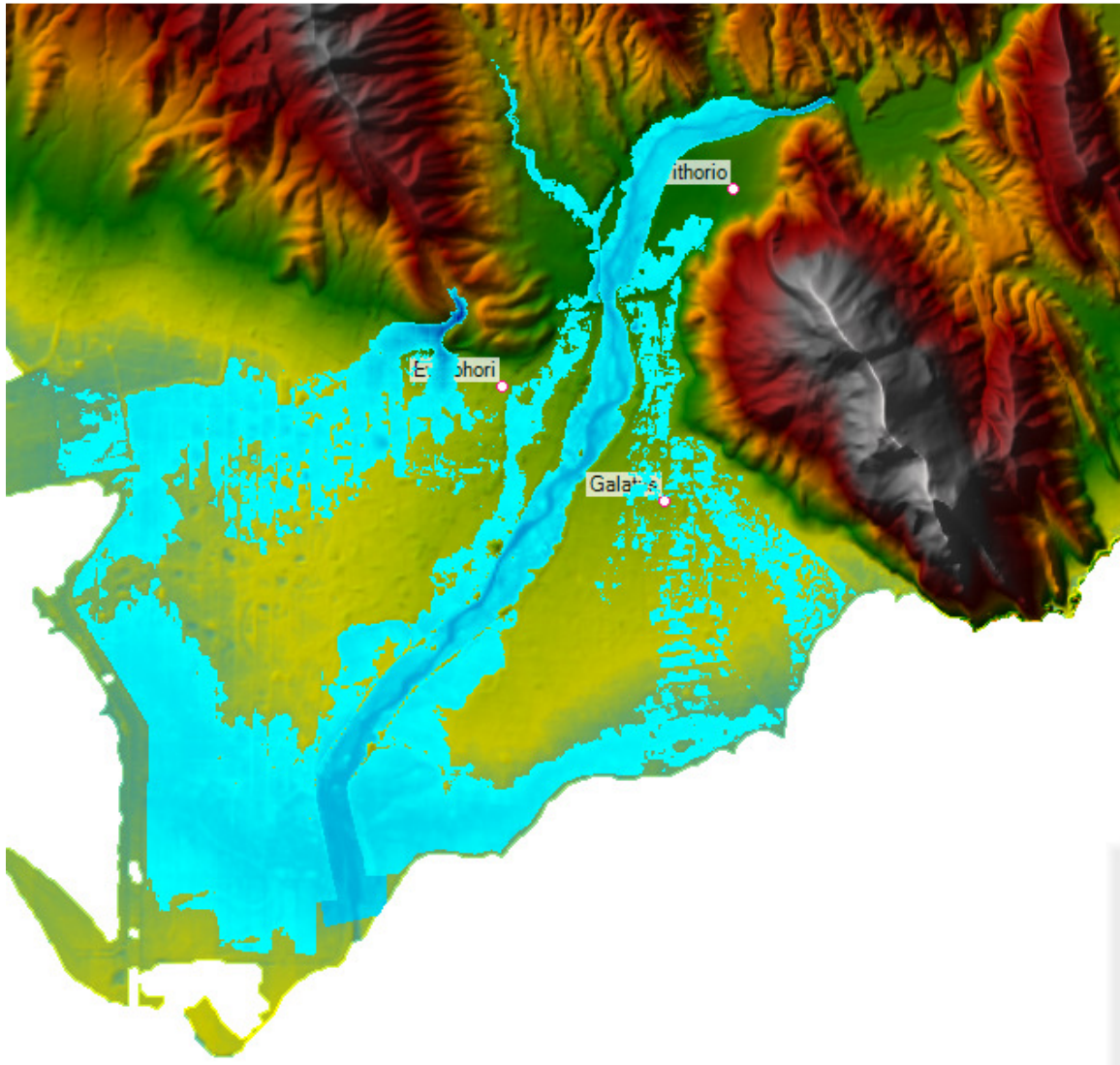


Εικόνα 7-3: Υδρογραφήματα εισόδου στον κόμβο J5 (μέσες συνθήκες)

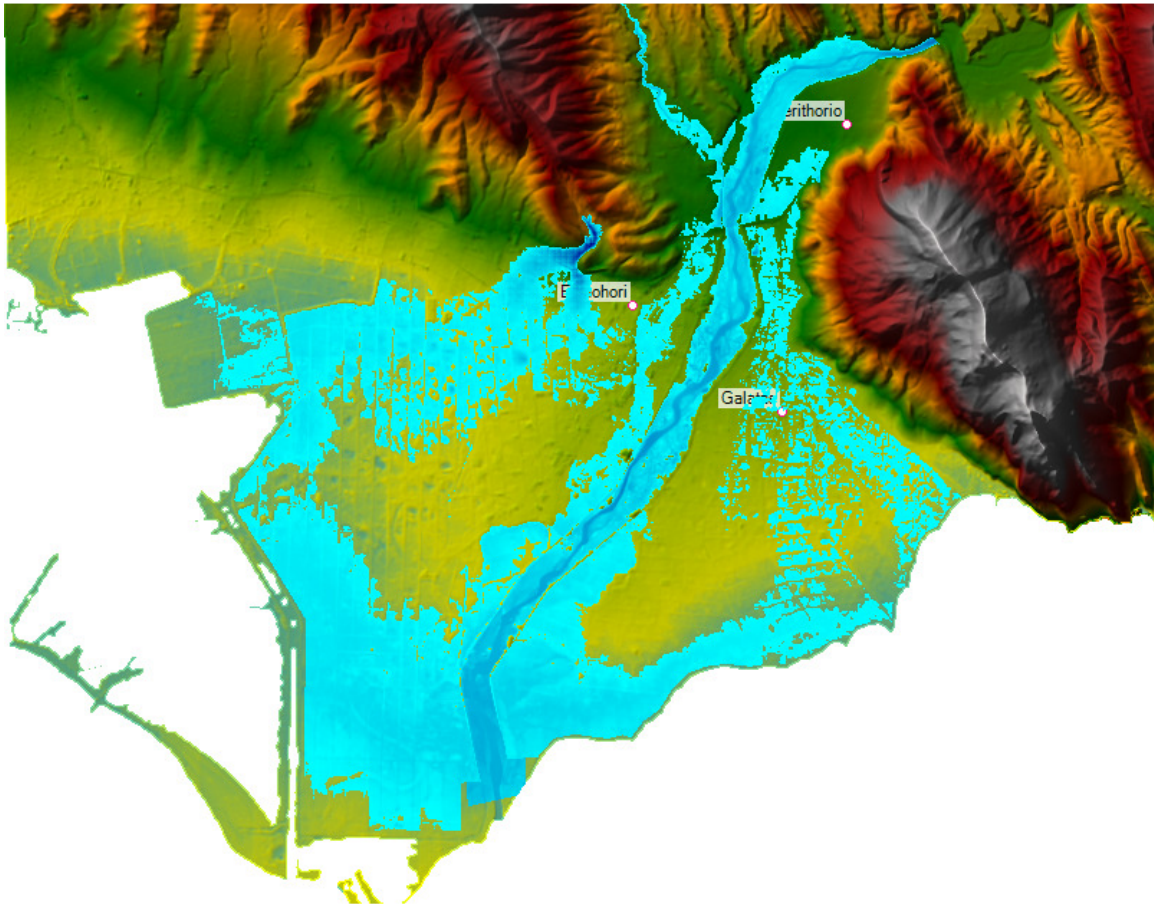
7.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αριθμητικών προσομοιώσεων για τα μέσα σενάρια.

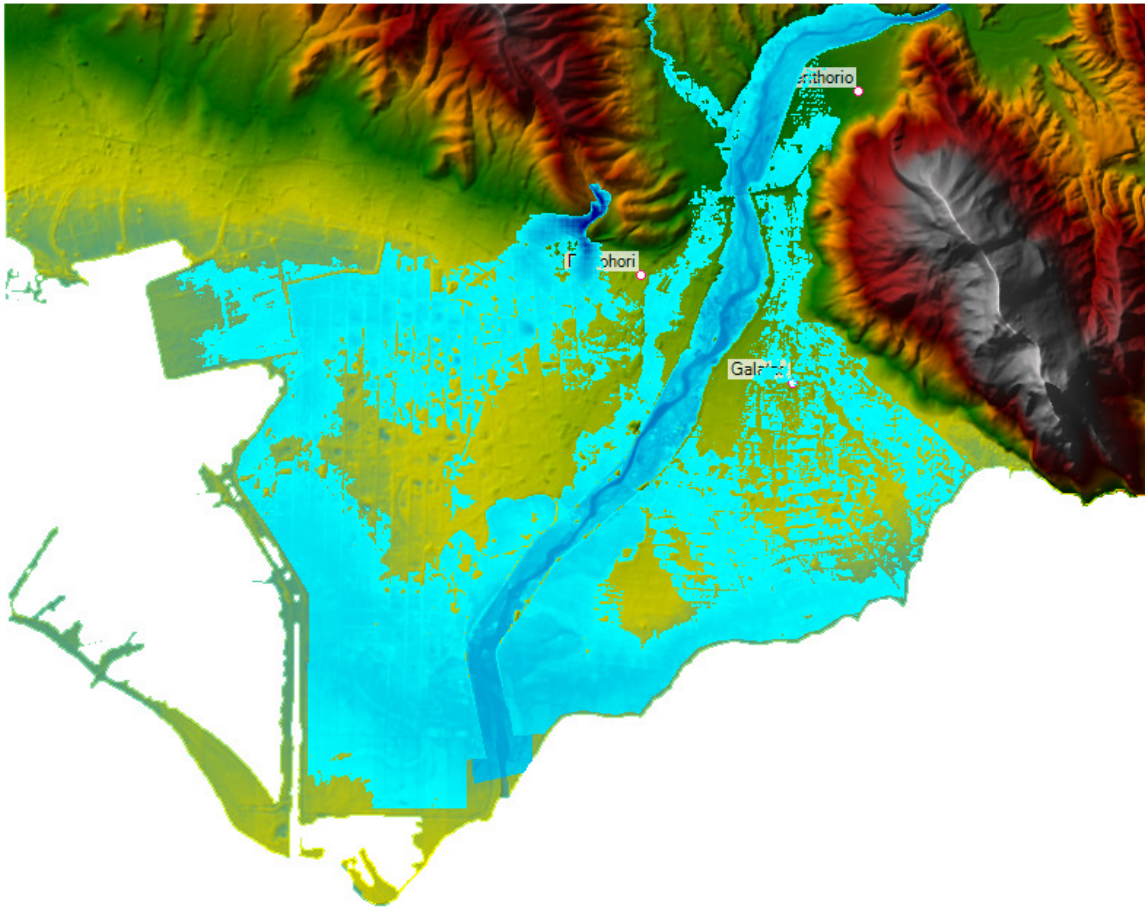
- Για το Σενάριο 4 (T=50 έτη) κατακλύζονται τμήματα των οικισμών Ευηνοχώρι και Γαλατά, όπως και του μικρότερου οικισμού πλησίον του Ευηνοχωρίου, Κοκώρη.
- Για το Σενάριο 5 (T=100 έτη) κατακλύζονται ελάχιστα μεγαλύτερα τμήματα των παραπάνω οικισμών.
- Τέλος, για το Σενάριο 6 (T=1000), φαίνεται πως κατακλύζονται περίπου τα ίδια τμήματα οικισμών με το Σενάριο 5.
- Τέλος, και στα 3 Σενάρια, και ειδικά στο Σενάριο 6, κατακλύζεται σημαντικό τμήμα καλλιεργούμενων εκτάσεων.



Εικόνα 7-4: Ζώνες κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και $T = 50$ έτη



Εικόνα 7-5: Ζώνες κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και T=100 έτη



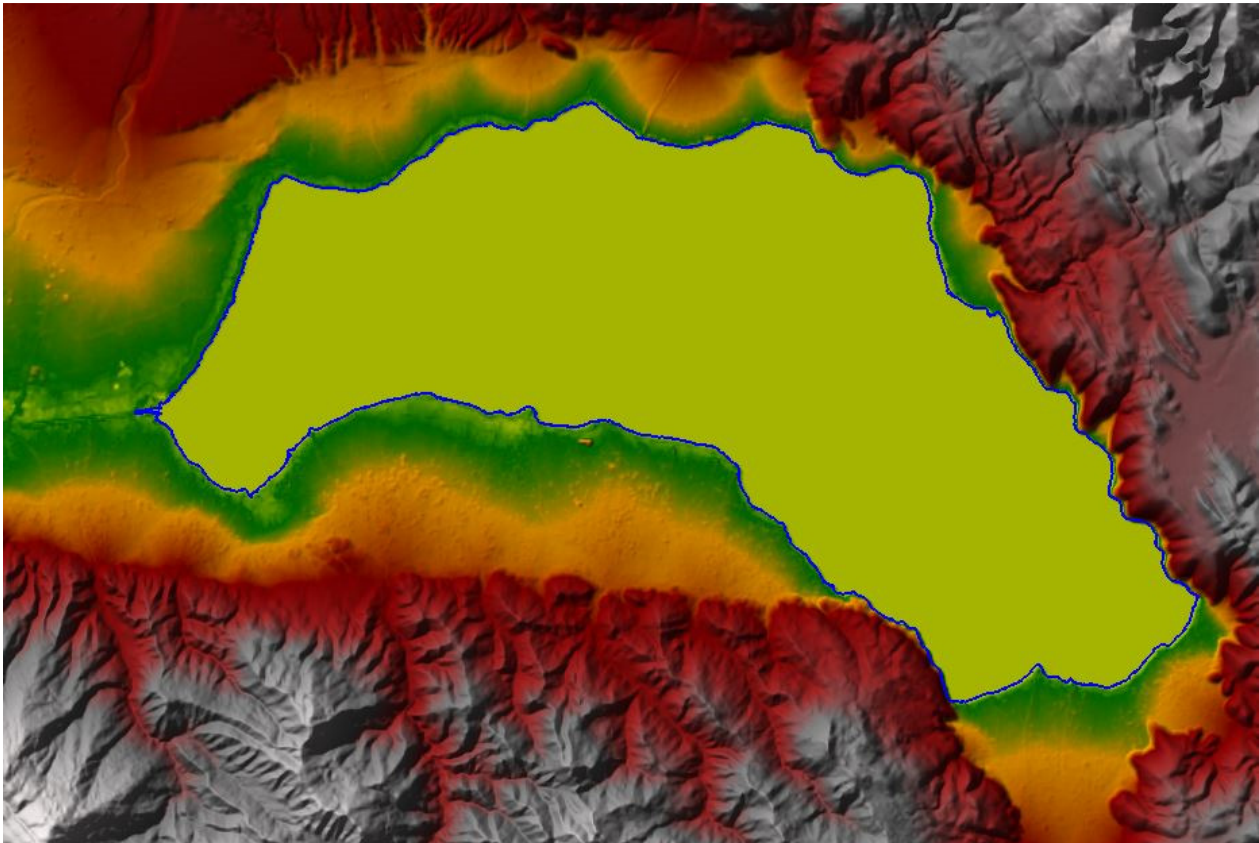
Εικόνα 7-6: Ζώνες κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και $T = 1000$ έτη

8 Λίμνη Τριχωνίδα (GR15)

8.1 Αριθμητική Προσομοίωση

8.1.1 Εισαγωγή Γεωγραφικού Υποβάθρου

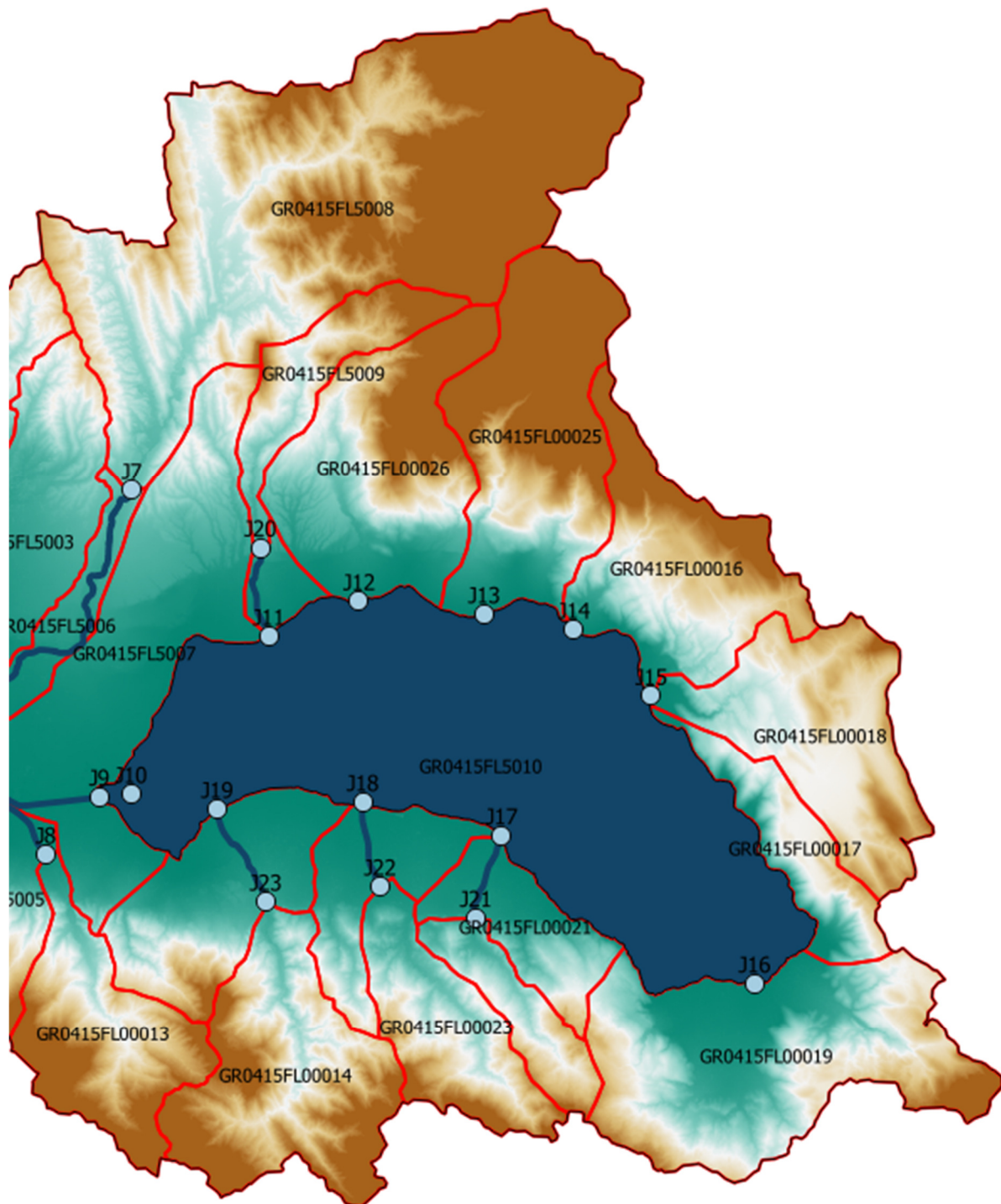
Για το γεωγραφικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ και τα στοιχεία από τις επί τόπου τοπογραφήσεις. Το γεωγραφικό υπόβαθρο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 8-1: Γεωγραφικό υπόβαθρο στην περιοχή της ΖΔΥΚΠ της λεκάνης λίμνης Τριχωνίδας

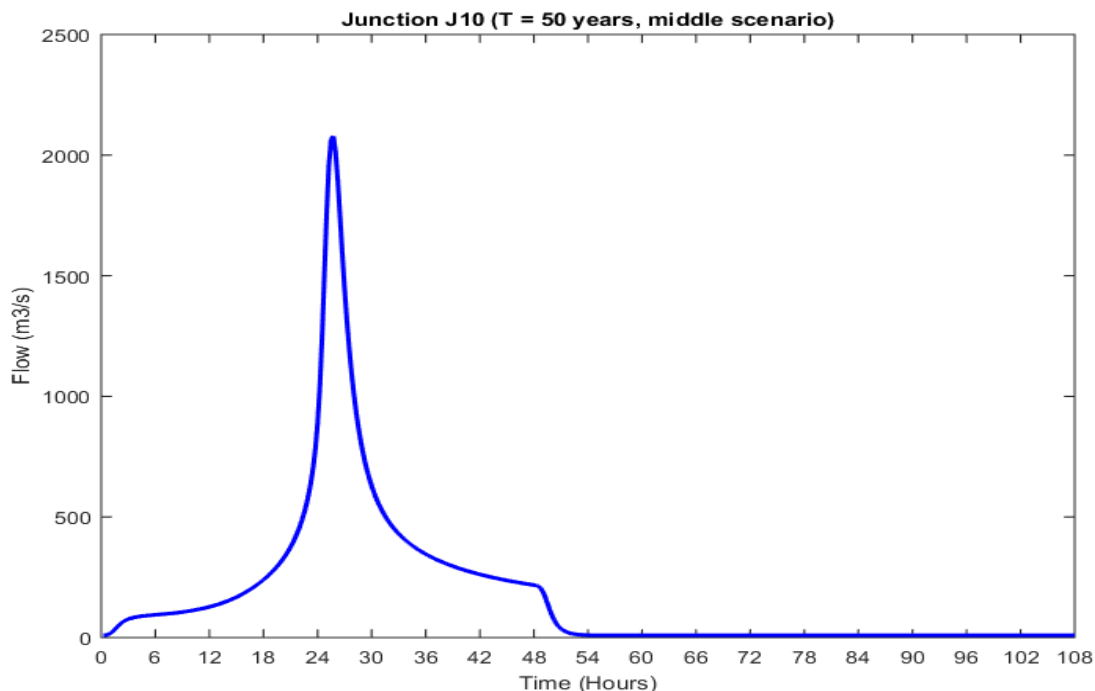
8.1.2 Υδρολογικά Δεδομένα

Η λεκάνη απορροής της Λίμνης Τριχωνίδας περιλαμβάνει υπολεκάνες, κλάδους και κόμβους σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα.

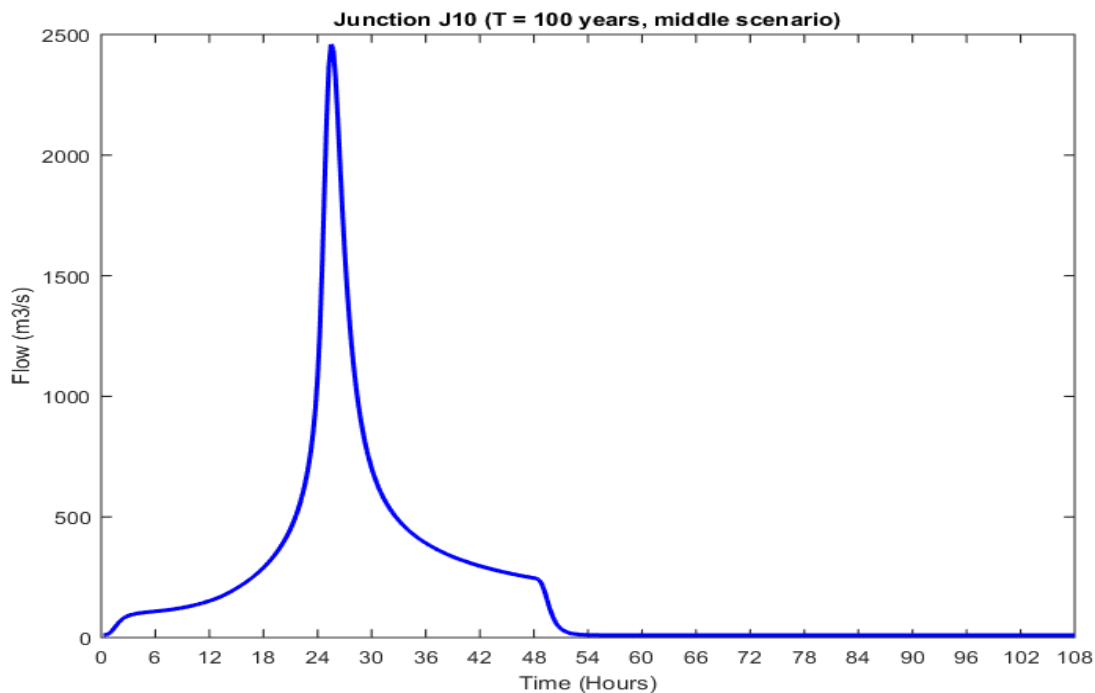


Εικόνα 8-2: Σχηματοποίηση υπολεκανών, κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της ΛΑΠ Τριχωνίδας

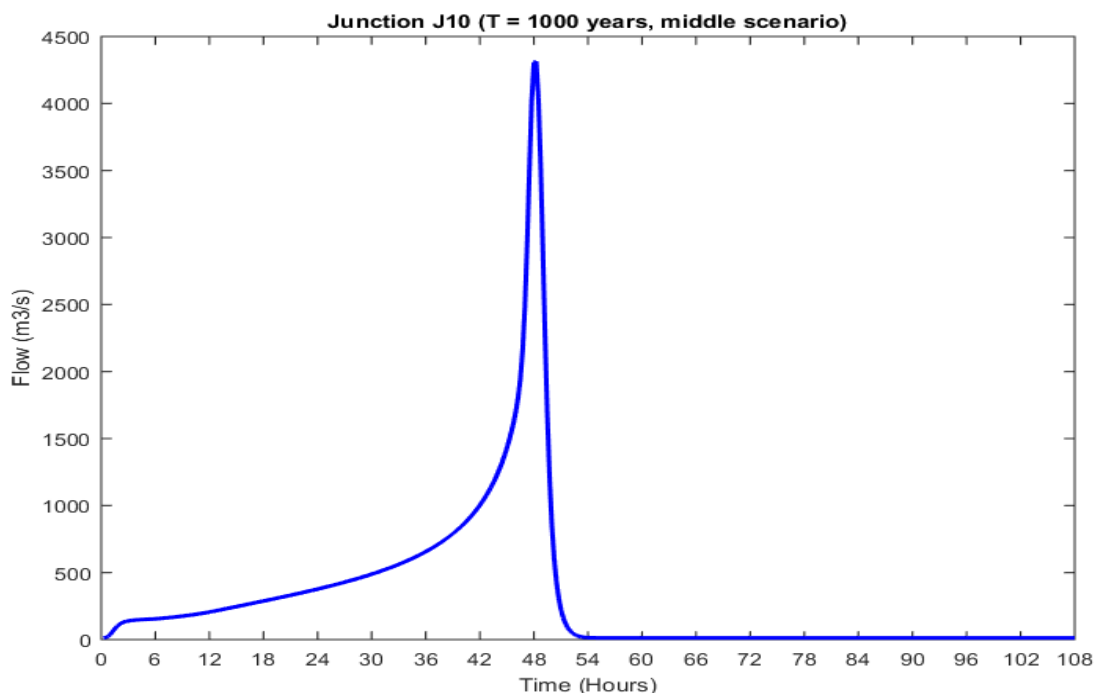
Τα υδρογραφήματα των πλημμυρών T50, T100 και T1000 στον κόμβο εξόδου J10 παρουσιάζονται στις ακόλουθες εικόνες



Εικόνα 8-3: Υδρογράφημα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J10 για μέσες συνθήκες και T = 50 έτη



Εικόνα 8-4: Υδρογράφημα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J10 για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη



Εικόνα 8-5: Υδρογράφημα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J10 για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη

8.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

8.2.1 Εφαρμοζόμενη Μεθοδολογία

Για την εκτίμηση της μέγιστης πλημμυρικής στάθμης στη λίμνη Τριχωνίδα εφαρμόζεται η διαδικασία υπολογισμού διόδευσης πλημμυρογραφήματος μέσω ταμειυτήρα. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει τα ακόλουθα:

- Τα πλημμυρογραφήματα εισροής στη λίμνη. Αυτά αποδίδουν σε αριθμητική μορφή – χρονοσειρά (αρχείο excel) τα υδρογραφήματα που εμφανίζονται στην προηγούμενη ενότητα για το σενάριο μέσων συνθηκών και περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 ετών αντιστοίχως.
- Τη σχέση στάθμης – επιφάνειας καθρέφτη της λίμνης, από την οποία στη συνέχεια προκύπτει η σχέση στάθμης – όγκου νερού. Η σχέση αυτή προσομοιώνεται με επαρκή ακρίβεια με τη μορφή εξίσωσης δευτέρου βαθμού. Η σχέση στάθμης – επιφάνειας καθρέφτη προκύπτει από το ΨΜΕ.
- Τη σχέση στάθμης νερού στη λίμνη – παροχής στο σύστημα εκροής από αυτήν, η οποία επίσης λαμβάνει τη μορφή μαθηματικής εξίσωσης.

Σε σχέση με την παροχή στο σύστημα εκροής της λίμνης Τριχωνίδας αναφέρονται τα ακόλουθα:

- Η λίμνη εκκενώνεται μέσω της Ενωτικής Τάφρου, μήκους περίπου 3,5 km, προς τη λίμνη Λυσιμαχία. Με βάση τα διατιθέμενα στοιχεία η Ενωτική Τάφρος έχει πολύ ήπια κατά μήκος κλίση (0.0005), πλάτος πυθμένα 16 m περίπου, κλίσεις πρανών 1:1,5, ενώ το ύψος της εκτιμάται ότι είναι περί τα 2,50 – 2,70 m.

- Με βάση τα ανωτέρω δεδομένα η παροχευτική δυνατότητα της Ενωτικής Τάφρου για την πλήρη διατομή της ανέρχεται σε περίπου 40 m³/s. Για μεγαλύτερες παροχές η Τάφρος υπερχειλίζει. Λόγω όμως του γεγονότος ότι οι παρόχθιες περιοχές είναι πρακτικά επίπεδες η αύξηση των αποδεσμευμένων παροχών από τη λίμνη δεν μεταβάλλει ουσιαστικά τη στάθμη του νερού στην Τάφρο. Επομένως για ένα εύλογο φάσμα παροχών άνω των 40 m³/s η στάθμη του νερού στην κεφαλή της Τάφρου κατάντη του υφιστάμενου τεχνικού ελέγχου της ροής θα είναι σταθερά περί τα 2,70 m υπεράνω του πυθμένα αυτής.
- Το τεχνικό ελέγχου έχει αποτυπωθεί. Από την αποτύπωση προκύπτει ότι έχει τρία ανοίγματα ελεγχόμενα με αντίστοιχα θυροφράγματα, ύψους 2,60 m και συνολικού πλάτους 13,30 m. Με βάση τη στάθμη στον πυθμένα της Τάφρου στη θέση του τεχνικού (14,30 μ), η στέψη των θυροφραγμάτων βρίσκεται στο +16,90 m, υπεράνω δε αυτής υπάρχει μέτωπο σκυροδέματος ύψους 1,50 m.
- Για στάθμες νερού στη λίμνη μεγαλύτερες του +17,00 m, που θεωρείται ως μια εύλογη στάθμη χειμερινής περιόδου στην αρχή του πλημμυρικού γεγονότος, αναπτύσσεται με τα ανωτέρω αναφερόμενα δεδομένα ροή τύπου βυθισμένης οπής (drowned orifice) η οποία προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$Q = CA(2g\Delta H)^{1/2}$$

Όπου:

A: η συνολική καθαρή επιφάνεια των τριών ανοιγμάτων των θυροφραγμάτων

$\Delta H = H_{αν} - H_{κατ}$: η διαφορά στάθμης νερού ανάντη και κατάντη του τεχνικού

$H_{αν}$: η μεταβαλλόμενη κατά τη διάρκεια της διόδευσης στάθμη της λίμνης

$H_{κατ} = 14.30 + 2.70 = 17.00$ m: η πρακτικώς σταθερή στάθμη κατάντη στην Τάφρο

C: συντελεστής λαμβανόμενος ίσος με 0,80.

- Με βάση τα ανωτέρω μεγέθη η εξίσωση της προηγούμενης παραγράφου λαμβάνει τη μορφή της απλής μαθηματικής σχέσης που συνδέει τη στάθμη στη λίμνη με την παροχή εκροής από αυτήν μέσω του τεχνικού με την υπόθεση πλήρως ανοικτών θυροφραγμάτων, δηλαδή του τρίτου προαπαιτούμενου για την εκτέλεση των υπολογισμών διόδευσης των πλημμυρογραφημάτων στη λίμνη.

Ο υπολογισμός της διόδευσης γίνεται με τη βοήθεια απλού λογιστικού φύλλου (excel) που επιλύει σε βήματα την ακόλουθη εξίσωση:

$$2V_2/\Delta t + O_2 = I_1 + I_2 + 2V_1/\Delta t - O_1$$

Όπου:

I_1 : η τιμή της παροχής εισόδου στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

I_2 : η τιμή της παροχής εισόδου στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

O_1 : η τιμή της παροχής εκροής από τη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

O_2 : η τιμή της παροχής εκροής από τη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

V_1 : η τιμή του όγκου νερού στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

V_2 : η τιμή του όγκου νερού στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

Δt : η χρονική διαφορά $t_2 - t_1$

8.2.2 Αποτελέσματα

Οι υπολογισμοί διόδευσης υπολογίζουν τη μέγιστη υπερύψωση της στάθμης της λίμνης κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου πλημμυρικού γεγονότος (των 50, 100 και 1000 ετών) σε σχέση με μια στάθμη αναφοράς, η οποία με βάση τα διατιθέμενα δεδομένα θεωρείται ως εύλογη στάθμη μιας υγρής περιόδου. Στην περίπτωση της Τριχωνίδας ως στάθμη αναφοράς λαμβάνεται το +17.0 m. Με το δεδομένο αυτό υπολογίστηκαν οι ακόλουθες ανώτατες πλημμυρικές στάθμες για τα γεγονότα των 50, 100 και 1000 ετών σε μέσες συνθήκες.

Πλημμύρα 50 ετών	Πλημμύρα 100 ετών	Πλημμύρα 1000 ετών
17,62	17,73	18,16

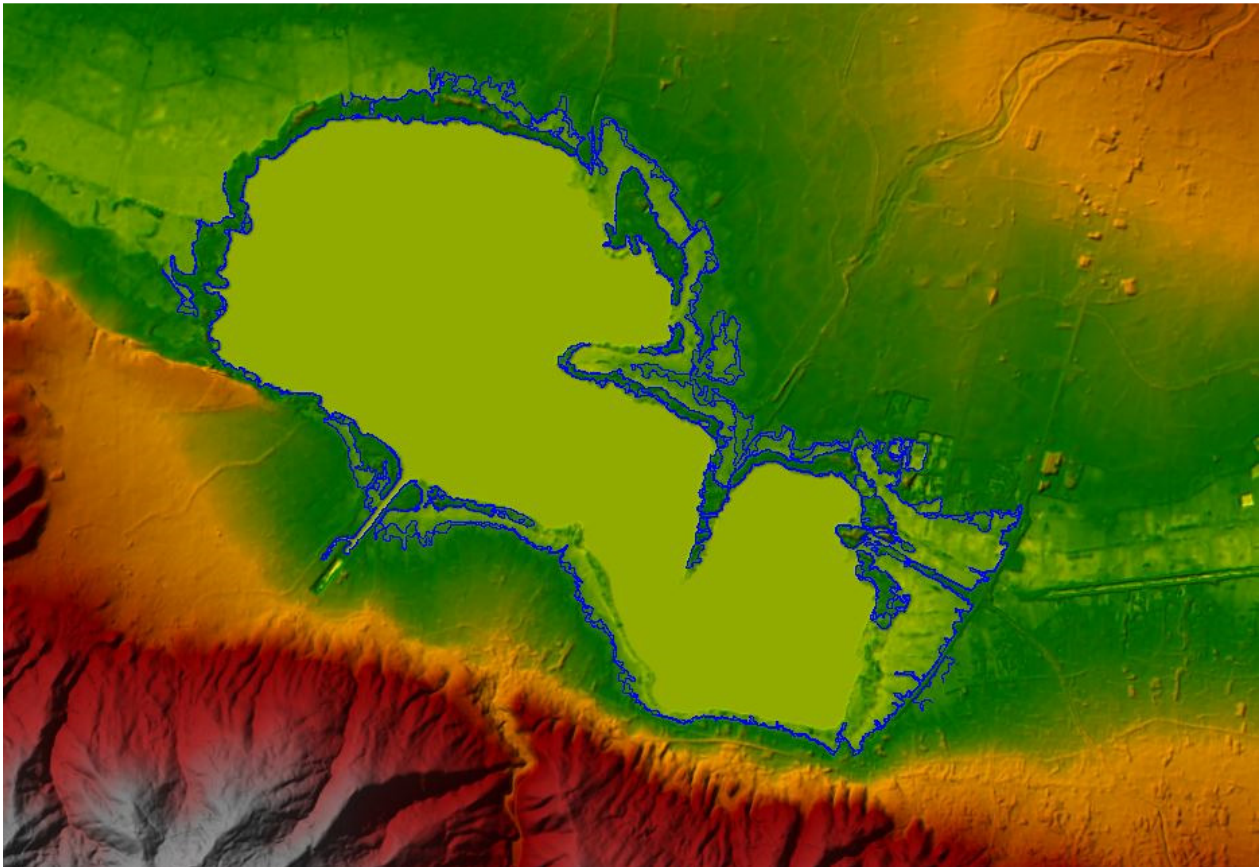
Οι αντίστοιχες κατακλύσεις αποτυπώνονται στους Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας που συνοδεύουν την παρούσα Έκθεση.

9 Λίμνη Λυσιμαχία (GR15)

9.1 Αριθμητική Προσομοίωση

9.1.1 Εισαγωγή Γεωγραφικού Υποβάθρου

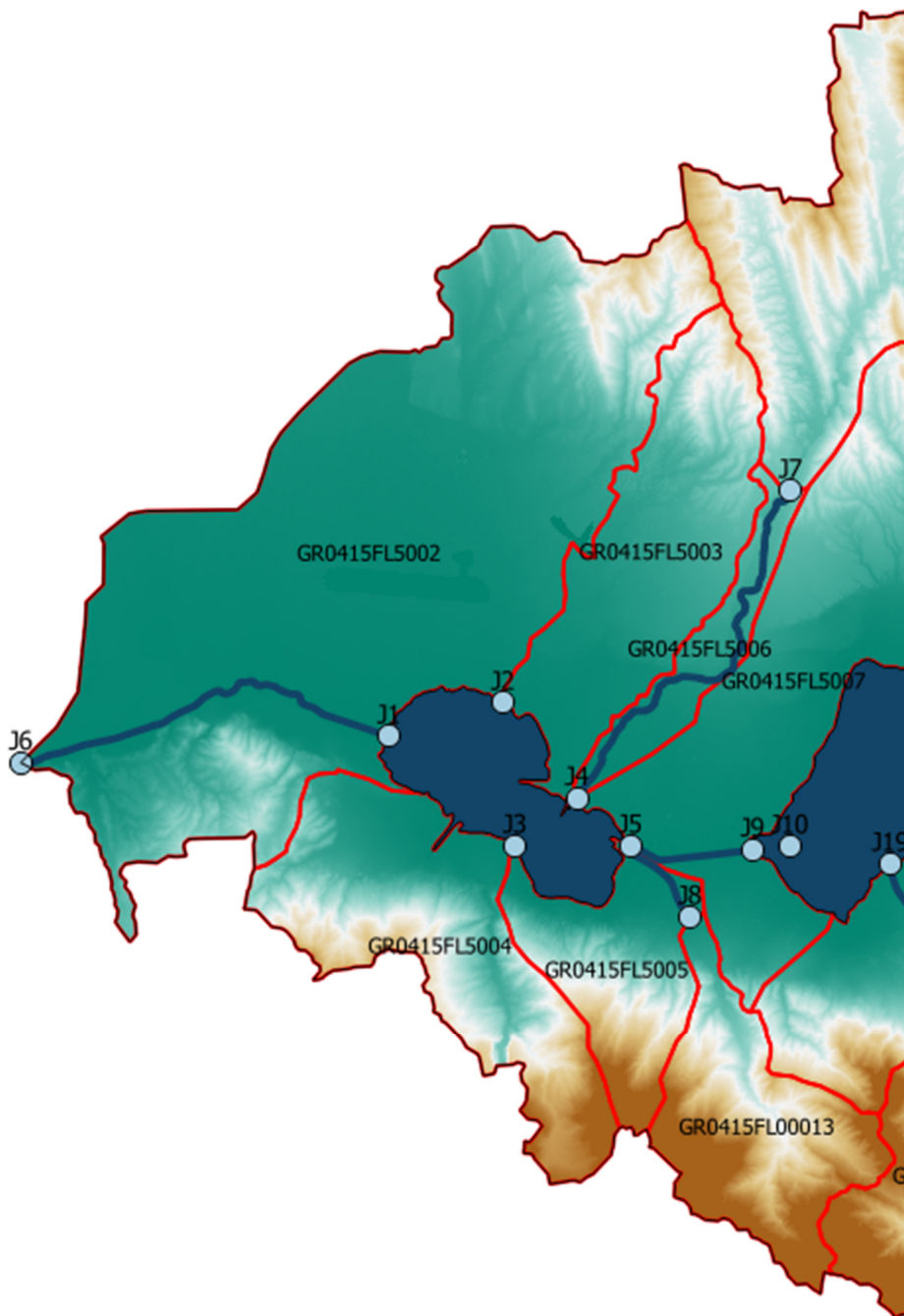
Για το γεωγραφικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ και τα στοιχεία από τις επί τόπου τοπογραφίες. Το γεωγραφικό υπόβαθρο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 9-1: Γεωγραφικό υπόβαθρο στην περιοχή της ΖΔΥΚΠ της λεκάνης λίμνης Λυσιμαχίας

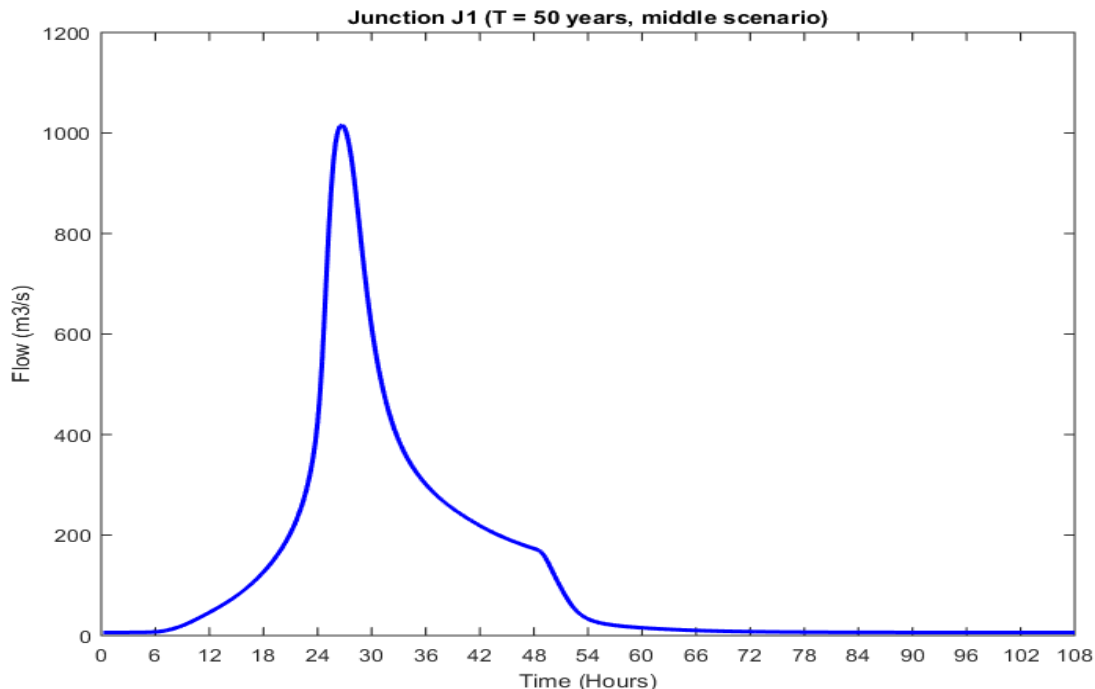
9.1.2 Υδρολογικά Δεδομένα

Η λεκάνη απορροής της Λίμνης Λυσιμαχίας περιλαμβάνει υπολεκάνες, κλάδους και κόμβους σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα.

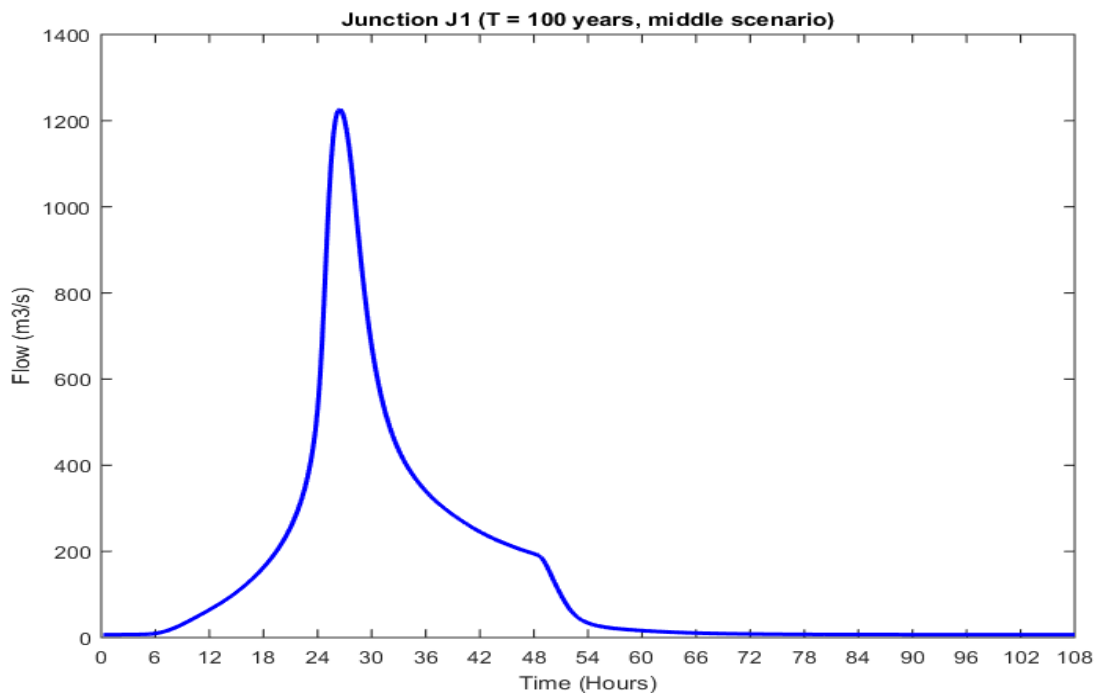


Εικόνα 9-2: Σχηματοποίηση υπολεκανών, κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της ΛΑΠ Λυσιμαχίας

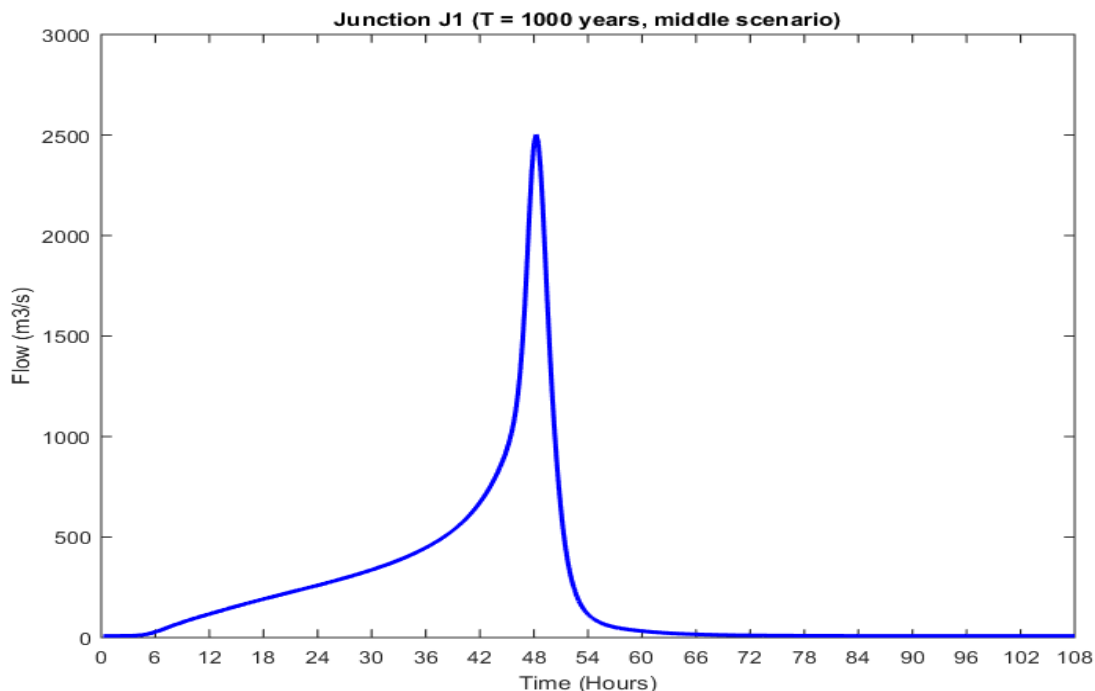
Τα υδρογραφήματα των πλημμυρών T50, T100 και T1000 στον κόμβο εξόδου J1 παρουσιάζονται στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 9-3: Υδρογράφημα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J1 για μέσες συνθήκες και T = 50 έτη



Εικόνα 9-4: Υδρογράφημα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J1 για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη



Εικόνα 9-5: Υδρογράφημα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J1 για μέσες συνθήκες και T = 1000 έτη

Σημειώνεται ότι με βάση τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την παραγωγή των ανωτέρω υδρογραφημάτων, αυτά δεν περιλαμβάνουν εισροές από λίμνη Τριχωνίδα. Επειδή όμως στην πραγματικότητα είναι εξαιρετικά πιθανό να υπάρξουν την ίδια περίοδο σημαντικές εισροές από αυτήν μέσω της Ενωτικής Τάφρου, οι οποίες θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη, ώστε να προκύψουν ρεαλιστικές εκτιμήσεις για την ανύψωση της στάθμης στη Λυσιμαχία, οι εισροές αυτές προσομοιώθηκαν με βάση τις εκροές από την Τριχωνίδα, όπως προκύπτουν από τη διόδευση σε αυτήν των υδρογραφημάτων της αντίστοιχης περιόδου επαναφοράς.

9.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

9.2.1 Εφαρμοζόμενη Μεθοδολογία

Για την εκτίμηση της μέγιστης πλημμυρικής στάθμης στη λίμνη Λυσιμαχία εφαρμόζεται η διαδικασία υπολογισμού διόδευσης πλημμυρογραφήματος μέσω ταμειυτήρα. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει τα ακόλουθα:

- Τα πλημμυρογραφήματα εισροής στη λίμνη. Αυτά αποδίδουν σε αριθμητική μορφή – χρονοσειρά (αρχείο excel) τα υδρογραφήματα που εμφανίζονται στο κεφάλαιο 9.1.2 για το σενάριο μέσω συνθηκών και περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 ετών αντιστοίχως, λαμβανομένων υπ' όψη, όπως προαναφέρεται, και των εισροών από την Τριχωνίδα.
- Τη σχέση στάθμης – επιφάνειας καθρέφτη της λίμνης, από την οποία στη συνέχεια προκύπτει η σχέση στάθμης – όγκου νερού. Η σχέση αυτή προσομοιώνεται με επαρκή ακρίβεια με τη μορφή εξίσωσης δευτέρου βαθμού. Η σχέση στάθμης – επιφάνειας καθρέφτη προκύπτει από το ΨΜΕ.

- Τη σχέση στάθμης νερού στη λίμνη – παροχής στο σύστημα εκροής από αυτήν, η οποία επίσης λαμβάνει τη μορφή μαθηματικής εξίσωσης.

Σε σχέση με την παροχή στο σύστημα εκροής της λίμνης Λυσιμαχίας αναφέρονται τα ακόλουθα:

- Η λίμνη εκκενώνεται μέσω της Τάφρου Δίμηκου, μήκους περίπου 10,5 km, προς τον ποταμό Αχελώο. Με βάση τα διατιθέμενα στοιχεία η Τάφρος έχει πολύ ήπια κατά μήκος κλίση (0.0001) και τραπεζοειδή διατομή με μεταβλητά όμως χαρακτηριστικά.
- Η λίμνη μπορεί να εκκενωθεί επίσης μέσω της Σήραγγας Λυσιμαχίας, η οποία καταλήγει στη Λιμνοθάλασσα Αιτωλικού. Μέσω της Σήραγγας τροφοδοτούνται επίσης δύο μεγάλες αρδευτικές διώρυγες, η ΔΧΧ και η ΔΧΧVIII. Όμως η μεν εκφόρτιση στη Λιμνοθάλασσα έχει διακοπή, λόγω των δυσμενών επιδράσεων που είχε αυτή στους ιχθυοπληθυσμούς της, η δε χρήση των διωρύγων για τη διοχέτευση πλημμυρικών υδάτων από τη λίμνη αποφεύγεται για διάφορους λόγους (προβλήματα από υπερχειλίσσεις σε περιοχές γύψου, συντηρήσεις των διωρύγων το χειμώνα κλπ). Κατά τα ανωτέρω η Σήραγγα Λυσιμαχίας δεν μπορεί να ληφθεί υπ' όψη ως έργο εκκένωσης της λίμνης, η οποία επομένως μπορεί για το σκοπό αυτό να εξυπηρετηθεί μόνον από την Τάφρο Δίμηκου.
- Επί της Τάφρου Δίμηκου δεν υπάρχει έργο ελέγχου της ροής (θυροφράγματα κλπ), η δε ροή σε αυτήν είναι έντονα υποκρίσιμη λόγω της πολύ ήπιας μηκοτομικής της κλίσης. Με αυτά τα δεδομένα και προκειμένου να διαμορφωθεί μια σχέση μεταξύ της στάθμης του νερού στη λίμνη και της παροχής στην τάφρο, αναζητήθηκαν διατομές της τάφρου οι οποίες λόγω του σχήματός τους θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως διατομές ελέγχου της ροής. Τέτοιες διατομές, στενότερες σε σχέση με τις υπόλοιπες ανάντη και κατάντη αυτών εντοπίστηκαν περί τα 3,5 – 4,0 km κατάντη της κεφαλής αυτής. Με αφετηρία τις διατομές αυτές έγιναν υδραυλικοί υπολογισμοί υποκρίσιμης βαθμιαία μεταβαλλόμενης ροής για ένα σημαντικό φάσμα παροχών με το λογισμικό HEC-RAS. Με βάση τις επιλύσεις αυτές που συσχέτισαν την παροχή στην τάφρο με τη στάθμη στη λίμνη (στην κεφαλή της τάφρου) συντάχθηκε μαθηματική εξίσωση συσχέτισης των δύο αυτών παραμέτρων. Η σχέση αυτή παρέχει το τρίτο προαπαιτούμενο για την εκτέλεση των υπολογισμών διόδευσης των πλημμυρογραφημάτων στη λίμνη, σύμφωνα με τα προαναφερόμενα.

Ο υπολογισμός της διόδευσης γίνεται με τη βοήθεια απλού λογιστικού φύλλου (excel) που επιλύει σε βήματα την ακόλουθη εξίσωση:

$$2V_2/\Delta t + O_2 = I_1 + I_2 + 2V_1/\Delta t - O_1$$

Όπου:

I_1 : η τιμή της παροχής εισόδου στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

I_2 : η τιμή της παροχής εισόδου στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

O_1 : η τιμή της παροχής εκροής από τη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

O_2 : η τιμή της παροχής εκροής από τη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

V_1 : η τιμή του όγκου νερού στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

V_2 : η τιμή του όγκου νερού στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

Δt : η χρονική διαφορά t_2-t_1

9.2.2 Αποτελέσματα

Οι υπολογισμοί διόδευσης υπολογίζουν τη μέγιστη υπερύψωση της στάθμης της λίμνης κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου πλημμυρικού γεγονότος (των 50, 100 και 1000 ετών) σε σχέση με μια στάθμη αναφοράς, η οποία με βάση τα διατιθέμενα δεδομένα θεωρείται ως εύλογη στάθμη μιας υγρής περιόδου. Στην περίπτωση της Τριχωνίδας ως στάθμη αναφοράς λαμβάνεται το +16.0 m. Με το δεδομένο αυτό υπολογίστηκαν οι ακόλουθες ανώτατες πλημμυρικές στάθμες για τα γεγονότα των 50, 100 και 1000 ετών σε μέσες συνθήκες.

Πλημμύρα 50 ετών	Πλημμύρα 100 ετών	Πλημμύρα 1000 ετών
18,00	18,15	18,60

Οι αντίστοιχες κατακλύσεις αποτυπώνονται στους Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας που συνοδεύουν την παρούσα Έκθεση.

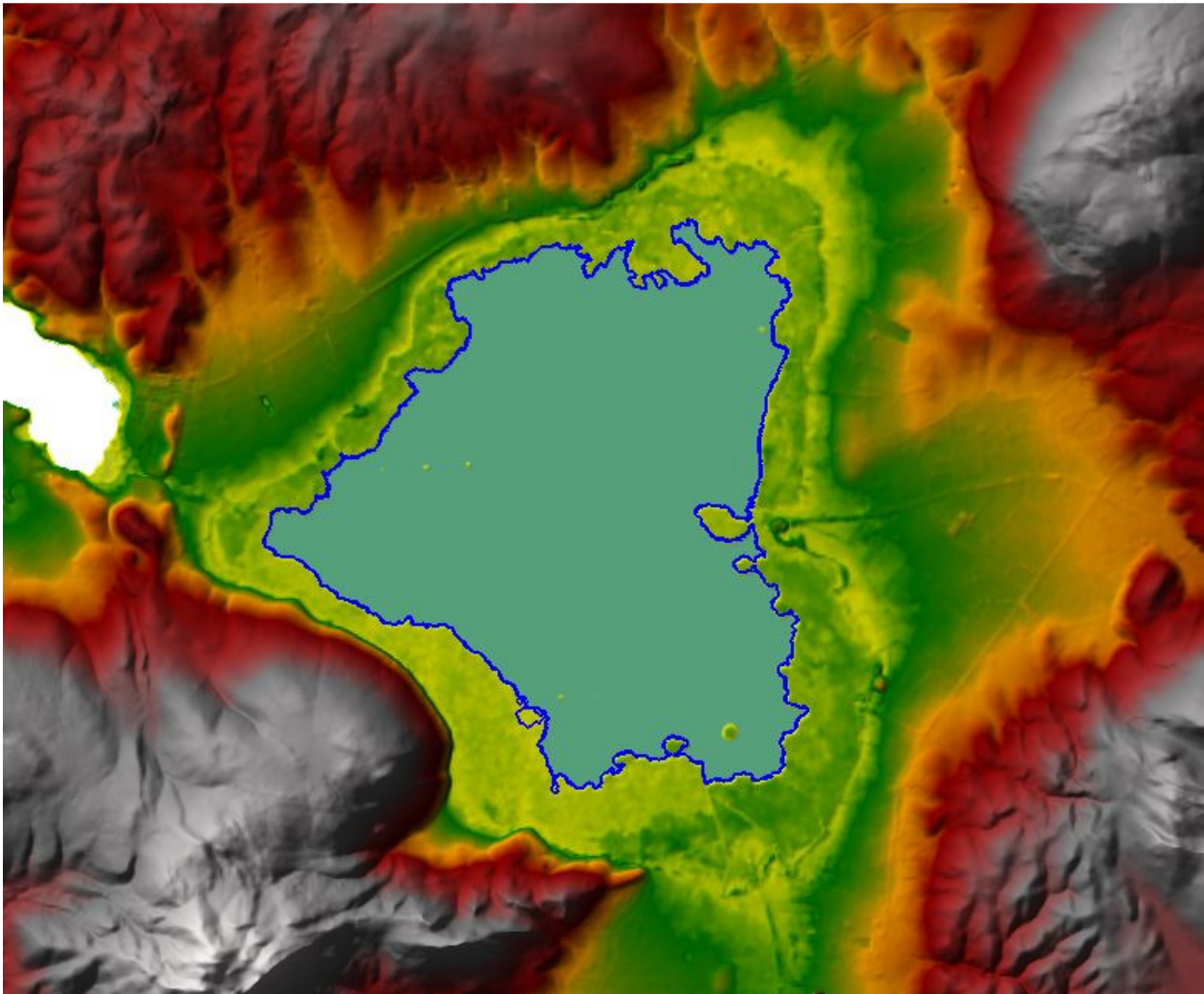
Πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι οι υπολογιζόμενες κατά τα ανωτέρω πλημμυρικές στάθμες στη Λίμνη Λυσιμαχία συναρτώνται σε ένα βαθμό με την κατάσταση στην Τάφρο Δίμηκου. Καθαρισμός, διεύρυνση και εκβάθυνση της τάφρου μπορούν να επηρεάσουν το ρυθμό εκκένωσης της λίμνης και συνεπώς να τροποποιήσουν τις εμφανιζόμενες στον ανωτέρω πίνακα στάθμες, χωρίς βεβαίως οι τροποποιήσεις αυτές να είναι πολύ σημαντικές.

10 Λίμνη Βουλκαριά (GR15)

10.1 Αριθμητική Προσομοίωση

10.1.1 Εισαγωγή Γεωγραφικού Υποβάθρου

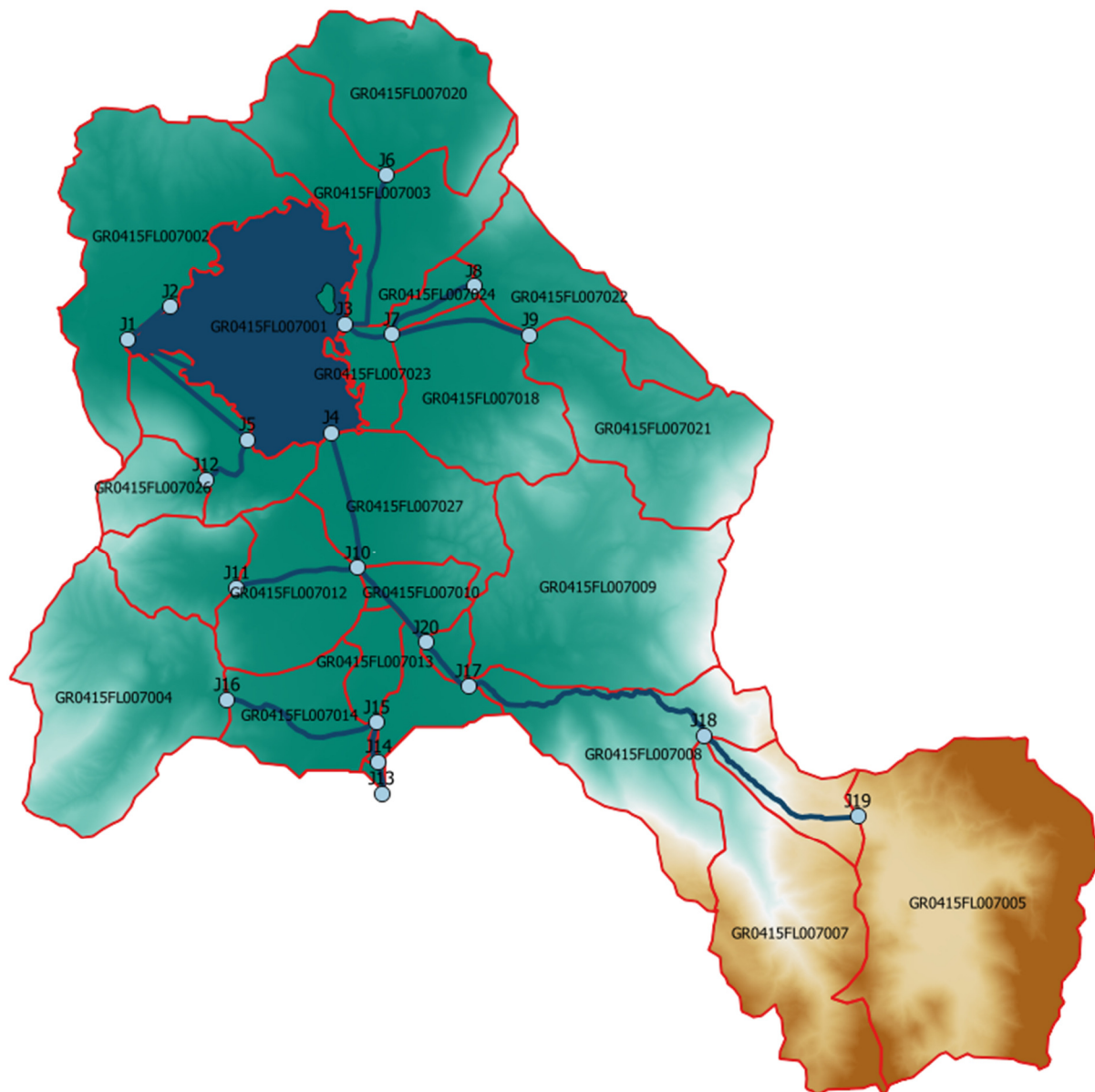
Για το γεωγραφικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ και τα στοιχεία από τις επί τόπου τοπογραφίες. Το γεωγραφικό υπόβαθρο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 10-1: Γεωγραφικό υπόβαθρο στην περιοχή της ΖΔΥΚΠ της λεκάνης λίμνης Βουλκαριάς

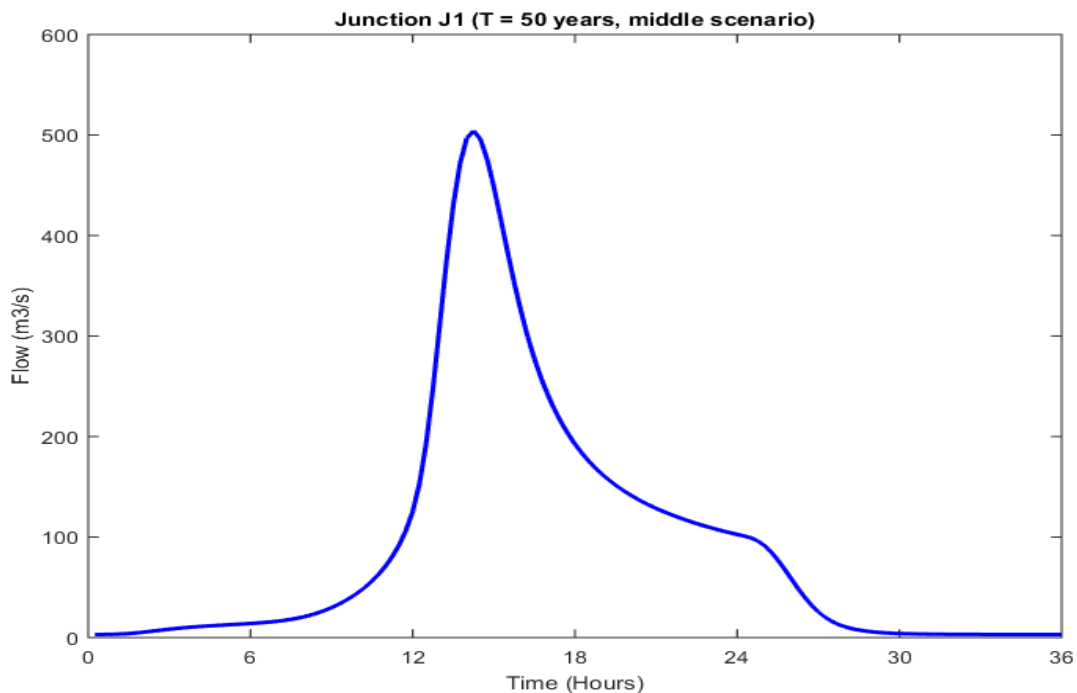
10.1.2 Υδρολογικά Δεδομένα

Η λεκάνη απορροής της Λίμνης Βουλκαριάς περιλαμβάνει υπολεκάνες, κλάδους και κόμβους σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα

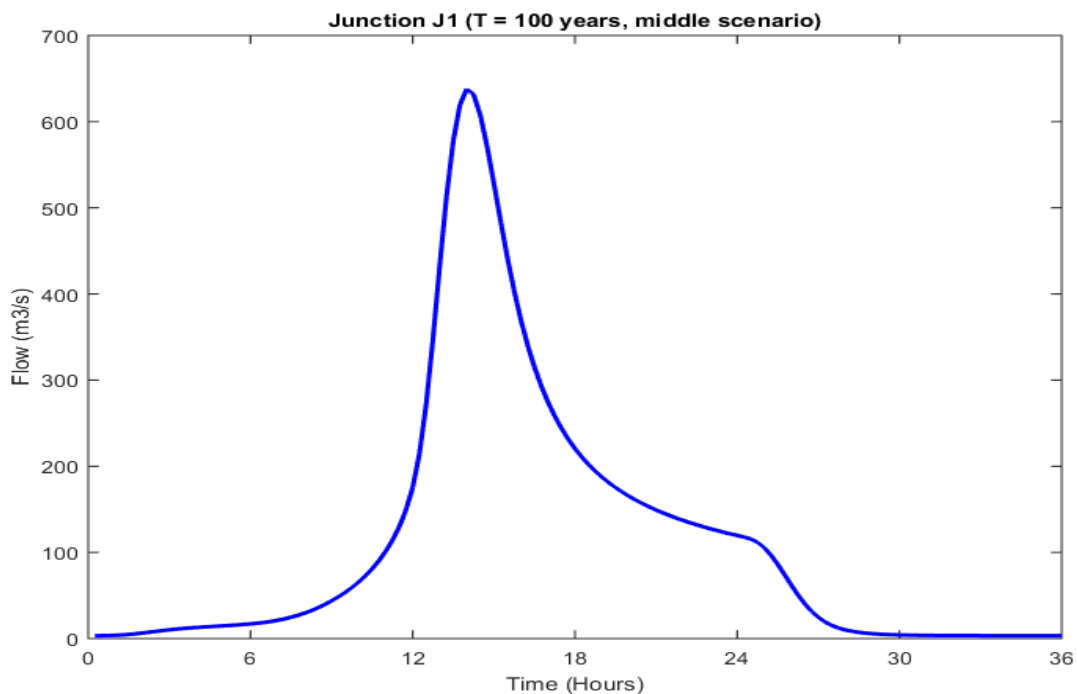


Εικόνα 10-2: Σχηματοποίηση υπολεκανών, κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της ΛΑΠ Βουλκαριάς

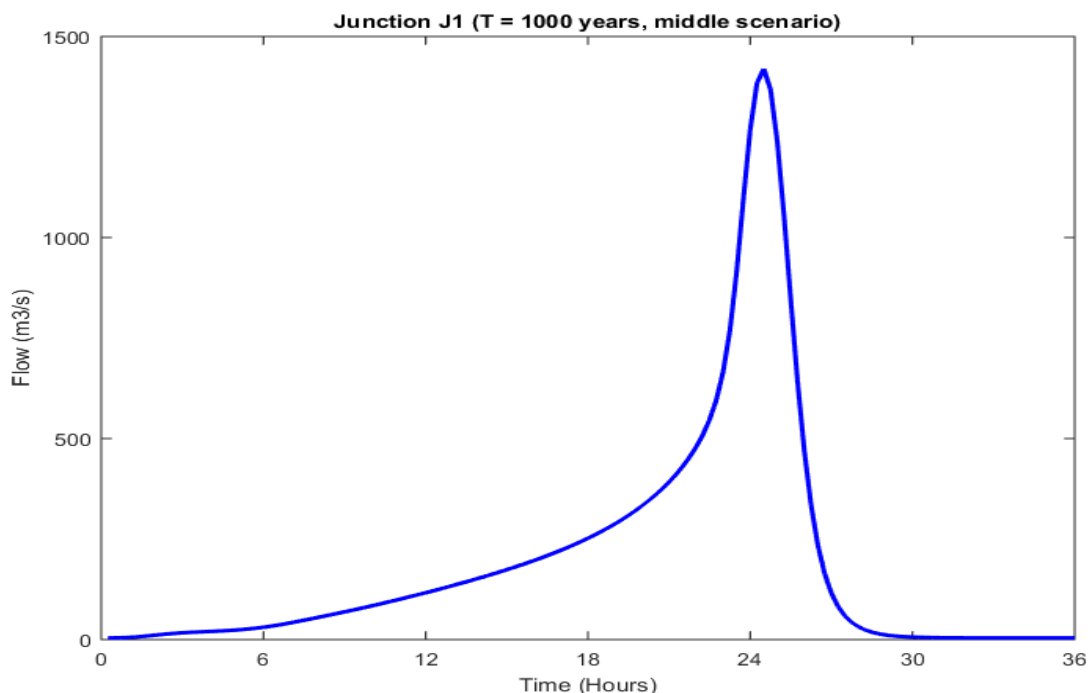
Τα υδρογραφήματα των πλημμυρών T50, T100 και T1000 στον κόμβο εξόδου J1 παρουσιάζονται στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 10-3: Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J1 για μέσες συνθήκες και T = 50 έτη



Εικόνα 10-4: Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J1 για μέσες συνθήκες και T = 100 έτη



Εικόνα 10-5: Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου J1 για μέσες συνθήκες και $T = 1000$ έτη

10.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

10.2.1 Εφαρμοζόμενη Μεθοδολογία

Για την εκτίμηση της μέγιστης πλημμυρικής στάθμης στη λίμνη Βουλκαριά εφαρμόζεται η διαδικασία υπολογισμού διόδευσης πλημμυρογραφήματος μέσω ταμειυτήρα. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει τα ακόλουθα:

- Τα πλημμυρογραφήματα εισροής στη λίμνη. Αυτά αποδίδουν σε αριθμητική μορφή – χρονοσειρά (αρχείο excel) τα υδρογραφήματα που εμφανίζονται στο κεφάλαιο 10.1.2 για το σενάριο μέσων συνθηκών και περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 ετών αντιστοίχως.
- Τη σχέση στάθμης – επιφάνειας καθρέφτη της λίμνης, από την οποία στη συνέχεια προκύπτει η σχέση στάθμης – όγκου νερού. Η σχέση αυτή προσομοιώνεται με επαρκή ακρίβεια με τη μορφή εξίσωσης δευτέρου βαθμού. Η σχέση στάθμης – επιφάνειας καθρέφτη προκύπτει από το ΨΜΕ.
- Τη σχέση στάθμης νερού στη λίμνη – παροχής στο σύστημα εκροής από αυτήν, η οποία επίσης λαμβάνει τη μορφή μαθηματικής εξίσωσης.

Σε σχέση με την παροχή στο σύστημα εκροής της λίμνης Βουλκαριάς αναφέρονται τα ακόλουθα:

- Η λίμνη εκκενώνεται προς τη θάλασσα μέσω τάφρου εκβολής, συνολικού μήκους περίπου 1,3 km. Περίπου 250 m ανάντη της εκβολής υπάρχει τεχνικό ελέγχου της ροής από τη λίμνη προς τη θάλασσα, αποτελούμενο από 4 ανοίγματα, ελεγχόμενα με θυροφράγματα διαστάσεων 3,50 x 2,00 m έκαστο. Η τάφρος κατάντη του τεχνικού είναι ευρεία και η στάθμη του νερού σε αυτήν είναι πρακτικώς η ίδια με αυτή της θάλασσας.

- Τα θυροφράγματα του τεχνικού ελέγχου της ροής στην τάφρο είναι βυθισμένα, η στέψη τους δηλαδή βρίσκεται κάτω από το 0,00 m. Σε αυτές τις συνθήκες κατά την εκροή του νερού της λίμνης μέσω της τάφρου και του τεχνικού, το σημείο ελέγχου είναι τα θυροφράγματα, όπου αναπτύσσεται ροή τύπου βυθισμένης οπής (drowned orifice) η οποία προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$Q = CA(2g\Delta H)^{1/2}$$

Όπου:

A: η συνολική καθαρή επιφάνεια των τριών ανοιγμάτων των θυροφραγμάτων

$\Delta H = H_{αν} - H_{κατ}$: η διαφορά στάθμης νερού ανάντη και κατάντη του τεχνικού

$H_{αν}$: η μεταβαλλόμενη κατά τη διάρκεια της διόδευσης στάθμη της λίμνης

$H_{κατ} = 0.20$ m: Για τις πλημμυρικές συνθήκες λαμβάνεται υπερυψωμένη η στάθμη κατάντη των θυροφραγμάτων λόγω είτε πιθανής ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας, είτε υδραυλικών απωλειών στο σύστημα εκβολής, κυρίως εξ αιτίας της επιρροής υφιστάμενης στένωσης – γέφυρας κατάντη του τεχνικού

C: συντελεστής λαμβανόμενος ίσος με 0,80

- Με βάση τα ανωτέρω μεγέθη η εξίσωση της προηγούμενης παραγράφου λαμβάνει τη μορφή της απλής μαθηματικής σχέσης που συνδέει τη στάθμη στη λίμνη με την παροχή εκροής από αυτήν μέσω του τεχνικού με την υπόθεση πλήρως ανοικτών θυροφραγμάτων, δηλαδή του τρίτου προαπαιτούμενου για την εκτέλεση των υπολογισμών διόδευσης των πλημμυρογραφημάτων στη λίμνη.

Ο υπολογισμός της διόδευσης γίνεται με τη βοήθεια απλού λογιστικού φύλλου (excel) που επιλύει σε βήματα την ακόλουθη εξίσωση:

$$2V_2/\Delta t + O_2 = I_1 + I_2 + 2V_1/\Delta t - O_1$$

Όπου:

I_1 : η τιμή της παροχής εισόδου στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

I_2 : η τιμή της παροχής εισόδου στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

O_1 : η τιμή της παροχής εκροής από τη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

O_2 : η τιμή της παροχής εκροής από τη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

V_1 : η τιμή του όγκου νερού στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_1

V_2 : η τιμή του όγκου νερού στη λίμνη τη χρονική στιγμή t_2

Δt : η χρονική διαφορά $t_2 - t_1$

10.2.2 Αποτελέσματα

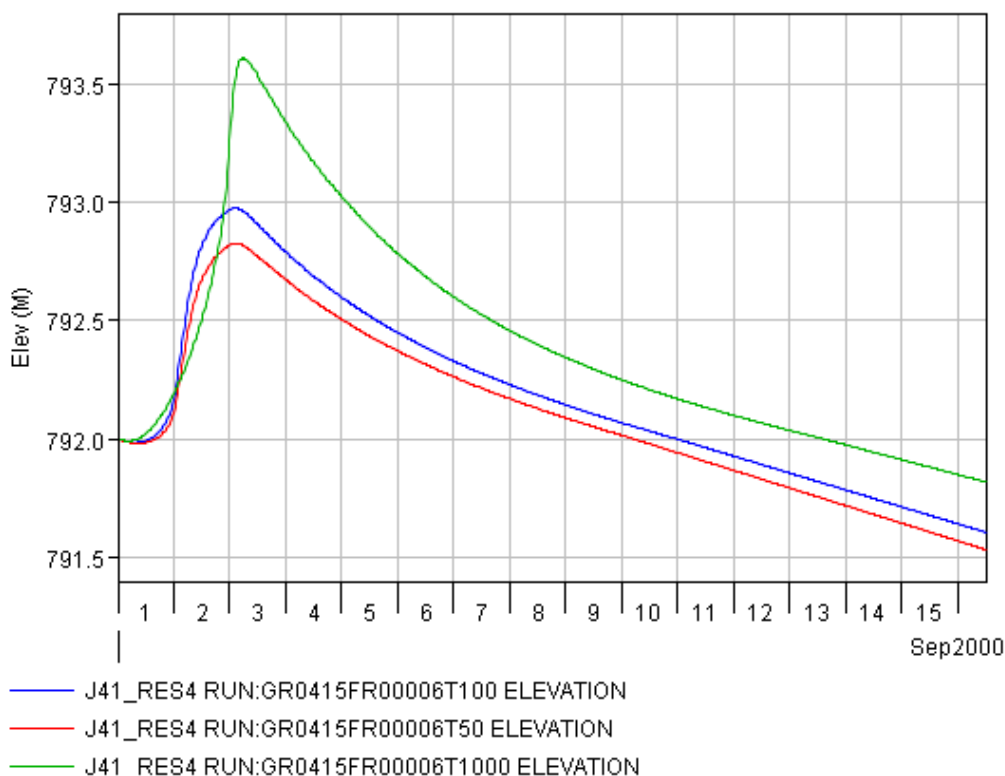
Οι υπολογισμοί διόδευσης υπολογίζουν τη μέγιστη υπερύψωση της στάθμης της λίμνης κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου πλημμυρικού γεγονότος (των 50, 100 και 1000 ετών) σε σχέση με μια στάθμη αναφοράς, η οποία με βάση τα διατιθέμενα δεδομένα θεωρείται ως εύλογη στάθμη μιας υγρής περιόδου. Στην περίπτωση της Βουλκαριάς ως στάθμη αναφοράς λαμβάνεται το +0.20 m. Με το δεδομένο αυτό υπολογίστηκαν οι ακόλουθες ανώτατες πλημμυρικές στάθμες για τα γεγονότα των 50, 100 και 1000 ετών σε μέσες συνθήκες.

Πλημμύρα 50 ετών	Πλημμύρα 100 ετών	Πλημμύρα 1000 ετών
0,90	1,10	2,15

Οι αντίστοιχες κατακλύσεις αποτυπώνονται στους Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας που συνοδεύουν την παρούσα Έκθεση.

11 Τεχνητή Λίμνη Ταυρωπού (GR15)

Για το γεωγραφικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ. Τα γραφήματα διόδευσης πλημμύρας που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν ληφθεί από το τεύχος GR04_P04_P6 Κεφάλαιο 8 Υδρογραφήματα Ταμιευτήρων και αφορούν το μέσο (αναμενόμενο) σενάριο, για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς.



Εικόνα 11-1: Υδρογράφημα εισόδου στη Τεχνητή Λίμνη Ταυρωπού

Προκύπτει λοιπόν ο ακόλουθος πίνακας με τις στάθμες πλημμύρας στον ταμιευτήρα Ταυρωπού, για τις τρεις περιόδους επαναφοράς, μέσο σενάριο. Σημειώνεται ότι η στάση του φράγματος είναι στα 795.2 m και στάθμη υπερχειλίσης στα 792 m. Από τα κάτωθι αποτελέσματα φαίνεται ότι προκύπτει υπερχειλίση και για τις 3 εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς.

Πλημμύρα 50 ετών	Πλημμύρα 100 ετών	Πλημμύρα 1000 ετών
792.7	793.0	793.6

Οι κατακλυζόμενες εκτάσεις παρουσιάζονται αναλυτικά στους αντίστοιχους χάρτες επικινδυνότητας σε κλίμακα 1:25.000.

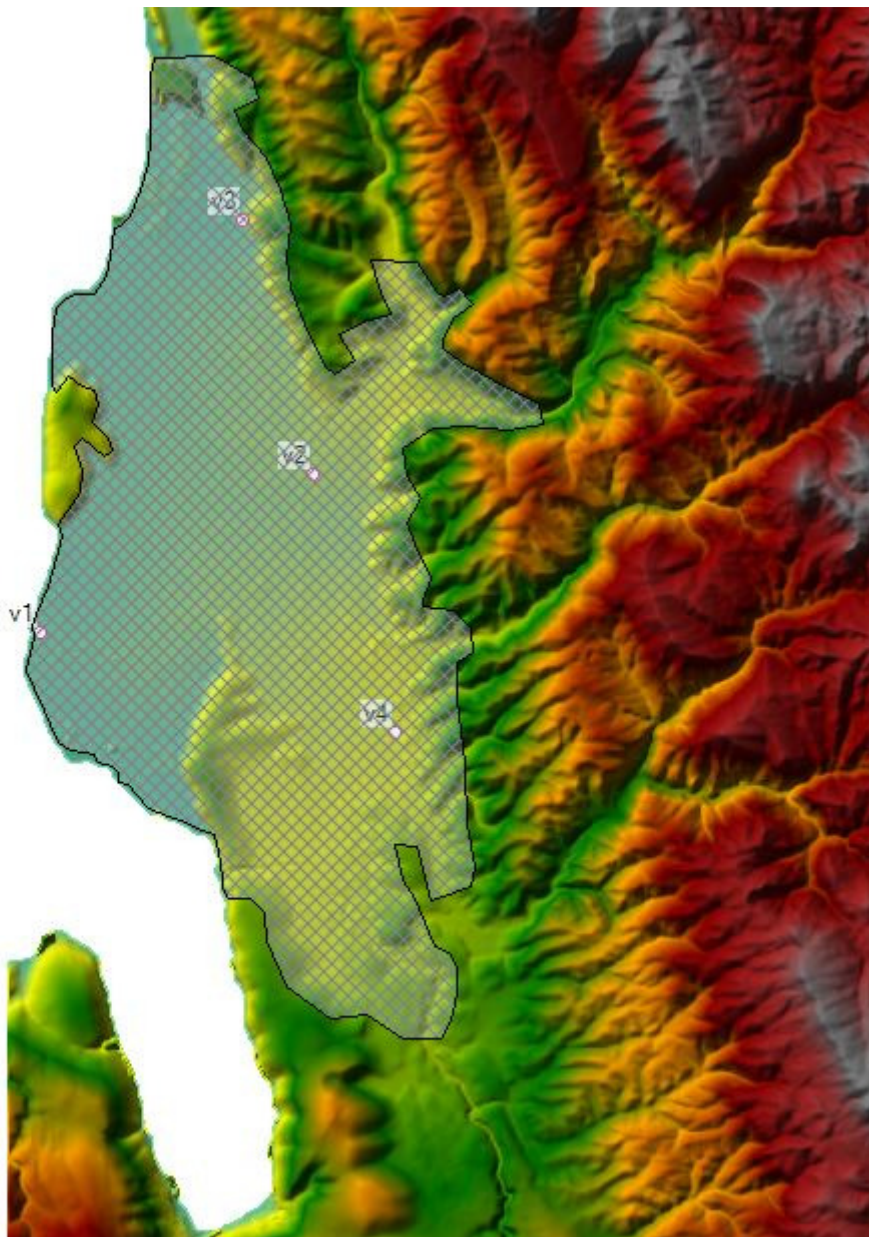
12 Περιοχή Βάλτου (GR15)

12.1 Αριθμητική Προσομοίωση

12.1.1 Εισαγωγή Γεωγραφικού Υποβάθρου

Η περιοχή ανήκει στη ΖΔΥΚΠ GR04RAK0005 των ρεμάτων πλησίον της Αμφιλοχίας και περιλαμβάνει 3 ρέματα από νότια προς βόρεια: το Ξηρόρεμα, τον Μπότοκο και τον Χάβο.

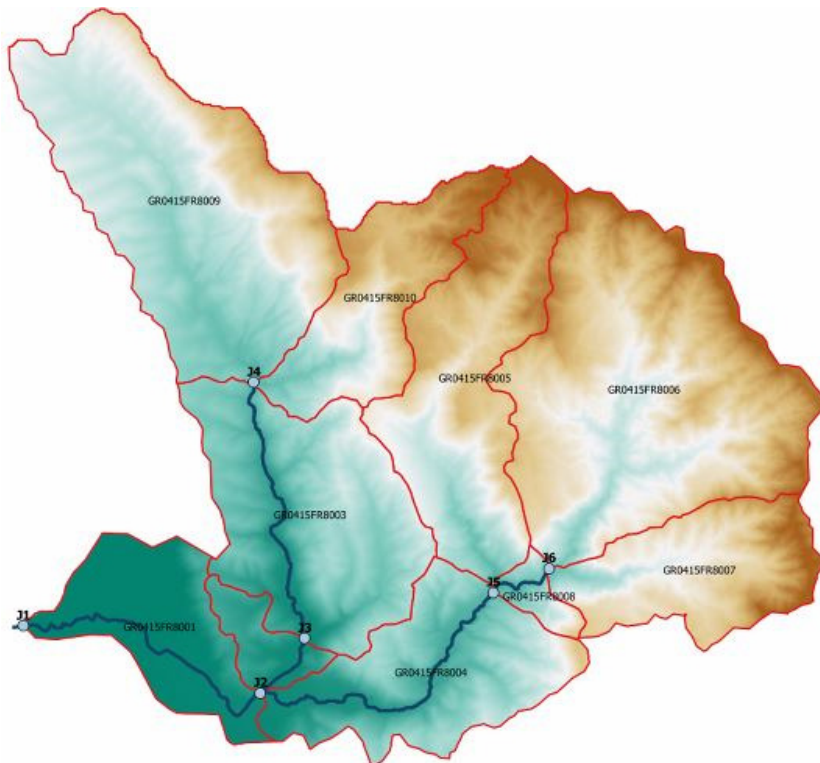
Λόγω της μορφολογίας και του υδρογραφικού συστήματος της περιοχής του Βάλτου που περιλαμβάνει τρεις χειμάρρους, χρησιμοποιήθηκε διδιάστατο μοντέλο σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα:



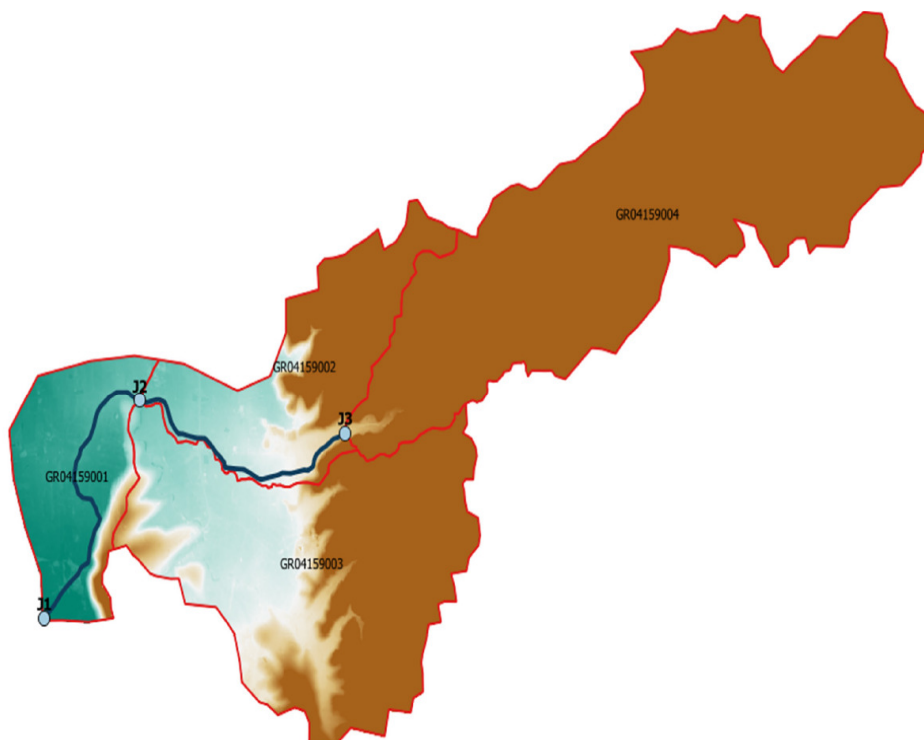
Εικόνα 12-1: Γεωγραφικό υπόβαθρο στην περιοχή της ΖΔΥΚΠ GR04RAK0005

12.1.2 Υδρολογικά Δεδομένα

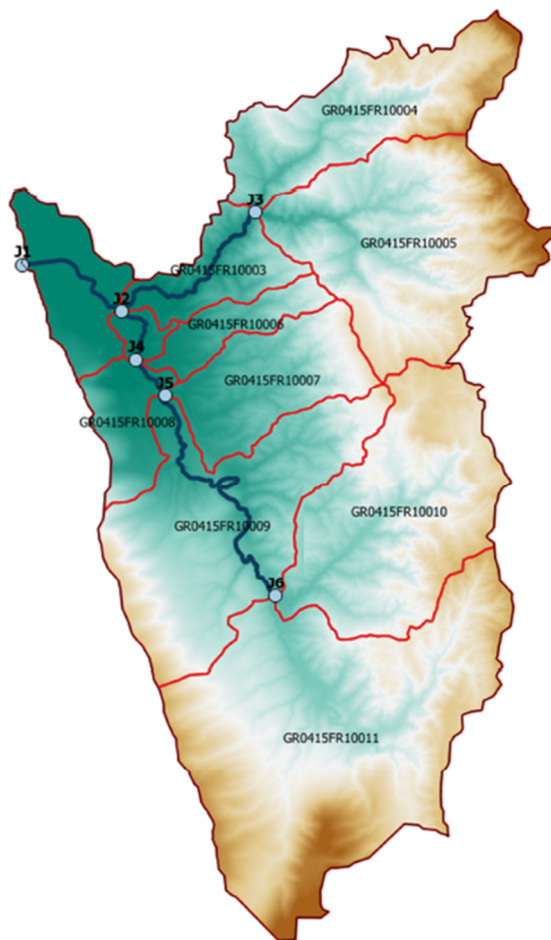
Η λεκάνες απορροής των τριών ρεμάτων περιλαμβάνουν υπολεκάνες, κλάδους και κόμβους σύμφωνα με τα παρακάτω σχήματα.



Εικόνα 12-2: Σχηματοποίηση υπολεκάνών, κόμβων και κλάδων του ρέματος Χάβος

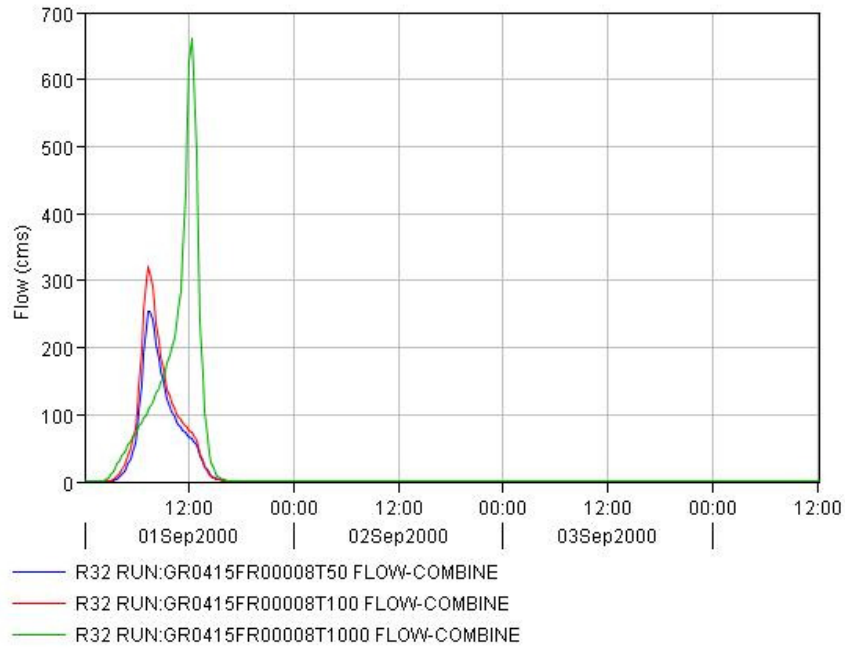


Εικόνα 12-3: Σχηματοποίηση υπολεκάνών, κόμβων και κλάδων του ρέματος Μπότοκος

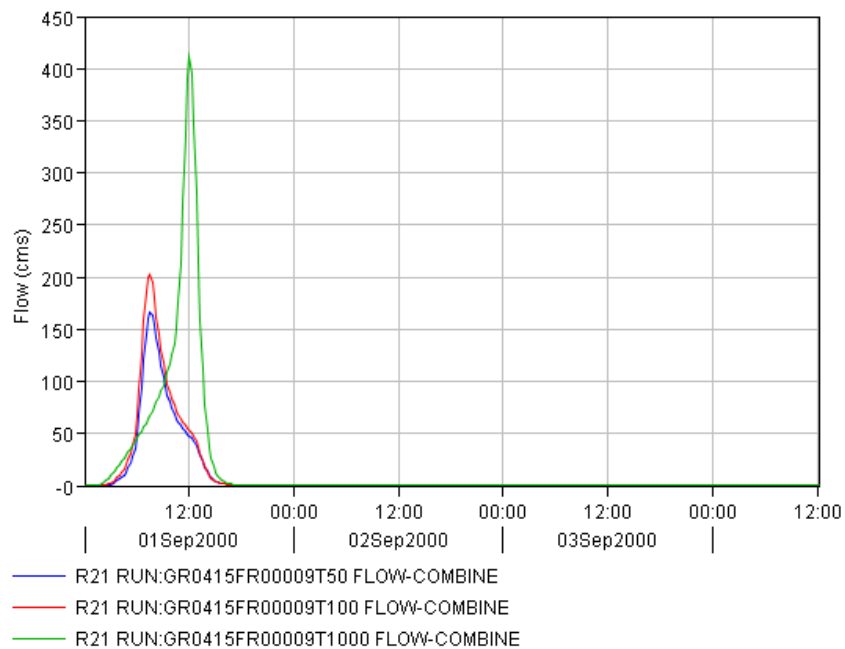


Εικόνα 12-4: Σχηματοποίηση υπολεκανών, κόμβων και κλάδων του ρέματος Ξηρόρεμα

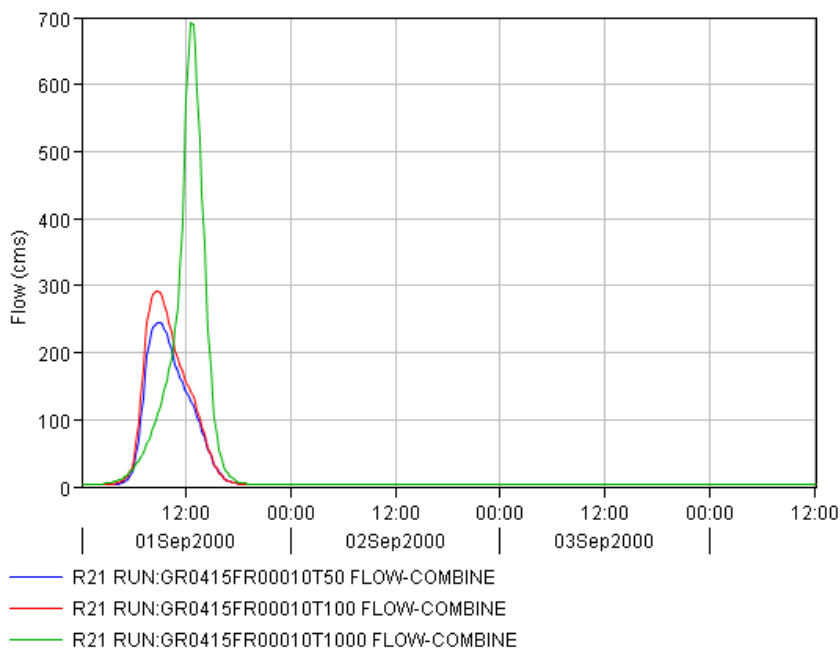
Τα υδρογραφήματα εισόδου στη ΖΔΥΚΠ GR04RAK005 για τις τρεις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς 1:50, 1:100 και 1:1000, μέσω σενάριο, για τα ρέματα Χάβος, Μπόκοτος και Ξηρόρεμα παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 12-5: Υδρογράφημα εισόδου στη ΖΔΥΚΠ GR04RAK0005 του ρέματος Χάβος



Εικόνα 12-6: Υδρογράφημα εισόδου στη ΖΔΥΚΠ GR04RAK0005 του ρέματος Μπότοκος.



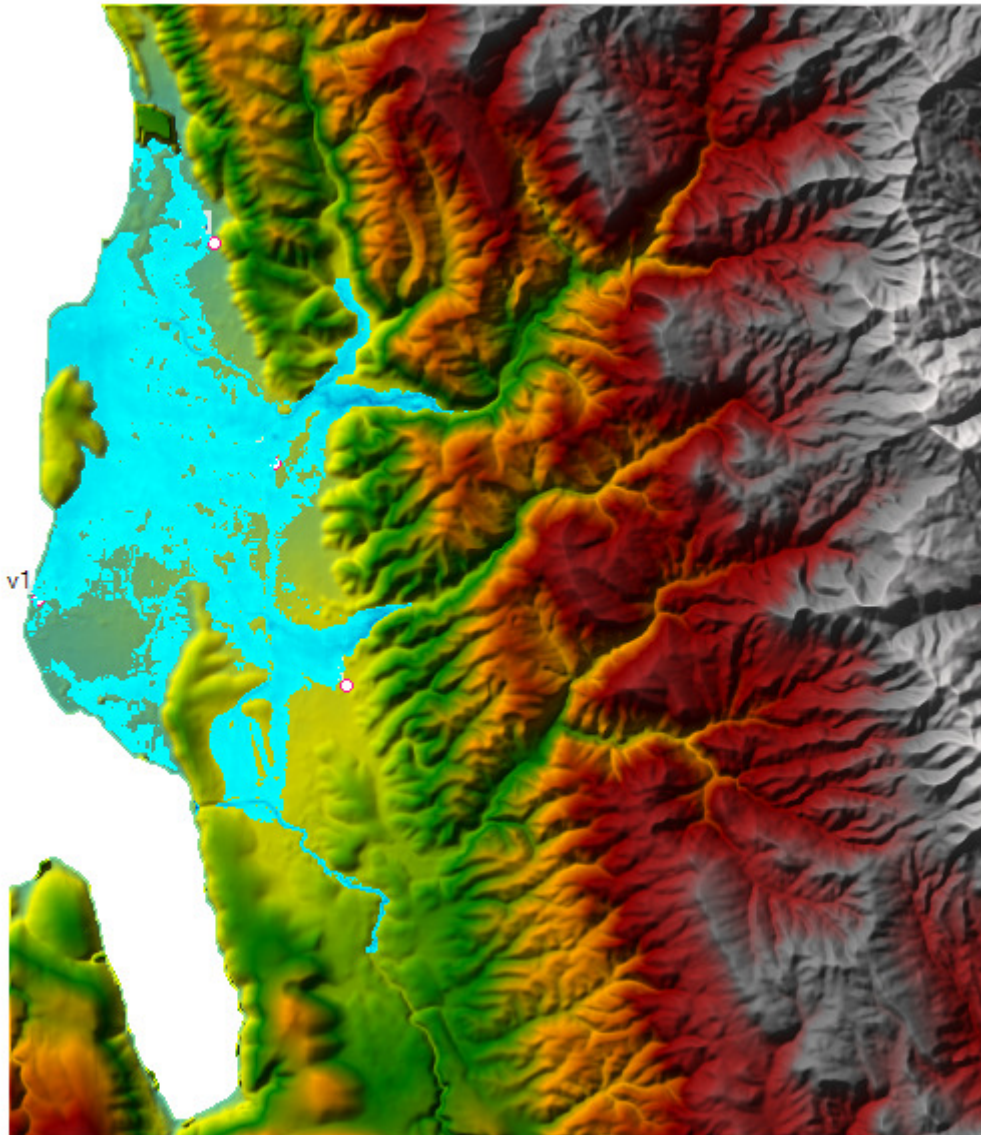
Εικόνα 12-7: Υδρογράφημα εισόδου στη ΖΔΥΚΠ GR04RAK0005 του ρέματος Ξηρόρεμα.

12.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αριθμητικών προσομοιώσεων για τα μέσα σενάρια.

- Για τα Σενάρια 4 (T=50 έτη) και 5 (T=100 έτη) κατακλύζεται ένα σημαντικό τμήμα του οικισμού Λουτρό καθώς και ένα μικρό τμήμα του παραθαλάσσιου οικισμού Μπούκα.
- Για το Σενάριο 6 (T=1000 έτη) κατακλύζεται πέραν των παραπάνω το μεγαλύτερο τμήμα του οικισμού Μπούκα, όπως ένα τμήμα του οικισμού Αμφιλοχικό Άργος.
- Τέλος, και στα 3 Σενάρια κατακλύζεται πολύ μεγάλο τμήμα των καλλιεργούμενων εκτάσεων εντός της ΖΔΥΚΠ.

Στην παρακάτω εικόνα δίνεται η κατακλυζόμενη έκταση για T=100 έτη, μέσο σενάριο, όπως προέκυψε από το υδραυλικό μοντέλο HEC-RAS 2D με την εισαγωγή των προαναφερόμενων τοπογραφικών και υδρολογικών δεδομένων.



Εικόνα 12-8: Ζώνες κατάκλυσης με μέγιστα βάθη ροής για μέσες συνθήκες και $T = 100$ έτη

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στους αντίστοιχους χάρτες επικινδυνότητας σε κλίμακα 1:25.000.

13 Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας από την Θάλασσα

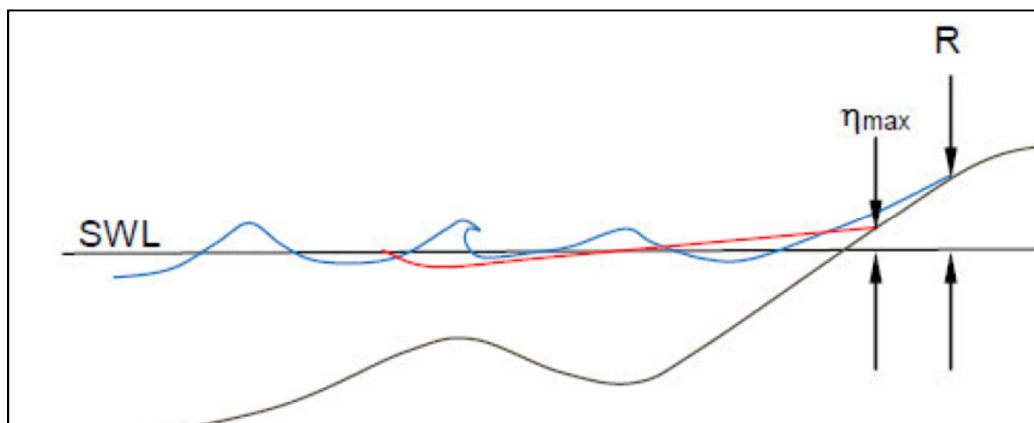
Στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ συνεκτιμάται η επικινδυνότητα πλημμυρών από την θάλασσα με στόχο την κατάρτιση χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας λόγω ανύψωσης της μέσης στάθμης θάλασσας, με βάση τα αποτελέσματα της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης κινδύνων πλημμύρας από τη θάλασσα που έχει πραγματοποιήσει η ΕΓΥ [ECOS ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΑΕ - ΈΦΗ ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ & ΣΙΑ", 11/2014].

Στην Ελλάδα, οι πλημμύρες από την θάλασσα δεν είναι διαδεδομένες. Έχουν παρατηρηθεί μεμονωμένα περιστατικά μέχρι σήμερα που χρήζουν ανάλυσης και επεξήγησης, όπως στην περιοχή του Αιτωλικού (4/12/2008), στο Βαθύ Σάμου (20/12/2009 - 03/01/2010) και στην Λέσβο (20/12/2009 - 03/01/2010).

Οι παράγοντες από τους οποίους οφείλονται οι πλημμύρες από την θάλασσα είναι:

- της αστρονομικής παλίρροιας
- της μετεωρολογικής παλίρροιας (storm surge)
- της ανύψωσης της μέσης στάθμης θαλάσσης (ΜΣΘ) λόγω κυματισμών (wave setup)
- της αναρρίχησης (runup) των κυμάτων στην ακτή.

Επίσης, ένας άλλος παράγοντας που συμβάλει στις θαλάσσιες πλημμύρες είναι τα παλιρροιακά κύματα (tsunami) που οφείλονται σε απότομες και τοπικές ανυψώσεις ή καταβυθίσεις του πυθμένα της θάλασσας λόγω σεισμικών γεγονότων ή κατολισθήσεων του πυθμένα της θάλασσας. Στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 13-1) παρουσιάζεται η ανύψωση της ΜΣΘ λόγω κυματισμών η_{\max} καθώς και η αναρρίχηση των κυματισμών R.



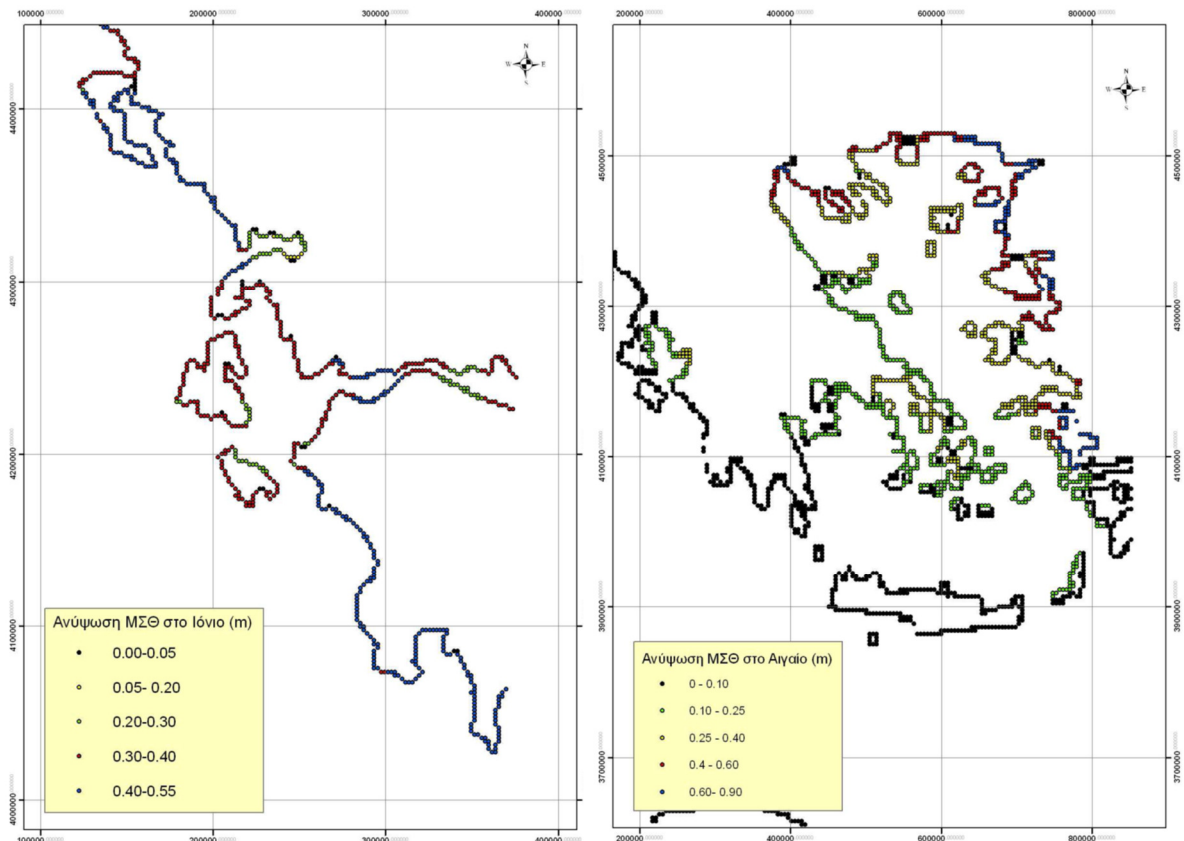
Εικόνα 13-1: Ανύψωση της ΜΣΘ λόγω κυματισμών η_{\max} και αναρρίχηση των κυματισμών, R (Wave Runup Prediction and assessment, US Corps of Engineers, 2012)

13.1 Ανύψωση ΜΣΘ από Αστρονομική Παλίρροια

Η ανύψωση της ΜΣΘ από αστρονομική παλίρροια θεωρήθηκε σταθερή και ίση με 10 cm για όλο το μήκος της ακτογραμμής.

13.2 Ανύψωση ΜΣΘ από Μετεωρολογική Παλίρροια

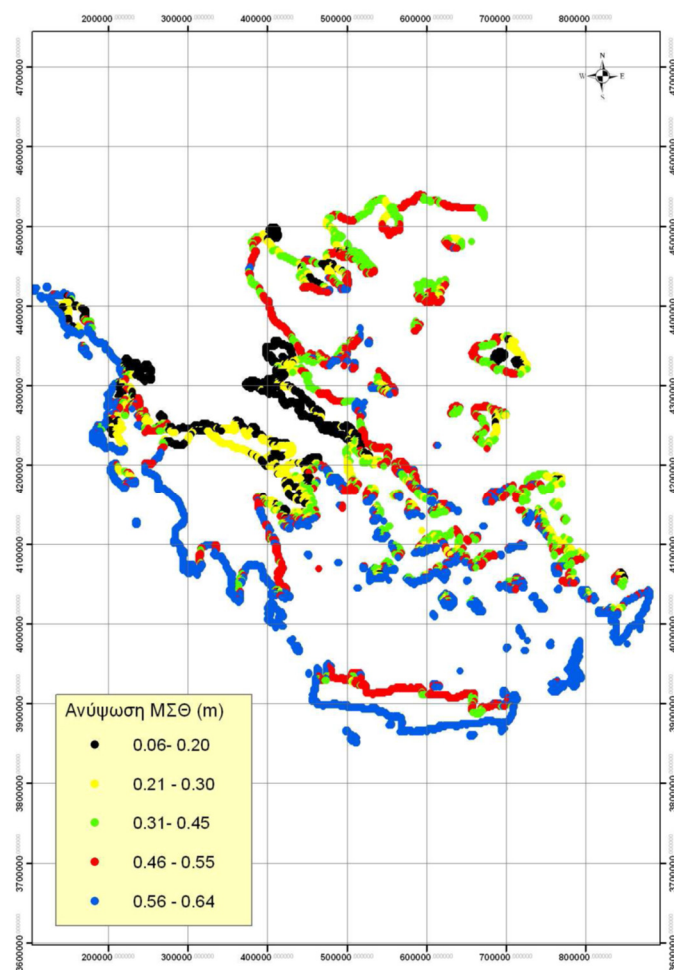
Η ανάλυση της ανύψωσης της ΜΣΘ από μετεωρολογική παλίρροια βασίστηκε στα αποτελέσματα ενός αδρού μετεωρολογικού μοντέλου για περίοδο επαναφοράς 50 έτη, μιας και ήταν τα μόνα διαθέσιμα. Για περίοδο επαναφοράς 100 ετών τα αποτελέσματα δεν διαφοροποιούνται ουσιαστικά. Στα παρακάτω σχήματα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης για τις ακτογραμμές του Ιονίου και Αιγαίου Πελάγους.



Εικόνα 13-2: Μέγιστη ανύψωση ΜΣΘ στις ακτογραμμές Ιονίου και Αιγαίου πελάγους από μετεωρολογική παλίρροια

13.3 Ανύψωση ΜΣΘ από Κυματισμούς

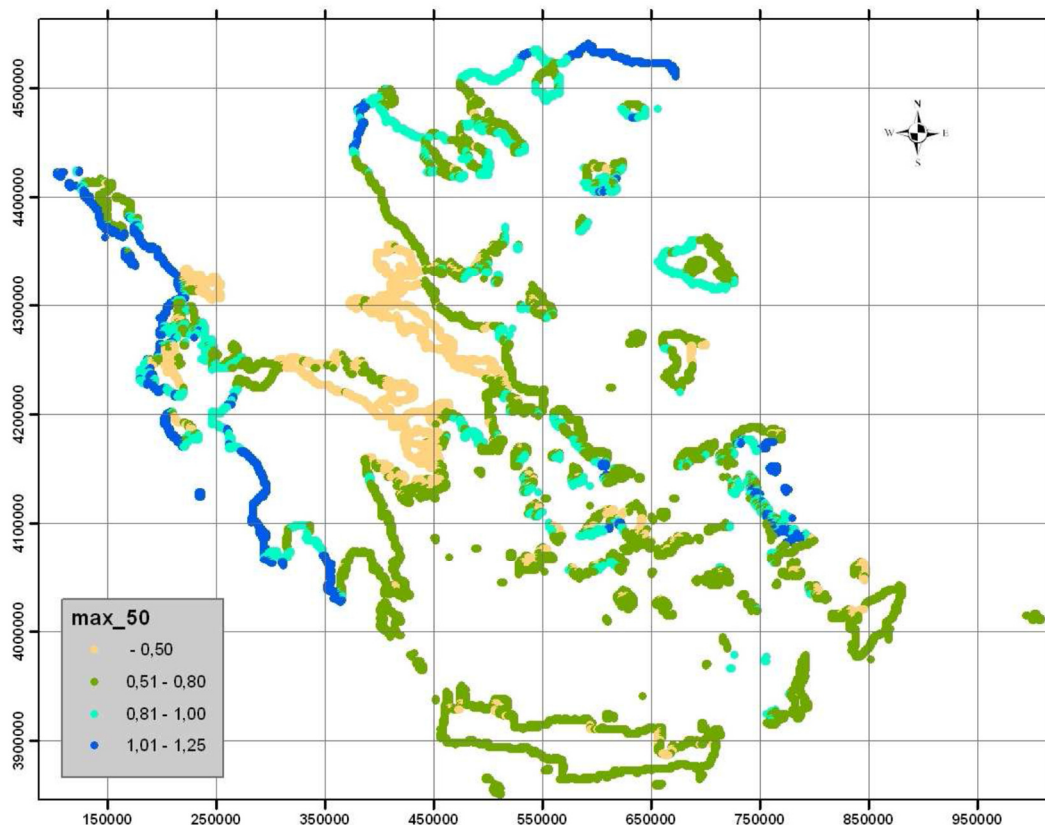
Η ανύψωση της ΜΣΘ λόγω κυματισμών υπολογίζεται ως το 7% του ύψους κύματος ανοιχτού πελάγους. Το μέγιστο ύψος κύματος προκύπτει από τον υπολογισμό των τιμών των ύψους για κάθε μία από τις οκτώ κύριες διευθύνσεις ανέμου και υπολογίζεται, σύμφωνα με την απλουστευμένη μέθοδο Jonswar, από το ανάπτυγμα πελάγους, την ταχύτητα ανέμου και τη διάρκεια ανέμου. Στο παρακάτω σχήμα, απεικονίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης για την μέγιστη ανύψωση ΜΣΘ από κυματισμούς από όλες τις διευθύνσεις.



Εικόνα 13-3: Μέγιστη ανύψωση ΜΣΘ από κυματισμούς, από όλες τις διευθύνσεις

13.4 Συνολική Ανύψωση ΜΣΘ

Για τον υπολογισμό της συνολικής ανύψωσης της μέσης στάθμης θάλασσας αθροίστηκαν, για κάθε διεύθυνση, η μέγιστη αστρονομική και μετεωρολογική παλίρροια, με τους μέγιστους κυματισμούς από την ίδια διεύθυνση. Τα αποτελέσματα αντιστοιχούν πρακτικά σε πλημμύρες για περίοδο επαναφοράς 50 ετών μιας και για περίοδο 100 ετών δεν διαφοροποιούνται ιδιαίτερα και παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 13-4: Συνολική μέγιστη ανύψωση Μ.Σ.Θ στην ακτογραμμή, από όλες τις διευθύνσεις, για περίοδο επαναφοράς 50 ετών

Για το Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04), οι ΖΔΥΚΠ στις οποίες εκτιμάται ανύψωση ΜΣΘ μεγαλύτερη από 1 m είναι οι GR04RAK0003 και GR04RAK0004. Πιο αναλυτικά, η ανύψωση της ΜΣΘ για περίοδο επαναφοράς 50 και 100 ετών παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 13-1: Ανύψωση ΜΣΘ μεγαλύτερη του 1 m για το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας

ΖΔΥΚΠ	Ανύψωση ΜΣΘ (m)	
	T= 50 έτη	T= 100 έτη
GR04RAK0003	-	1,02
GR04RAK0004	1,02	1,11

Αναφορές

Ε.Γ.Υ. (2014), Προκαταρκτική αξιολόγηση κινδύνων πλημμύρας από τη θάλασσα και εκτίμηση της πιθανής ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας για την αξιολόγηση της επικινδυνότητάς τους.

14 Κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας

14.1 Εισαγωγή

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται οι χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας (Flood Hazard Maps FHM) που έχουν καταρτιστεί για τα διάφορα υδρολογικά σενάρια που έχουν προσομοιωθεί κατά μήκος των ποταμών του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04). Παρατίθενται συνοπτικά οι πληροφορίες που απεικονίζονται σε κάθε περίπτωση, και περιγράφεται ο τρόπος απεικόνισής τους. Παρατίθενται συνοπτικά οι πληροφορίες που απεικονίζονται σε κάθε περίπτωση, και περιγράφεται ο τρόπος απεικόνισής τους.

Οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας από ποτάμιες ροές/λίμνες που καταρτίστηκαν αντιστοιχούν στα εξής σενάρια:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης περιόδου επαναφοράς 50 ετών,
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης περιόδου επαναφοράς 100 ετών,
- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης περιόδου επαναφοράς 1000 ετών.

Οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας βάση της χωρικής κατανομής της επιφάνειας κατάκλυσης πλημμύρας από τη θάλασσα που καταρτίστηκαν αντιστοιχούν στα εξής σενάρια:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης περιόδου επαναφοράς 50 ετών,
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης περιόδου επαναφοράς 100 ετών

Στο παρόν στάδιο (1ος κύκλος εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/EK) δεν εξετάζονται σενάρια κλιματικής αλλαγής.

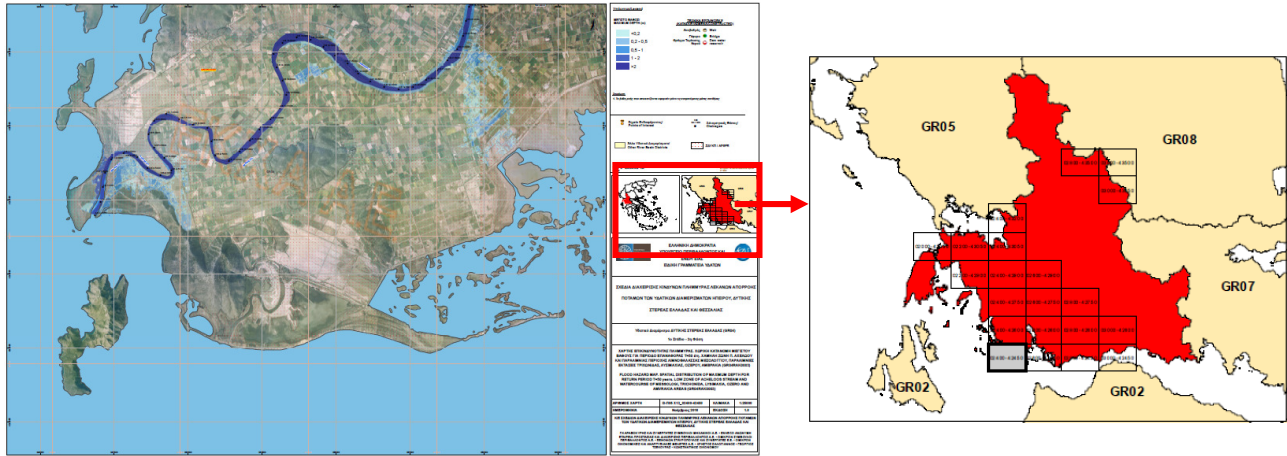
Οι χάρτες έχουν καταρτιστεί στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) και στο σύστημα συντεταγμένων European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89), με χρήση της εγκάρσιας μερκατορικής προβολής TM07 (Transverse Mercator Projection TM07) που εφαρμόζεται σε όλη την Ελλάδα εκτός από το Καστελόριζο, προκειμένου να είναι εφικτή η ανάρτηση χωρικών δεδομένων στην πλατφόρμα Inspire.

14.2 Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

Οι χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας παρουσιάζονται σε κλίμακα 1:25.000, για όλες τις περιόδους επαναφοράς που εξετάζονται. Η επιλογή της κλίμακας αυτής έγινε διότι οι εκτάσεις που κατακλύζονται σε όλα τα σενάρια που εξετάστηκαν είναι στην συντριπτική τους πλειοψηφία αγροτικές και φυσικές περιοχές, όχι αστικές περιοχές. Η κλίμακα αυτή δίνει επαρκή ακρίβεια στην αναγνώριση τέτοιων περιοχών και προσφέρει εποπτική εικόνα της συνολικής περιοχής μελέτης σε λιγότερα φύλλα χάρτη. Συνολικά η περιοχή του Υδατικού Διαμερίσματος της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04) καλύπτεται από δέκα τρεις (13) πινακίδες για τους χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές / λίμνες και τρεις (3) πινακίδες για τους χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ανύψωσης μέσης στάθμης της θάλασσας, οι οποίες ακολουθούν τις προδιαγραφές διανομής πινακίδων στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87.

Η κωδικοποίηση των πινακίδων έγινε βάσει των προδιαγραφών της διανομής ΕΓΣΑ 87 και κάθε πινακίδα έχει ένα μοναδικό αριθμό. Η κωδικοποίηση των πινακίδων φαίνεται στην κλείδα που

υπάρχει στο μέσον του κάθε χάρτη (βλ. παρακάτω σχήμα).



Εικόνα 14-1: Επεξήγηση κωδικοποίησης πινακίδων

Η μορφή της κωδικοποίησης είναι οι εξής:

XXXXX-YYYYY/K

Όπου:

XXXXX: το ακέραιο μέρος του πηλίκου της τετμημένες X του κάτω αριστερά άκρου της πινακίδας δια του 100

YYYYY: το ακέραιο μέρος του πηλίκου της τεταγμένης Y του κάτω αριστερά άκρου της πινακίδας δια του 100

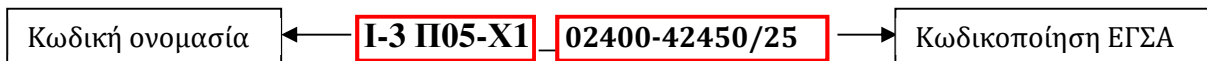
K: το ακέραιο μέρος του πηλίκου του παρονομαστή της κλίμακας του σχεδίου δια του 1000 (στην προκειμένη περίπτωση K=25)

Βάσει των παραπάνω προκύπτει η κωδικοποίηση της μορφής:

02400-42450/25

Η διαστάσεις του θέματος είναι 81x61 cm με επικάλυψη 1cm στο άνω και δεξιό άκρο του θέματος των πινακίδων για την ευχερή σύνδεση τους.

Ο τίτλος κάθε χάρτη συνθέτεται από μια κωδική ονομασία η οποία είναι στα πρότυπα του σημειώματος του Τεχνικού Συμβούλου της ΕΓΥ («Σημείωμα για την οργάνωση των ψηφιακών αρχείων των ΣΔΚΠ και τα μεταδεδομένα χωρικής πληροφορίας») και την εκάστοτε κωδικοποίηση της κάθε πινακίδας. Έτσι ο τίτλος του τελικού χάρτη είναι της μορφής:



Οι τίτλοι και οι κωδικοί των χαρτών παρουσιάζονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 14-1: Τίτλοι και κωδικοί χαρτών επικινδυνότητας

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
	ΧΑΡΤΕΣ		
1	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Δέλτα π. Μόρνου-παράκτιες περιοχές Ναυπακτίας (GR04RAK001)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ1
2	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Δέλτα π. Μόρνου-παράκτιες περιοχές Ναυπακτίας (GR04RAK001)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ2
3	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Δέλτα π. Μόρνου-παράκτιες περιοχές Ναυπακτίας (GR04RAK001)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ3
4	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Δέλτα π. Μόρνου-παράκτιες περιοχές Ναυπακτίας (GR04RAK001)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ4
5	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Δέλτα π. Μόρνου-παράκτιες περιοχές Ναυπακτίας (GR04RAK001)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ5
6	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Δέλτα π. Μόρνου-παράκτιες περιοχές Ναυπακτίας (GR04RAK001)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ6
7	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Περιοχή Δέλτα Π. Εύηνου (GR04RAK007)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ7
8	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Περιοχή Δέλτα Π. Εύηνου (GR04RAK007)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ8
9	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Περιοχή Δέλτα Π. Εύηνου (GR04RAK007)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ9
10	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Περιοχή Δέλτα Π. Εύηνου (GR04RAK007)	1:25.000	I - 3 Π05-Χ10

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
11	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Περιοχή Δέλτα Π. Εύηνου (GR04RAK007)	1:25.000	I - 3 Π05-X11
12	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Περιοχή Δέλτα Π. Εύηνου (GR04RAK007)	1:25.000	I - 3 Π05-X12
13	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιας εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X13
14	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιας εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X14
15	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιας εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X15
16	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιας εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X16
17	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιας εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X17
18	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιας εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X18

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
19	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X19
20	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X20
21	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X21
22	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X22
23	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X23
24	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες. Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T = 1000 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X24
25	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ανύψωση μέσης στάθμης της θάλασσας. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιες εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X25
26	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ανύψωση μέσης στάθμης της θάλασσας. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Χαμηλή ζώνη Π. Αχελώου και παραλίμνιας περιοχής λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, παραλίμνιες εκτάσεις Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, Οζερού, Αμβρακίας (GR04RAK0003)	1:25.000	I - 3 Π05-X26
27	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ανύψωση μέσης στάθμης της θάλασσας. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 50 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X27
28	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ανύψωση μέσης στάθμης της θάλασσας. Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T = 100 έτη. Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας (GR04RAK0004)	1:25.000	I - 3 Π05-X28

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

Για κάθε ΖΔΥΚΠ, δημιουργήθηκαν **έξι (6) σειρές χαρτών** για τους Χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές/ λίμνες: 3 σειρές για κάθε περίοδο επαναφοράς (T = 50, 100, 1000 έτη) επί 2 θέματα (Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας πλημμύρας και Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους πλημμύρας) καθώς και **δύο (2) σειρές χαρτών** για τους Χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ανύψωση μέσης στάθμης θάλασσας για κάθε περίοδο επαναφοράς T = 50 και 100 έτη για το θέμα Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους πλημμύρας.

Η διανομή των χαρτών σε πινακίδες, παρουσιάζεται στους πίνακες που ακολουθούν:

Πίνακας 14-2: Σειρά χαρτών μέγιστων βαθών πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες για T = 50 έτη

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΒΑΘΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 50 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X1	1
03000-42450	1
I-3 Π05-X7	3
02600-42450	1
02600-42600	1
02800-42450	1
I-3 Π05-X13	8
02400-42450	1
02400-42600	1
02400-42750	1
02400-42900	1
02600-42750	1
02600-42900	1
02800-42600	1
02800-42750	1
I-3 Π05-X19	1
02200-43050	1

Πίνακας 14-3: Σειρά χαρτών μέγιστων βαθών πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες για T = 100 έτη

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΒΑΘΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 100 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X2	1
03000-42450	1
I-3 Π05-X8	3

Γ' ΦΑΣΗ

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας: Τεχνική Έκθεση

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΒΑΘΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 100 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
0260 0-42450	1
02600-42600	1
02800-42450	1
I-3 Π05-X14	8
02400-42450	1
02400-42600	1
02400-42750	1
02400-42900	1
02600-42750	1
02600-42900	1
02800-42600	1
02800-42750	1
I-3 Π05-X20	1
02200-43050	1

Πίνακας 14-4: Σειρά χαρτών μέγιστων βαθών πλημμύρας από ποτάμια ροές/λίμνες για
T = 1000 έτη

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΒΑΘΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 1000 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X3	1
03000-42450	1
I-3 Π05-X9	3
02600-42450	1
02600-42600	1
02800-42450	1
I-3 Π05-X15	8
02400-42450	1
02400-42600	1
02400-42750	1
02400-42900	1
02600-42750	1
02600-42900	1
02800-42600	1
02800-42750	1

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΒΑΘΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 100 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X21	1
02200-43050	1

**Πίνακας 14-5: Σειρά χαρτών μέγιστων ταχυτήτων ροής πλημμύρας από ποτάμιας
ροές/λίμνες για T = 50 έτη**

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 50 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X4	1
03000-42450	1
I-3 Π05-X10	3
02600-42450	1
02600-42600	1
02800-42450	1
I-3 Π05-X16	8
02400-42450	1
02400-42600	1
02400-42750	1
02400-42900	1
02600-42750	1
02600-42900	1
02800-42600	1
02800-42750	1
I-3 Π05-X22	1
02200-43050	1

**Πίνακας 14-6: Σειρά χαρτών μέγιστων ταχυτήτων ροής πλημμύρας από ποτάμιας
ροές/λίμνες για T = 100 έτη**

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 100 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X5	1
03000-42450	1
I-3 Π05-X11	3
02600-42450	1
02600-42600	1

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 100 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
02800-42450	1
I-3 Π05-X17	8
02400-42450	1
02400-42600	1
02400-42750	1
02400-42900	1
02600-42750	1
02600-42900	1
02800-42600	1
02800-42750	1
I-3 Π05-X23	1
02200-43050	1

Πίνακας 14-7: Σειρά χαρτών μέγιστων ταχυτήτων ροής πλημμύρας από ποτάμιας
ροές/λίμνες για T = 1000 έτη

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 1000 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X6	1
03000-42450	1
I-3 Π05-X12	3
02600-42450	1
02600-42600	1
02800-42450	1
I-3 Π05-X18	8
02400-42450	1
02400-42600	1
02400-42750	1
02400-42900	1
02600-42750	1
02600-42900	1
02800-42600	1
02800-42750	1
I-3 Π05-X24	1
02200-43050	1

Πίνακας 14-8: Σειρά χαρτών μέγιστων βαθών πλημμύρας από τη θάλασσα για T = 50 έτη

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΒΑΘΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 50 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X25	2
02400-42450	1
02400-42600	1
I-3 Π05-X27	1
02200-42900	1

Πίνακας 14-9: Σειρά χαρτών μέγιστων βαθών πλημμύρας από τη θάλασσα για T = 100 έτη

ΣΕΙΡΑ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕΓ. ΒΑΘΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΓΙΑ T = 100 ΕΤΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΧΑΡΤΗ
I-3 Π05-X26	2
02400-42450	1
02400-42600	1
I-3 Π05-X28	1
02200-42900	1

Για υπόβαθρο των χαρτών, έχει επιλεγεί το διαθέσιμο από το διαδίκτυο WMS Service απεικόνιση ορθοφωτοχαρτών της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε (<http://gis.ktimanet.gr/wms/wmsopen/wmsserver.aspx>) φωτοληψίας 2007-2009. Στο υπόβαθρο απεικονίζονται επίσης:

- το όριο της Ζώνης Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας όπως καθορίστηκε στο στάδιο της προκαταρκτικής αξιολόγησης,
- η Χ.Θ. (ανά 500 μέτρα από τα κατάντη προς τα ανάντη)
- όρια των γειτονικών διαμερισμάτων
- τεχνικά έργα (γέφυρες, αναχώματα, οχετοί, φράγματα, διατομές, αναβαθμοί)

Το μέγιστο βάθος νερού για πλημμύρες από ποτάμιες ροές έχει παρασταθεί με κλίμακα μπλε χρώματος, σε πέντε (5) επίπεδα ως ακολούθως:

1. <0,2 m,
2. 0,2 – 0,5 m
3. 0,5 – 1,0 m
4. 1,0 – 2,0 m
5. >2,0 m

Η μέγιστη ταχύτητα ροής για πλημμύρες από ποτάμιες ροές έχει παρασταθεί με κλίμακα πορτοκαλί χρώματος, σε τέσσερα (4) επίπεδα ως ακολούθως:

1. <1 m/s
2. 1,0 – 2,0 m/s
3. 2,0 – 5,0 m/s

4. >5,0 m/s

Το μέγιστο βάθος νερού στην παρόχθια περιοχή της λίμνης Βουλκαρίας έχει παρασταθεί με σκιαγραφημένο πλαίσιο, και αφορά:

1. Για περίοδο επαναφοράς $T = 50$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 0,80 m
2. Για περίοδο επαναφοράς $T = 100$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 1,05 m
3. Για περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 2,10 m

Το μέγιστο βάθος νερού στην παρόχθια περιοχή της λίμνης Λυσιμαχίας έχει παρασταθεί με σκιαγραφημένο πλαίσιο, και αφορά:

1. Για περίοδο επαναφοράς $T = 50$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 16,9 m
2. Για περίοδο επαναφοράς $T = 100$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 17,0 m
3. Για περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 17,5 m

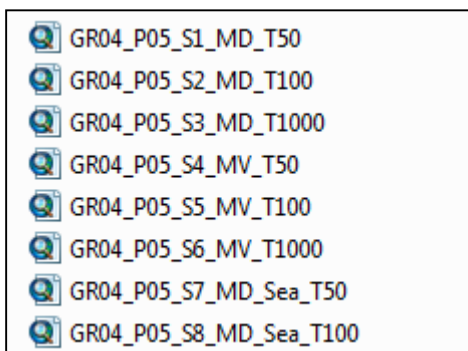
Το μέγιστο βάθος νερού στην παρόχθια περιοχή της λίμνης Τριγωνίδας έχει παρασταθεί με σκιαγραφημένο πλαίσιο, και αφορά:

1. Για περίοδο επαναφοράς $T = 50$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 14,5 m
2. Για περίοδο επαναφοράς $T = 100$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 14,75 m
3. Για περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 15,25 m

Το μέγιστο βάθος νερού για πλημμύρες από ανύψωση μέσης στάθμης θάλασσας έχει παρασταθεί με κλίμακα μπλε χρώματος, σε τρία (3) επίπεδα, και αφορά:

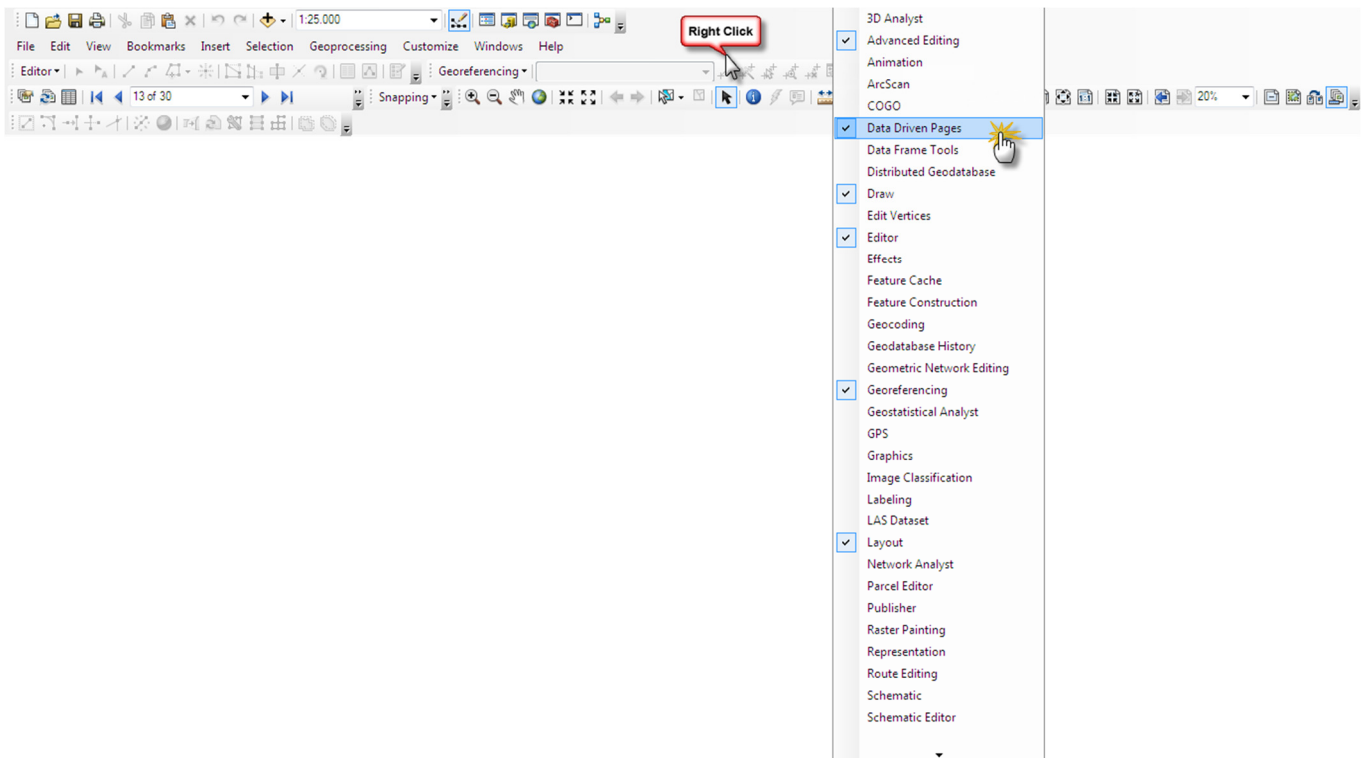
1. Για περίοδο επαναφοράς $T = 50$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 1.02 m για την ΖΔΥΚΠ (GR04RAK0004)
2. Για περίοδο επαναφοράς $T = 100$ έτη, βάθος πλημμύρας μέχρι το υψομετρικό επίπεδο 1.03 m για την ΖΔΥΚΠ (GR04RAK0003) και 1,11 m για την ΖΔΥΚΠ (GR04RAK0004)

Για κάθε σειρά χαρτών έχει δημιουργηθεί ένα αρχείο μορφότυπου .mxd (arcgis file format) στο οποίο έχει δημιουργηθεί εσωτερικά η διανομή των πινακίδων.

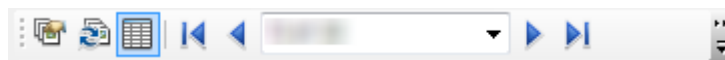


Για να πλοηγηθεί κάποιος στις πινακίδες των χαρτών θα **πρέπει να ενεργοποιήσει** την εργαλειομπαρά (toolbar): **Data Driven Pages**.

Για την ενεργοποίηση της εργαλειομπαράς αρκεί να κάνει δεξί click σε κενή περιοχή στο περιβάλλον του ArcMap και να εμφανιστεί η λίστα με τις εργαλειομπαρές.



Από εκεί επιλέγει την εν λόγω εργαλειομπάρα και εμφανίζεται στο περιβάλλον του χάρτη.



Μπορεί να πλοηγηθεί είτε μέσω του κωδικού της πινακίδας είτε μέσω της αυτόματης αρίθμησης που παίρνουν οι πινακίδες η οποία προκύπτει από την αλφαριθμητική σειρά της κωδικοποίησης των πινακίδων.

