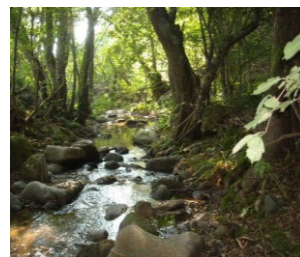
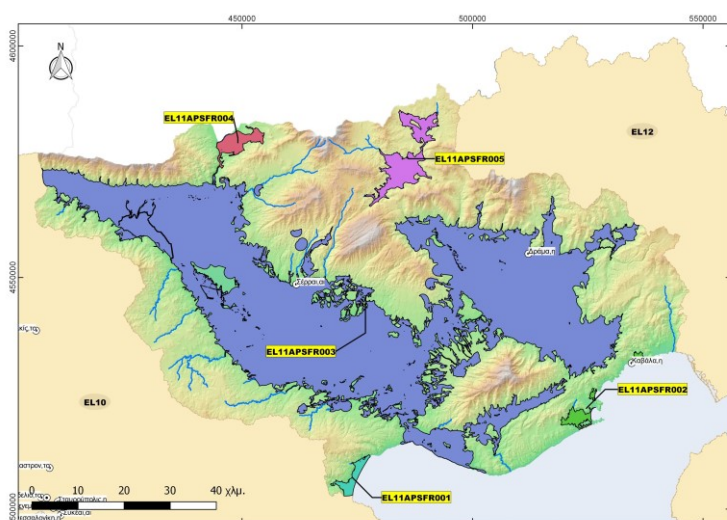




ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ



1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ
ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
των Λεκανών Απορροής Ποταμών του
Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας (EL11)

Στάδιο 1 - Παραδοτέο 5
ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
Τεχνική Έκθεση



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ταμείο Συνοχής

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΡΓΟ : 1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ : 1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΑΠ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΘΡΑΚΗΣ:

ΕΞΑΡΧΟΥ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε

ECOS ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Α.Ε

ENVIROPLAN ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ – ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ Α.Ε.

ΛΙΖΑ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ του Αβραάμ

ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΟΙ ΙΚΕ

ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΤΣΙΝΤΣΑΡΗΣ του Δημητρίου

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ 1^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05: ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Αναθεωρήσεις:

Έκδοση	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
1	15/11/2023	1 ^η Υποβολή για έλεγχο και διόρθωση
2	01/12/2023	Επικαιροποίηση Έκθεσης

Τεύχη και Χάρτες που συνοδεύουν το παρόν Παραδοτέο

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
	ΤΕΥΧΗ		
1	Τεχνική Έκθεση		Π05-T1
	ΧΑΡΤΕΣ		
1	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-050-025-01
2	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-100-025-01
3	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-1K-025-01
4	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-050-025-01
5	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-100-025-01
6	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-1K-025-01
7	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-050-025-01
8	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-100-025-01
9	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-1K-025-01

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
10	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSF002) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-050-025-01
11	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSF002) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-100-025-01
12	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSF002) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-1K-025-01
13	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSF003) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-050-025-01
14	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSF003) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-100-025-01
15	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSF003) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-1K-025-01
16	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSF003) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-050-025-01

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
17	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-100-025-01
18	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-1K-025-01
19	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-050-025-01
20	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-100-025-01
21	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-1K-025-01
22	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-050-025-01
23	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-100-025-01
24	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-1K-025-01
25	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-050-025-01

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους/ Χάρτη
26	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-100-025-01
27	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-DMAX-1K-025-01
28	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-050-025-01
29	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-100-025-01
30	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	1:25.000	EL11-05-VMAX-1K-025-01

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΈΚΘΕΣΗΣ	1
1.2	ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	5
1.3	ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ	6
1.4	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ	6
1.4.1	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ 1 ^η ΑΝΑΘ. ΣΔΚΠ	6
1.4.2	ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΧΑΡΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ 1 ^ο ΚΥΚΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ	7
2	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΧΑΡΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	10
2.1	ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	10
2.1.1	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΪΣΙΟ	10
2.1.2	ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΥΔΑΤΟΡΕΜΑΤΑ	10
2.1.3	ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ	12
2.1.4	ΧΑΡΤΕΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΑΝ	13
3	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	14
3.1	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	14
3.2	ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ (2D) ΑΝΑΛΥΣΗ	14
3.2.1	ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΡΗΧΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (SW)	16
3.2.2	ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΡΗΧΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (DIFFUSION-WAVE APPROXIMATION OF THE SHALLOW WATER EQUATIONS)	19
3.2.3	ΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	20
3.2.4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	20
3.3	ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	23
3.3.1	ΓΕΝΙΚΑ	24
3.3.2	ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΙΔΙΑΣΤΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	24
3.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	26
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ – ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ – ΕΞΑΓΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	29

ΣΤΑΔΙΟ 1 – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

4.1	ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	29
4.1.1	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	30
4.1.2	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΈΡΓΩΝ (ΓΕΦΥΡΕΣ, ΟΧΕΤΟΙ, ΚΛΠ)	35
4.1.3	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ MANNING	39
4.1.4	ΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ - ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ	43
4.2	ΥΔΑΤΟΡΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΘΗΚΑΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ	47
4.2.1	ΓΕΝΙΚΑ	47
4.2.2	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΆΝΩ Ρ. ΑΣΠΡΟΒΆΛΤΑΣ (EL11APSFR001)	47
4.2.3	ΧΑΜΗΛΕΣ ΖΩΝΕΣ ΡΕΜΆΤΩΝ ΠΑΡΑΛΊΑΣ Ν. ΚΑΒΆΛΑΣ ΑΠΟ ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟ ΈΩΣ ΚΑΒΆΛΑ (EL11APSFR002)	47
4.2.4	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΛΕΚΆΝΗΣ Π. ΣΤΡΥΜΌΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΊΜΝΙΑ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΚΕΡΚΊΝΗΣ, ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΛΕΚΆΝΗΣ Π. ΑΓΓΊΤΗ, ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΈΝΟΥ ΤΟΥ ΚΆΜΠΟΥ ΤΩΝ ΤΕΝΑΓΩΝ ΦΙΛΊΠΠΩΝ, ΚΑΙ ΡΕΜΆΤΩΝ ΠΗΓΑΔΌΥΛΙ, ΠΛΑΤΑΝΌΡΕΜΑ ΚΑΙ ΜΑΡΜΑΡΆ. (EL11APSFR003)	48
4.2.5	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΆΝΩ ΡΟΥ ΣΤΡΥΜΌΝΑ ΑΜΈΣΩΣ ΚΑΤΆΝΤΗ ΤΩΝ ΣΥΝΌΡΩΝ (EL11APSFR004)	50
4.2.6	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΚΛΕΙΣΤΉΣ ΛΕΚΆΝΗΣ ΟΧΥΡΌΥ (EL11APSFR005)	50
4.3	ΕΞΑΓΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΈΣΜΑΤΑ	51
5	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	58
5.1	ΓΕΝΙΚΑ	58
5.2	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΆΝΩ Ρ. ΑΣΠΡΟΒΆΛΤΑΣ (EL11APSFR001)	66
5.2.1	ΓΕΝΙΚΑ	66
5.2.2	ΘΈΣΕΙΣ ΕΝΔΙΑΦΈΡΟΝΤΟΣ	66
5.2.3	ΙΣΤΟΡΙΚΌ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	67
5.2.4	ΑΠΟΤΕΛΈΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΌΙΗΣΗΣ	67
5.3	ΧΑΜΗΛΕΣ ΖΩΝΕΣ ΡΕΜΆΤΩΝ ΠΑΡΑΛΊΑΣ Ν. ΚΑΒΆΛΑΣ ΑΠΟ ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟ ΈΩΣ ΚΑΒΆΛΑ (EL11APSFR002)	71
5.3.1	ΓΕΝΙΚΑ	71
5.3.2	ΘΈΣΕΙΣ ΕΝΔΙΑΦΈΡΟΝΤΟΣ	71
5.3.3	ΙΣΤΟΡΙΚΌ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	71
5.3.4	ΑΠΟΤΕΛΈΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΌΙΗΣΗΣ	71
5.4	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΛΕΚΆΝΗΣ Π. ΣΤΡΥΜΌΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΊΜΝΙΑ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΚΕΡΚΊΝΗΣ, ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΛΕΚΆΝΗΣ Π. ΑΓΓΊΤΗ, ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΈΝΟΥ ΤΟΥ ΚΆΜΠΟΥ ΤΩΝ ΤΕΝΑΓΩΝ ΦΙΛΊΠΠΩΝ, ΚΑΙ ΡΕΜΆΤΩΝ ΠΗΓΑΔΌΥΛΙ, ΠΛΑΤΑΝΌΡΕΜΑ ΚΑΙ ΜΑΡΜΑΡΆ. (EL11APSFR003)	79
5.4.1	ΓΕΝΙΚΑ	79
5.4.2	ΘΈΣΕΙΣ ΕΝΔΙΑΦΈΡΟΝΤΟΣ	80
5.4.3	ΙΣΤΟΡΙΚΌ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	81
5.4.4	ΑΠΟΤΕΛΈΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΌΙΗΣΗΣ	82

5.5	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΑΝΩ ΡΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ ΑΜΕΣΩΣ ΚΑΤ'ΑΝΤΗ ΤΩΝ ΣΥΝΟΡΩΝ (EL11APSFR004)	165
5.5.1	ΓΕΝΙΚΑ	165
5.5.2	ΘΕΣΕΙΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	166
5.5.3	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	166
5.5.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	166
5.6	ΧΑΜΗΛΗ ΖΩΝΗ ΚΛΕΙΣΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΟΧΥΡΟΥ (EL11APSFR005)	169
5.6.1	ΓΕΝΙΚΑ	169
5.6.2	ΘΕΣΕΙΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	169
5.6.3	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	169
5.6.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	170
5.7	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1ΟΥ ΣΔΚΠ	172
5.7.1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	172
6	ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	183
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	183
6.2	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	183
6.3	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	191
6.4	ΕΞΕΤΑΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΑΠΟ ΥΠΟΓΕΙΑ ΎΔΑΤΑ	193
6.5	ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ – ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ	193
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	195
8	ΧΑΡΤΕΣ	196
9	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α (ΧΡΟΝΟΙ ΑΦΙΞΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ)	197
9.1	T=1000 ΈΤΗ	197
9.2	T=100 ΈΤΗ	200
9.3	T=50 ΈΤΗ	201

Κατάλογος Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 1-1: ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΖΔΥΚΠ ΥΔ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (EL11) ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΑΙ 2 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ.....	9
ΣΧΗΜΑ 2-1: ΟΙ ΠΕΝΤΕ (5) ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΖΔΥΚΠ ΤΟΥ ΥΔ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ.	11
ΣΧΗΜΑ 3-1: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΩΝ (FRAGMENTED) RESULTS («ΝΗΣΙΩΝ») ΣΤΟ HEC-RAS 2D	26
ΣΧΗΜΑ 3-2: ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ MANNING ΣΤΟ HEC-RAS 2D	28
ΣΧΗΜΑ 5-1: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΑΝ.....	66
ΣΧΗΜΑ 5.2: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «EL11APSFR001_ASPROVALTA».....	69
ΣΧΗΜΑ 5-3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «EL11APSFR001_ASPROVALTA».....	70
ΣΧΗΜΑ 5-4: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J306_SINK306».....	72
ΣΧΗΜΑ 5-5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J306_SINK306»	74
ΣΧΗΜΑ 5-6: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J307_SINK307».....	75
ΣΧΗΜΑ 5-7: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J307_SINK307»	76
ΣΧΗΜΑ 5-8: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J308_SINK308».....	78
ΣΧΗΜΑ 5-9: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J308_SINK308»	79
ΣΧΗΜΑ 5-10: ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ Π. ΣΤΡΥΜΟΝΑ (ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ).....	82
ΣΧΗΜΑ 5-11: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J104_RES».....	84
ΣΧΗΜΑ 5-12: ΘΕΣΗ ΤΡΙΜΕΡΙΣΤΗ.....	85
ΣΧΗΜΑ 5-13: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J104_RES».....	86
ΣΧΗΜΑ 5-14: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J3_J2»	88
ΣΧΗΜΑ 5-15: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J3_J2»	90
ΣΧΗΜΑ 5-16: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J2_J7».....	93
ΣΧΗΜΑ 5-17: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J2_J7»	95
ΣΧΗΜΑ 5-18: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J7_J9_J21».....	97
ΣΧΗΜΑ 5-19: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J7_J9_J21»	98
ΣΧΗΜΑ 5-20: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J7_J9_J21» ΜΕ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΜΑΡ-ΑΠΡ/2015 (COPERNICUS).....	99
ΣΧΗΜΑ 5-21: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J21_SINK1».....	101
ΣΧΗΜΑ 5-22: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J21_SINK1».....	103
ΣΧΗΜΑ 5-23: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J21_SINK1» ΜΕ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΜΑΡ-ΑΠΡ/2015 (COPERNICUS).....	104
ΣΧΗΜΑ 5-24: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J38_J21».....	105
ΣΧΗΜΑ 5-25: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J38_J21».....	107
ΣΧΗΜΑ 5-26: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J108_J109_J111»	108
ΣΧΗΜΑ 5-27: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J108_J109_J111»	109

ΣΧΗΜΑ 5-28: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J113_J114».....	111
ΣΧΗΜΑ 5-29: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J113_J114»	112
ΣΧΗΜΑ 5-30: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «RAGIOANNI»	114
ΣΧΗΜΑ 5-31: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «RAGIOANNI»	116
ΣΧΗΜΑ 5-32: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «TBELITSA».....	118
ΣΧΗΜΑ 5-33: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «TBELITSA»	120
ΣΧΗΜΑ 5-34: ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ Π. ΑΓΓΙΤΗ.....	121
ΣΧΗΜΑ 5-35: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J85_J82»	123
ΣΧΗΜΑ 5-36: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J85_J82».....	125
ΣΧΗΜΑ 5-37: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J17_J82_J90»	127
ΣΧΗΜΑ 5-38: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J17_J82_J90»	128
ΣΧΗΜΑ 5-39: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J90_J14»	130
ΣΧΗΜΑ 5-40: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J90_J14».....	131
ΣΧΗΜΑ 5-41: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J93_J14_J94_J95».....	133
ΣΧΗΜΑ 5-42: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J93_J14_J94_J95»	135
ΣΧΗΜΑ 5-43: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J14_J100_J13».....	136
ΣΧΗΜΑ 5-44: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J14_J100_J13»	137
ΣΧΗΜΑ 5-45: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «RXIROPOTAMOU»	139
ΣΧΗΜΑ 5-46: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «RXIROPOTAMOU».....	141
ΣΧΗΜΑ 5-47: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «RDOCHATOU»	143
ΣΧΗΜΑ 5-48: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «RDOCHATOU».....	145
ΣΧΗΜΑ 5-49: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J73_J18»	146
ΣΧΗΜΑ 5-50: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J73_J18».....	147
ΣΧΗΜΑ 5-51: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «TENAGI_J64_J66»	149
ΣΧΗΜΑ 5-52: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «TENAGI_J64_J66».....	151
ΣΧΗΜΑ 5-53: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J66_J19_J18_J17».....	153
ΣΧΗΜΑ 5-54: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J66_J19_J18_J17»	154
ΣΧΗΜΑ 5-55: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «EL11-THOLOREMA»	156
ΣΧΗΜΑ 5-56: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «EL11-THOLOREMA»	158
ΣΧΗΜΑ 5-57: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «PLATANOREMA».....	160
ΣΧΗΜΑ 5-58: ΕΓΚΑΤΑΛΕΛΕΙΜΜΕΝΟ ΓΕΦΥΡΙ ΕΠΙ ΤΟΥ Ρ. ΠΗΓΑΔΟΥΛΙ.....	161
ΣΧΗΜΑ 5-59: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «PLATANOREMA»	162
ΣΧΗΜΑ 5-60: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «MARMARA».....	163
ΣΧΗΜΑ 5-61: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «MARMARA»	165
ΣΧΗΜΑ 5-62: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «J106_J104».....	167
ΣΧΗΜΑ 5-63: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «J106_J104»	168

ΣΧΗΜΑ 5-64: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ «EL11APSFR005_OXYRO»	171
ΣΧΗΜΑ 5-65: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ «EL11APSFR005_OXYRO»	172
ΣΧΗΜΑ 5-66: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ T50 (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/ 1 ^η ΑΝΑΘ.)	173
ΣΧΗΜΑ 5-67: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ T100 (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/ 1 ^η ΑΝΑΘ.)	174
ΣΧΗΜΑ 5-68: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ T1000 (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/ 1 ^η ΑΝΑΘ.)	175
ΣΧΗΜΑ 5-69: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (%ΜΕΤΑΒΟΛΗ) (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/ 1 ^η ΑΝΑΘ.) ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΖΔΥΚΠ ΓΙΑ T=50 ΕΤΗ	176
ΣΧΗΜΑ 5-70: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (%ΜΕΤΑΒΟΛΗ) (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/ 1 ^η ΑΝΑΘ.) ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΖΔΥΚΠ ΓΙΑ T=100 ΕΤΗ	177
ΣΧΗΜΑ 5-71: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (%ΜΕΤΑΒΟΛΗ) (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/ 1 ^η ΑΝΑΘ.) ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΖΔΥΚΠ ΓΙΑ T=1000 ΕΤΗ	178
ΣΧΗΜΑ 5-72: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ (ΓΙΑ ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ CNII) T50 (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/1 ^η ΑΝΑΘ.)	180
ΣΧΗΜΑ 5-73: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ (ΓΙΑ ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ CNII) T100 (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ / 1 ^η ΑΝΑΘ.)	181
ΣΧΗΜΑ 5-74: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ (ΓΙΑ ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ CNII) T1000 (1 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ/ 1 ^η ΑΝΑΘ.)	182
ΣΧΗΜΑ 6.1: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ	184
ΕΙΚΟΝΑ 3-1: ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΕΛΙΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΚΑΝΑΒΟΥ (ΠΗΓΗ: HEC-RAS, USER'S MANUAL)	15
ΕΙΚΟΝΑ 3-2: ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΚΑΝΑΒΟΣ (ΠΗΓΗ: HEC-RAS, REFERENCE MANUAL)	16
ΕΙΚΟΝΑ 3-3: ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (ΠΗΓΗ: HEC-RAS, REFERENCE MANUAL)	16
ΕΙΚΟΝΑ 3-4: ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΤΟΥ ΚΕΛΙΟΥ (CELL FACE) ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ (ΠΗΓΗ: HEC- RAS, REFERENCE MANUAL)	18
ΕΙΚΟΝΑ 4-1: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ DTM ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ ΛΟΓΩ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΈΡΓΟΥ Ή/ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ: Α) ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΕΙΚΟΝΑ: ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΟΥ DTM, Β) ΔΕΞΙΑ ΕΙΚΟΝΑ: ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ DTM ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΟΥ RAS MAPPER	32
ΕΙΚΟΝΑ 4-2: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Π. ΑΓΓΙΤΗ	33
ΕΙΚΟΝΑ 4-3: ΑΠΟΨΗ ΚΑΝΑΒΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Π. ΣΤΡΥΜΟΝΑ	34
ΕΙΚΟΝΑ 4-4: ΜΗΚΟΤΟΜΗ Π. ΣΤΡΥΜΟΝΑ – ΚΑΤ'ΑΝΤΗ ΛΙΜΝΗΣ ΚΕΡΚΙΝΗΣ	34
ΕΙΚΟΝΑ 4-5: ΦΟΡΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ Π. ΣΤΡΥΜΟΝΑ	35
ΕΙΚΟΝΑ 4-6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΣΕΡΡΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ Π. ΑΓΓΙΤΗ ΣΤΟ GEOMETRY EDITOR ΤΟΥ HEC-RAS – ΑΝΑΝΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΈΡΓΟΥ (US INSIDE BRIDGE)	37
ΕΙΚΟΝΑ 4-7: ΦΟΡΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΣΕΡΡΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ Π. ΑΓΓΙΤΗ ΣΤΟ GEOMETRY EDITOR ΤΟΥ HEC-RAS	38
ΕΙΚΟΝΑ 4-8: ΦΟΡΜΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΓΙΑ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ– ΓΕΦΥΡΑ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΣΕΡΡΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ Π. ΑΓΓΙΤΗ	38
ΕΙΚΟΝΑ 4-9: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ MANNING ΣΤΟ ΥΔ EL11	42

ΕΙΚΟΝΑ 4-10: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΜANNING ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΟΡΦΥΝΙΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΑΓΓΑΙΟΥ.....	43
ΕΙΚΟΝΑ 4-11: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΟΪΤΗΣ ΕΠΙ ΤΟΥ Π. ΑΓΓΙΤΗ.....	45
ΕΙΚΟΝΑ 4-12: ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ Π.ΑΓΓΙΤΗ (ΕΙΣΡΟΗ ΚΟΜΒΟΥ JUNCTION-90) ΓΙΑ ΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50, 100, 1000 ΧΡΟΝΙΑ.....	46
ΕΙΚΟΝΑ 4-13: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ.....	46
ΕΙΚΟΝΑ 4-14: ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΒΑΘΟΥΣ D_{MAX} (T1000) ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.	52
ΕΙΚΟΝΑ 4-15: ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΡΟΗΣ V_{MAX} (T1000) ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.	52
ΕΙΚΟΝΑ 4-16: ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΑΠΟΛΥΤΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ WSE_{MAX} (T1000) ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.....	53
ΕΙΚΟΝΑ 4-17: ΑΠΟΨΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΧΑΡΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΔΙΝΕΙ ΤΟ RAS MAPPER ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ HEC-RAS.	54
ΕΙΚΟΝΑ 4-18: ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΦΙΞΗΣ ΤΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (T1000) ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4-19: ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ($D>0.3m$) (T1000) ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.	55
ΕΙΚΟΝΑ 4-20: ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ COURANT ΣΕ ΌΛΗ ΤΗΝ ΈΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ (T1000) ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.....	56
ΕΙΚΟΝΑ 4-21: ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΈΚΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (T1000) ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.....	56
ΕΙΚΟΝΑ 4-22: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΝΕΡΟΥ (FLOW) ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΣΤΑ ΣΤΕΝΑ ΤΗΣ ΑΜΦΙΠΟΛΗΣ) ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (T50, T100, T1000) ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΚΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.....	57
ΕΙΚΟΝΑ 4-23: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΡΟΗΣ (ΕΠΑΝΩ) ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΚΑΤΩ) ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΤΟΥ Π. ΣΤΡΥΜΟΝΑ ΑΝΑΝΤΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΕΡΚΙΝΗΣ (ΜΟΝΤΕΛΟ "J104_RES") ΓΙΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T50, 100, 1000 ΈΤΗ.....	57

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Συντομογραφίες	Επεξήγηση
ΓΓΠΠ:	Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας
ΓΓΦΠΥ:	Γενική Γραμματεία Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων
ΓΔΥ:	Γενική Διεύθυνση Υδάτων
ΓΣΠ:	Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών
Δ.:	Δήμος
ΔΚΠ:	Διαχείριση Κινδύνων Πλημμύρας
ΕΓΥ:	Ειδική Γραμματεία Υδάτων
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΖΔΥΚΠ:	Ζώνη Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας
Κ/Ξ:	Κοινοπραξία
ΚΥΑ:	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΟΠΕΚΕΠΕ:	Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων
ΟΠΥ:	Οδηγία-Πλαίσιο για τα Ύδατα
ΠΑΚΠ:	Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας
ΠΑΜΘ:	Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας-Θράκης
ΠΕ:	Περιφερειακή Ενότητα
ΣΔΚΠ:	Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
ΤΣ:	Τεχνικός Σύμβουλος
ΥΑ:	Υπουργική Απόφαση
ΥΔ:	Υδατικό Διαμέρισμα
ΥΠΕΚΑ:	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΥΠΕΝ:	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
ΥΣ:	Υδατικό Σύστημα
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως
ΨΜΕ	Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους
DTM	Digital Terrain Model
GIS	Geographical Information Systems
HEC	Hydrologic Engineering Center
HMS	Hydrologic Modeling System
NRCS	Natural Resources Conservation Service
RAS	River Analysis System
SCS-CN	Soil Conservation Service – Curve Number

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο Έκθεσης

Με την από 30.08.2022 σύμβαση, το Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας ανέθεσε το έργο «1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης» με κωδικό πράξης MIS 5051042 και ενάριθμο έργου 2020ΣΕ27510072, ενταγμένο στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη 2014-2020» (CPV: 90713000-8) στην Κ/Ξ των κάτωθι γραφείων μελετών:

- ΕΞΑΡΧΟΥ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.
- ECOS ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Α.Ε.
- ENVIROPLAN ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ – ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ Α.Ε.
- ΛΙΖΑ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ του Αβραάμ
- ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΟΙ ΙΚΕ
- ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΤΣΙΝΤΣΑΡΗΣ του Δημητρίου

Σύμφωνα με τη Σύμβαση, το έργο διαρθρώνεται σε **δύο στάδια** με τα εξής επιμέρους αντικείμενα, ως ακολούθως.

■ 1ο Στάδιο με αντικείμενα :

1. Βελτίωση των τοπογραφικών δεδομένων του εδάφους και παραγωγή ψηφιακού μοντέλου εδάφους υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας τουλάχιστον στις περιοχές με ήπιο ανάγλυφο καθώς και σε ζώνες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου, όπως αυτές προέκυψαν από τους χάρτες αποτίμησης επιπτώσεων πλημμύρας του 1^{ου} κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και περιγράφονται στο αντίστοιχο Μέτρο των ΣΔΚΠ.
2. Κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνων Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί στην 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 παρ. 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010 με τη χρήση επικαιροποιημένων πλημμυρικών υδρογραφημάτων, που θα προκύψουν μετά την επικαιροποίηση των όμβριων καμπυλών.
3. Κατάρτιση Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνων Πλημμύρας, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί στην 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 παρ. 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010.

■ 2ο Στάδιο με αντικείμενα :

1. Κατάρτιση της 1^{ης} Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, σύμφωνα με το άρθρο 7 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και τα άρθρα 6 και 7 της Κ.Υ.Α. Η.Π.

- 31822/1542/Ε103/21.7.2010, με βασικό στόχο τη μείωση των δυνητικών αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και την οικονομική δραστηριότητα.
2. Σύνταξη της σχετικής Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων σύμφωνα με την υπ. αριθ. ΕΥΠΕ/οικ.107017/2006 Κοινή Υπουργική Απόφαση «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ "σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων" του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Ιουνίου 2001» (Β'1225), όπως τροποποιήθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση οικ. 40238/2017 (Β'3759).
 3. Μέριμνα ώστε η 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (ΠΑΚΠ), των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας (ΧΕΠ), των Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας (ΧΚΠ), των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) και οι Στρατηγικές Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) να καθίστανται διαθέσιμα στο κοινό.
 4. Προώθηση της ενεργούς συμμετοχής όλων των ενδιαφερομένων, στο πλαίσιο εφαρμογής του άρθρου 10 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, καθώς και συντονισμό, κατά περίπτωση, της ενεργούς συμμετοχής των ενδιαφερομένων στο πλαίσιο του άρθρου 14 της οδηγίας 2000/60/ΕΚ.
 5. Ανάρτηση των αποτελεσμάτων της 1^{ης} Αναθεώρησης των ΧΕΠ, ΧΚΠ και ΣΔΚΠ στο ηλεκτρονικό σύστημα WISE (Water Information System for Europe), σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος.
 6. Ανάρτηση όλων των παραγόμενων δεδομένων της 1^{ης} Αναθεώρησης (2^{ος} κύκλος εφαρμογής Οδηγίας 2007/60/ΕΚ) στον ιστότοπο <https://floods.ypreka.gr> και στις βάσεις δεδομένων της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος & Υδάτων, στις σχετικές ιστοσελίδες του ΥΠΕΝ και όπου αλλού απαιτηθεί από την Γενική Διεύθυνση Υδάτων καθώς και λειτουργία και συντήρηση αυτών.

Σύμφωνα με τη Διακήρυξη, το Έργο περιλαμβάνει 23 Παραδοτέα, τα εξής :

▪ **1^ο Στάδιο:**

- Παραδοτέο 1:** Παραγωγή ψηφιακού μοντέλου εδάφους υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας στις περιοχές με ήπιο ανάγλυφο καθώς και σε ζώνες υψηλού και πολύ υψηλού κινδύνου, όπως αυτές προέκυψαν από τους χάρτες αποτίμησης επιπτώσεων πλημμύρας του 1^{ου} κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και περιγράφονται στο αντίστοιχο Μέτρο των ΣΔΚΠ (Τεχνική Έκθεση με τα δεδομένα, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα των εργασιών παραγωγής ψηφιακού μοντέλου εδάφους).
- Παραδοτέο 2:** Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας (Τεχνική Έκθεση και Χάρτες).
- Παραδοτέο 3:** Έκθεση αυτοψιών στις θέσεις όπου έχουν εμφανιστεί στο παρελθόν σημαντικές πλημμύρες αλλά δεν συμπεριλαμβάνονται στις ΖΔΥΚΠ.
- Παραδοτέο 4:** Πλημμυρικά Υδρογραφήματα (Τεχνική Έκθεση με τα δεδομένα, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα των εργασιών παραγωγής των πλημμυρικών υδρογραφημάτων καθώς και τους αναλυτικούς υπολογισμούς και λοιπά υποστηρικτικά στοιχεία).

- Παραδοτέο 5:** Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας (Χάρτες και Τεχνική Έκθεση με τα δεδομένα, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της κατάρτισης των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας καθώς και τους αναλυτικούς υπολογισμούς και λοιπά υποστηρικτικά στοιχεία).
- Παραδοτέο 6:** Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας – Κείμενα με βάση τις απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων στην ΕΕ (το παραδοτέο αυτό τα παραδοθεί μόνο σε ψηφιακή μορφή).
- Παραδοτέο 7:** Χάρτες Κινδύνων Πλημμύρας (Χάρτες και Τεχνική Έκθεση με τα δεδομένα, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της κατάρτισης των Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας καθώς και τους αναλυτικούς υπολογισμούς και λοιπά υποστηρικτικά στοιχεία).
- Παραδοτέο 8:** Χάρτες Κινδύνων Πλημμύρας – Κείμενα με βάση τις απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων στην ΕΕ (το παραδοτέο αυτό θα παραδοθεί μόνο σε ψηφιακή μορφή).
- Παραδοτέο 9:** Επικαιροποίηση διαδικτυακής πύλης από τον Ανάδοχο με ανάρτηση των κειμένων και χαρτών της παρούσας σύμβασης (το παραδοτέο αυτό θα παραδοθεί μόνο σε ψηφιακή μορφή).

■2ο Στάδιο :

- Παραδοτέο 10:** Κατάλογος Αρμόδιων Αρχών.
- Παραδοτέο 11:** Προσχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα.
- Παραδοτέο 12:** Προσχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα (μη Τεχνική Έκθεση)
- Παραδοτέο 13:** Έκθεση επίδρασης κλιματικής αλλαγής στην Αξιολόγηση και διαχείριση του κινδύνου πλημμύρας.
- Παραδοτέο 14:** Πρόγραμμα διαβούλευσης ανά Υδατικό Διαμέρισμα.
- Παραδοτέο 15:** Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ανά Υδατικό Διαμέρισμα.
- Παραδοτέο 16:** Έκθεση Αποτελεσμάτων Διαβούλευσης.
- Παραδοτέο 17:** Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα.
- Παραδοτέο 18:** Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας ανά Υδατικό Διαμέρισμα – Κείμενα με βάση τις απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων στην ΕΕ (το παραδοτέο αυτό θα παραδοθεί μόνο σε ψηφιακή μορφή).
- Παραδοτέο 19:** Μετάφραση στην Αγγλική γλώσσα των περιληπτικών αναφορών των μεθοδολογιών και των αποτελεσμάτων των μελετών των Παραδοτέων, όπου προβλέπονται.
- Παραδοτέο 20:** Ενημέρωση των γεωχωρικών δεδομένων και ιστοτόπων από τον Ανάδοχο με ανάρτηση των κειμένων και χαρτών της παρούσας σύμβασης καθώς και καταχώρηση των σχολίων από τους συμμετέχοντες στη διαβούλευση (παραδοτέο σε ψηφιακή μορφή).
- Παραδοτέο 21:** Εκπαίδευση των στελεχών της Α.Α. καθώς και των Δ/νσεων Υδάτων της Απ Διοίκησης σε όλα τα αντικείμενα των παραδοτέων (μοντέλα, μεθοδολογίες κλπ).

Παραδοτέο 22: Παράδοση ανά σύμβαση ενός Η/Υ στην Α.Α. και ενός ανά Υ.Δ στην αρμόδια και συναρμόδια Δ/νση Υδάτων, που θα περιλαμβάνουν το σύνολο των παραδοτέων συμπεριλαμβανομένων πάσης φύσεως μοντέλων, υπολογισμών, δεδομένων εισόδου και–αποτελεσμάτων, γεωχωρικής πληροφορίας κτλ. σε ψηφιακή επεξεργάσιμη μορφή καθώς και τις αναθεωρημένες Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας. Εκπαίδευση των στελεχών της Α.Α. καθώς και των Δ/σεων Υδάτων της Απ Διοίκησης.

Παραδοτέο 23: Έκθεση μεγάλων πλημμυρικών συμβάντων που έλαβαν χώρα στο Υδατικό Διαμέρισμα

Το παρόν Τεύχος αποτελεί το Παραδοτέο 5 του 1^{ου} Σταδίου και αφορά στην Αναθεώρηση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας του ΥΔ EL11. Σύμφωνα με τους όρους της διακήρυξης (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι της διακήρυξης “Αναλυτική Περιγραφή Φυσικού και Οικονομικού Αντικειμένου της Σύμβασης”) “*οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας θα συνταχθούν για τα τμήματα των ποταμών, ρεμάτων, χειμάρρων και τις λίμνες που περιλαμβάνονται στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμυρών, όπως αυτές προσδιορίστηκαν στην 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας. Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής θα καθοριστούν, οι περιοχές που πλημμυρίζουν και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της πλημμύρας (στάθμη, ταχύτητα ροής κλπ), για τις διάφορες περιόδους επαναφοράς.*

Προκειμένου για ποταμούς, ρέματα, χειμάρρους οι περιοχές που πλημμυρίζουν θα καθοριστούν μετά από μελέτη διόδευσης των πλημμυρών. Προκειμένου για λίμνες, οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας των παρόχθιων περιοχών θα καταρτιστούν με βάση τα πλημμυρικά υδρογραφήματα των λεκανών απορροής τους και με αναλυτικούς υπολογισμούς του ισοζυγίου τους. Προκειμένου για πλημμύρες από υπερχειλίση Υπογείων Υδάτων η κατάρτιση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη την ποσοτική κατάσταση των Υπογείων Υδατικών Συστημάτων, τις συνθήκες βροχόπτωσης και τις συνθήκες αποστράγγισης των λεκανών.

Με βάση τα παραπάνω θα παραχθούν, για κάθε περίοδο επαναφοράς, Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας στις Αναθεωρημένες Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας που θα παρουσιάζουν:

- την επιφάνεια κατάκλυσης σε ποταμούς, χειμάρρους, λίμνες και επιφάνεια κατάκλυσης από υπόγεια ύδατα
- τη χωρική κατανομή του μέγιστου βάθους νερού σε ποταμούς, χειμάρρους και λίμνες
- τη χωρική κατανομή της μέγιστης στάθμης νερού σε λίμνες
- τη χωρική κατανομή της μέγιστης ταχύτητας ροής σε ποταμούς και χειμάρρους
- το χρόνο άφιξης του πλημμυρικού κύματος σε χαρακτηριστικά σημεία σε ποταμούς και χειμάρρους (ορίζεται για βάθος ροής ≥ 0.3 m)και
- το χρόνο παραμονής της πλημμύρας από ποταμούς, χειμάρρους, λίμνες και υπόγεια ύδατα σε χαρακτηριστικά σημεία (ορίζεται ως ο χρόνος μέχρι η στάθμη νερού να πέσει κάτω από το 0.3 m).

Τα χαρακτηριστικά σημεία περιλαμβάνουν το κέντρο μικρών οικισμών, χαρακτηριστικά σημεία πόλεων, σημεία ενδιαφέροντος όπως βιομηχανίες που μπορεί να ρυπάνουν κλπ. Η κλίμακα των σχεδίων θα είναι τέτοια ώστε να φαίνονται καθαρά οι απεικονιζόμενες πληροφορίες και θα αποφασιστεί σε συνεργασία με την Υπηρεσία. Πιο μεγάλη κλίμακα θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την παρουσίαση των κατακλυζόμενων επιφανειών σε αστικές περιοχές.

Επίσης, ο Ανάδοχος θα καταρτίσει Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας από θάλασσα βάσει της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στον 1^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, λαμβάνοντας υπόψη την 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας.

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει για κάθε Υδατικό Διαμέρισμα **Χάρτες** και **Τεχνική Έκθεση**, στην οποία θα παρουσιάζονται αρχικά μια περιληπτική αναφορά της μεθοδολογίας και των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας και στη συνέχεια αναλυτικά τα δεδομένα, η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα των εργασιών κατάρτισης των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας. Λοιπά υποστηρικτικά στοιχεία, όπως αναλυτικοί υπολογισμοί, θα περιλαμβάνονται σε παραρτήματα. Στο παραδοτέο αυτό θα ενσωματωθούν τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας του 1^{ου} κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, εφόσον αυτά ισχύουν και μένουν αμετάβλητα”.

1.2 Ομάδα Μελέτης

Η Ομάδα Μελέτης αποτελείται από τους:

1. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ Αικατερίνη, Δρ. Πολιτικός – Υδραυλικός Μηχ/κός
2. ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ Λίζα, Πολιτικός Μηχανικός -Υδραυλικός Μηχ/κός Περιβάλλοντος M.Sc.
3. ΠΑΠΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ Βασίλειος, Πολιτικός Μηχ/κός, Υδραυλικός Μηχ/κός Περιβ/ντος MSc
4. ΚΩΝΗΣ Αλέξανδρος, Πολιτικός Μηχ/κός MSc
5. ΧΑΤΖΗΠΕΤΡΟΥ Μαριάννα, Πολιτικός Μηχ/κός MSc
6. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΟΥ Μαρία – Ειρήνη, Πολιτικός Μηχ/κός ΜΔΕ
7. ΔΡΕΠΑΝΙΩΤΗ Ε., Πολιτικός Μηχ/κός
8. ΛΕΒΕΝΤΗΣ Παντελής, Πολιτικής Μηχανικός ΜΔΕ
9. ΤΣΕΡΓΑΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ, Πολιτικός Μηχανικός
10. ΡΟΥΠΑΣ Ιωάννης, Πολιτικός Μηχανικός MSc
11. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Ιωάννης, Γεωπόνος
12. ΤΣΙΝΤΣΑΡΗΣ Αντώνιος, Δασολόγος
13. ΠΑΝΑΓΟΥ Μαρία, Αγρονόμος-Τοπογράφος Μηχανικός
14. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ Βελισσάριος, Τοπογράφος Μηχανικός MSc
15. ΣΑΛΑΧΩΡΗΣ Μιχάλης, Αγρονόμος-Τοπογράφος Μηχανικός
16. ΚΟΥΚΟΥΒΙΝΟΣ Αντώνης, Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός
17. ΠΕΠΠΑΣ Γεώργιος, Πολιτικός Μηχ/κός MSc
18. ΝΤΕΜΙΡΟΓΛΟΥ Χριστίνα, Πολιτικός Μηχανικός
19. ΜΕΛΑΧΡΗΣ Θόδωρος, Πολιτικός Μηχ/κός
20. ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ Ειρήνη, Πολιτικός Μηχανικός
21. ΠΑΝΑΓΟΥ Μαρία, Τοπογράφος Μηχ/κός

1.3 Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής

Την επιτροπή Παρακολούθησης – Παραλαβής απαρτίζουν τα ακόλουθα στελέχη της Δ/νσης Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος του ΥΠΕΝ:

- Αθανασίου Ελένη, Προϊσταμένη Τμήματος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό, Πρόεδρος Επιτροπής
- Φωκαεύς Άννα, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό, μέλος
- Κουτράκης Στυλιανός, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό, μέλος

Με αναπληρωματικούς τους:

- Παρδάλη Αθανασία, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό
- Παπασπυρόπουλος Κωνσταντίνος, Υπάλληλος στη Δ/νση Σχεδιασμού και Διαχείρισης Υπηρεσιών Ύδατος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό
- Μαρίνος Διονύσιος, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α' βαθμό

Η παρακολούθηση και παραλαβή των παραδοτέων πραγματοποιήθηκε με την τεχνική υποστήριξη του Συμβούλου της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων (ΓΓΦΠΥ) σε θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, βάσει του από 01-07-2022 συμφωνητικού παροχής υπηρεσιών «Υπηρεσίες Συμβούλου Υποστήριξης της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων στην κατάρτιση της 1^{ης} Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας», μεταξύ της ΓΓΦΠΥ/ΓΔΥ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και του νομικού προσώπου με την επωνυμία ΕΜΒΗΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

1.4 Αντικείμενο Αναθεώρησης

1.4.1 Αντικείμενο Αναθεώρησης 1^{ης} Αναθ. ΣΔΚΠ

Σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 17772/924/2017 (ΦΕΚ 2140/Β'/22.06.2017) και ισχύει, έχει ολοκληρωθεί ο 1^{ος} κύκλος εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, ο οποίος περιλαμβάνει την Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας, τους Χάρτες Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας και τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όλων των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας.

Στο πλαίσιο του 2^{ου} κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας, έχει ολοκληρωθεί η 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας σε επίπεδο χώρας (άρθ. 4, 5 και 14 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ & άρθ. 4 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως ισχύει), έχουν αξιολογηθεί οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες, από πλευράς επιπτώσεων, και έχουν προσδιορισθεί οι αναθεωρημένες Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.

Με βάση τα ανωτέρω, στο πλαίσιο του 2^{ου} κύκλου της Οδηγίας θα πραγματοποιηθεί η 1^η Αναθεώρηση των Χαρτών Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας και των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όλων των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας.

Σύμφωνα με το Παράρτημα Β της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, στοιχεία της Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας αποτελούν:

- οποιεσδήποτε μεταβολές ή επικαιροποιήσεις μετά τη δημοσίευση της προηγούμενης έκδοσης του Σχεδίου Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας καθώς και σύνοψη των επανεξετάσεων που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 4 (παρ. 7), 5 (παρ.9) και 6 (παρ.10) της ΚΥΑ
- αξιολόγηση της προόδου που πραγματοποιήθηκε όσον αφορά την επίτευξη των στόχων του άρθρου 6 παράγραφος 4 της ΚΥΑ
- περιγραφή τυχόν μέτρων τα οποία προβλέπονταν στην προηγούμενη έκδοση του Σχεδίου Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας και τα οποία είχαν προγραμματισθεί αλλά δεν εφαρμόστηκαν καθώς και σχετική επεξήγηση.
- περιγραφή τυχόν συμπληρωματικών μέτρων μετά τη δημοσίευση της προηγούμενης έκδοσης του Σχεδίου Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας.

Στο πλαίσιο αυτό οι βασικοί άξονες (και εν γένει σκοπός και αντικείμενο) της υλοποίησης της 1^{ης} Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας ανταποκρίνονται στα ακόλουθα:

1. Να περιληφθεί το σύνολο των απαιτήσεων που απορρέουν από τα Κατευθυντήρια Κείμενα που έχουν εκδοθεί από την ΕΕ για το σκοπό αυτό.
2. Να καλυφθούν οι λοιπές συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής όπως αποτυπώνονται σε λοιπά κείμενα και έγγραφα (όπως η 1^η Ετήσια Έκθεση Εφαρμογής του Προγράμματος Μέτρων των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας, 2022)
3. Να ληφθούν υπόψη τα νεότερα δεδομένα και μεθοδολογίες που έχουν προκύψει από την 1^η αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας και μετά την έγκριση των πρώτων ΣΔΚΠ (και των παρατηρήσεων που ανέκυψαν κατά τη διαβούλευσή τους) συμπληρώνοντας ή/και επικαιροποιώντας τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε αυτά (όπως το νέο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους και οι επικαιροποιημένες Όμβριες Καμπύλες σε επίπεδο χώρας) σημειώνοντας την ανάγκη επέκτασης της ανάλυσης στις επικαιροποιημένες ΖΔΥΚΠ και της ενσωμάτωσης των νεότερων προβλέψεων και μεθοδολογικών προσεγγίσεων για την κλιματική αλλαγή.
4. Να αξιοποιηθούν τα νεότερα στοιχεία και δεδομένα των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμού ώστε να επιτευχθεί η σύνδεση των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας με τα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών όπως απαιτείται από τις Οδηγίες 2000/60/ΕΚ και 2007/60/ΕΚ.
5. Να επανεξεταστούν και να αξιολογηθούν τα Παραδοτέα των πρώτων ΣΔΚΠ και να επικαιροποιηθούν όπου κριθεί αναγκαίο

1.4.2 Διαφοροποιήσεις παραδοτέου κατάρτισης Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας από τον 1^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ

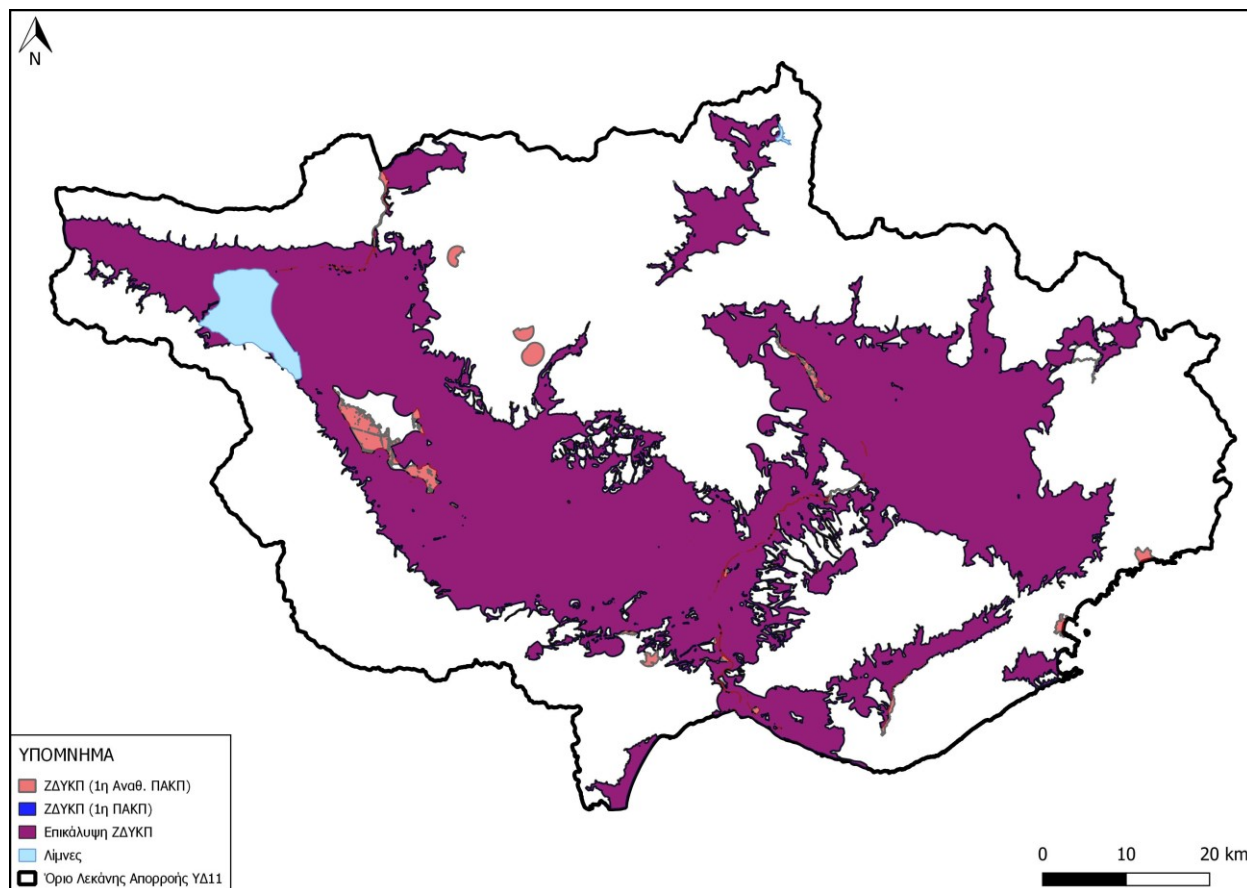
Στο παρόν Παραδοτέο :

1. Αναθεωρούνται όλοι οι Χάρτες Επικινδυνότητας πλημμύρας του 1^{ου} ΣΔΚΠ του ΥΔ EL11 λαμβάνοντας υπόψη :

- Τα νέα πλημμυρικά υδρογραφήματα (βλ. Παραδοτέο Π04: «Πλημμυρικά Υδρογραφήματα», Νοέμβριος 2023) που συντάχθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας σύμβασης με βάση :
 - (α) τις νέες όμβριες καμπύλες που καταρτίστηκαν σε επίπεδο χώρας (ΥΠΕΝ 2023, Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας - εφαρμογή της Οδηγίας ΕΕ 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα, ΕΜΠ).
 - (γ) τις νέες τιμές CN που υπολογίστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας σύμβασης.
 - (δ) την αναθεώρηση των υδρολογικών μοντέλων του 1^{ου} κύκλου που πραγματοποιήθηκε σε όλες τις ελληνικές λεκάνες απορροής
- (β) τα νέα δεδομένα που συλλέχθηκαν για τις πλημμυρικές εισροές στον π. Στρυμόνα από τη Βουλγαρία.
- Το νέο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους που κατασκευάστηκε στο πλαίσιο της παρούσας σύμβασης (Παραδοτέο Π01 : «Παραγωγή Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους Υψηλής Ανάλυσης και Ακρίβειας στις Περιοχές με Ήπιο Ανάγλυφο καθώς και σε Ζώνες Υψηλού και Πολύ Υψηλού Κινδύνου», Φεβρουάριος 2023) με βάση το ΨΜΕ του Ελληνικού Κτηματολογίου διακριτικής ικανότητας 2mX2m οριζοντιογραφικά.

Η αναθεώρηση των Χαρτών γίνεται για δισδιάστατη (2D) προσομοίωση της ροής με χρήση του λογισμικού HEC-RAS 6.3.1 του Κέντρου Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center) του Σώματος Μηχανικών του Στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Corps of Engineers). Σημειώνεται ότι στον 1^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ στο ΥΔ EL11 είχε χρησιμοποιηθεί το δισδιάστατο μοντέλο διόδευσης πλημμυρών FLO-2D Proν της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης των ΗΠΑ - FEMA (Federal Emergency Management Agency, με εφαρμογή μονοδιάστατης ανάλυσης (κατά μήκος της ροής του ποταμού) και δισδιάστατης ανάλυσης (εκτός της κοίτης και επί του πλημμυρικού πεδίου).

1. Κατασκευάζονται Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας για τις νέες ΖΔΥΚΠ που αναγνωρίστηκαν στην αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (βλ. Σχήμα 1-1).



Σχήμα 1-1: Διαφοροποίηση ΖΔΥΚΠ ΥΔ Ανατολικής Μακεδονίας (EL11) μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} κύκλου

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΧΑΡΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Σύμφωνα με την αναθεώρηση της ΠΑΚΠ στο ΥΔ EL11 τα κύρια αίτια πλημμύρας είναι η υπερχειλίση των ποταμών (Fluvial Flood), ενώ δεν υπάρχει κίνδυνος πλημμύρας από ανύψωση της στάθμης θάλασσας στις παράκτιες περιοχές. Έτσι κατασκευάζεται ένα είδος Χαρτών Επικινδυνότητας με βάση:

- Τα αποτελέσματα διόδευσης των πλημμυρικών ροών (πλημμυρικών υδρογραφημάτων) στα υδατορέματα που βρίσκονται εντός των ΖΔΥΚΠ.

2.1 Διόδευση πλημμυρικών υδρογραφημάτων

2.1.1 Θεωρητικό πλαίσιο

Ο όρος διόδευση αφορά τον χωροχρονικό προσδιορισμό του πλημμυρικού κύματος και βασίζεται στον μαθηματικό υπολογισμό που περιγράφει το πέρασμα του πλημμυρικού κύματος μέσα από την κοίτη ενός υδατορεύματος, μέσα από ένα ταμιευτήρα που παρεμβάλλεται σε ένα υδατόρευμα ή μέσα σε μια λίμνη.

Οι κύριες παράμετροι που προσδιορίζουν το φυσικό πρόβλημα είναι το βάθος ροής και η παροχή καθώς και η ταχύτητα ροής και ο χρόνος. Ο αποθηκευμένος όγκος νερού στην κοίτη ενός υδατορεύματος είναι μικρότερος σε σχέση με μια λίμνη ή ένα ταμιευτήρα, δεν θεωρείται όμως αμελητέος. Οι υπολογισμοί γίνονται εφαρμόζοντας την εξίσωση συνέχειας και την σχέση [αποθηκευμένος όγκος – εισροή/εκροή].

Στον υπολογισμό της πλημμυρικής κατάκλυσης σχετικά επίπεδων επιφανειών (κοιλάδα), η περιγραφή της ροής θεωρείται γενικά ως δισδιάστατη με κύριες παραμέτρους το βάθος ροής και την παροχή.

Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή της διόδευσης παρουσιάζονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο με την περιγραφή του μοντέλου διόδευσης όπου και παρουσιάζεται ο τρόπος εφαρμογής του θεωρητικού πλαισίου διόδευσης στο μοντέλο διόδευσης.

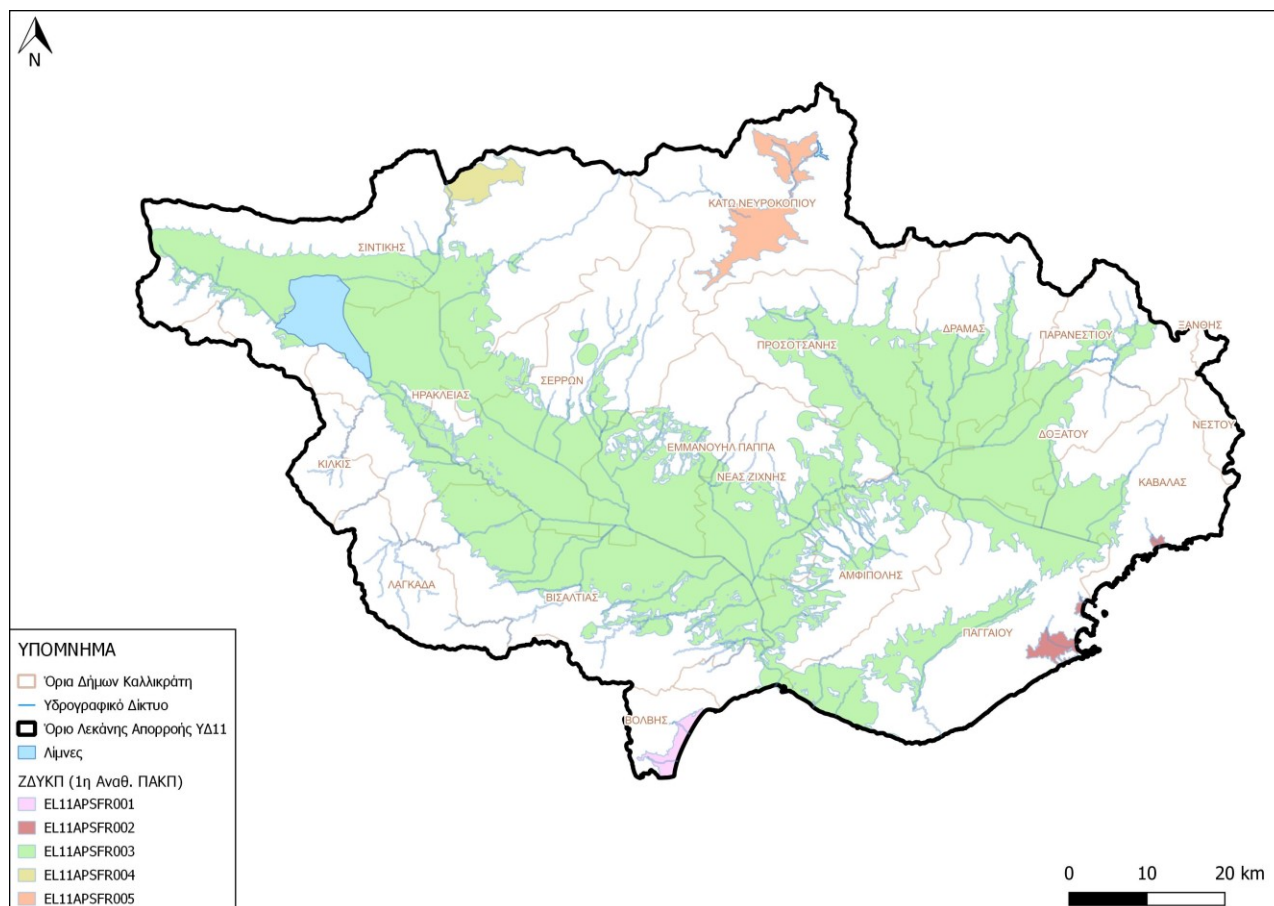
2.1.2 Εξεταζόμενα Υδατορέματα

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σύμβασης οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας συντάσσονται για τα τμήματα των ποταμών, ρεμάτων, χειμάρρων και τις λίμνες που περιλαμβάνονται στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμυρών, όπως αυτές προσδιορίστηκαν στην 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας.

Οι παρακάτω Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας για το Υδατικό Διαμέρισμα της Ανατολικής Μακεδονίας (όπως δείχνονται στον παρακάτω Χάρτη):

1. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001)
2. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002)

3. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των Τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003)
4. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004)
5. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005)



**Σχήμα 2-1: Οι πέντε (5) Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας ΖΔΥΚΠ του ΥΔ
Ανατολικής Μακεδονίας.**

Πηγή: [ΓΓΦΠΥ / ΓΔΥ του ΥΠΕΝ, 2019](#)

Για τον τελικό καθορισμό των υδατορευμάτων (ποταμών/ρεμάτων/χειμάρρων) που αντιστοιχούν στις ΖΔΥΚΠ, που θα αποτελέσουν αντικείμενο μελέτης, ακολουθήθηκε η προτεινόμενη μεθοδολογία από την Αναθέτουσα Αρχή και τον Τεχνικό Σύμβουλο. Τα κριτήρια σημαντικότητας με τα οποία επιλέγονται τα υδατορεύματα στα οποία θα γίνει διόδευση πλημμυρών ακολουθούν τη λογική που ακολουθήθηκε κατά τον 1^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΕ και δίνονται ακολούθως :

Βασικά κριτήρια επιλογής αποτελούν:

2. Υδατορεύματα με εμβαδό της αντίστοιχης λεκάνης απορροής $\geq 20 \text{ km}^2$
3. Η εγγύτητα με ιστορικά και σημαντικά ιστορικά πλημμυρικά γεγονότα
4. Η εγγύτητα με κατοικημένες περιοχές.

5. Η εγγύτητα με σημαντικές τοποθεσίες και θιγόμενες χρήσεις (αρχαιολογικά μνημεία, Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού, Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων κλπ.).

Κατ' εξαίρεση επιλέγονται και υδατορεύματα που αντιστοιχούν σε λεκάνες < 20 km² στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- Εγγύτητα με ιστορικά και σημαντικά, ιστορικά πλημμυρικά γεγονότα
- Εγγύτητα με κατοικημένες περιοχές
- Εγγύτητα με σημαντικές τοποθεσίες (αρχαιολογικά μνημεία, Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού, Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων κλπ.)
- Εάν απαιτείται για να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη κάλυψη σε υδατορέματα εντός μιας ΖΔΥΚΠ (στην περίπτωση που δεν πληρείται κανένα από τα παραπάνω κριτήρια σημαντικότητας για τον υπολογισμό της διόδευσης ρεμάτων, εισάγεται το κριτήριο της ομοιόμορφης χωρικά κάλυψης των υδραυλικών υπολογισμών διόδευσης πλημμύρας).
- Εξασφάλιση της ανάλυσης διόδευσης πλημμύρας σε λεκάνες που αντιστοιχούν σε μικρές ΖΔΥΚΠ (< 25 km²), ακόμη και σε περιπτώσεις που οι αντίστοιχες λεκάνες είναι σημαντικά μικρότερες των 20 km². Επισημαίνεται ότι λόγω του έντονου μορφολογικού ανάγλυφου που χαρακτηρίζει την Ελλάδα και ειδικότερα τις παράκτιες και νησιωτικές περιοχές, σχηματίζονται χείμαρροι και ρέματα που αποστραγγίζουν μικρές λεκάνες, οι οποίες όμως ενδέχεται να συνεισφέρουν σε πλημμυρικά συμβάντα σε μία σχετιζόμενη, μικρή ΖΔΥΚΠ, όπως αυτές προσδιορίστηκαν εκ νέου κατά την 1η ΑΠΑΚΠ. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η ανάλυση θα συμπεριλάβει τις σχετιζόμενες λεκάνες.
- Σε μικρές ΖΔΥΚΠ και σε περιπτώσεις που οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής είναι πολύ μικρές, ενδέχεται να μην υπάρχει επαρκώς προσδιορισμένο υδρογραφικό δίκτυο ή/και οι μισγάγγειες να μην είναι σαφώς διακριτές. Οι λεκάνες αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να εξετάζονται κατά περίπτωση, σύμφωνα με την έμπειρη γνώμη του μελετητή και σε επικοινωνία με την Αναθέτουσα Αρχή.

2.1.3 Εξεταζόμενα πλημμυρικά σενάρια

Οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας (flood hazard maps) συντάσσονται σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 παρ. 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, όπως ισχύει, και απεικονίζουν την έκταση και ένταση της πλημμύρας για τα ακόλουθα σενάρια υδραυλικής προσομοίωσης:

- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης ή σενάρια ακραίων φαινομένων (ενδεικτική περίοδος επαναφοράς 1.000 χρόνια),
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης ή σενάρια ακραίων φαινομένων (πιθανή περίοδος επαναφοράς τουλάχιστον 100 χρόνια) και
- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, ανάλογα με την περίπτωση (δηλαδή συχνά φαινόμενα: ενδεικτική περίοδος επαναφοράς 50 χρόνια).

Τέλος επισημαίνεται ότι όλα τα σενάρια υδραυλικής προσομοίωσης λύνονται με τις μέσες αρχικές συνθήκες υγρασίας του εδάφους ήτοι μέσες τιμές του αριθμού καμπύλης αρπορροής CN (Curve Number).

2.1.4 Χάρτες που κατασκευάστηκαν

Η μοντελοποίηση και η εξαγωγή των αποτελεσμάτων οδήγησε στην κατάρτιση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας από εσωτερικά ύδατα (ποτάμιες ροές και υπερχειλίσες λιμνών), όπου παρουσιάζονται:

1. Η χωρική κατανομή της επιφάνειας κατάκλυσης,
2. Η χωρική κατανομή του μέγιστου βάθους νερού,
3. Η χωρική κατανομή της μέγιστης ταχύτητας ροής.

Επίσης υπολογίστηκαν οι χρόνοι άφιξης και ο χρόνος παραμονής της πλημμύρας σε χαρακτηριστικά σημεία. Τα σχετικά αποτελέσματα δίνονται σε Πίνακες.

Οι παραγόμενοι χάρτες απεικονίζουν την περιβάλλουσα της χωρικής κατανομής και της ταχύτητας των πλημμυρικών επεισοδίων όλων των ποταμών, των ρεμάτων και των χειμάρρων. Τα πλημμυρικά επεισόδια είναι το αποτέλεσμα μοντελοποίησης με δεδομένα που έχουν προκύψει από σενάρια και πλημμυρογραφήματα που εκτιμήθηκαν από μαθηματικές – στατιστικές εκφράσεις όπως είναι οι όμβριες καμπύλες και δεδομένες χρήσεις γης. Τα υετογραφήματα και η διάταξη των πλημμυρογραφημάτων αφορούν επεισόδια που συμβαίνουν κατά μέσο όρο μια φορά στα πενήντα, στα εκατό και στα χίλια χρόνια. Αναλυτικά στοιχεία για την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την παραγωγή των υδρογραφημάτων, τα δεδομένα και τα αποτελέσματα δίνονται στο Παραδοτέο Π04 «Πλημμυρικά Υδρογραφήματα».

3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

3.1 Λογισμικό Διόδευσης Πλημμυρών

Για την διόδευση των πλημμυρικών υδρογραφημάτων στα υδατορέματα εντός των ΖΔΥΚΠ του ΥΔ EL11 χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό HEC-RAS 6.3.1 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. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, η υδραυλική ανάλυση τόσο εντός όσο και εκτός κοίτης πραγματοποιήθηκε με ένα αμιγώς δισδιάστατο (2D) αριθμητικό μοντέλο, όπως αναλύεται στις επόμενες ενότητες.

Πιο αναλυτικά, το μοντέλο HEC-RAS δύναται να προσομοιώνει 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, 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 QGIS, και παρέχει αποτελέσματα με ικανοποιητική ακρίβεια και σε εύχρηστες μορφές (πίνακες, σχεδιαγράμματα, σκαριφήματα).

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι μαθηματικές εξισώσεις στις οποίες βασίζεται η δισδιάστατη ανάλυση.

3.2 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:

- ασυμπίεστη ροή,
- ενιαία πυκνότητα και υδροστατική πίεση,
- οι εξισώσεις είναι ολοκληρωμένες στο βάθος (εξισώσεις Saint-Venant),

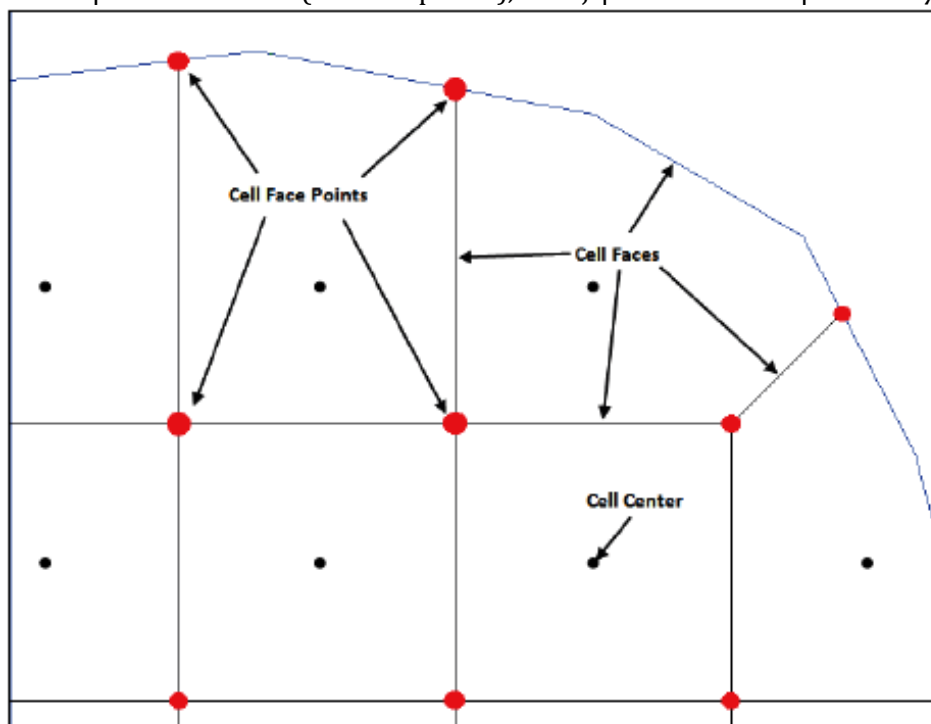
- τα μεγέθη στην κατακόρυφη κλίμακα είναι πολύ μικρότερα από το αντίστοιχα μεγέθη στην οριζόντια κλίμακα.

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 κανάβος, με βάση την προσέγγιση Casulli, 2008. Ως αποτέλεσμα, προκύπτουν βαθυμετρικές εξισώσεις για τον κανάβο τόσο για τις εξισώσεις των ρηχών υδάτων (SW), όσο και για τις εξισώσεις διάχυσης (DSW).

Ο υπολογιστικός κανάβος περιλαμβάνει κελιά τα οποία έχουν τις εξής τρεις ιδιότητες:

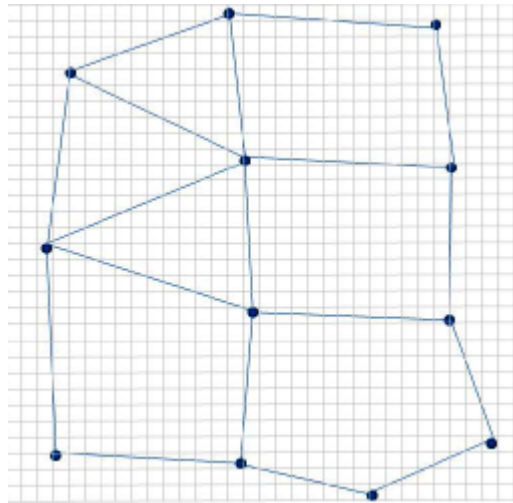
- το κέντρο του κελιού (cell center), στο οποίο γίνεται ο υπολογισμός της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας,
- τα όρια του κελιού (cell face) και
- τα άκρα των ορίων του κελιού (cell face points), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



**Εικόνα 3-1: Ιδιότητες των κελιών του υπολογιστικού κανάβου
(πηγή: HEC-RAS, 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.

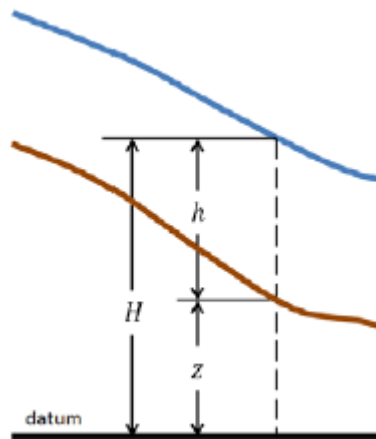
Στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 3-2), ο γεωμετρικός κανάβος αναπαριστάται από τον Καρτεσιανό κανάβο με γκρι και ο υπολογιστικός κανάβος με μπλε.



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

3.2.1 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, Reference Manual)

$$H(x,y,t) = z(x,y,t) + h(x,y,t) \quad (3-1)$$

Η εξίσωση διατήρησης της μάζας σε διανυσματική μορφή είναι:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \nabla \cdot h\mathbf{V} + q = 0 \quad (3-2)$$

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 (3-2) προκύπτει:

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

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:

$$\frac{\Omega(H^{n+1}) - \Omega(H^n)}{\Delta t} + \sum_k V_k \cdot \mathbf{n}_k A_k(H) + Q = 0 \quad (3-4)$$

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

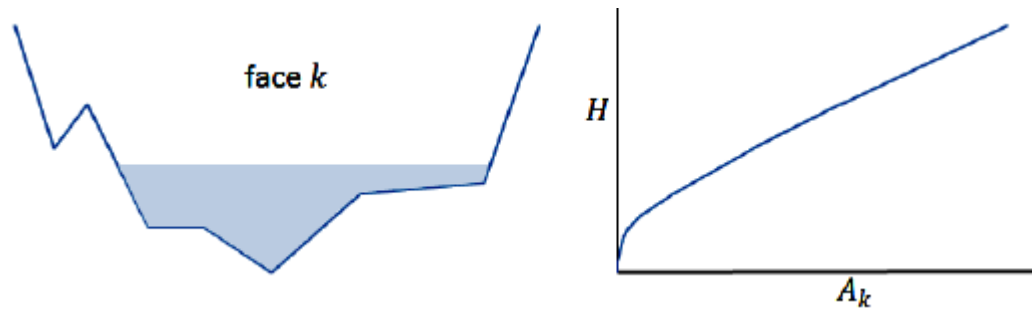
$A_k(H)$ = το εμβαδόν του ορίου (face) k ως συνάρτηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

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 κανάβο 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, 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:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial x} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f u + f v \quad (3-5)$$

Εξίσωση κατά y:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f v + f u \quad (3-6)$$

όπου:

u, v = οι ταχύτητες στο Καρτεσιανό επίπεδο

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας

ν_t = ο συντελεστής τυρβώδους συνεκτικότητας στην οριζόντια διεύθυνση

c_f = ο συντελεστής τριβής

f = η παράμετρος Coriolis

Οι παραπάνω εξισώσεις δίνονται σε διανυσματική μορφή:

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla \mathbf{V} = -g \nabla H + \nu_t \nabla^2 \mathbf{V} - c_f \mathbf{V} + f \mathbf{k} \times \mathbf{V} \quad (3-7)$$

όπου:

$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right)$ = ο διανυσματικός διαφορικός τελεστής των μερικών παραγώγων

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

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

∇H = η κλίση της επιφάνειας της στάθμης του νερού

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας

f = η παράμετρος Coriolis

3.2.2 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 (3-7) απλοποιείται στην:

$$\mathbf{V} = \frac{-(R(H))^{2/3}}{n} \frac{\nabla H}{|\nabla H|^{1/2}} \quad (3-8)$$

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 (3-8) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση της εξίσωσης ορμής (3-7). Εισάγοντας την εξίσωση (3-8) στην εξίσωση (3-2) προκύπτει η κλασική διαφορική μορφή της προσέγγισης διάχυσης κύματος των εξισώσεων ρηχών (DSW):

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

όπου:

$$\beta = \frac{(R(H))^{5/3}}{n |\nabla H|^{1/2}} \quad (3-10)$$

∇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 (3-9) στην εξίσωση συνέχειας (3-4), προκύπτει:

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

όπου:

$$\alpha = \alpha(H) = \frac{(R(H))^{2/3} A_k(H)}{n |\nabla H|^{1/2}} \quad (3-12)$$

$\Omega(H^n)$ = 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

3.2.3 Οριακές Συνθήκες

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

- Στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας:** Η τιμή της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας $H=H_b$ δίνεται σε ένα από τα όρια.
- 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
- Παροχή:** Δίνεται η παροχή Q_b που περνά από το όριο. Στην εξίσωση (3-3) πρέπει να ισχύει:

$$\iint_b \mathbf{V} \cdot \mathbf{n} dS = Q_b \quad (3-13)$$

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 (3-4) θα πρέπει να ισχύει:

$$\mathbf{V}_b \cdot \mathbf{n}_b A_b(H) = Q_b \quad (3-14)$$

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.

3.2.4 Υπολογιστική διαδικασία

1. Αριθμητική επίλυση με τις εξισώσεις διάχυσης (DSW)

Για την υδραυλική επίλυση με τις εξισώσεις διάχυσης χρησιμοποιείται η εξίσωση (3-11), 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 (3-11) γίνεται:

$$\Omega(H^{n+1}) + \theta \sum_j \alpha_j H_j^{n+1} = d - (1-\theta) \sum_j \alpha_j H_j^n \quad (3-15)$$

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 (3-11)

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

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 (3-15) επιλύεται για κάθε κελί στο πεδίο. Προκύπτει η διανυσματική εξίσωση για όλα τα κελιά:

$$\Omega(H) + \Psi H = b \quad (3-16)$$

όπου:

Ω = το διάνυσμα του όγκου για όλα τα κελιά

H = το διάνυσμα της στάθμης του νερού για όλα τα κελιά

Ψ = ο συντελεστής πίνακα του συστήματος των εξισώσεων

b = διάνυσμα δεξιού σκέλους

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

$$H^{m+1} = H^m - (P(H^m) + \Psi)^{-1} (\Omega(H^m) + \Psi H^m - b) \quad (3-17)$$

όπου το m δηλώνει τον δείκτη επανάληψης, H = το διάνυσμα της στάθμης του νερού, Ω = το διάνυσμα του όγκου, Ψ = ο συντελεστής πίνακα του συστήματος των εξισώσεων, 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 (3-4) διακριτοποιείται ως εξής:

$$\frac{\Omega(H^{n+1}) - \Omega(H^n)}{\Delta t} + \sum_k \pm A_k(H) \left((1-\theta)(u_N)_k^n + \theta(u_N)_k^{n+1} \right) + Q = 0 \quad (3-18)$$

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 (3-16).

Στην εξίσωση ορμής (3-7), 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:

$$\frac{DV}{Dt} \approx \frac{V^{n+1} - V_X^n}{\Delta t} \quad (3-19)$$

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:

$$-g \nabla H \approx -g \sum_j c_j \left((1-\theta) H_j^n + \theta H_j^{n+1} \right) \quad (3-20)$$

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:

$$c_f = \frac{n^2 g |V|}{R^{4/3}} \quad (3-21)$$

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 $V = (u, v)$:

$$V^{n+1} = \begin{pmatrix} u^{n+1} \\ v^{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -\theta \Delta t f \\ \theta \Delta t f & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} u_X^n + (1-\theta) \Delta t f v_X^n \\ v_X^n + (1-\theta) \Delta t f u_X^n \end{pmatrix} \quad (3-22)$$

όπου f η παράμετρος Coriolis, θ = 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 συναρτήσει 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 (3-17) 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 (3-8)
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 (3-22). Επιπλέον, πριν το βήμα 5 και τον υπολογισμό της ελεύθερης επιφάνειας, υπολογίζονται οι όροι της εξίσωσης ορμής που παραμένουν σταθεροί ανεξάρτητα του χρονικού βήματος.

3.3 Επίλυση προβλημάτων κατά την υδραυλική προσομοίωση

Στην παρούσα παράγραφο αναλύονται τα προβλήματα πάσης φύσεως τα οποία παρουσιάστηκαν κατά την υδραυλική προσομοίωση και επίλυση των μοντέλων καθώς και τους τρόπους αντιμετώπισής τους. Τονίζεται ότι έγινε σημαντική προσπάθεια, κατανόησης του τρόπου μοντελοποίησης που επιλέχθηκε στον 1^ο κύκλο ΣΔΚΠ, ώστε βάσει αυτού, να γίνει «Ομαδοποίηση» των κλάδων μελέτης στη παρούσα Αναθεώρηση, για λόγους συγκρισιμότητας. Επιπλέον, η «Ομαδοποίηση» αυτή, έγινε με κριτήριο ώστε τα γειτνιάζοντα ρέματα, με επικαλυπτόμενα πλημμυρικά πεδία, να μελετώνται σε έναν ενιαίο υπολογιστικό κάνναβο, λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία της εκάστοτε περιοχής προσομοίωσης.

3.3.1 Γενικά

Για την προσομοίωση της διόδευσης πλημμύρας σε ποταμούς, ρέματα και χειμάρρους, χρησιμοποιήθηκε ένα εκτεταμένο σύνολο δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα προήλθαν από διάφορες πηγές και ήταν σε διαφορετικές μορφές και συστήματα συντεταγμένων. Κάποια δεδομένα παρουσιάζονταν σε έντυπη μορφή, ενώ άλλα ήταν ηλεκτρονικά. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η ποικιλομορφία, πραγματοποιήθηκε ειδική επεξεργασία προκειμένου να μετατραπούν όλα τα δεδομένα σε μια κοινή, ψηφιακή και επεξεργάσιμη μορφή. Πιο συγκεκριμένα κάποια γενικά στοιχεία που αξιοποιήθηκαν είναι τα παρακάτω:

- Δεδομένα από το εγκεκριμένο 1^ο ΣΔΚΠ
- Υφιστάμενες εγκεκριμένες μελέτες τεχνικών έργων και τοπογραφικών στην περιοχή ενδιαφέροντος οι οποίες αντλήθηκαν σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή.

Επισημαίνεται ότι τα συστήματα συντεταγμένων των στοιχείων και των μελετών που αντλήθηκαν ήταν HATT, ΕΓΣΑ '87 και ETRS '89 και μετασχηματίστηκαν όλα στο σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ '87.

Άλλη γενική δυσκολία που διαπιστώθηκε κατά την μοντελοποίηση της διόδευσης πλημμυρών είναι τα προβλήματα σε σχέση με την κατά τόπους υψομετρική ακρίβεια των Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους (DEM) της Κτηματολόγιο ΑΕ. Καθώς επί της ουσίας πρόκειται για ψηφιακά δεδομένα(DSM) που αποτυπώνουν επιπρόσθετα όλα τα φυσικά και τεχνητά στοιχεία πάνω στην επιφάνεια της γης (π.χ. κτήρια και δέντρα), υπήρχαν σημαντικές αποκλίσεις από το πραγματικό εδαφικό υπόβαθρο. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε σκόπιμο να γίνουν οι απαραίτητες τοπικές διορθώσεις και προσθήκες από στοιχεία διαθέσιμων εγκεκριμένων τοπογραφικών μελετών ώστε να μην επηρεάζεται η υδραυλική ανάλυση οδηγώντας σε εσφαλμένα αποτελέσματα.

Για τις αστικές περιοχές όπου αφαιρέθηκαν οι όγκοι των κτισμάτων, έγινε χρήση ενός σταθμισμένου Manning($n=10.0$ για τα κτίρια, $n=0.1$ και $n=0.035$ για τις λοιπές αστικές επιφάνειες), ώστε να προσομοιωθεί όσο το δυνατόν καλύτερα, η επίπτωση των κτιρίων στην υδραυλική επίλυση.

3.3.2 Επίλυση προβλημάτων σε διδιάστατα μοντέλα

Η διόδευση πλημμύρας μέσω διδιάστατων μοντέλων κρίνεται η πλέον ενδεδειγμένη ιδίως σε περιοχές όπου η εγκάρσια συνιστώσα της ταχύτητας είναι σημαντική. Ωστόσο με την εφαρμογή διδιάστατων μοντέλων διαπιστώνονται και κάποια ζητήματα εφαρμογής τα οποία επιλύθηκαν σύμφωνα με τα παρακάτω.

- Α) Το βασικότερο ζήτημα της διδιάστασης ανάλυσης είναι ο εξαιρετικά αυξημένος υπολογιστικός χρόνος. Η διακύμανση του υπολογιστικού χρόνου επίλυσης των διδιάστατων μοντέλων εξαρτάται από τα παρακάτω κριτήρια:
 - Μέγεθος και πλήθος κελιών υπολογιστικού κανάβου (πεπερασμένων στοιχείων)
 - Τιμές υδρογραφήματος πλημμύρας (υψηλές αιχμές εν γένει αυξάνουν το χρόνο προσομοίωσης)
 - Την υπολογιστική ισχύ και τη μνήμη του ηλεκτρονικού υπολογιστή
 - Χρονική διάρκεια της προσομοίωσης

- Χρονικό βήμα επίλυσης. Η χρήση κελιών υψηλής διακριτότητας (πύκνωση κανάβου) των πεπερασμένων στοιχείων συνεπάγεται μείωση του χρονικού βήματος και ιδιαίτερα μεγάλη αύξηση υπολογιστικού χρόνου.
- Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων. Οι περιοχές που προσομοιώνονται είναι μεγάλες σε έκταση και τα αποτελέσματα καταγράφονται δυναμικά, με πυκνότητα ανάλογή του μεγέθους των πεπερασμένων στοιχείων και για όσες χρονικές στιγμές ορίσει ο χρήστης. Αυτό συνεπάγεται μεγάλη αύξηση του μεγέθους των παραγόμενων αρχείων καθώς και του υπολογιστικού χρόνου.

Ο απαιτητικός υπολογιστικός χρόνος των διδιάστατων μοντέλων μειώθηκε με τους εξής τρόπους:

- Οι επιλύσεις έγιναν σε Η/Υ με πολύ μεγάλη υπολογιστική ισχύ
- Έγινε βελτιστοποίηση του μεγέθους των πεπερασμένων στοιχείων όπως και του πλήθους των γραμμών ελέγχου (breaklines) που χρησιμοποιήθηκαν στα διδιάστατα μοντέλα
- Χρησιμοποιήθηκε adaptive time step(μεταβλητό χρονικό βήμα) με βάση τη συνθήκη Courant

Β) Κατά την επίλυση διδιάστατων μοντέλων, η αριθμητική ευστάθεια του συστήματος παίζει τον πρωτεύοντα ρόλο στην κατάστροψη του μοντέλου και στις τιμές των παραμέτρων που θα επιλεγούν. Για τον λόγο αυτό, το χρονικό βήμα, επιλέχθηκε να είναι μεταβλητό, με βασικό κριτήριο να ικανοποιείται η συνθήκη Courant. Η δυνατότητα αυτή, παρέχεται από το λογισμικό(Hec-ras), μέσω της λειτουργίας adaptive time step, μέσω της οποίας, ορίζεται μια μέγιστη επιτρεπτή τιμή που μπορεί να πάρει ο αριθμός Courant, ώστε να αποφεύγονται οι αστάθειες.

Κατά την επίλυση των εξισώσεων αβαθών υδάτων (Shallow water equations) η αριθμητική ευστάθεια εκφράζεται από τον αριθμό Courant – Friedrich – Levy (CFL) ο οποίος ορίζεται ως

$$CFL = \sqrt{gh} + |u| \frac{\Delta t}{\Delta x} + |v| \frac{\Delta t}{\Delta y}$$

Όπου:

- g : Η επιτάχυνση της βαρύτητας
h : Το βάθος του νερού
u : Η κατά x συνιστώσα της ταχύτητας
v : Η κατά y συνιστώσα της ταχύτητας
 $\Delta x \Delta y$: Χαρακτηριστικά μήκη
 Δt : Χρονικό βήμα της επίλυσης

Για να είναι ευσταθής η επίλυση των εξισώσεων πρέπει ο αριθμός CFL να παίρνει τιμές μικρότερες του 1 (σε πρακτικές εφαρμογές μέχρι 0.5) και αυτό έχει άμεση επίπτωση στο χρονικό βήμα που πρέπει να χρησιμοποιηθεί.

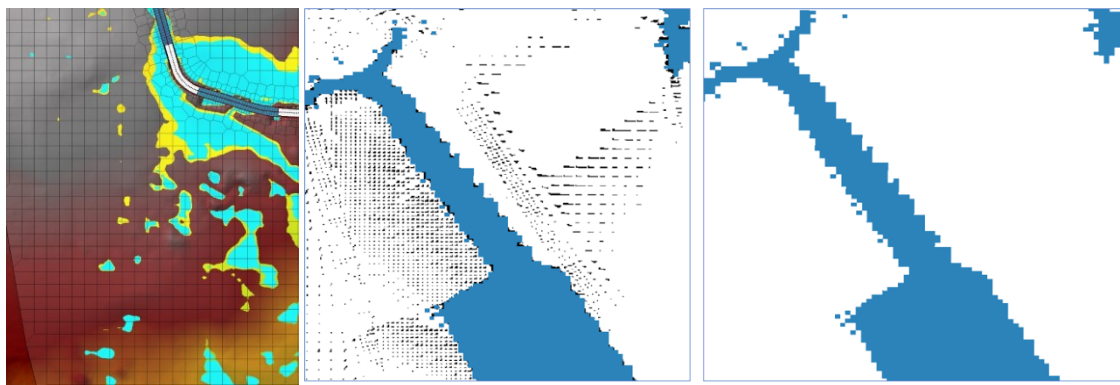
Θεωρώντας δεδομένες τις διαστάσεις των στοιχείων του κανάβου (που καθορίζονται από την επιθυμητή λεπτομέρεια ανάλυσης), από την παραπάνω σχέση προκύπτει το άνω όριο του χρονικού βήματος που πρέπει να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να υπάρχει ευστάθεια. Μικρότερες διαστάσεις στοιχείων του κανάβου συνεπάγονται μικρότερο χρονικό βήμα. Επιπρόσθετα η αύξηση του βάθους του νερού προκαλεί ακόμα μεγαλύτερη μείωση του χρονικού βήματος.

Γ) Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη μοντελοποίηση με το λογισμικό HEC-RAS, παρατηρείται συχνά η δημιουργία απομονωμένων (fragmented) results «νησιών», η οποία συνοπτικά αποδίδεται :

- Σε περιοχές με ιδιαίτερα επικλινές υπόβαθρο της πλημμυρικής κοίτης
- Στα μικρά βάθη ροής ($\sim < 10\text{cm}$) στις fragmented περιοχές που συνολικά θεωρούνται αμελητέα δεδομένης της υψομετρικής ακρίβειας του DEM αλλά και της ακρίβειας των αριθμητικών επιλύσεων των Υδροδυναμικών μοντέλων (HEC-RAS)
- Στην ποιότητα του DEM
- Στην εγγενή λειτουργία του HEC-RAS να αποδίδει σε χάρτη επιλεγμένων διαστάσεων τα υπολογισμένα αποτελέσματα (που γίνεται συνήθως από κελιά υπολογιστικού κανάβου μεγαλύτερης διάστασης σε απόδοση κελιών DEM μικρότερης διάστασης) με τρεις λειτουργίες (rendering modes), με την υποσημείωση ότι σε επικλινή υπόβαθρα το HEC-RAS υποδηλώνει την αδυναμία χρήσης μεγάλων κελιών και άρα οδηγεί στη δημιουργία islands.

Για την αποφυγή δημιουργίας απομονωμένων (fragmented) results «νησιών» σε περιοχές εμφάνισής του προκρίθηκαν οι παρακάτω τρόποι αντιμετώπισης:

- έγινε χρήση του DEFAULT “Sloping (cell corners)” render mode αντί του «HORIZONTAL»
- έγινε τοπικά πύκνωση του υπολογιστικού πλέγματος, με κελιά διαστάσεων (κατά το δυνατόν να προσεγγίζει τις διαστάσεις $2 \times 2\text{m}$), ώστε να υπάρχει ταύτιση με την διακριτική ικανότητα (κελί) του Ψηφιακού μοντέλου εδάφους.



Σχήμα 3-1: Παράδειγμα δημιουργίας απομονωμένων (fragmented) results («νησιών») στο HEC-RAS 2D

3.4 Ανάλυση ευαισθησίας

Η ανάλυση ευαισθησίας καθορίζει πως διαφορετικές τιμές μιας ανεξάρτητης μεταβλητής επηρεάζουν μια συγκεκριμένη εξαρτημένη μεταβλητή κάτω από ένα δεδομένο σύνολο υποθέσεων. Με άλλα λόγια, η ανάλυση ευαισθησίας μελετά πως διάφορες πηγές αβεβαιότητας σε ένα μαθηματικό μοντέλο συμβάλλουν στη συνολική αβεβαιότητα του μοντέλου. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται εντός συγκεκριμένων ορίων που εξαρτώνται από μία ή περισσότερες μεταβλητές εισόδου.

Η ανάλυση αυτή είναι εξαιρετικά χρήσιμη σε όλες τις φάσεις διαδικασίας μοντελοποίησης: διαμόρφωση μοντέλου, βαθμονόμηση μοντέλου και επαλήθευση μοντέλου. Η ευαισθησία των

παραμέτρων του μοντέλου πρέπει να αναγνωρίζεται ως ειδική περίπτωση του παραπάνω γενικού ορισμού. Η παραμετρική ευαισθησία είναι ζωτικό μέρος των περισσότερων τεχνικών βελτιστοποίησης (Saltelli et. al., 2004).

Στα μοντέλα διόδευσης πλημμυρών, η ανάλυση ευαισθησίας είναι μια κρίσιμη διαδικασία για την κατανόηση της επίδρασης των διαφόρων δεδομένων εισόδους επηρεάζουν τα αποτελέσματα του μοντέλου και εν προκειμένων τις μαθηματικές προβλέψεις της πλημμυρικής επικινδυνότητας. Λόγω του ιδιαίτερα αυξημένου υπολογιστικού χρόνου στα μοντέλα διόδευσης πλημμύρας (εν αντιθέσει με τα μοντέλα βροχής-απορροής), η διαδικασία επιτυγχάνεται με τροποποιήσεις της κάθε παραμέτρου ξεχωριστά σε ένα προκαθορισμένο όριο, ώστε να ποσοτικοποιείται η επίδραση και εν γένει η αβεβαιότητα του κάθε μοντέλου στις εξεταζόμενες κάθε φορά παραμέτρους.

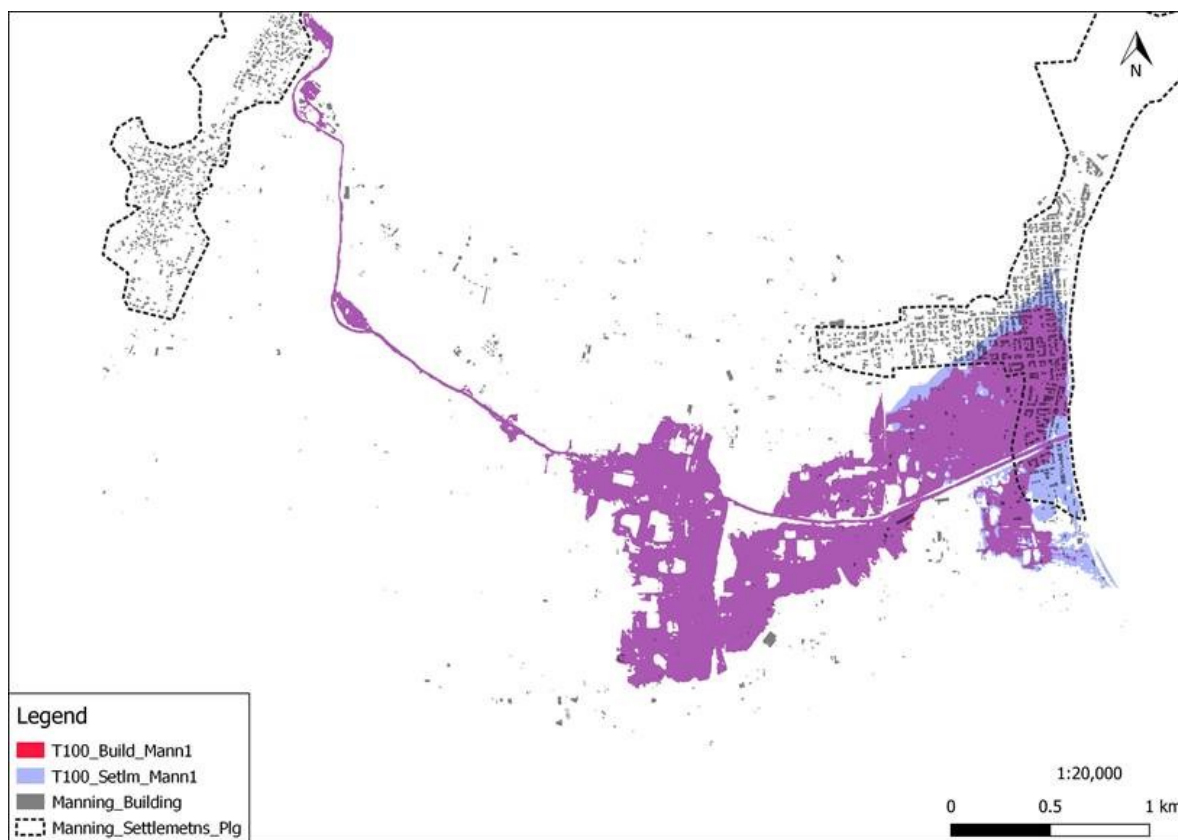
Στα πλαίσια της παρούσας υδραυλικής ανάλυσης και δεδομένου του πλήθους των επί μέρους μοντέλων, διενεργήθηκαν προκαταρκτικές αναλύσεις ευαισθησίας για μια σειρά επιλεγμένων «αντιπροσωπευτικών» περιοχών ακολουθώντας τα παρακάτω διακριτά βήματα ανάλυσης:

- Επιλογή των μεταβλητών εισόδου και παραμέτρων που θα εξεταστούν (Συντελεστές Manning εντός καναλιού, πλημμυρικής κοίτης και κτιρίων, μέγεθος κελιών διακριτοποίησης, χρονικό βήμα επίλυσης, κατάντη οριακές συνθήκες, χρονισμός ανάντη πλημμυρογραφημάτων από επί μέρους λεκάνες)
- Επίλυση του μοντέλου με χρήση ενδεδειγμένων τιμών/θεωρήσεων για τις προαναφερθείσες εξεταζόμενες παραμέτρους
- Κατανόησης της επίδρασης των επί μέρους παραμέτρων στα αποτελέσματα του μοντέλου και επιλογή των βέλτιστων (κατά περίπτωση) παραμέτρου αλλά και του συνδυασμού αυτών, έχοντας ως κριτήρια την εποπτεία της λειτουργίας των υποδομών, τη βιβλιογραφική αναφορά, τις ιστορικές πλημμύρες και τα αποτελέσματά τους και την μελετητική εμπειρία στην περιοχή από το προηγούμενο κύκλο των ΣΔΚΠ.

Ενδεικτικά, παρουσιάζεται η προκαταρκτική ανάλυση ευαισθησίας στην επιλογή μεθόδου ενσωμάτωση κτιρίων στο μοντέλο και της επίδρασης του συντελεστή τραχύτητας σε τοποθεσίες με αστική δόμηση, όπως αναλύεται και πιο κάτω στην Ενότητα 4.13. Σημειώνεται ότι Βιβλιογραφικά ως πιο διαδομένοι τρόποι εφαρμογής του Manning στο HEC-RAS 2D συναντώνται:

- “burn” των κτιρίων στο Terrain με αύξηση του ύψους
- αύξηση του Manning (Bed Resistance) μόνο για το περίγραμμα/ίχνη κτιρίων
- η χρήση περιγράμματος οικισμών με μια μέση (αυξημένη) τιμή Manning

Στα πλαίσια της παρούσας, εξετάστηκαν οι δύο τελευταίες μέθοδοι με χρήση διαφορετικών συντελεστών τραχύτητας. Ενδεικτικά για χρήση συντελεστή Manning=1 με εφαρμογή στο περίγραμμα οικισμών ο παρακάτω χάρτης υποδεικνύει την αύξηση της επιφάνειας κατάκλυσης 10% στο παρακάτω παράδειγμα, σε σύγκριση με εφαρμογή στα ίχνη των κτιρίων.



Σχήμα 3-2: Ανάλυση ευαισθησίας εφαρμογής μεθόδου εφαρμογής του Manning στο HEC-RAS 2D

4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ – ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ – ΕΞΑΓΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η διόδευση των πλημμυρικών υδρογραφημάτων στα υδατορέματα και η εκτίμηση της έκτασης της πλημμύρας εντός των ΖΔΥΚΠ του ΥΔ EL11 πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό HEC-RAS 6.4.1 του Κέντρου Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center) του Σώματος Μηχανικών του Στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Corps of Engineers) για δισδιάστατη ανάλυση (HEC-RAS 2D). Συνοπτικά, η μεθοδολογία ανάπτυξης των υδραυλικών μοντέλων είναι η ακόλουθη :

- Εισαγωγή γεωμετρικού υποβάθρου (DTM).
- Επεξεργασία γεωμετρικού υποβάθρου στα σημεία που κρίνεται απαραίτητο με σκοπό τη ρεαλιστικότερη απεικόνιση του υφιστάμενου πεδίου ροής.
- Εφαρμογή breaklines σε κρίσιμες θέσεις (κεντρική κοίτη ή/και όχθες ρεμάτων, αναχώματα, δρόμοι και άλλα φυσικά ή τεχνητά εμπόδια που δημιουργούν ανάσχεση της ροής, κλπ.) με σκοπό τη βέλτιστη προσομοίωση των συνθηκών ροής .
- Εισαγωγή τεχνικών έργων (γέφυρες, οχετοί, κλπ.).
- Καθορισμός δισδιάστατου πεδίου – υπολογιστικού καννάβου.
- Καθορισμός συντελεστών γραμμικών απωλειών σε όλο το πεδίο ροής.
- Βελτιστοποίηση και τελική παραγωγή του γεωμετρικού αρχείου του υδραυλικού μοντέλου.
- Καθορισμός οριακών και αρχικών συνθηκών – Εισαγωγή πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού από το Υδρολογικό Μοντέλο σε κατάλληλα σημεία.
- Υδραυλικές προσομοιώσεις για πλημμυρικά γεγονότα με περίοδο επαναφοράς 50, 100 και 1000 χρόνια.

Όπως περιεγράφηκε και παραπάνω, για την εφαρμογή του υδραυλικού μοντέλου είναι απαραίτητη η εισαγωγή κατάλληλων δεδομένων τα οποία επιγραμματικά αφορούν : α) τα μορφολογικά δεδομένα της περιοχής προσομοίωσης, β) την τραχύτητα της διαδρομής του νερού, τόσο εντός της κοίτης του υπό-μελέτη ρέματος-ποταμού όσο και σε όλη την πιθανή έκταση κατάκλυσης, γ) τα πλημμυρικά υδρογραφήματα σε κατάλληλες θέσεις, κο.θ. Στην παρακάτω υπό-ενότητα παρουσιάζονται αναλυτικά η μεθοδολογία εκτίμησης και ο τρόπος εφαρμογής των απαραίτητων δεδομένων εισόδου.

- Εν συνεχεία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που δύναται να εξαχθούν από το λογισμικό HEC-RAS 6.4.1 μερικά από τα οποία είναι : α) οι χάρτες έκτασης της κατάκλυσης της πλημμύρας με απεικόνιση του βάθους νερού ή/και της ταχύτητας ροής σε όλη την έκταση του πλημμυρικού πεδίου, β) το προφίλ των υδραυλικών στοιχείων, όπως πχ. η στάθμη του ύδατος, κλπ.

4.1 Εισαγόμενα Δεδομένα

Για τη λειτουργία του λογισμικού απαιτούνται δεδομένα τα οποία σχετίζονται τόσο με τη γεωμορφολογία της περιοχής διερεύνησης, όσο και με τις εκάστοτε συνθήκες ροής του υδατορεύματος. Η πορεία που ακολουθείται για την υδραυλική προσομοίωση της ροής και τον υπολογισμό του μέγιστου εύρους κατάκλυσης, περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα :

- εισαγωγή και επεξεργασία του γεωγραφικού υποβάθρου και ιδιαίτερων μορφολογικών στοιχείων, για την κατασκευή της γεωμετρίας του μοντέλου
- εισαγωγή και επεξεργασία των συνθηκών ροής,
- προσομοίωση
- εξαγωγή και έλεγχος αποτελεσμάτων.

4.1.1 Μορφολογικά στοιχεία - γεωμετρία μοντέλου

Τα βασικά γεωμετρικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται στο περιβάλλον του HEC-RAS για τη διαμόρφωση δισδιάστατου μοντέλου περιλαμβάνουν στοιχεία όπως το ψηφιακό μοντέλο εδάφους για τη δημιουργία του γεωγραφικού υποβάθρου (Terrain), η γεωμετρία του ποταμού με χρήση διατομών για την διόρθωση του TERRAIN στις όχθες και τις κοίτες των ποταμών, τυχόν υπάρχουσες υδραυλικές κατασκευές, πχ. γέφυρες, οχετοί, φράγματα, αναχώματα, υδατοφράχτες, κτλ., αντλίες, περιοχές αποθήκευσης (λίμνες ή δεξαμενές). Η επεξεργασία του Terrain μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε απευθείας στο περιβάλλον Ras-Mapper του HEC-RAS είτε σε περιβάλλον GIS και στη συνέχεια να εισαχθεί στο HEC-RAS. Η εισαγωγή των υδραυλικών κατασκευών γίνεται απευθείας στο περιβάλλον του HEC-RAS (είτε στο Ras-Mapper είτε στο Geometry Editor).

Για την υδραυλική προσομοίωση δημιουργείται, αρχικά, το γεωγραφικό υπόβαθρο (Terrain) το οποίο είναι απαραίτητο για τη δισδιάστατη ανάλυση, καθώς χρησιμοποιείται για να προσδιορισμό των γεωγραφικών και υδραυλικών στοιχείων των κελιών του υπολογιστικού δισδιάστατου κανάβου. Στη συνέχεια, δημιουργείται το χωρικά κατανομημένο αρχείο με τους συντελεστές τραχύτητας (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 και οι οχετοί των οδικών διαβάσεων. 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. Ανάλογες κατασκευές που μπορούν να προσομοιωθούν από το HEC-RAS, πέρα των προαναφερθέντων, είναι εγκάρσια ή πλευρικά έργα στη ροή, πχ. οχετοί, φράγματα, υδατοφράχτες, αulάκια εκτροπής, κτλ. Σημειώνεται ότι το HEC-RAS επιλύει τη ροή διαμέσου υδραυλικών κατασκευών σε μονοδιάστατη ανάλυση αλλά έχει τη δυνατότητα να εισάγει τις υδραυλικές κατασκευές σε δισδιάστατη ανάλυση εντός του υπολογιστικού κανάβου (2d flow area).

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 κλίμακας. 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.

Για την κατάστρωση της γεωμετρίας του υδραυλικού μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν:

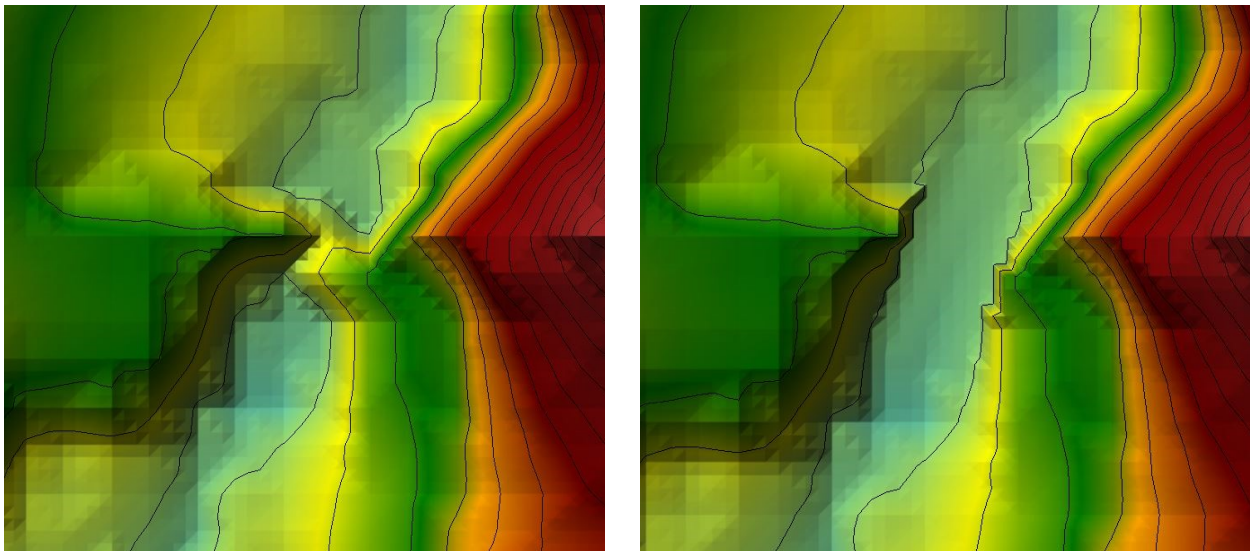
- Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DTM) που κατασκευάστηκε στο πλαίσιο της παρούσας σύμβασης με βάση το διαθέσιμο ψηφιακό μοντέλο εδάφους του Ελληνικού Κτηματολογίου, με διακριτική ικανότητα 2mX2m οριζοντιογραφικά,
- Οι επίγειες τοπογραφικές αποτυπώσεις – μετρήσεις των τεχνικών έργων που επηρεάζουν την ροή των υδατινών σωμάτων, που διενεργήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας σύμβασης. Σημειώνεται ότι τεχνικά έργα σημαντικού μεγέθους όπως φράγματα, γέφυρες, μεγάλοι οδικοί άξονες σε αναχώματα κτλ δημιουργούν περιορισμούς κατά την κίνηση της ροής τόσο εντός του υδατορεύματος όσο και κατά την κίνηση του νερού στην πλημμυρική πεδιάδα δημιουργώντας φαινόμενα ανάσχεσης (backwater effects).
- Οι αεροφωτογραφίες του Ελληνικού Κτηματολογίου και της Google Earth.
- Διαθέσιμες πληροφορίες, σχέδια, μελέτες και τοπογραφικές αποτυπώσεις που επηρεάζουν την ροή στις υπό εξέταση περιοχές (αναχώματα, συγκοινωνιακά έργα, οχετοί κτλ).
- Διαθέσιμα τοπογραφικά δεδομένα και ψηφιακά μοντέλα εδάφους σε κατάλληλες κλίμακες (1:5000, 1:1000 κτλ).

Για τις όποιες ελλείψεις των δεδομένων έγινε έμμεση εκτίμησή τους όπου ήταν δυνατόν ή έγιναν εύλογες υποθέσεις, ωστόσο είναι προφανές ότι οποιαδήποτε απόκλιση από τα πραγματικά δεδομένα δημιουργεί αβεβαιότητες όσον αφορά τον τελικό προσδιορισμό της πλημμυρικής επιφάνειας.

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιήθηκε πρόσθετη διόρθωση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους σε θέσεις όπου δεν είχε αφαιρεθεί η βλάστηση ή/και το αποτύπωμα των τεχνικών έργων σε σημεία εντός της κοίτης των ρεμάτων-ποταμών, με αποτέλεσμα να αναπαριστώνται στο DTM ως συμπαγείς ενότητες που δύναται να προκαλέσουν σημαντική ανάσχεση της ροής νερού. Ωστόσο, αυτό δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, καθώς τα δέντρα ή οι μεγάλοι θάμνοι καταλαμβάνουν στην επιφάνεια του εδάφους έκταση ίση μόνο με την επιφάνεια του κορμού ή των κλαδιών τους, ενώ τα τεχνικά έργα, όπως γέφυρες ή δρόμοι με οχετούς επιτρέπουν ένα μέρος της ροής, ανάλογα με την παροχετευτική ικανότητά τους, να τα διαπερνά. Στην **Εικόνα 4-1** παρουσιάζεται ενδεικτικά το αρχικό DTM και το επεξεργασμένο DTM (με χρήση των εργαλείων επεξεργασίας του DTM στο περιβάλλον του RAS Mapper) μετά την αφαίρεση τεχνικού έργου και βλάστησης που θα προκαλούσαν λανθασμένη ανάσχεση της ροής εντός της κοίτης.

Σε περιοχές που εντοπίστηκαν τέτοιες αβεβαιότητες, έγινε τοπική επεξεργασία του DTM και αφαίρεση της βλάστησης από την κοίτη των ρεμάτων ώστε να αποφευχθεί λανθασμένη ανάσχεση της ροής. Παρόλα αυτά, σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα σε ορεινά τμήματα μικρών εν γένει ρεμάτων, η τοπογραφική αποτύπωση του εδάφους ήταν αρκετά προβληματική, λόγω του μικρού πλάτους της κοίτης των εν λόγω ρεμάτων και της χαμηλής αλλά πυκνής βλάστησης κατά

μήκος τους. Ως εκ τούτου, εκτιμάται ότι η παροχευτικότητα αυτών των ρεμάτων, όπως τελικώς διαμορφώθηκαν στο υδραυλικό μοντέλο, ενδεχομένως να διαφέρει από την πραγματικότητα.



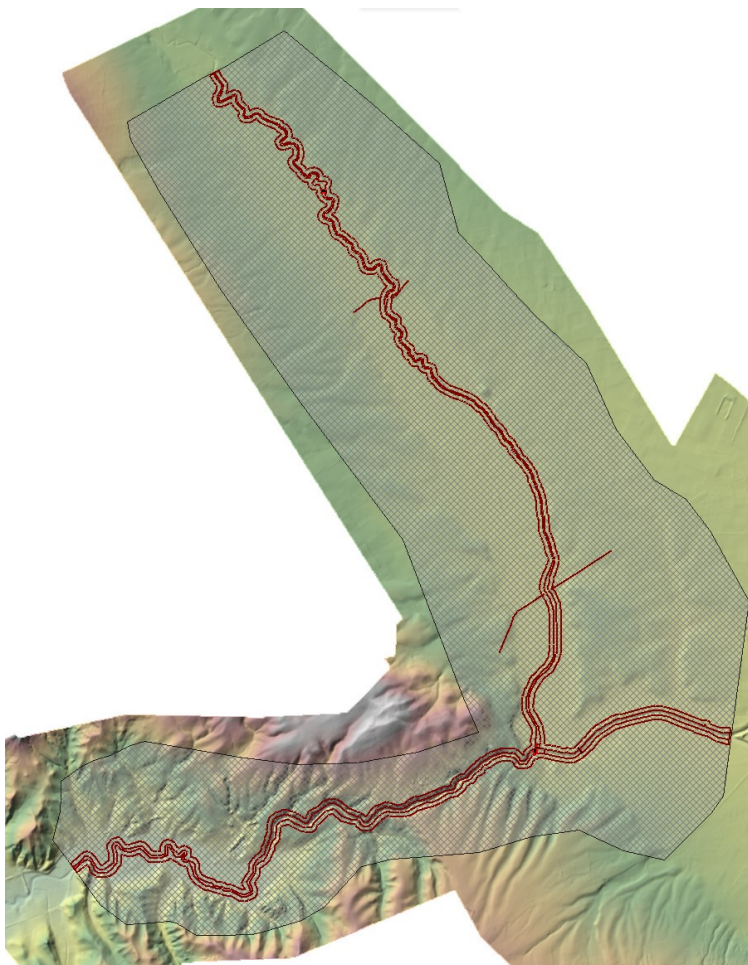
Εικόνα 4-1: Επεξεργασία DTM για την αφαίρεση συμπαγούς εμποδίου λόγω τεχνικού έργου ή/και βλάστησης: α) Αριστερά εικόνα: άποψη της αρχικής μορφής του DTM, β) Δεξιά εικόνα: άποψη του DTM μετά την επεξεργασία με χρήση των διαθέσιμων εργαλείων του RAS Mapper

Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους εισήχθη στο πρόγραμμα με τη μορφή αρχείου tif με το ανάλογο σύστημα συντεταγμένων. Επ' αυτού του ψηφιακού μοντέλου, δημιουργήθηκε κάνναβος με διαστάσεις κελιού που ποικίλουν ανά περίπτωση ανάλογα με τις προδιαγραφές και τους περιορισμούς του μοντέλου, ώστε να υπάρχει η βέλτιστη δυνατή αποτύπωση της μορφολογίας του εδάφους.

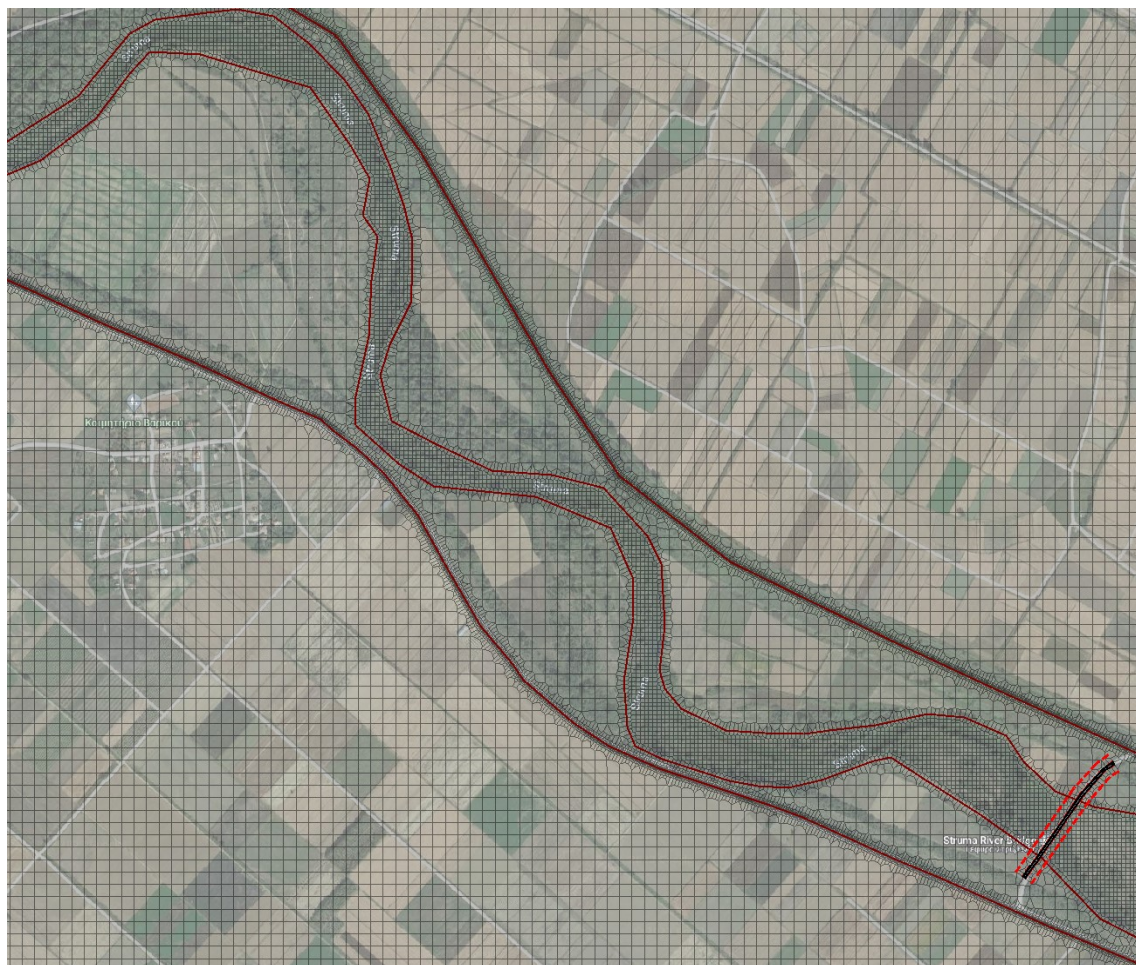
Ακολουθώντας και σε συνάρτηση με την εξέταση του υποβάθρου (δορυφορικές φωτογραφίες) έγινε έλεγχος του βαθμού επάρκειας του καννάβου με βάση την πραγματική κατάσταση και έγιναν οι κατάλληλες προσαρμογές όπου κάτι τέτοιο κατέστη απαραίτητο. Στην πλημμυρική πεδιάδα προστέθηκε η απαραίτητη λεπτομέρεια σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά της (τεχνικά έργα, οδικό δίκτυο, θέσεις οικισμών, θέσεις με ιδιαίτερο ενδιαφέρον κτλ).

Τα ανωτέρω δεδομένα εισήχθησαν με την καλύτερη δυνατή ακρίβεια και με έμφαση σε αυτά με την μεγαλύτερη δυνατή επίδραση στην πλημμυρική κατανομή. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε περιπτώσεις (που συναντήθηκαν συνήθως στις διοδεύσεις με περίοδο επαναφοράς $T=100$ και $T=1000$) όπου η επιφάνεια κατάκλυσης καλύπτεται με βάθος ροής που ξεπερνά τα 0.9 m, μικρότερα τεχνικά έργα όπως κανάλια αποστράγγισης, δρόμοι και μικρά αναχώματα δύναται να αγνοηθούν.

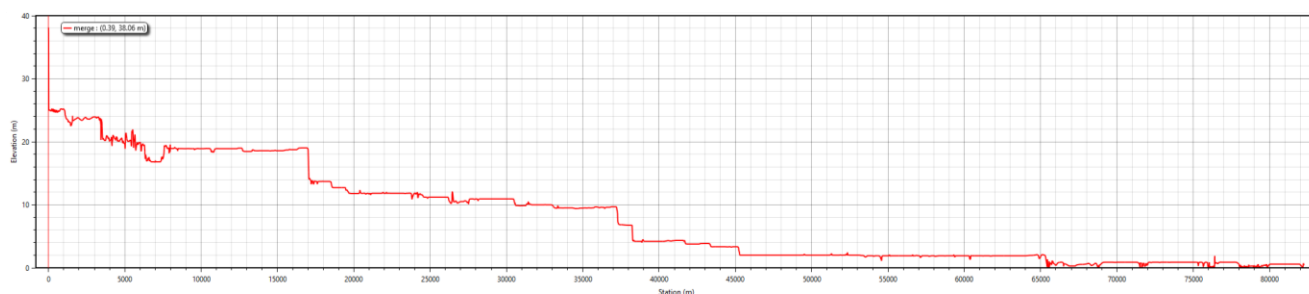
Σε περιπτώσεις που δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία, πραγματοποιήθηκαν εύλογες παραδοχές.



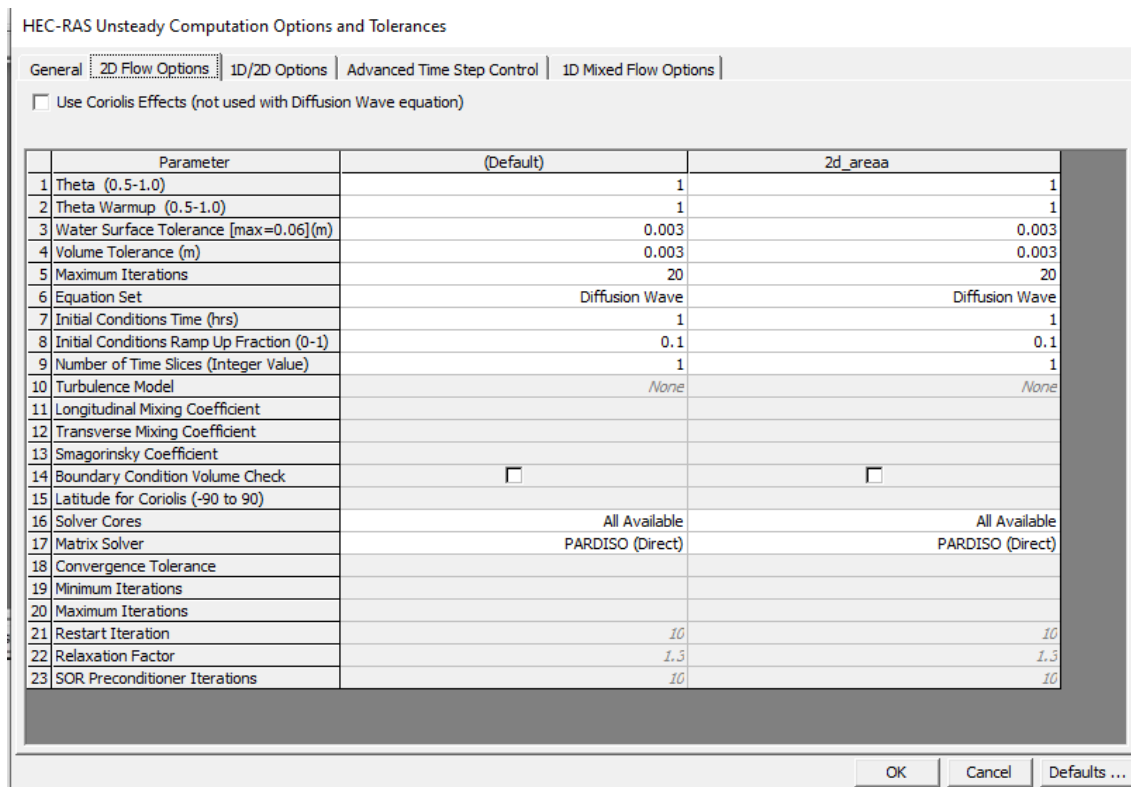
Εικόνα 4-2: Μοντελοποίηση τμήματος π. Αγγίτη



Εικόνα 4-3: Άποψη καννάβου μοντέλου τμήματος π. Στρυμόνα



Εικόνα 4-4: Μηκοτομή π. Στρυμόνα – κατάντη λίμνης Κερκίνης



Εικόνα 4-5: Φόρμα παραμέτρων επίλυσης μοντέλου π. Στρυμόνα

4.1.2 Εισαγωγή τεχνικών έργων (γέφυρες, οχετοί, κλπ)

Προκειμένου να γίνει ρεαλιστική προσομοίωση των πλημμυρικών φαινομένων είναι σημαντικό να γίνει εισαγωγή στο υδραυλικό μοντέλο των τεχνικών έργων εγκάρσια στη ροή, όταν αυτά εκτιμάται ότι δύναται να μεταβάλλουν σημαντικά τη ροή ή ακόμα και να προκαλέσουν ανάσχεση αυτής. Η μοντελοποίηση των τεχνικών έργων γίνεται στο HEC-RAS με ψηφιοποίηση των βασικών χαρακτηριστικών τους, όπως αυτά προέκυψαν από τις τοπογραφικές αποτυπώσεις ή επιτόπου επισκέψεις (υδραυλική διατομή, πλάτος έργου, πλάτος καταστρώματος, έργα εισόδου/εξόδου ροής, κοκ.).

Στο HEC-RAS κάθε τεχνικό έργο περιγράφεται με τέσσερις διατομές, δύο στις παρυφές του καταστρώματος, ανάντη και κατόντη, και δύο εκτός του τεχνικού, και σε επαρκή απόσταση από αυτό ώστε να γίνουν ομαλά οι υδραυλικές επιλύσεις.

Η υδραυλική επίλυση των τεχνικών έργων εξαρτάται από το είδος της ροής εντός της διατομής τους. Διακρίνονται οι συνθήκες χαμηλής ροής (low flow conditions), ή ροής με ελεύθερη επιφάνεια, και υψηλής ροής (high flow conditions) ή αλλιώς ροής υπό πίεση.

4.1.2.1 Συνθήκες ροής με ελεύθερη επιφάνεια (low flow conditions)

Σε περιπτώσεις ροής με ελεύθερη επιφάνεια η ανώτατη στάθμη ύδατος βρίσκεται κάτω από την άντυγα του φορέα του τεχνικού. Το λογισμικό HEC-RAS διαθέτει τρεις (3) τρόπους υπολογισμού των απωλειών κατά τη ροή στο τεχνικό:

- Εξίσωση ενέργειας (επιλέχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας)
- Εξίσωση ορμής
- Εξίσωση Yarnell

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μία ή περισσότερες από τις μεθόδους και να χρησιμοποιήσει τη μέθοδο που υπολογίζει το μεγαλύτερο αποτέλεσμα (Highest Energy Answer).

Οι μέθοδοι που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι αυτές της Ενέργειας και της Ορμής. Και οι δυο λαμβάνουν υπόψη της απώλειες λόγω τριβών και τις μεταβολές στη γεωμετρία του τεχνικού κατά μήκος της ροής. Η **εξίσωση ενέργειας**, που εφαρμόστηκε στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης, λαμβάνει υπόψη τις πρόσθετες απώλειες στην είσοδο και έξοδο του τεχνικού, αλλά όχι τυχόν απώλειες λόγω του σχήματος των βάθρων, οι οποίες θεωρείται ότι είναι αμελητέες στη συγκεκριμένη περίπτωση ανάλυσης της μακροσκοπικής ανάλυσης εξέλιξης ενός πλημμυρικού φαινομένου. Η **εξίσωση ορμής** υπολογίζει τις πρόσθετες απώλειες λόγω της επίδρασης των βάθρων αλλά εμφανίζει αδυναμία στο σωστό υπολογισμό της κλίσης του πυθμένα (που απαιτείται στον υπολογισμό της δύναμης λόγω βάρους του νερού, weight force) όταν υπάρχει ακανόνιστη φυσική διατομή και όχι διευθετημένο κανάλι.

Αντίθετα η **εξίσωση Yarnell** είναι ένας εμπειρικός τύπος που αναπτύχθηκε για εφαρμογή σε περιπτώσεις όπου ανάντη του τεχνικού υπάρχει διευθετημένο κανάλι με διατομή παρόμοια με αυτή του τεχνικού και τα μεσόβαθρα είναι το κύριο εμπόδιο στη ροή και προκαλούν τις μεγαλύτερες απώλειες.

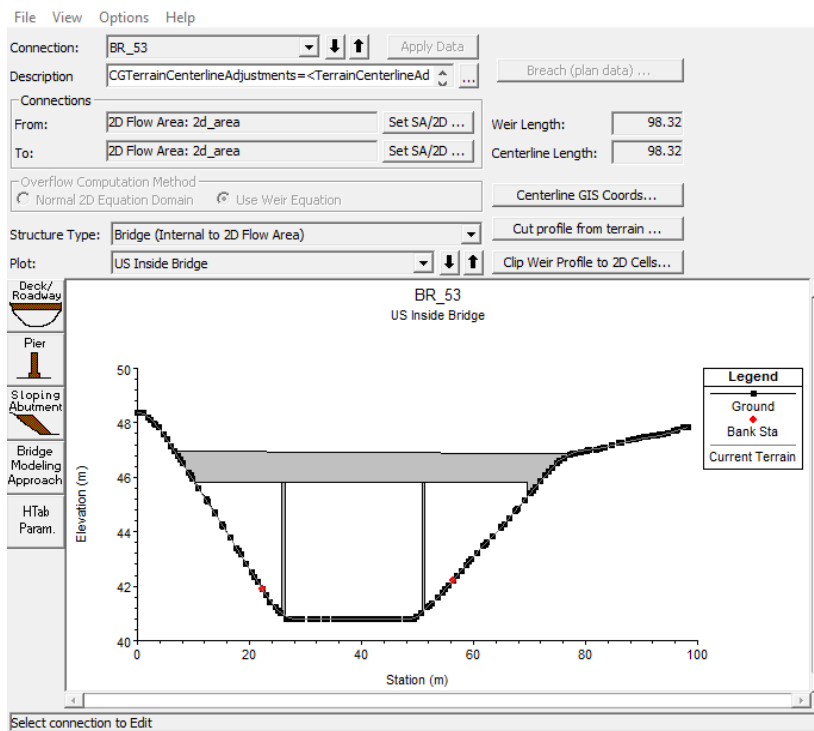
4.1.2.2 Συνθήκες ροής υπό πίεση (high flow conditions)

Σε περιπτώσεις ροής υπό πίεση η ανώτατη στάθμη ύδατος βρίσκεται πάνω από την άντυγα του τεχνικού. Τότε, οι υπολογισμοί απωλειών μπορεί να γίνουν είτε με εφαρμογή της εξίσωσης ενέργειας είτε με υπολογισμούς για ροή υπό πίεση και ροή σε υπερχειλιστή.

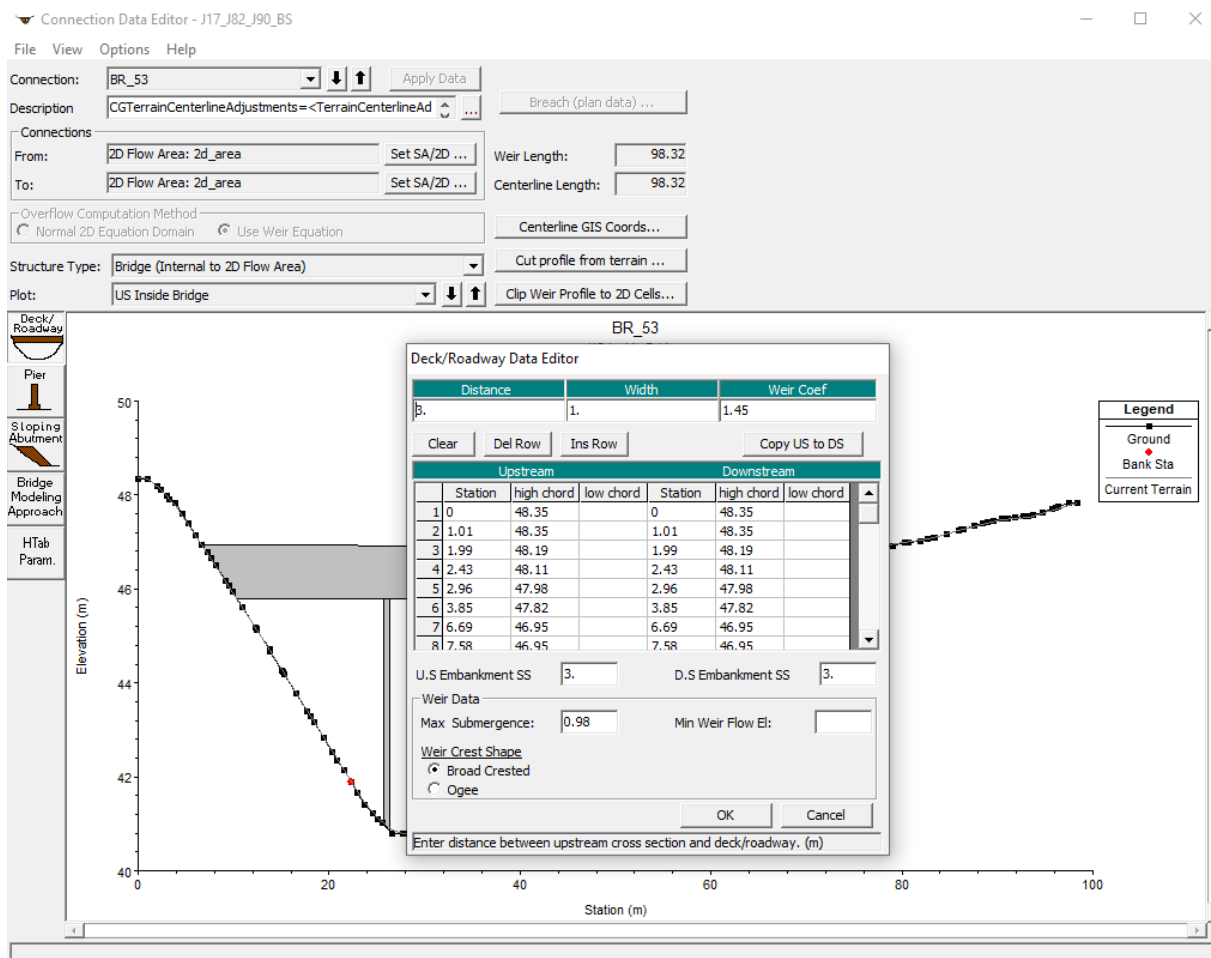
Για την εφαρμογή της εξίσωσης ενέργειας οι υπολογισμοί εκτελούνται αντίστοιχα με τους υπολογισμούς ανοιχτής διατομής, μετά από αφαίρεση των εμποδίων στη ροή (π.χ. βάθρα και κατάστρωμα) ώστε να σχηματιστεί η υγρή διατομή και η υγρή περίμετρος.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου υπολογισμών ροής υπό πίεση και ροής σε υπερχειλιστή, όταν η κατάντη διατομή του τεχνικού λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια τότε γίνεται επίλυση ως θυρόφραγμα (sluice gate), ενώ όταν είναι υπό πίεση και η κατάντη διατομή γίνεται επίλυση ως στόμιο (orifice). Όταν προκύπτει ροή πάνω από το τεχνικό ή/και την οδό που προσεγγίζει το τεχνικό γίνονται υπολογισμοί τυπικού υπερχειλιστή (weir).

Όταν το κατάστρωμα του τεχνικού αποτελεί μικρό εμπόδιο στη ροή και το άνοιγμά του δε συμπεριφέρεται ως στόμιο υπό πίεση (pressurized orifice) χρησιμοποιείται η **εξίσωση ενέργειας**. Αντίθετα όταν: (1) το κατάστρωμα του τεχνικού και το επίχωμα της οδού είναι σημαντικό εμπόδιο στη ροή και δημιουργούν ανάσχεση; (2) υπάρχει υπερχειλίση πάνω από το τεχνικό ή το δρόμο και η στάθμη ύδατος κατάντη είναι χαμηλά σε σχέση με το κατάστρωμα, τότε χρησιμοποιείται η **μέθοδος στομίου υπό πίεση και υπερχειλιστή**. Τέλος, όταν το τεχνικό είναι βυθισμένο ή σχεδόν βυθισμένο χρησιμοποιείται η εξίσωση ενέργειας.



Εικόνα 4-6: Κατασκευή γέφυρας Συμβολής Σερρών επί του π. Αγγίτη στο Geometry Editor του HEC-RAS – Ανάντη διατομή εντός του του τεχνικού έργου (US Inside bridge)



Εικόνα 4-7: Φόρμα εισαγωγής γεωμετρίας γέφυρας Συμβολής Σερρών επί του π. Αγγίτη στο Geometry Editor του HEC-RAS

Connection Bridge Modeling Approach Editor

Low Flow Methods

Use Compute

☐ ☒ Energy (Standard Step)

☐ ☐ Momentum Coef Drag Cd

☐ ☐ Yarnell (Class A only) Pier Shape K

☒ **Highest Energy Answer**

High Flow Methods

☐ Energy Only (Standard Step)

☒ Pressure and/or Weir

Submerged Inlet Cd (Blank for table)

Submerged Inlet + Outlet Cd

Max Low Chord (Blank for default)

OK Cancel Help

Use highest computed solution as answer

Connection Hydraulic Property Table Parameters

Number of points on free flow curve: 100

Number of submerged curves: 80

Number of points on each submerged curves: 50

☒ Apply number of points to all Connections

Head water maximum elevation: 70.

Tail water maximum elevation (Optional):

Maximum Flow (Recommended):

OK Cancel

Εικόνα 4-8: Φόρμες εισαγωγής παραμέτρων υπολογισμού της υδραυλικής ροής για συνθήκες ροής με ελεύθερη επιφάνεια και υπό πίεση – Γέφυρα Συμβολής Σερρών επί του π. Αγγίτη

4.1.3 Συντελεστές τραχύτητας Manning

Ο συντελεστής τραχύτητας κατά Manning (ή συντελεστής γραμμικών απωλειών) εκφράζει τις απώλειες λόγω τριβής κατά μήκος της διαδρομής του νερού.

Κατά τη δισδιάστατη προσομοίωση ο συντελεστής Manning λαμβάνει τιμές ανάλογα με τις κυρίαρχες χρήσεις γης, οι οποίες κατά κανόνα είναι κατ' ελάχιστον ίσες, ή υψηλότερες, από τις τιμές της μονοδιάστατης ανάλυσης, προκειμένου να αναπαραστήσουν τις υψηλότερες ενεργειακές απώλειες της ροής που κινείται εκτός της κύριας κοίτης και εντός του πλημμυρικού πεδίου.

Για την απόδοση τιμών συντελεστή Manning εφαρμόζεται η χρήση των συντελεστών τραχύτητας με βάση τις χρήσεις γης κατά Corine που προτείνεται στην μελέτη των Παπαϊοαννου, G et al. 2018 (https://www.researchgate.net/publication/324700831_An_Operational_Method_for_Flood_Directive_Implementation_in_Ungauged_Urban_Areas/download) – βλ. «Table 1. Average values of Manning's roughness coefficient based on CORINE land cover data».

Πίνακας 4-1: Οι προτεινόμενες τιμές του συντελεστή Manning για τις διαφορετικές χρήσεις γης (οι κωδικοί Corine παρουσιάζονται σε παρένθεση) σύμφωνα με τους Παπαϊοαννου, G et al. 2018

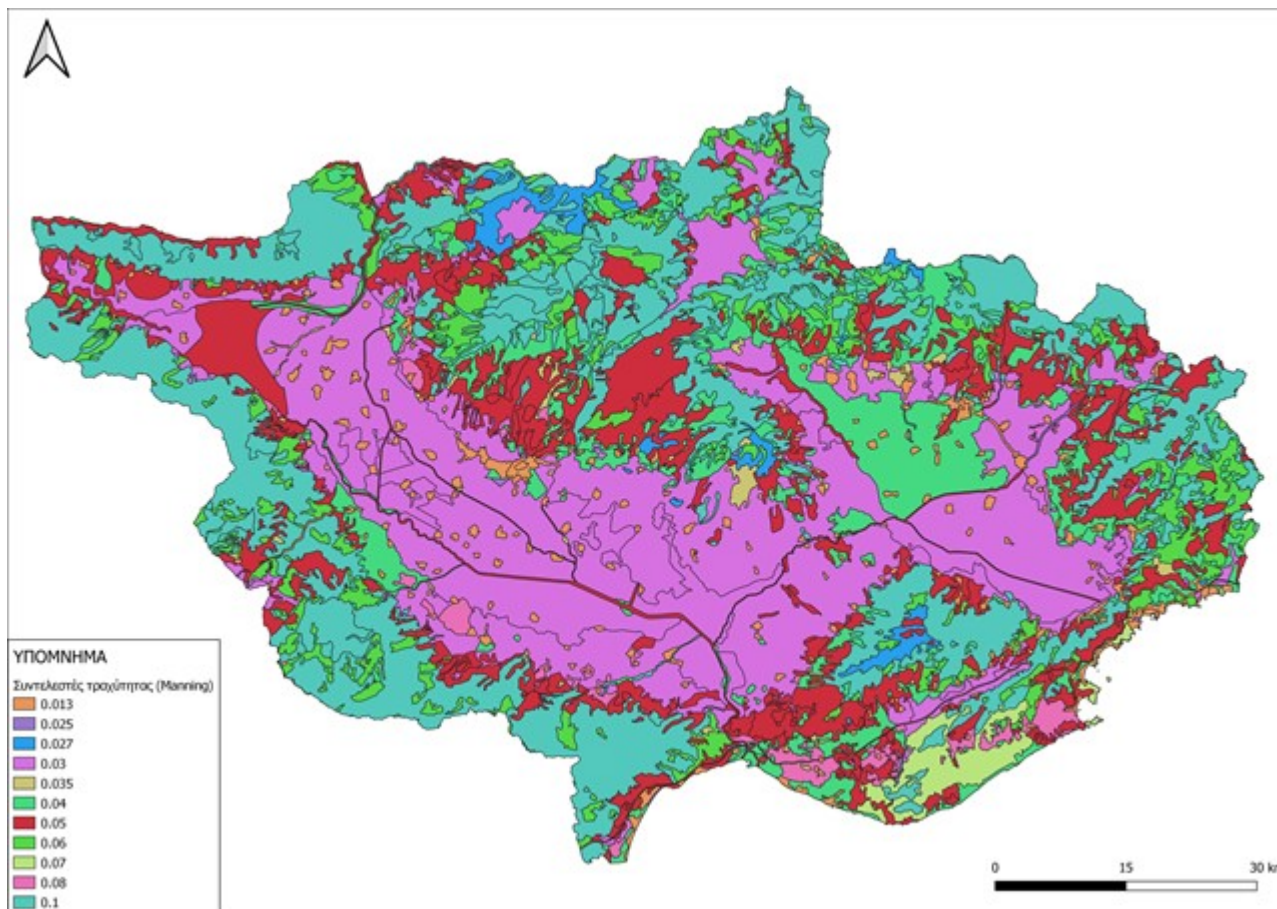
Κατηγορία Επιφάνειας	Χρήσεις γης	Υποκατηγορίες χρήσεων γης	Συντελεστής Manning
(1) Τεχνητές επιφάνειες	(11) Αστικός ιστός	(111) Συνεχής	1.0~3.0
		(112) Μη-συνεχής	
	(12) Βιομηχανικές-εμπορικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις συγκοινωνιών	(121) Βιομηχανικές ή εμπορικές εγκαταστάσεις	0.013
		(122) Οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο	
		(123) Λιμενικές εγκαταστάσεις	
		(124) Αεροδρόμια	
	(13) Ορυχεία, ΧΥΤΑ, εργοτάξια	(131) Ορυχεία	0.013
		(132) ΧΥΤΑ	
		(133) Εργοτάξια	
	(14) Μη-αγροτικές εκτάσεις πρασίνου	(141) Αστικές εκτάσεις πρασίνου	0.025
		(142) Αθλητικές εγκαταστάσεις-εγκαταστάσεις αναψυχής	
(2) Γεωργικές εκτάσεις	(21) Καλλιεργήσιμες εκτάσεις	(211) Μη-αρδευόμενη καλλιεργήσιμη γη	0.03
		(212) Μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις	
		(213) Ορυζώνες	

Κατηγορία Επιφάνειας	Χρήσεις γης	Υποκατηγορίες χρήσεων γης	Συντελεστής Manning
	(22) Μόνιμες καλλιέργειες	(221) Αμπελώνες	0.08
		(222) Οπωρώνες	
		(223) Ελαιώνες	
	(23) Βοσκότοποι	(231) Βοσκότοποι	0.035
	(24) Ετερογενείς γεωργικές εκτάσεις	(241) Ετήσιες και μόνιμες καλλιέργειες	0.04
		(242) Σύνθετα μοτίβα καλλιεργειών	0.04
		(243) Εκτάσεις στις οποίες κυριαρχούν οι καλλιέργειες με σημαντικό ποσοστό φυσικής βλάστησης	0.05
		(244) Αγροτοδοασικές εκτάσεις	0.06
(3) Δάση και ημιφυσικές εκτάσεις	(31) Δάση	(311) Πλατύφυλλα	0.1
		(312) Κωνωφόρα	
		(313) Μικτά	
	(32) Θαμνότοποι και χορτολιβαδικές εκτάσεις	(321) Λιβάδια	0.04
		(322) Χέρσα γη	0.05
		(323) Σκληροφυλλική βλάστηση	0.05
(3) Δάση και ημιφυσικές εκτάσεις	(33) Ανοικτές εκτάσεις με ελάχιστη ή καθόλου βλάστηση	(324) Μεταβατικά δάση και θαμνώνες	0.06
		(331) Παραλίες και αμμοθίνες	0.025
		(332) Βραχύτοποι	0.035
		(333) Αραιή βλάστηση	0.027
		(334) Καμμένες εκτάσεις	0.025
		(335) Παγετώνες και μόνιμο χιόνι	0.01

Κατηγορία Επιφάνειας	Χρήσεις γης	Υποκατηγορίες χρήσεων γης	Συντελεστής Manning
(4) Υγρότοποι	(41) Εσωτερικοί υγρότοποι	(411) Βάλτοι	0.04
		(412) Τυρφώνες	
	(42) Θαλάσσιοι υγρότοποι	(421) Αλυκές	0.04
		(422) Αλατόνερο	
		(423) Παλιρροϊκά πεδία	
(5) Υδάτινα σώματα	(51) Εσωτερικά ύδατα	(511) Υδατορέματα	0.05
		(512) Υδάτινα σώματα	
	(52) Θαλάσσια ύδατα	(521) Λιμνοθάλασσες	0.07
		(522) Εκβολές	
		(523) Θάλασσες και ωκεανοί	

Για τη μοντελοποίηση της τραχύτητας των διαφορετικών επιφανειών που απαντώνται στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε το shapefile του Corine Land Cover 2018 (έκδοση U2018_CLC2018_V2020_20u1). Αυτό περιλαμβάνει πολύγωνα της περιοχής μελέτης τα οποία αντιστοιχίζονται στο Attribute Table με τους κωδικούς Corine. Από την αντιστοίχιση των κωδικών Corine με τις τιμές των συντελεστών Manning του παραπάνω πίνακα προκύπτει ο χάρτης που ακολουθεί.

Για την περιοχή των εξεταζόμενων ποταμών και ρεμάτων, οι διευθετημένες και οι μη-διευθετημένες κοίτες, αντιστοιχίστηκαν με συντελεστές Manning 0.035 και 0.070 αντίστοιχα. Το περίγραμμα το κοιτών προέκυψε από το DEM και από φωτοερμηνεία του Google Satellite. Όπου κρίθηκε απαραίτητο έγιναν διορθώσεις στην αντιστοίχιση των πολυγώνων με τις χρήσεις γης.



Εικόνα 4-9: Συντελεστές τραχύτητας Manning στο ΥΔ EL11

Οι τιμές των συντελεστών Manning για την αστική δόμηση και τις βιομηχανικές/εμπορικές ζώνες αναφέρεται στην τραχύτητα των τεχνητών επιφανειών αγνοώντας την επίδραση των όγκων των κτηρίων και λοιπών κατασκευών στην πλημμυρική ροή που είναι σημαντική. Για την επιλογή των κατάλληλων συντελεστών Manning για αυτές τις περιπτώσεις έγινε διερεύνηση με το σταθμισμένο Manning, με βάση την εργασία των Beretta et al., 2018. Υπολογίστηκαν οι επιφάνειες των οικισμών από το shapefile "EL11_settlement_FD" και στη συνέχεια χαράχθηκαν πολύγωνα των κτηρίων μέσω φωτοερμηνείας από το Google Satellite (Εικόνα 4-10: Κατασκευή πολύγωνων κτηρίων για τον υπολογισμό του σταθμισμένου συντελεστή Manning του οικισμού Ορφυνίου του Δήμου Παγγαίου

). Θεωρώντας τιμές συντελεστή Manning $n=10.0$ για τα κτίρια, $n=0.1$ και $n=0.035$ για τις λοιπές αστικές επιφάνειες, όπως δρόμοι, πεζοδρόμια, πάρκα κ.οθ υπολογίστηκε ένας σταθμισμένος μέσος συντελεστής Manning για τις περιοχές συνεχούς και μη-συνεχούς αστικού ιστού. Από την συγκεκριμένη διερεύνηση θεωρήθηκε ότι ο Manning σε αυτές τις περιοχές είναι μεταξύ 1.0 και 3.0, ανάλογα με την πυκνότητα δόμησης του εκάστοτε οικισμού.

Την κατασκευή των shapefiles των χρήσεων γης ακολούθησε η εισαγωγή τους στα μοντέλα σε περιβάλλον RAS Mapper και η αντιστοίχιση των κατηγοριών με τις τιμές των συντελεστών Manning που περιεγράφηκαν στην παρούσα ενότητα.

Κατά την εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας εφαρμογής εκτίμησης των συντελεστών τραχύτητας προέκυψαν πιθανές αβεβαιότητες που ενδεχομένως επηρεάζουν τα αποτελέσματα της υδραυλικής ανάλυσης:

1. Αβεβαιότητα της τραχύτητας εντός της κοίτης των ρεμάτων: η επιλογή ενός συντελεστή τραχύτητας Manning επηρεάζει σημαντικά τις συνθήκες ροής και τη διόδευση της παροχής προς τα κατάντη, καθώς συνεπάγεται ευμενέστερη ή δυσμενέστερη πλημμυρική στάθμη για μια δεδομένη παροχή. Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης θεωρήθηκαν δύο «τύποι» ρεμάτων: α) διευθετημένα ρέματα με Manning 0.035 και β) μη διευθετημένα ρέματα με Manning 0.07. Στην πραγματικότητα, ωστόσο, η εμφάνιση βλάστησης κατά τόπους, η καθίζηση λεπτόκοκκου ιζήματος, η τοπική συγκέντρωση μεγάλων βραχωδών τεμαχίων κατά τη διάρκεια πρόσφατων καταιγιδικών φαινομένων, η «γήρανση» του σκυροδέματος σε περιπτώσεις διευθετημένων κοιτών, κ.οθ., ενδεχομένως να αποτελούν σημαντικούς παράγοντες μεταβολής της τραχύτητας κατά μήκος των ρεμάτων. Ως εκ τούτου, είναι πιθανό οι συνθήκες ροής να διαφέρουν από την πραγματικότητα λόγω της υπερεκτίμησης ή υποεκτίμησης του συντελεστή Manning κατά τόπους.
2. Αβεβαιότητα στην επιλογή συντελεστή τραχύτητας σε τοποθεσίες με αστική δόμηση: Σε περιοχές με οικιστική δόμηση συνήθως συναντώνται διάφορες κατασκευές που δύναται να προκαλέσουν ανάσχεση της ροής, όπως φράκτες αλλά και κατασκευές που επιτρέπουν τη ροή διαμέσω τους, όπως πχ κτίσματα με πυλωτές. Επίσης, εντός αστικών ιστών είναι πολύ πιθανό να γειτνιάζουν περιοχές με πολύ σημαντική διαφορά στην τραχύτητα τους, όπως δρόμοι (λείες σχετικά επιφάνειες) και πάρκα και πλατείες με έντονη φυτική ανάπτυξη (τραχείες επιφάνειες με δυνατότητα ανάσχεσης). Η επιλογή μιας ενιαίας τιμής Manning αγνοεί την τοπική επίδραση στη ροή των εν λόγω αβεβαιοτήτων, ωστόσο θεωρείται πως δύναται, με εφαρμογή της επιλεχθείσας μεθοδολογίας, να προσομοιωθεί ικανοποιητικά η μακροσκοπική εξέλιξη ενός πλημμυρικού φαινομένου.



Εικόνα 4-10: Κατασκευή πολυγώνων κτηρίων για τον υπολογισμό του σταθμισμένου συντελεστή Manning του οικισμού Ορφνίου του Δήμου Παγγαίου

4.1.4 Οριακές Συνθήκες - Πλημμυρογραφήματα

Ύστερα από την ολοκλήρωση της επεξεργασίας του γεωμετρικού υποβάθρου και εισαγωγή στο μοντέλο της γεωμετρίας των τεχνικών έργων ακολουθεί η εισαγωγή των συνθηκών ροής. Η ροή που εξετάζεται είναι μη μόνιμη (Unsteady Flow) όπου 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.

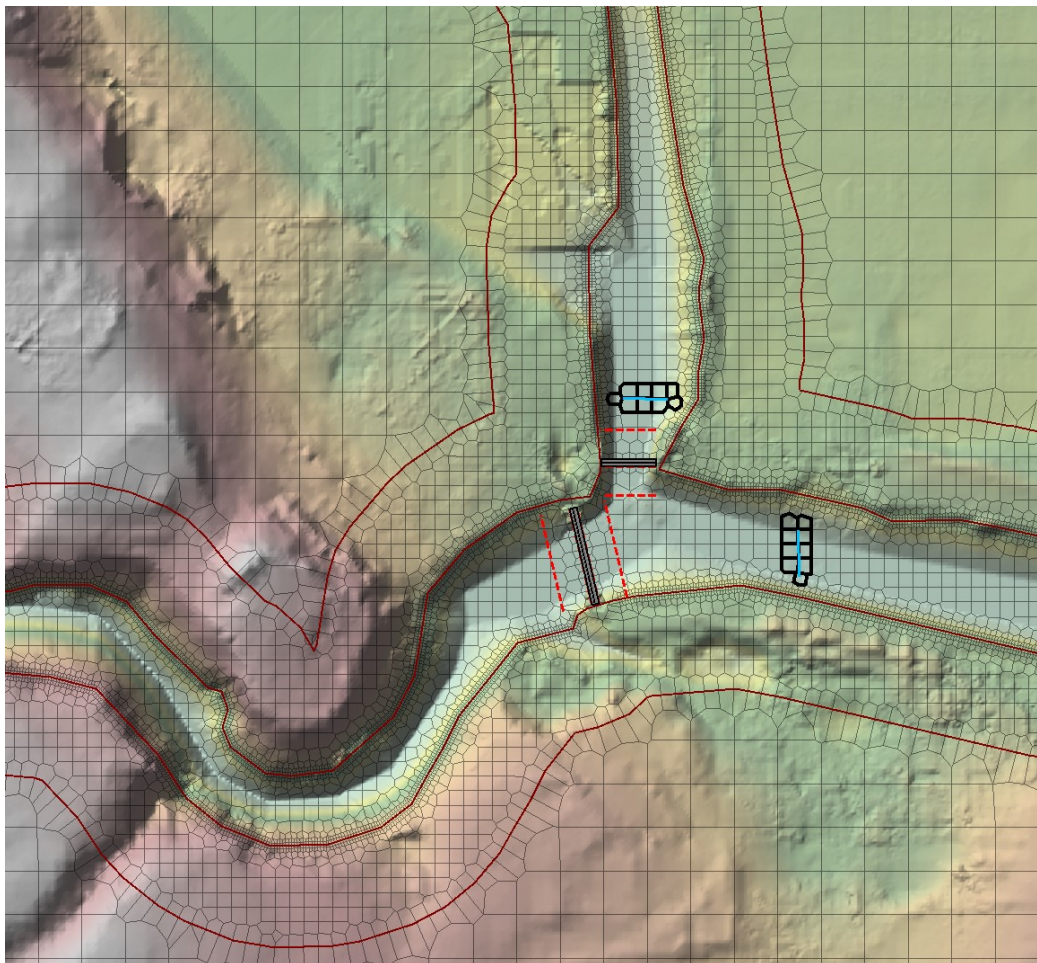
Το είδος της οριακής συνθήκης ποικίλει ανάλογα με τη θέση που εισάγεται και μπορεί να είναι :

- Υδρογράφημα παροχών ή στάθμης ή συνδυασμός και των δύο,
- καμπύλες rating curves και
- το ομοιόμορφο βάθος (Normal Depth).

Στην παρούσα μελέτη η ροή θεωρείται μη μόνιμη και ως ανάντη οριακές συνθήκες λαμβάνονται τα υδρογραφήματα που υπολογίστηκαν στο παραδοτέο Π04. Η διάρκεια των πλημμυρογραφημάτων που εισήχθησαν σαν οριακές συνθήκες στα υδραυλικά μοντέλα ορίστηκε κατά περίπτωση με σκοπό να έχει εξ ολοκλήρου διοδευθεί στην εξεταζόμενη περιοχή το πλημμυρικό κύμα (δηλαδή η αιχμή του πλημμυρογραφήματος να «περάσει» και στα πλέον απομακρυσμένα σημεία του υπολογιστικού καννάβου). Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, κατά την μοντελοποίηση εισήχθησαν πλημμυρογραφήματα διάρκειας 96 ωρών.

Το χρονικό βήμα των υπολογισμών ελήφθη $dt=1-5$ sec, για την καλύτερη προσέγγιση της αιχμής του πλημμυρογραφήματος. Η επιλογή του χρονικού βήματος έγινε με γνώμονα τα τοπικά χαρακτηριστικά της ροής σε κάθε μοντέλο που κατασκευάστηκε, λαμβάνοντας υπόψη την φυσική ή τεχνητή κλίση της κοίτης των ρεμάτων, τη φυσική κλίση του πλημμυρικού πεδίου, τις εισερχόμενες στο μοντέλο παροχές, τις εκτιμώμενες ταχύτητες ροής σε κρίσιμα σημεία της περιοχής προσομοίωσης κ.οθ. Για τη βελτιστοποίηση της επιλογής του χρονικού βήματος και με σκοπό κατά το δυνατόν ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου τρεξίματος, χρησιμοποιήθηκε η επιλογή «Μεταβλητό χρονικό βήμα» (adaptive time step Method) με συνθήκη μέγιστου αριθμού Courant=1 και ελάχιστου αριθμού Courant=0.45.

Σε περιπτώσεις που το ρέμα που μοντελοποιήθηκε στο HEC-RAS 2D διέτρεχε παραπάνω από μια λεκάνες, η εισαγωγή των υδρογραφημάτων παροχής των ενδιάμεσων λεκανών, εφαρμόστηκε ως πλευρική παροχή, στις περιπτώσεις που το Ψηφιακό Μοντέλο Έδαφος περιέγραφε ικανοποιητικά την τοπογραφία-γεωμετρία πλευρικών ρεμάτων που συμβάλλουν στον κύριο κλάδο. Σε αντίθετη περίπτωση τα υδρογραφήματα παροχής εφαρμόστηκαν κατευθείαν εντός της κοίτης του κυρίως κλάδου προς μοντελοποίηση. Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζεται ενδεικτικά ο τρόπος εισαγωγής των υδρογραφημάτων παροχής των ενδιάμεσων λεκανών.



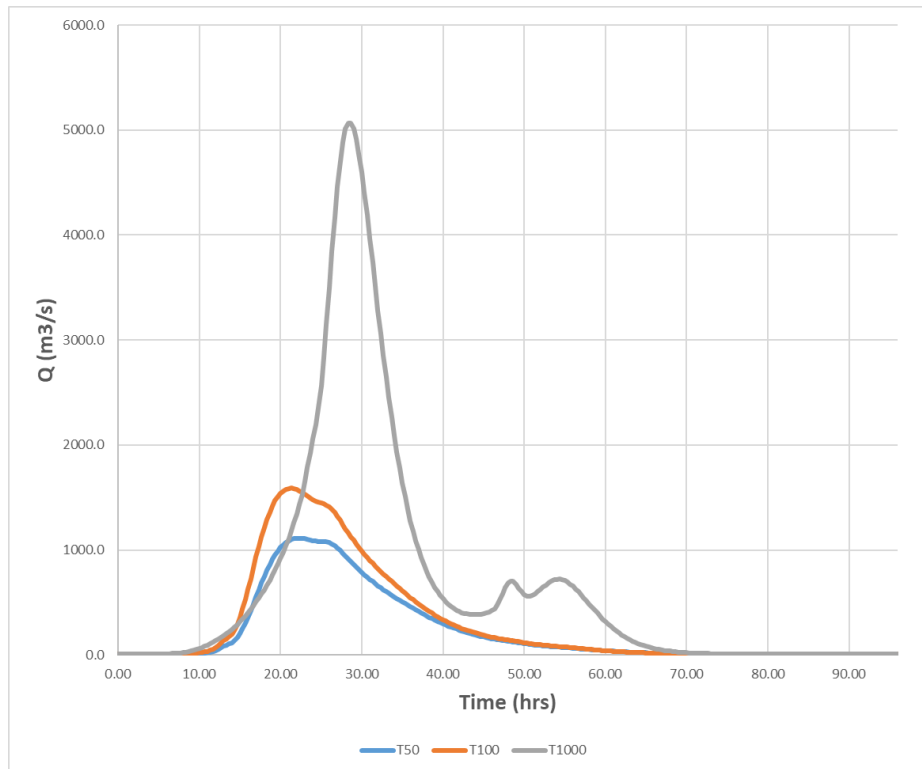
Εικόνα 4-11: Παράδειγμα εισαγωγής παροχής ενδιάμεσων λεκανών εντός της κοίτης επί του π. Αγγίτη

Ως κατάντη οριακές συνθήκες λαμβάνονται :

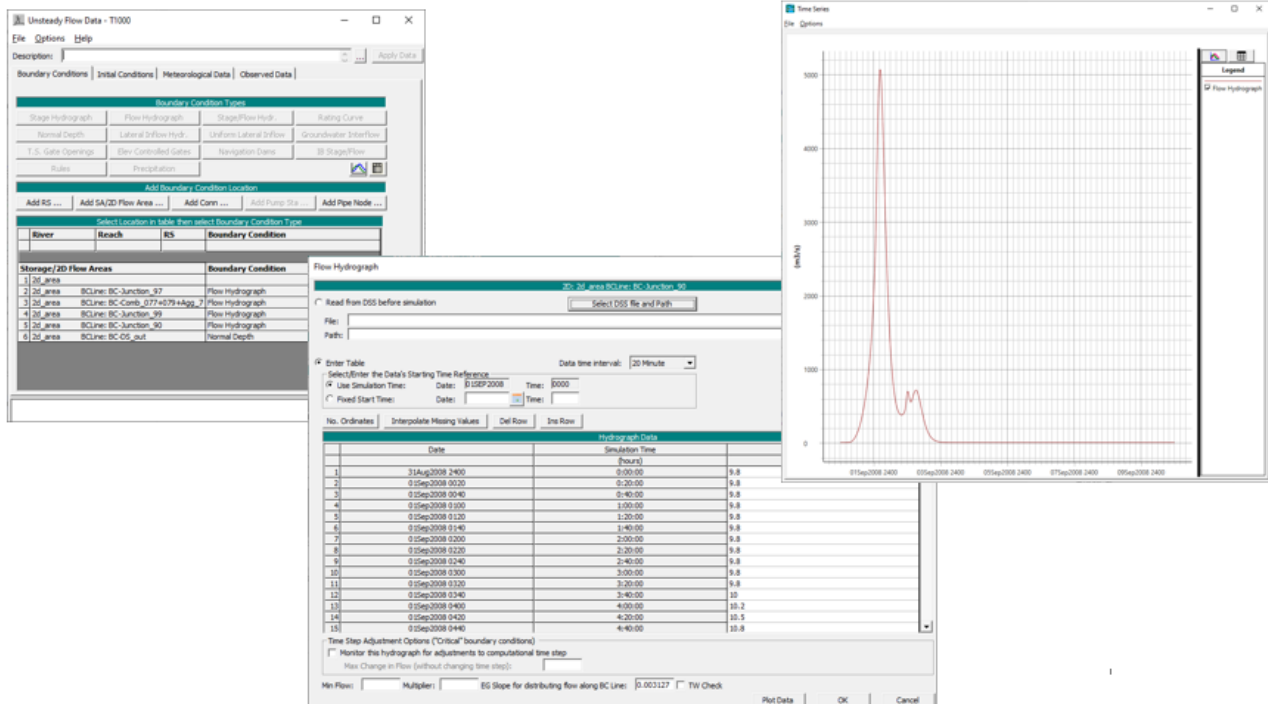
- σε περίπτωση εκβολής του ρέματος στη θάλασσα, η στάθμη θάλασσας
- στις λοιπές περιπτώσεις η κλίση της τριβής (Normal Depth).

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

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται ενδεικτικά τα πλημμυρογραφήματα εισόδου, για τις τρεις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς ($T=50, 100, 1000$ χρόνια), για το μοντέλο τμήματος του π.Αγγίτη (εισοδή Κόμβου JUNCTION-90). Εν συνεχεία, παρουσιάζεται η φόρμα εισόδου και παρακολούθησης των εισαγόμενων πλημμυρογραφημάτων στο υδραυλικό μοντέλο.



Εικόνα 4-12: Υδρογράφημα παροχής εισόδου μοντέλου τμήματος του π.Αγγίτη (εισροή Κόμβου JUNCTION-90) για τα σενάρια με περίοδο επαναφοράς T=50, 100, 1000 χρόνια



Εικόνα 4-13: Εισαγωγή δεδομένων πλημμυρογραφήματος στο υδραυλικό μοντέλο.

4.2 Υδατορέματα που επιλύθηκαν υδραυλικά

4.2.1 Γενικά

Σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής που αναλύθηκαν στην Ενότητα 2.1.2, στις επόμενες ενότητες αναλύονται τα υδατορέματα που επιλύθηκαν υδραυλικά ανά ΖΔΥΚΠ μαζί με τα κύρια χαρακτηριστικά τους (μήκος, έκταση και κωδικός Λεκάνης Απορροής).

4.2.2 Χαμηλή ζώνη άνω ρ. Ασπροβάλας (EL11APSFR001)

Πίνακας 4.2: Υδατορέματα που επιλύθηκαν υδραυλικά στη ΖΔΥΚΠ EL11APSFR001

A/A	Ονομασία	Μήκος (km) ¹	Έκταση Λεκάνης Απορροής (km ²)	Κωδικός Λεκάνης Απορροής
1	ΞΕΡΟΛΑΚΙ	4.11	5.7	EL1106FR00F002
2	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ.	2.89	2.01	EL1106FR00F004

4.2.3 Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002)

Πίνακας 4.3: Υδατορέματα που επιλύθηκαν υδραυλικά στη ΖΔΥΚΠ EL11APSFR002

A/A	Ονομασία	Μήκος (km) ²	Έκταση Λεκάνης Απορροής (km ²)	Κωδικός Λεκάνης Απορροής
1	ΒΡΥΣΗ Ρ.	5.81	26.49	EL1106FR00F012
2	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ.	1.10	1.36	EL1106FR00F018
3	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ.	2.25	7.9	EL1106FR00F016

¹ Τα μήκη αναφέρονται στο τμήμα του ρέματος/ποταμού που μοντελοποιήθηκε και όχι στο συνολικό μήκος του Υ.Σ.

² Τα μήκη αναφέρονται στο τμήμα του ρέματος/ποταμού που μοντελοποιήθηκε και όχι στο συνολικό μήκος του Υ.Σ.

4.2.4 Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των Τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά. (EL11APSFR003)

Πίνακας 4.4: Υδατορέματα που επιλύθηκαν υδραυλικά στη ΖΔΥΚΠ EL11APSFR003

A/A	Ονομασία	Μήκος (km) ³	Έκταση Λεκάνης Απορροής (km ²)	Κωδικός Λεκάνης Απορροής
1	ΑΓΓΙΤΗΣ Π.	60.65517	96.36	EL1106FR00F121
			49.75	EL1106FR00F131
			118.38	EL1106FR00F247
			32.8	EL1106FR00F257
			1.14	EL1106FR00F117
			17.65	EL1106FR00F129
			28.68	EL1106FR00F145
			19.73	EL1106FR00F153
2	ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ Ρ.	18.93	32.87	EL1106FR00F039
			8.51	EL1106FR00F091
3	ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ Ρ.	5.32	9.56	EL1106FR00F185
4	ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ Ρ.	20.32	161.98	EL1106FR00F219
			4.44	EL1106FR00F163
5	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ.	1.14	1.49	EL1106FR00F337
6	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ.	12.17	14.28	EL1106FR00F095
7	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ.	3.27	7.61	EL1106FR00F171
8	ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΔΟΞΑΤΟΥ	43.73	61.51	EL1106FR00F211
			51.14	EL1106FR00F199
			6.32	EL1106FR00F207
			81.38	EL1106FR00F227
			37.24	EL1106FR00F233
9	ΔΡΟΣΕΡΟΝ Ρ.	11.73	1.76	EL1106FR00F125
			33.12	EL1106FR00F141
			11.17	EL1106FR00F147
10	ΕΡΥΘΟΡΡΕΜΑ	20.11	16.83	EL1106FR00F253
			0.84	EL1106FR00F329
			25.11	EL1106FR00F181
11	ΕΖΙΟΒΗΣ Ρ.	15.79	13.99	EL1106FR00F033
		12.68	29.20	EL1106FR00F061
12	ΤΑΦΡΟΣ ΦΙΛΙΠΠΩΝ	27.08	116.42	EL1106FR00F133
			124.19	EL1106FR00F135
			136.53	EL1106FR00F175
			2.57	EL1106FR00F109

³ Τα μήκη αναφέρονται στο τμήμα του ρέματος/ποταμού που μοντελοποιήθηκε και όχι στο συνολικό μήκος του Υ.Σ.

A/A	Ονομασία	Μήκος (km) ³	Έκταση Λεκάνης Απορροής (km ²)	Κωδικός Λεκάνης Απορροής
13	ΦΛΑΜΟΥΡΙ	10.38	29.96	EL1106FR00F099
14	ΓΑΖΩΡΟΥ Ρ.	13.09	5.57	EL1106FR00F119
			33.12	EL1106FR00F141
15	ΓΕΡΑΣΙ Ρ.	12.49	20.67	EL1106FR00F201
16	ΓΥΑΛΟΡΕΜΑ Ρ.	9.42	25.79	EL1106FR00F065
17	ΞΕΡΟΛΑΚΟΣ Ρ.	6.46	18.01	EL1106FR00F263
18	ΚΑΣΤΡΟΛΑΚΚΑΣ Ρ.	5.76	1.39	EL1106FR00F013
			6.00	EL1106FR00F017
19	ΚΛΕΦΤΟΛΑΚΚΟΣ Ρ.	14.58	3.97	EL1106FR00F049
			7.50	EL1106FR00F083
			5.43	EL1106FR00F097
20	ΚΟΚΚΙΝΟΡΕΜΑ Ρ.	5.09	33.98	EL1106FR00F197
21	ΚΡΟΥΣΟΒΙΤΗΣ Π.	4.10	5.60	EL1106FR00F333
			2.06	EL1106FR00F339
			38.02	EL1106FR00F341
22	ΚΡΥΟΝΕΡΙ Ρ.	6.12	7.96	EL1106FR00F053
23	ΛΑΚΚΟΣ Ρ.	12.98	118.38	EL1106FR00F247
24	ΛΕΙΒΑΔΙΑ Ρ.	12.72	28.16	EL1106FR00F251
25	ΜΑΡΜΑΡΑ Π.	32.25	234.20	EL1106FR00F014
26	ΜΕΓΑΣ ΠΟΤΑΜΟΣ	6.14	9.00	EL1106FR00F143
27	ΜΠΕΛΙΤΣΑΣ Π.	31.75	78.65	EL1106FR00F149
			10.24	EL1106FR00F157
			116.15	EL1106FR00F241
			3.20	EL1106FR00F159
28	ΜΥΛΟΡΕΜΑ Ρ.	2.21	8.65	EL1106FR00F221
29	ΠΑΛ.ΚΑΒΑΛΑΣ Ρ.	11.93	71.29	EL1106FR00F139
30	ΠΗΓΑΔΟΥΛΙ	6.62	4.88	EL1106FR00F006
31	ΠΗΓΩΝ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	8.07	14.54	EL1106FR00F225
32	ΠΛΑΤΑΝΟΡΕΜΑ Ρ.	5.79	16.40	EL1106FR00F010
33	ΠΛΑΤΥΡΕΜΑ Ρ.	4.07	17.65	EL1106FR00F129
34	ΠΡΩΤΗΣ Ρ.	15.10	6.36	EL1106FR00F077
			4.16	EL1106FR00F079
			16.68	EL1106FR00F113
35	ΡΑΒΕΝΙΑ Ρ.	16.71	29.42	EL1106FR00F215
36	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ.	2.51	69.52	EL1106FR00F223
37	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ Π.	93.25	67.99	EL1106FL00F315
			9.11	EL1106FR00F279
			5.02	EL1106FR00F283
			27.17	EL1106FR00F111
			62.35	EL1106FR00F115

A/A	Ονομασία	Μήκος (km) ³	Έκταση Λεκάνης Απορροής (km ²)	Κωδικός Λεκάνης Απορροής
			116.70	EL1106FR00F169
			17.56	EL1106FR00F008
			11.91	EL1106FR00F021
			32.77	EL1106FR00F043
			11.99	EL1106FR00F057
			12.04	EL1106FR00F089
			29.76	EL1106FR00F231
			16.02	EL1106FR00F087
			5.43	EL1106FR00F097
			110.29	EL1106FR00F103
39	ΣΤΡΥΜΩΝΙΚΟΥ Ρ.	6.87	24.39	EL1106FR00F127
40	ΘΟΛΟΡΕΜΑ Ρ.	12.00	10.61	EL1106FR00F101
			33.12	EL1106FR00F141
41	ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ Π.	38.77	3.03	EL1106FR00F155
			97.42	EL1106FR00F245
			8.40	EL1106FR00F203
			13.88	EL1106FR00F217
			78.05	EL1106FR00F259
42	ΧΡΥΣΟΡΡΟΗΣ Π.	18.82	26.48	EL1106FR00F085
			62.35	EL1106FR00F115

4.2.5 Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004)

Πίνακας 4.5: Υδατορέματα που επιλύθηκαν υδραυλικά στη ΖΔΥΚΠ EL11APSFR004

A/A	Ονομασία	Μήκος (km) ⁴	Έκταση Λεκάνης Απορροής (km ²)	Κωδικός Λεκάνης Απορροής
1	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ Π.	8.20	166.12	EL1106FR00F307

4.2.6 Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005)

Πίνακας 4.6: Υδατορέματα που επιλύθηκαν υδραυλικά στη ΖΔΥΚΠ EL11APSFR005

A/A	Ονομασία	Μήκος (km)	Έκταση Λεκάνης Απορροής (km ²)	Κωδικός Λεκάνης Απορροής
1	ΒΑΘΥΤΟΠΟΥ Ρ.	11.29	20.29	EL1106FR00F299
2	ΜΥΛΟΡΕΜΑ	15.98	16.99	EL1106FR00F305

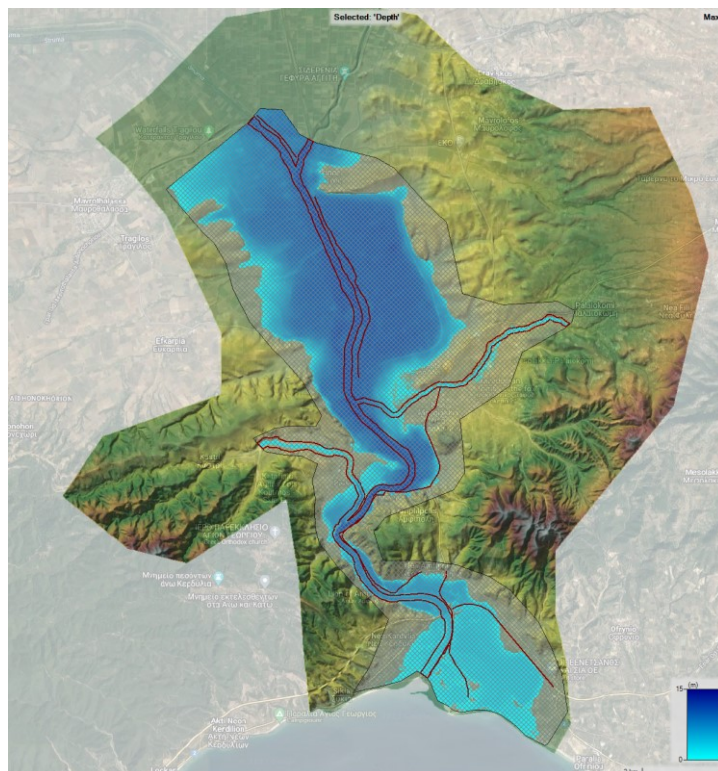
⁴ Τα μήκη αναφέρονται στο τμήμα του ρέματος/ποταμού που μοντελοποιήθηκε και όχι στο συνολικό μήκος του Υ.Σ.

4.3 Εξαγόμενα Αποτελέσματα

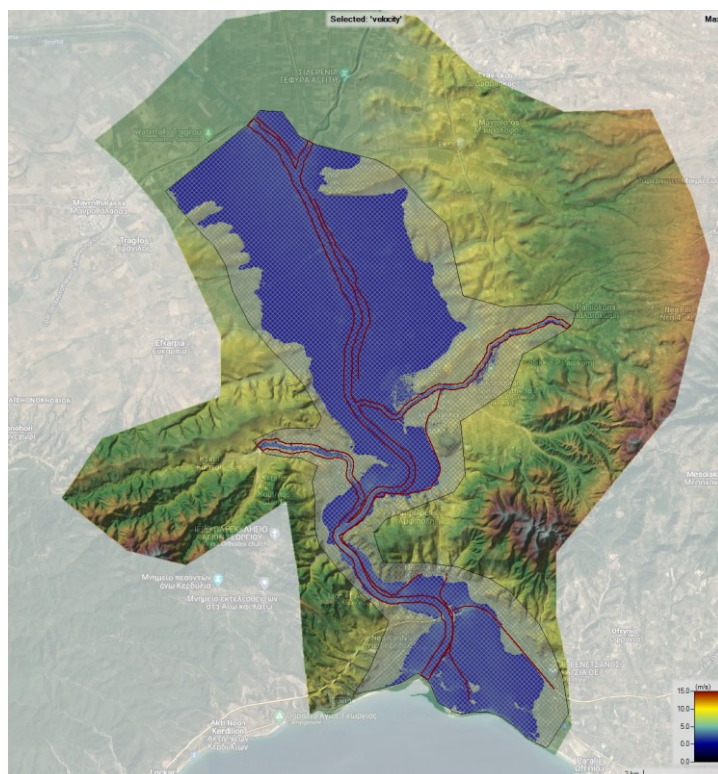
Με το πέρας κάθε μοντελοποίησης το λογισμικό παράγει μια σειρά αρχείων εξόδου που παρέχουν πλήρη στοιχεία για τα μεγέθη πλημμύρας, τις ταχύτητες, τους χρόνους κατάκλυσης κτλ. Τα δεδομένα αυτά δύνανται να απεικονιστούν και να τύχουν της επιθυμητής κατά περίπτωση επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα από τους υδραυλικούς υπολογισμούς της δισδιάστατης ανάλυσης στο HEC-RAS δίδονται σε μορφή χαρτών, κατασκευάζονται με χρήση του γεωγραφικού υποβάθρου και απεικονίζουν υδραυλικά στοιχεία της προσομοίωσης, τα βασικότερα εκ των οποίων είναι α) η χρονική εξέλιξη του βάθους του νερού D και το μέγιστο βάθος $D_{\max}$ σε όλη την έκταση του πλημμυρικού πεδίου, β) η χρονική εξέλιξη της ταχύτητας ροής V και τη μέγιστη ταχύτητα $V_{\max}$ σε όλη την έκταση του πλημμυρικού πεδίου και γ) η χρονική εξέλιξη του απόλυτου υψομέτρου της επιφάνειας του νερού WSE (Water Surface Elevation) και το μέγιστο απόλυτο υψόμετρο της επιφάνειας του νερού $WSE_{\max}$ σε όλη την έκταση του πλημμυρικού πεδίου. Στα παρακάτω Σχήματα παρουσιάζονται ενδεικτικά οι χάρτες του μέγιστου βάθους $D_{\max}$, της μέγιστης ταχύτητας ροής $V_{\max}$ και του μέγιστου απόλυτου υψομέτρου της επιφάνειας του νερού $WSE_{\max}$ για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Νέστου.

Με το πέρας κάθε μοντελοποίησης και με δεδομένο ότι τα αποτελέσματα κρίνονται ικανοποιητικά, καταστρώνονται οι χάρτες που απεικονίζουν την χωρική κατανομή του μέγιστου βάθους ροής καθώς και η χωρική κατανομή της μέγιστης ταχύτητας ροής.

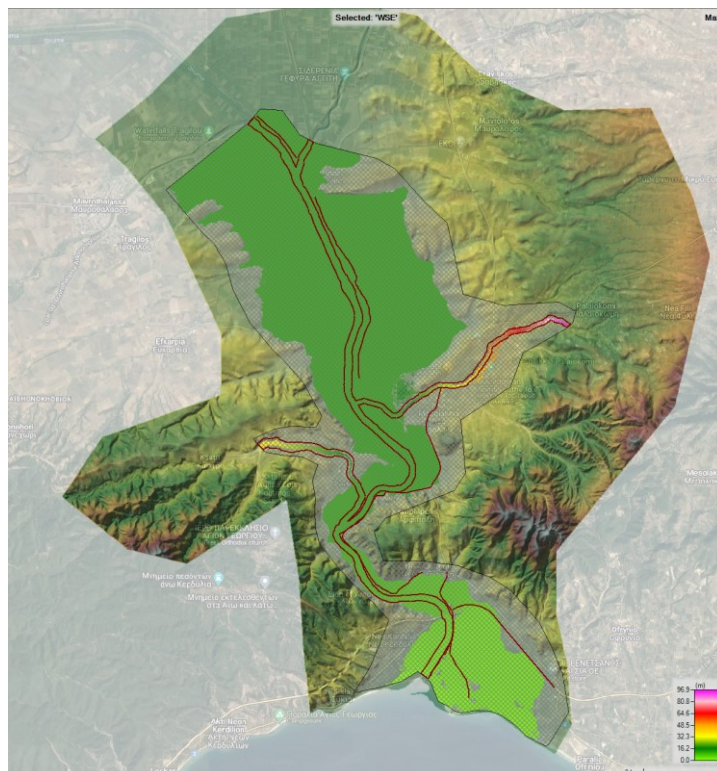
Κατόπιν γίνεται έλεγχος των χαρακτηριστικών θέσεων εντός της πλημμυρικής πεδιάδας και γίνεται εντοπισμός των υποδομών που κατακλύζονται από πλημμυρικές παροχές. Για τις θέσεις όπου διαπιστώνεται πλημμυρική κατάκλυση εκτιμώνται ο χρόνος άφιξης της πλημμύρας, ο χρόνος εμφάνισης της μέγιστης στάθμης πλημμύρας καθώς και ο χρόνος παραμονής της πλημμύρας στη θέση αυτή.



Εικόνα 4-14: Χάρτης του μέγιστου βάθους $D_{\max}$ (T1000) για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα.



Εικόνα 4-15: Χάρτης του μέγιστης ταχύτητας ροής $V_{\max}$ (T1000) για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα.



Εικόνα 4-16: Χάρτης μέγιστου απόλυτου υψομέτρου της επιφάνειας του νερού WSE_{max} (T1000) για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα.

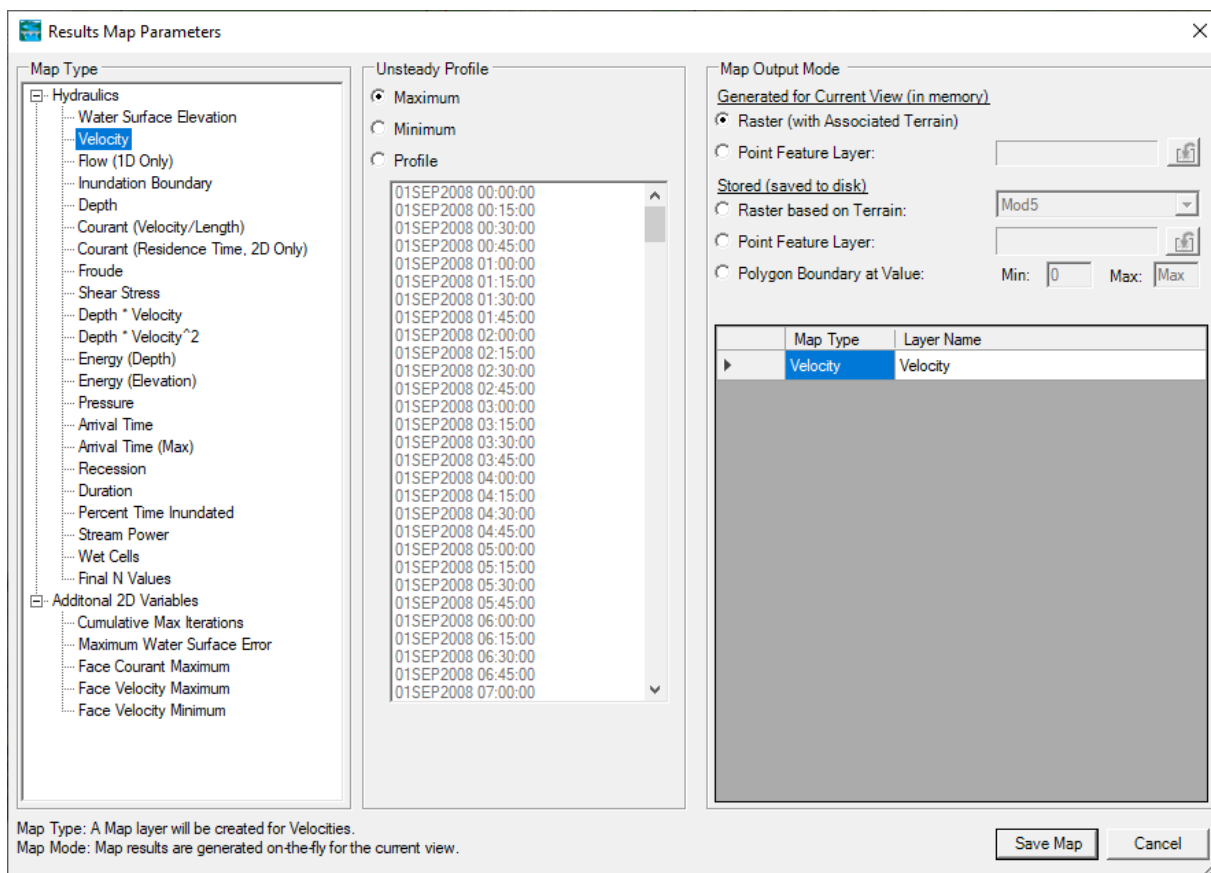
Το λογισμικό HEC RAS δίνει μια σειρά από επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων σε μορφή χαρτών για την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης (π.χ. αριθμός Courant σε όλη την έκταση του πεδίου προσομοίωσης) αλλά και χάρτες αποτελεσμάτων οι οποίοι είναι χρήσιμοι για την αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της πλημμύρας, όπως ο χρόνος άφιξης (arrival time) σε κρίσιμα σημεία του πεδίου προσομοίωσης, ο χρόνος παραμονής της πλημμύρας (duration) στα σημεία αυτά, η έκταση της πλημμύρας (flood extent), κ.α.. Στην **Εικόνα 4-17** δίνεται άποψη των διάφορων επιλογών που δίνει το HEC-RAS για την εξαγωγή χαρτών αποτελεσμάτων.

Επίσης, για την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης, το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα εξαγωγής γραφημάτων και πινάκων, μέσω της εφαρμογής γραμμών προφίλ (profile lines) στα οποία απεικονίζονται σταθμηγραφήματα και υδρογραφήματα σε κάθε διατομή/προφίλ των υδραυλικών στοιχείων που κρίνονται χρήσιμα, όπως πχ. το βάθος ροής, η παροχή, κ.α., καθώς και αναλυτικοί και συνοπτικοί πίνακες όλων των υδραυλικών αποτελεσμάτων. Με αυτό τον τρόπο, δύναται ο χρήστης να ελέγξει την ποιότητα των αποτελεσμάτων και να εκτιμήσει πιθανές τοπικές αστάθειες σε κρίσιμα σημεία της προσομοίωσης, όπως σε σημεία που έχουν εισαχθεί τεχνικά έργα, σε σημεία υπέρβασης των αναχωμάτων, κλπ.

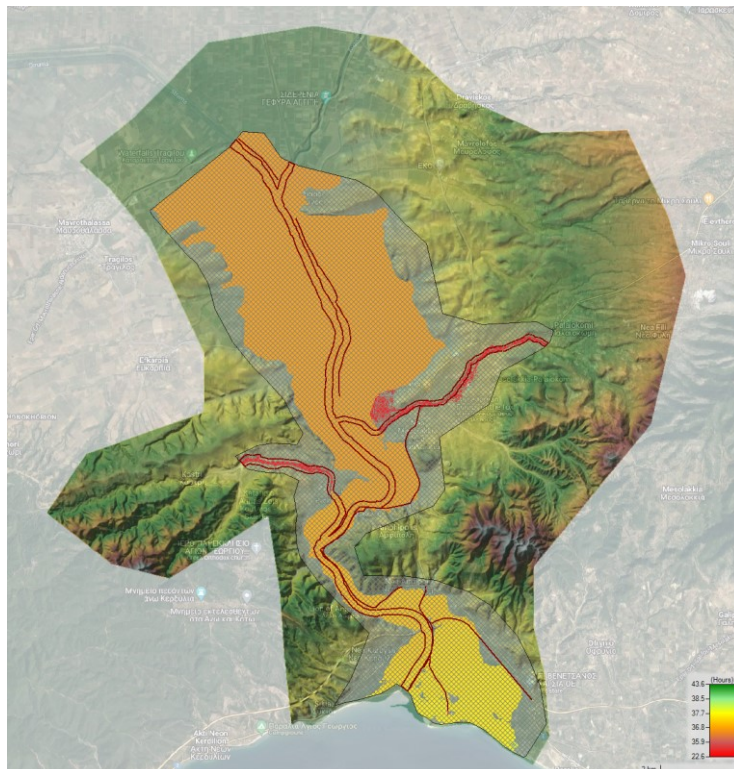
Τόσο τα δισδιάστατα αποτελέσματα όσο και τα εξαγόμενα γραφήματα θα πρέπει να ελέγχονται/συγκρίνονται και με ιστορικά δεδομένα, όπου υπάρχουν και να σύμφωνα με την κρίση του μελετητή. Δεδομένου ότι σε πολλές περιπτώσεις δεν διατίθενται ιστορικά στοιχεία μετρήσεων παροχής η/και έκτασης πλημμύρας, για τη ρύθμιση των μοντέλων χρησιμοποιήθηκαν :

- δεδομένα ιστορικών πλημμυρών στην περιοχή μελέτης.
- Δεδομένα της υπηρεσίας Copernicus με καταγραφή των πλημμυρικών πεδίων για συγκεκριμένα ιστορικά συμβάντα.

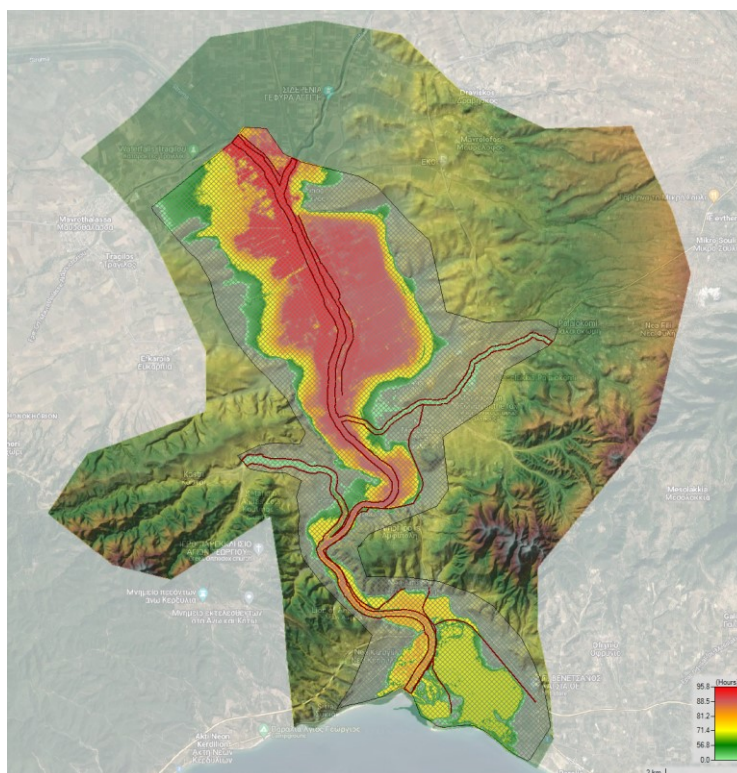
Στην **Εικόνα 4-22** παρουσιάζεται ενδεικτικά χρονοσειρά παροχής (flow) σε θέση ελέγχου εντός της κοίτης του ποταμού Στρυμόνα και την Εικόνα 4-23 τα διαγράμματα (μηκοτομές) μέγιστης στάθμης ροής και μέγιστης ταχύτητας κατά μήκος του π. Στρυμόνα ανάντη της λίμνης Κερκίνης (μοντέλο "J104_RES")



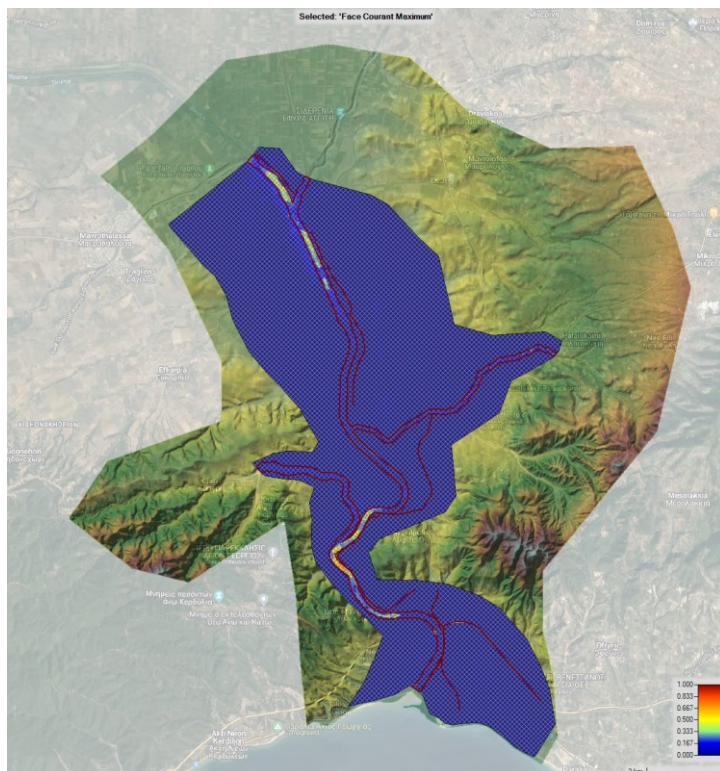
Εικόνα 4-17: Άποψη των διάφορων επιλογών εξαγωγής χαρτών αποτελεσμάτων που δίνει το RAS Mapper του λογισμικού HEC-RAS .



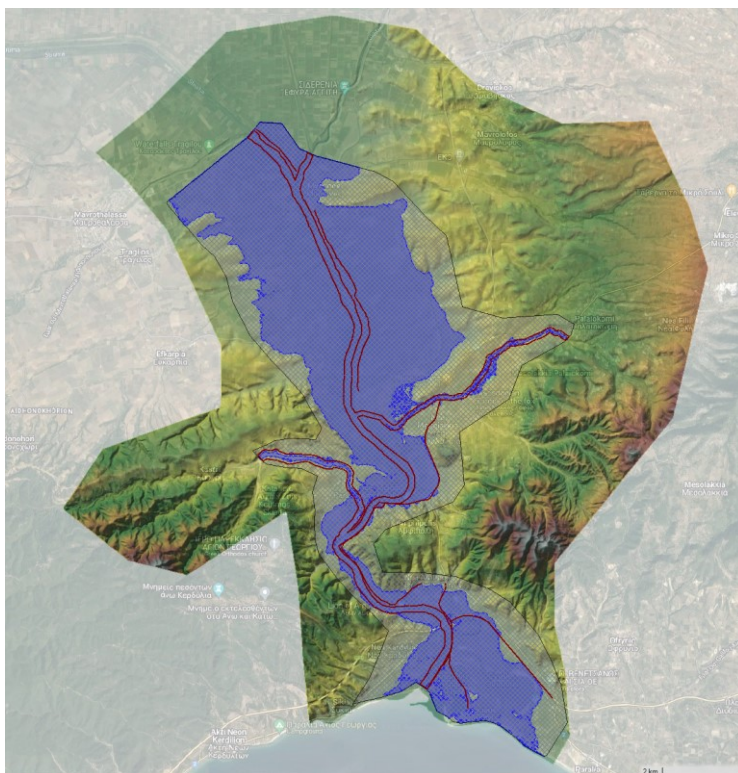
Εικόνα 4-18: Χάρτης χρόνου άφιξης της αιχμής της πλημμύρας (T1000) για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα.



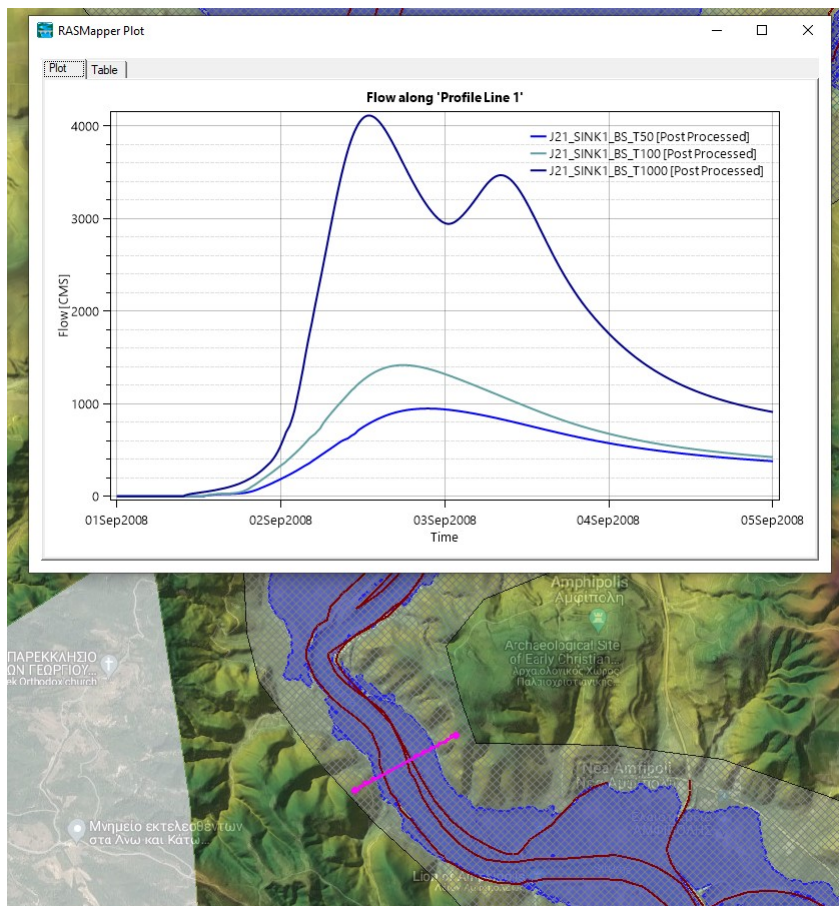
Εικόνα 4-19: Χάρτης της διάρκειας παραμονής της πλημμύρας (D>0.3m) (T1000) για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα.



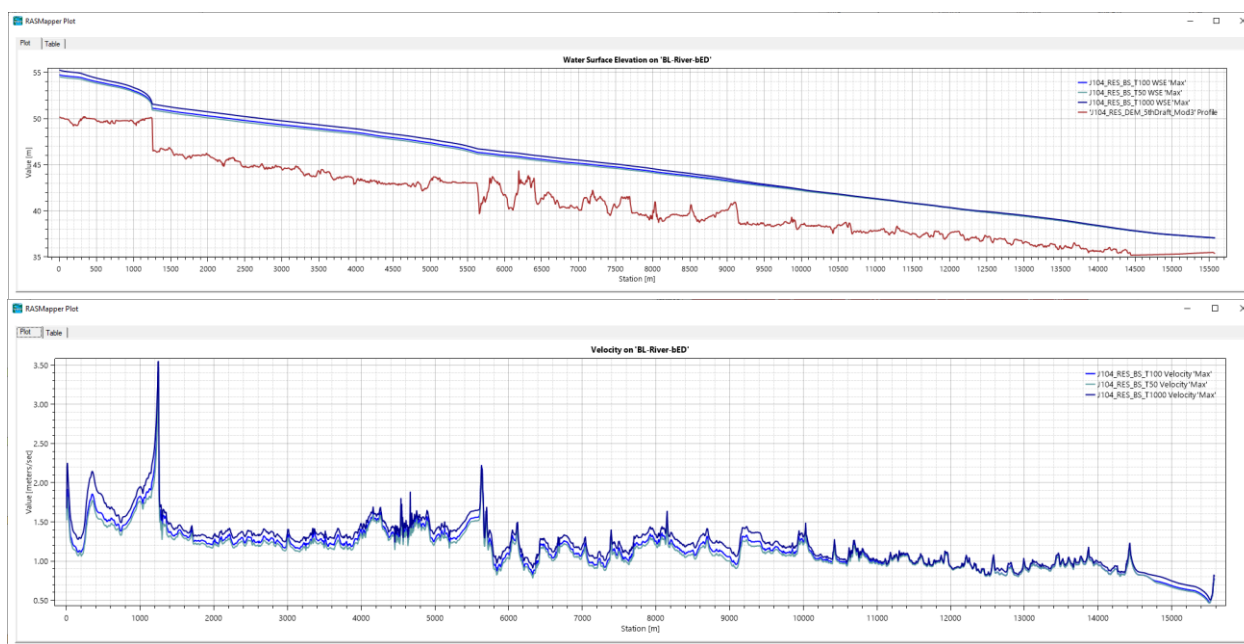
Εικόνα 4-20: Χάρτης του αριθμού Courant σε όλη την έκταση της προσομοίωσης (T1000) για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα.



Εικόνα 4-21: Χάρτης της έκτασης και των ορίων της πλημμύρας (T1000) για το μοντέλο της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα



Εικόνα 4-22: Διάγραμμα χρονοσειράς παροχής νερού (flow) σε επιλεγμένο σημείο ελέγχου (στα στενά της Αμφίπολης) του μοντέλου (T50, T100, T1000) της περιοχής εκβολής του ποταμού Στρυμόνα



Εικόνα 4-23: Διαγράμματα μέγιστης στάθμης ροής (επάνω) και μέγιστης ταχύτητας (κάτω) κατά μήκος του του π. Στρυμόνα ανάντη της λίμνης Κερκίνης (μοντέλο "J104_RES") για πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T50, 100, 1000 έτη

5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Γενικά

Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία κατασκευάστηκαν τα υδραυλικά μοντέλα για την περιοχή μελέτης, η οποία καλύπτει τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας στο ΥΔ EL11 «Ανατολικής Μακεδονίας», όπως προέκυψαν κατά την 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας :

1. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001)
2. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002)
3. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των Τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003)
4. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004)
5. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005)

Συνολικά, κατασκευάστηκαν 29 υδραυλικά μοντέλα με γνώμονα την όσο το δυνατόν καλύτερη «ομαδοποίηση» των κλάδων μελέτης, ώστε τα γειτνιάζοντα ρέματα, με επικαλυπτόμενα πλημμυρικά πεδία, να μελετώνται σε έναν ενιαίο υπολογιστικό κάνναβο, λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία της εκάστοτε περιοχής προσομοίωσης. Σε περιπτώσεις που αυτό δεν ήταν εφικτό, η κατάρτιση των χαρτών πραγματοποιήθηκε με κατάλληλη επεξεργασία των αποτελεσμάτων των υδραυλικών μοντέλων. Στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 5-1), παρουσιάζονται τα υδραυλικά μοντέλα που κατασκευάστηκαν, και συγκεκριμένα: α) τα ρέματα που περιλαμβάνει κάθε προσομοίωση, β) σενάρια που προσομοιώθηκαν, γ) Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών, δ) η ύπαρξη ή όχι αντίστοιχου μοντέλου στο 1^ο κύκλο ΣΔΚΠ, και ε) το όνομα του αντίστοιχου μοντέλου στο 1^ο κύκλο ΣΔΚΠ, εφόσον υπάρχει. Τα επι μέρους Υδραυλικά μοντέλα παρουσιάζονται και στον παρακάτω χάρτη.

Σημειώνεται ότι στον πίνακα, όπως και στις επόμενες ενότητες, παρουσιάζονται τα μοντέλα ανά ΖΔΥΚΠ και ιδιαίτερα για την Ζώνη EL11APSFR003, γίνεται περαιτέρω διακριτοποίηση και ομαδοποίηση ανά σύστημα υδατορευμάτων.

Επισημαίνεται ότι, πέραν του Βασικού σεναρίου, για μια σειρά μοντέλων του κυρίως ρου του π. Στρυμόνα λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας που απορρέει από την συμμετοχή της Λ. Κερκίνης και τις διαθέσιμες πληροφορίες από ιστορικές πλημμύρες, εξετάστηκαν επιπλέον σενάρια υδραυλικής προσομοίωσης για την τελική ρύθμιση των μοντέλων και εν τέλει τη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων με κριτήριο την κατά το δυνατόν επαλήθευση των μοντέλων σε δυσμενείς αλλά ρεαλιστικές συνθήκες προσομοίωσης.

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Πίνακας 5-1: Κατάλογος Υδραυλικών Μοντέλων που κατασκευάστηκαν με περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών τους.

A/A	Ονομασία Μοντέλου	Περιγραφή Ρεμάτων	Σενάρια που προσομοιώθηκαν	Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών	Νέο μοντέλο	Ονομασία Μοντέλου 1 ^{ου} κύκλου
EL11APFR001 (Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Απροβάλας)						
1	EL11APFR001_ASPROVALTA	2 ρέματα (Ξερολάκι και Ανώνυμο)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	GR11RAK0001 ΑΣΠΡΟΒΑΛΤΑ
EL11APFR002 (Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα)						
2	J307_SINK307	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ. (νέο μοντέλο)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΝΑΙ	-
3	J308_SINK308	ΑΝΩΝΥΜΟ Ρ. (νέο μοντέλο)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΝΑΙ	-
4	J306_SINK306	1 ρέμα (Βρύση)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	GR11RAK003 ΒΡΥΣΗ
EL11APFR003 (Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των Τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά)						
Παραθαλάσσια						
5	Platanorema	2 ρέματα (Πηγαδούλι και Πλατανόρεμα)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	GR11RAK003- ΠΛΑΤΑΝΟΡΕΜΑ
6	marmara	κυρίως ρέμα του Μαρμαρά και παραπόταμοι	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	GR11RAK003-ΜΑΡΜΑΡΑ
Στρυμόνας (από ανάντη προς κατάντη)						
7	- J104_RES_OpenWeir - J104_RES_ClosedWeir_Corr_Mann	Ανάντη ρου Στρυμόνα, κατάντη συνόρων	- ΒΑΣΙΚΟ (Ανοιχτό Υδρόφραγμα) - Ευμενές (Κλειστό Υδρόφραγμα)	ΒΑΣΙΚΟ (Ανοιχτό Υδρόφραγμα)	ΌΧΙ	ΚΑΤΑΝΤΗ ΑΝΩ ΡΟΥ ΣΤΡΥΜΩΝΑ

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

A/A	Ονομασία Μοντέλου	Περιγραφή Ρεμάτων	Σενάρια που προσομοιώθηκαν	Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών	Νέο μοντέλο	Ονομασία Μοντέλου 1 ^{ου} κύκλου
8	J3_J2	Στρυμόνας και παραπόταμοι (ΣΤΡΥΜΟΝΙΟΥ Ρ.)	• ΒΑΣΙΚΟ • Extreme (με σταθερή εκροή λίμνης 800 cms) • Extreme (με σταθερή εκροή λίμνης 1100 cms) • Extreme (με σταθερή εκροή λίμνης 1500 cms)	<u>T50</u> ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J3_J25_J1
				<u>T100</u> Υπέρθεση (με χρήση max) του ΒΑΣΙΚΟΥ (για τους παραποτάμους) και του Extreme με σταθερή εκροή λίμνης 800 cms (για τον κύριο ρου του Στρυμόνα)		J1-J2
9	J2_J7	Στρυμόνας και παραπόταμοι (ΧΡΥΣΟΡΡΟΗΣ Π., ΚΛΕΦΤΟΛΑΚΚΟΣ Ρ., ΦΛΑΜΟΥΡΙ Ρ.)	• ΒΑΣΙΚΟ (Manning 07) • ΒΑΣΙΚΟ (Manning 035) • Extreme (με σταθερή εκροή λίμνης 800 cms) • Extreme (με σταθερή εκροή λίμνης 1500 cms) • Extreme (με σταθερή εκροή λίμνης 800 cms Routing US Model)	<u>T50</u> ΒΑΣΙΚΟ (Manning 07)	ΌΧΙ	J2-J4
				<u>T100</u> Υπέρθεση (με χρήση max) του ΒΑΣΙΚΟΥ (για τους παραποτάμους) και του Extreme με σταθερή εκροή λίμνης 800 cms Routing US Model J3J2 (για τον κύριο ρου του Στρυμόνα)		
				<u>T1000</u> Υπέρθεση (με χρήση max)		

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

A/A	Ονομασία Μοντέλου	Περιγραφή Ρεμάτων	Σενάρια που προσομοιώθηκαν	Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών	Νέο μοντέλο	Ονομασία Μοντέλου 1 ^{ου} κύκλου
			J3J2) • Extreme (με σταθερή εκροή λίμνης 1100 cms Routing US Model J3J2)	του ΒΑΣΙΚΟΥ (για τους παραποτάμους) και του Extreme με σταθερή εκροή λίμνης 1100 cms Routing US Model J3J2 (για τον κύριο ρου του Στρυμόνα)		J4-J7
10	J7_J9_J21	Στρυμόνας και παραπόταμοι(ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ Ρ.) (και εισροή από Μπέλιτσα)	• ΒΑΣΙΚΟ (Manning 07) • ΒΑΣΙΚΟ (Manning 035) • Πλημμύρα 2015 με Manning 07 (με σταθερή εκροή λίμνης 450 cms) • Πλημμύρα 2015 με Manning 07 (με σταθερή εκροή λίμνης 450 cms και θραύση αναχωμάτων) • Πλημμύρα 2015 με Manning 035 (με σταθερή εκροή λίμνης 450 cms) • Πλημμύρα 2015 με Manning 035 (με σταθερή εκροή λίμνης 450 cms και θραύση αναχωμάτων) • Πλημμύρα 2015 με Manning 035 (με σταθερή εκροή	ΒΑΣΙΚΟ (Manning 07)	ΌΧΙ	J7-J20
						J20-J22

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

A/A	Ονομασία Μοντέλου	Περιγραφή Ρεμάτων	Σενάρια που προσομοιώθηκαν	Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών	Νέο μοντέλο	Ονομασία Μοντέλου 1 ^{ου} κύκλου
			λίμνης 180 cms) • Πλημμύρα 2015 με Manning 035 (με σταθερή εκροή λίμνης 180 cms και θραύση αναχωμάτων)			
11	J21_SINK1	Στρυμόνας	• ΒΑΣΙΚΟ (Manning 07) • ΒΑΣΙΚΟ (Manning 035) • Πλημμύρα 2015 με Manning 07 (με σταθερή εκροή λίμνης 450 cms) • Πλημμύρα 2015 με Manning 07 (με σταθερή εκροή λίμνης 200 cms)	ΒΑΣΙΚΟ (Manning 07)	ΌΧΙ	J22 - J44
						J44-43
						J43-SINK
Αγγίτης (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Στρυμόνα						
12	J85_J82	Αγγίτης (και ρ. Ξερόλακος)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J85-J82
						J80-J82-J81-J89 (Ξηροπόταμος και Λάκκος)
13	J17_J82_J90	Αγγίτης (και τμήμα Δοξάτου)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J17-J82-J90

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05	Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ
-------------------------	--

A/A	Ονομασία Μοντέλου	Περιγραφή Ρεμάτων	Σενάρια που προσομοιώθηκαν	Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών	Νέο μοντέλο	Ονομασία Μοντέλου 1 ^{ου} κύκλου
14	J90_J14	Αγγίτης (και παραπόταμοι ρ. Πρώτης, ρ. Αγίας Παρασκευής)	- ΒΑΣΙΚΟ (Με οχετούς στους οικισμούς) - Δυσμενές (Με μπλοκαρισμένους οχετούς στους οικισμούς)	ΒΑΣΙΚΟ (Με οχετούς στους οικισμούς)	ΌΧΙ	J90-J14
15	J24_J100_J13	Αγγίτης (και παραπόταμος ρ. Γυαλόρεμα)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J14-J24
Αγγίτης (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Στρυμόνα						
16	J93_J14_J94_J95	Παραπόταμοι Αγγίτη - ρ. Πλατύρεμα, ρ. Μέγας Ξεροπόταμος	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J93-J94
Δοξάτο (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Αγγίτη						
17	rDoxatou	Μυλόρρεμα, χείμαρρος Δοξάτου, ανώνυμο	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J68-J69-J71-J72
						J18-J70
18	J73_J18	Χείμαρρος Δοξάτου μέχρι τη συμβολή του με το ρέμα Ραβένια, ρέμα Ραβένια και τάφρος Φιλίππων	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J73-J17
Ξηροπόταμος (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Αγγίτη						
19	rXiropotamou	ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΙ Ξηροπόταμου - Συμβολή Ξηροπόταμου ποταμού, ρέμα πηγών Αγ. Βαρβάρας και ρέμα Λιβαδιά <i>Διέρχονται μέσα από τη ΔΡΑΜΑ</i>	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J76-J78
						J23-J74 (Ξηροπόταμος)

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

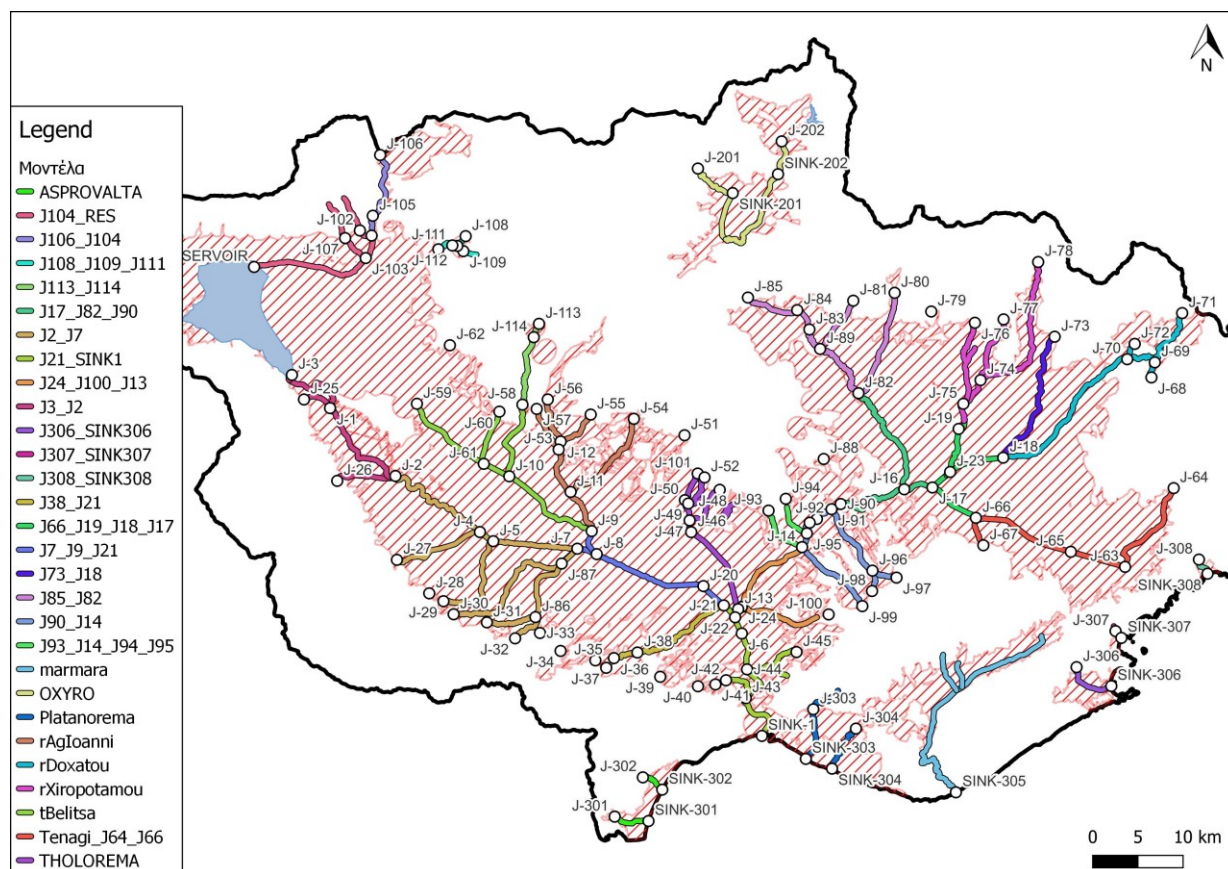
A/A	Ονομασία Μοντέλου	Περιγραφή Ρεμάτων	Σενάρια που προσομοιώθηκαν	Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών	Νέο μοντέλο	Ονομασία Μοντέλου 1 ^{ου} κύκλου
Τάφρος Φιλίππων (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Αγγίτη						
20	Tenagi_J64_J66	ΤΑΦΡΟΣ ΦΙΛΙΠΠΩΝ και ΠΑΛ.ΚΑΒΑΛΑΣ Ρ.	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J66-J64
						J17-66-67 (Τάφρος Φιλίππων)
ΣΥΜΒΟΛΗ - Τάφρος Φιλίππων & Ξηροπόταμος & Δοξάτο						
21	J66_J19_J18_J17	ΣΥΜΒΟΛΗ - Τάφρος Φιλίππων J66 & Ξηροπόταμος J19 & Δοξάτο J18 μέχρι το J17	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J18-J19-J66-J17
Δροσερόν/Θολόρεμμα (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Στρυμόνα						
22	EL11-THOLOREMA	Ανάντη παραπόταμοι του Θολορρέματος (Ρέμα Δροσερόν και ρέμα Γαζώρου)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J101-J52-J48 (ρέματα Δροσερόν και Γαζώρου)
						J13-J50 (Θολόρρεμα)
Κρουσοβίτης						
23	J108_J109_J111	ΚΡΟΥΣΟΒΙΤΗΣ Π.	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΝΑΙ	-
Μπέλιτσα (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Στρυμόνα						
24	J113_J114	ΕΡΥΘΟΡΡΕΜΑ (νέο μοντέλο)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J113-J114
25	tBelitsa	Μπέλιτσα (μεσαίο τμήμα)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J59-J60-J10
		παραπόταμοι Μπέλιτσας και Ερυθροπόταμος (διέρχεται περίξ Σερρών)				J60-J61-J58-J10
		Μπέλιτσα (κατάντη τμήμα)				J10-J9 (κάτω τμήμα Μπελίστας)
Γεράσι/Αγίου Ιωάννη (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Μπέλιτσα						

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

A/A	Ονομασία Μοντέλου	Περιγραφή Ρεμάτων	Σενάρια που προσομοιώθηκαν	Τελικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών	Νέο μοντέλο	Ονομασία Μοντέλου 1 ^{ου} κύκλου
26	rAgIoanni	ρεμάτα Αγ. Ιωάννη, Αγ. Γεωργίου, Επτάμυλοι, Κοκκινόρεμα (διέρχεται μέσα από τις Σέρρες)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	J53-J11
		ρ. Γεράσι και κατάντη ρ. Αγ. Αγ. Ιωάννου				J54-J11-J9 (Γεράσι ρέμα και Αγίου Ιωάννη)
Εξιοβης (από ανάντη προς κατάντη) - μέχρι συμβολή με Στρυμόνα						
27	J38_J21	Εξιοβης	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΝΑΙ	J38-J21 (εξιοβης)
EL11APSF004 (Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων)						
28	J106_J104	Ανάντη ρου Στρυμόνα, κατάντη συνόρων	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	ANANTH ANΩ ΡΟΥ ΣΤΡΥΜΩΝΑ (J106_J104)
EL11APSF005 (Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού)						
29	EL11APSF005_OXYRO	2 ρέματα (Βαθυτοπου και μυλορεμα)	ΒΑΣΙΚΟ	ΒΑΣΙΚΟ	ΌΧΙ	GR11RAK005 - ΟΧΥΡΟ



Σχήμα 5-1: Παρουσίαση Υδραυλικών Μοντέλων που κατασκευάστηκαν

5.2 Χαμηλή ζώνη άνω ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001)

5.2.1 Γενικά

Η χαμηλή ζώνη άνω ρ. Ασπροβάλτας, έκτασης 18Km², εντοπίζεται στο νοτιοδυτικό παράκτιο τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Στρυμόνα, ανατολικά του όρους της Βόλβης, το οποίο βρέχεται από τον Στρυμονικό κόλπο (κόλπος Ορφανού). Οι οικισμοί στην παράκτια περιοχή είναι οι Σερραϊκή Ακτή, η Ριβιέρα, η Ασπροβάλτα, τα Νέα Βρασνά, η παραλία Βρασνά ενώ ενδότερα είναι τα Βρασνά. Το ανάγλυφο είναι πεδινό σε ποσοστό 100% της επιφάνειας. Το γενικώς ήπιο και ομαλό ανάγλυφο έχει μικρές μορφολογικές κλίσεις (0-5%) οι οποίες αυξάνονται στις ανατολικές απολήξεις του όρους Βόλβης. Η επιφάνεια της πεδινής περιοχής είναι επιμήκης με τον μεγαλύτερο άξονά της να έχει μήκος περί τα 10km και πλάτος 1.5km. Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελείται από μικρού μήκους χειμάρρους σε παράλληλη διάταξη γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ.

5.2.2 Θέσεις ενδιαφέροντος

Εντός της ΖΔΥΚΠ επικρατούν οι γεωργικές χρήσεις γης (57.25%) και ακολουθούν τα Δάση και ημιφυσικές περιοχές (10.36%), Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα (3.17%) και με μικρότερα ποσοστά οι Υδάτινες Επιφάνειες, η Αστική δόμηση, Εκτάσεις γυμνές/με αραιή βλάστηση, οι Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες.

Εντός της εξεταζόμενης περιοχής βρίσκεται και η εν ενεργεία Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Ασπροβάλτας. Παράλληλα εντοπίζονται σταβλικές εγκαταστάσεις καθώς και κτίρια εκπαίδευσης που εξυπηρετούν τους κατοίκους των αστικών περιοχών.

Δυο σημαντικοί οδικοί άξονες που διέρχονται από την περιοχή:

- Εγνατία Οδός Α2 Ηγουμενίτσα – Κήποι Έβρου, το τμήμα από τα Βρασνά έως τα Νέα Κερδύλια (νότια της Αμφίπολης), από όπου διέρχεται εντός της ΖΔΥΚΠ EL11APSFR003.
- Εθνική Οδός 2 Κρυσταλλοπηγή (σύνορα με Αλβανία) – Βατοχώρι – Πισοδέρι – Φλώρινα – Έδεσσα – Γιαννιτσά – Νέα Χαλκηδόνα – Θεσσαλονίκη – Λαγκαδίκια – Αμφίπολη – Καβάλα – Τοξότες – Ξάνθη – Πόρτο Λάγος – Κομοτηνή – Μέση – Αλεξανδρούπολη – Φέρρες – Αρδάνιο – Γέφυρα Έβρου, το τμήμα από τη διασταύρωση Ρεντίνας - Σταυρού έως τα Νέα Κερδύλια (Αμφίπολη).

5.2.3 Ιστορικό πλημμυρών

Έντονα πλημμυρικά προβλήματα καταγράφονται στους χειμάρρους των παράκτιων οικισμών του Στρυμονικού Κόλπου Βρασνά και Ασπροβάλτα. Περιοχές που κινδυνεύουν είναι γύρω από τα ρέματα Δεμένος Λάκκος- Ξερολάκι. Προβλήματα δημιουργούνται συχνά στην πεδινή κοίτη, κάτω από την εθνική οδό Θεσσαλονίκης - Καβάλας με κατακλύσεις κατοικημένων περιοχών και γεωργικών εκτάσεων.

Τα κύρια αίτια εμφάνισης πλημμυρικών επεισοδίων είναι οι καταιγίδες και η υπερχειλίση των ρεμάτων. Ο κύριος μηχανισμός είναι η παρεμπόδιση της ροής λόγω μπαζώματος τμημάτων των ρεμάτων, μετατροπή των κοιτών τους σε χώρους στάθμευσης, αλλά και αδυναμίας παροχετευτικότητας των υπόγειων οχετών της Εγνατίας Οδού (στα άνω Βρασνά).

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες έχουν καταγραφεί στην περιοχή των ρεμάτων στις 24/06/2009 και 26/6/2018 στον οικισμό Βρασνών, στις 01/10/2006 στον Αγ. Γεώργιο Ν. Θεσσαλονίκης και στις 26/6/2018 και 8/12/2014 στην Ασπροβάλτα.

5.2.4 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

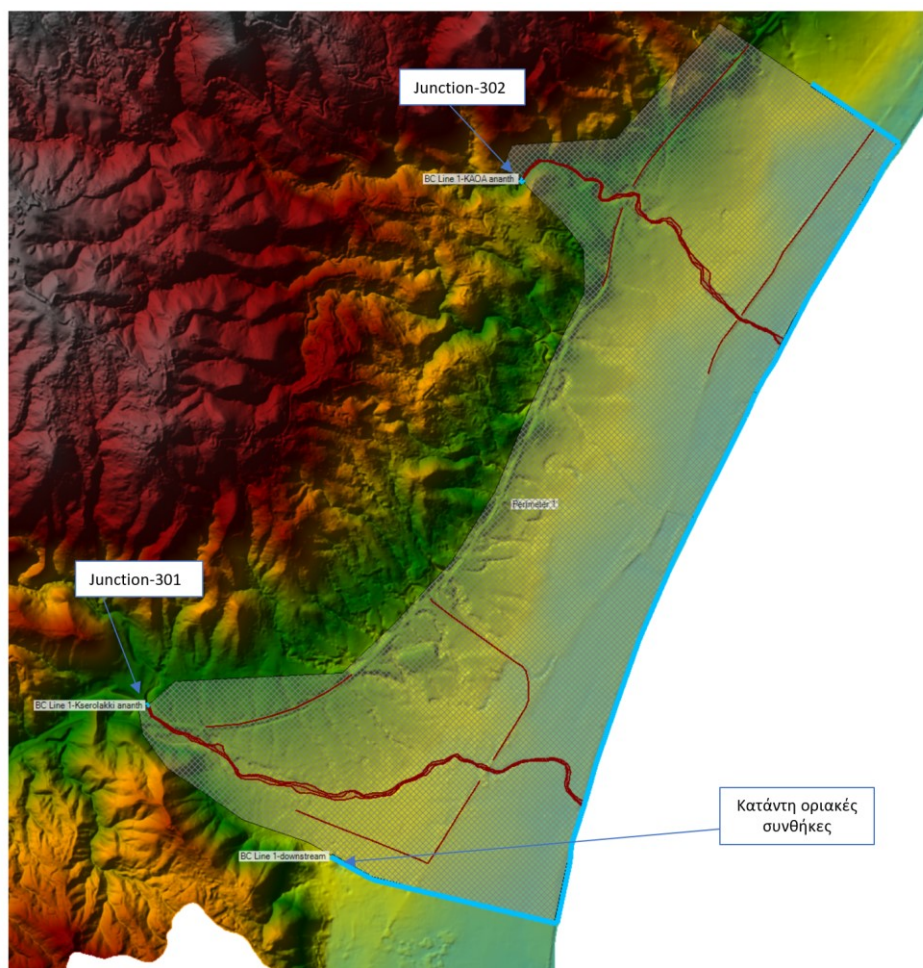
5.2.4.1 Μοντέλο: «EL11APSFR001_ASPROVALTA», Υδατορεύματα: Ξερολάκι και Ανώνυμο

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.2: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «EL11APSFR001_ASPROVALTA»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «EL11APSFR001_ASPROVALTA»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		36h	24h	24h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 1.25 sec)	Adaptive (minimum 1.25 sec)	Adaptive (minimum 1.25 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		5 minutes	5 minutes	5 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J301*	377.1 m³/sec	141.6 m³/sec	104 m³/sec
	J302*	296.3 m³/sec	30.6 m³/sec	15.3 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Stage Hydrograph (stage=0)		

*Σημείωση: Στο μοντέλο αυτό, επί το δυσμενέστερο, χρησιμοποιήθηκαν ως ανάντη οριακές συνθήκες, τα πλημμυρογραφήματα(Sink-301,Sink-302) που προέκυψαν στην έξοδο των λεκανών.



Σχήμα 5.2: Γεωμετρία μοντέλου «EL11APSFR001_ASPROVALTA»

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$, δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερα πλημμυρικά φαινόμενα στο ρέμα που διέρχεται από την Ασπροβάλτα. Τα βάθη ροής κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα ($<0.5\text{m}$) για την πλειονότητα των περιπτώσεων ενώ περιορισμένης έκτασης κατάκλυση μήκους περί τα 250m, σημειώνεται λίγο πριν την εκβολή του ρέματος.

Στο νότιο ρέμα Ξερολάκκι παρατηρούνται εκτεταμένες πλημμυρικές κατακλύσεις με μικρά ωστόσο βάθη ροής ($<0.5\text{m}$) εκτός από μεμονωμένα σημεία που φτάνουν έως 2m. Με βάση την υψομετρία, η πλημμύρα διαχέεται σε μικρή ζώνη ανάντη της Εθνικής Οδού Θεσσαλονίκης – Καβάλας και σε εκτεταμένη ζώνη εντός του οικισμού Νέων Βρασνών πριν φτάσει στην παραλιακή ζώνη. Στις εκβολές το πλάτος της ζώνης κατάκλυσης φτάνει περίπου τα 2.5 km.

Αντίστοιχη εικόνα αποτυπώνεται για το ρέμα Ξερολάκκι και στα αποτελέσματα της μοντελοποίησης για $T=100$ με ελαφρώς μεγαλύτερο μέρος της παραλιακής ζώνης να θίγεται, και τα βάθη ροής, να παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα $<0.5\text{ m}$, εκτός από μεμονωμένα σημεία. Στο ρέμα της Ασπροβάλλτας μεγαλώνει λίγο η κατακλυζόμενη έκταση στην εκβολή του ρέματος ($\approx 300\text{m}$) με

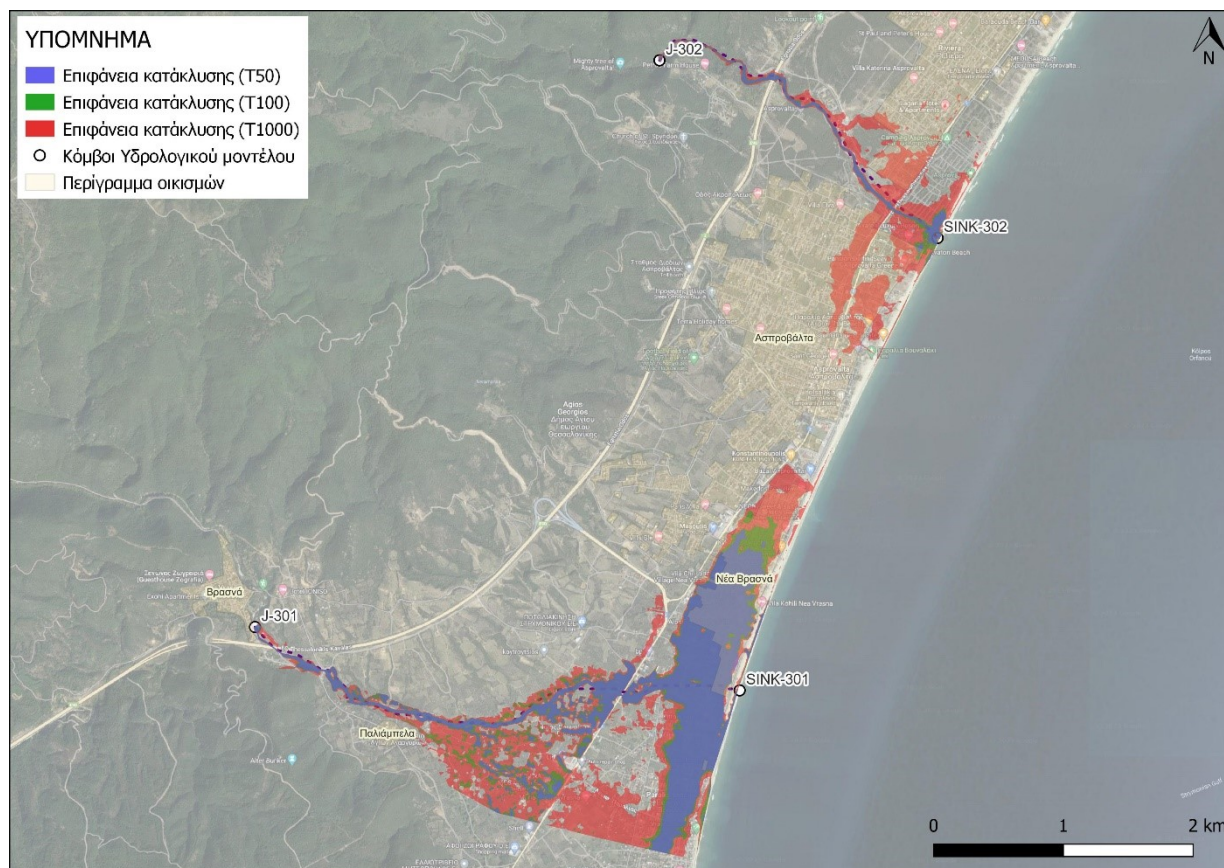
ελάχιστη όμως επίπτωση στην κατοικημένη περιοχή. Τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα(<0.5m)

Η εικόνα επιδεινώνεται πολύ κατά την μοντελοποίηση της περιόδου επαναφοράς $T=1000$, όπου με βάση την προσομοίωση, παρουσιάζονται σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα και στα δυο ρέματα. Η πλημμύρα διαχέεται εντός του οικισμού Νέα Βρασνά και της παραλίας Βρασνών σχεδόν στο σύνολο τους ενώ θίγεται και σημαντικό τμήμα της Ασπροβάλτας. Το ρέμα Ξερολάκι, έχει μια ζώνη κατάκλυσης $\approx 600\text{m}$ στο μέσο του ρου του, και φτάνει ≈ 3.200 στην εκβολή του, με τα βάθη ροής ως επι το πλείστον να παραμένουν κάτω από 0.5 m . Περιορισμένα σημεία εμφανίζουν βάθος ροής $1-2\text{ m}$. Αντίστοιχα το �έμα της Ασπροβάλτας, έχει μια ζώνη κατάκλυσης $\approx 60\text{m}$ στο μέσο του ρου του, και φτάνει ≈ 1.500 στην εκβολή του. Τα βάθη ροής εκτός της κοίτης του ρέματος παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα(<0.5m)

Δεδομένης της θέσης της, η ΕΕΛ δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τη διόδευση της πλημμύρας.

Πίνακας 5.3: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «EL11APSFR001_ASPROVALTA»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
T=50	1.27
T = 100	1.61
T = 1000	3.43



Σχήμα 5-3: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «EL11APSFR001_ASPROVALTA»

5.3 Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002)

5.3.1 Γενικά

Η περιοχή Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα, έκτασης 21km², χωρίζεται σε δύο περιοχές. Η παραλιακή περιοχή Νέας Περάμου στα νοτιοδυτικά παράλια του νομού Καβάλας που βρέχεται από τον κόλπο της Καβάλας, τοποθετείται μεταξύ των οικισμών Ελευθέρης στα βόρεια, Ελαιοχώρι στα δυτικά, Αγία Μαρίνα και Άγιο Αθανάσιο στα νότια και Νέα Πέραμο στα ανατολικά. Η χαμηλή ζώνη της Καβάλας διέρχεται μέσα από την περιοχή Περιγιάλι, ανατολικά της Καβάλας και εκβάλλει στην ομώνυμη παραλία ανατολικά. Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται ως επί το πλείστον πεδινό (υψόμετρα <200m) σε ποσοστό 99.74% της. Οι κλίσεις του ανάγλυφου είναι μικρές <5%, χαρακτηρίζοντάς το γενικώς ήπιο και ομαλό.

5.3.2 Θέσεις ενδιαφέροντος

Εντός της ΖΔΥΚΠ επικρατούν οι γεωργικές χρήσεις γης (79.36%) και ακολουθούν η Αστική δόμηση (12.58%), τα Δάση και ημιφυσικές περιοχές (2.45%), οι Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες (2.05%) και με μικρότερα ποσοστά οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα, τα Λιβάδια και οι Φυσικοί Βοσκότοποι και οι Υδάτινες Επιφάνειες.

Σε ό,τι αφορά άλλες χρήσεις γης, εντός της υπολεκάνης που περικλείει την ΖΔΥΚΠ EL11APSFR002, εντοπίζονται τρεις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων, ενώ εντός των ορίων της ΖΔΥΚΠ εντοπίζεται η ΕΕΛ Νέας Περάμου που εξυπηρετεί τη Νέα Πέραμο και τη Νέα Ηρακλείτσα.

Εντός της λεκάνης απορροής των υδάτινων σωμάτων που απορρέουν στην ΖΔΥΚΠ EL11APSFR002 υφίσταται ένας ΧΥΤΑ, σταβλικές εγκαταστάσεις, μία υδατοκαλλιέργεια, ο κεντρικός λιμένας Καβάλας. Εκτός των ορίων της Ζώνης εντοπίζονται τρεις βιομηχανικές μονάδες.

5.3.3 Ιστορικό πλημμυρών

Πλημμυρικά προβλήματα καταγράφονται στις περιοχές Νέας Περάμου, Νέας Ηρακλίτσας, Ελευθερών, Βρύσης. Στα πλαίσια του 1ου κύκλου ΣΔΚΠ, καταγράφηκαν 15 ιστορικά συμβάντα εντός της ΖΔΥΚΠ εκ των οποίων τα 3 χαρακτηρίστηκαν ως σημαντικά. Στα πλαίσια της 1ης Αναθεώρησης της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας συνολικά καταγράφηκαν 5 ιστορικά συμβάντα στην ευρύτερη περιοχή της ΖΔΥΚΠ, εκ των οποίων 1 χαρακτηρίστηκε ως σημαντικό. Το έτος με τα περισσότερα διακριτά επεισόδια ήταν το 2010. Τα αίτια των πλημμυρών είναι η υπερχειλίση, η παρεμπόδιση της ροής και ο ελλιπής καθαρισμός των κοιτών τους.

5.3.4 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

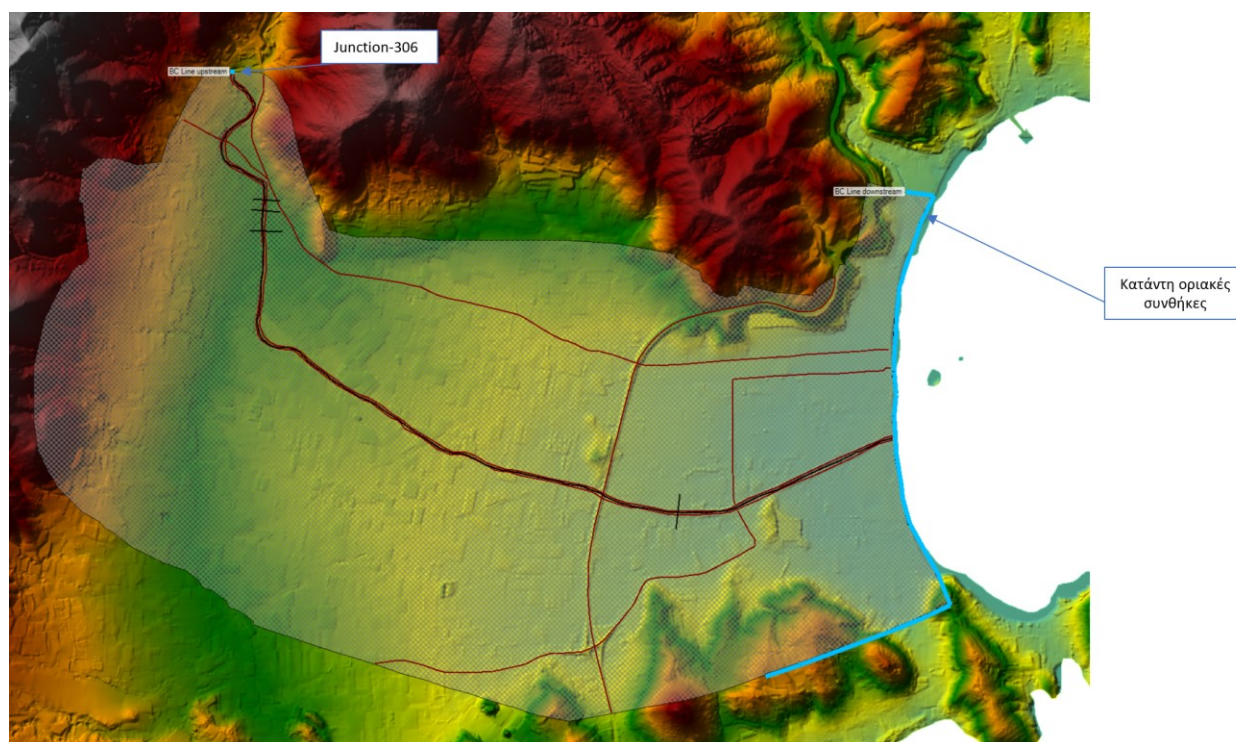
5.3.4.1 Μοντέλο: «J306_SINK306», Υδατορεύματα: Βρύση

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με τη βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.4: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J306_SINK306»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J306_SINK306»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		24h	24h	24h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		10 sec	10 sec	10 sec
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		5 minutes	5 minutes	5 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J306*	455 m³/sec	132.9 m³/sec	91.1 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Stage Hydrograph (stage=0)		

*Σημείωση: Στο μοντέλο αυτό, επί το δυσμενέστερο, χρησιμοποιήθηκε ως ανάντη οριακή συνθήκη, το πλημμυρογράφημα (Sink-306) που προέκυψε στην έξοδο της λεκάνης.



Σχήμα 5-4: Γεωμετρία μοντέλου «J306_SINK306»

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν γίνει στις 04/01/2006 στη Νέα Πέραμο, στις 18/11/2007 στο Ορφανό και στις 19/11/1992 και στις 18/11/2007 στις Ελευθέρες.

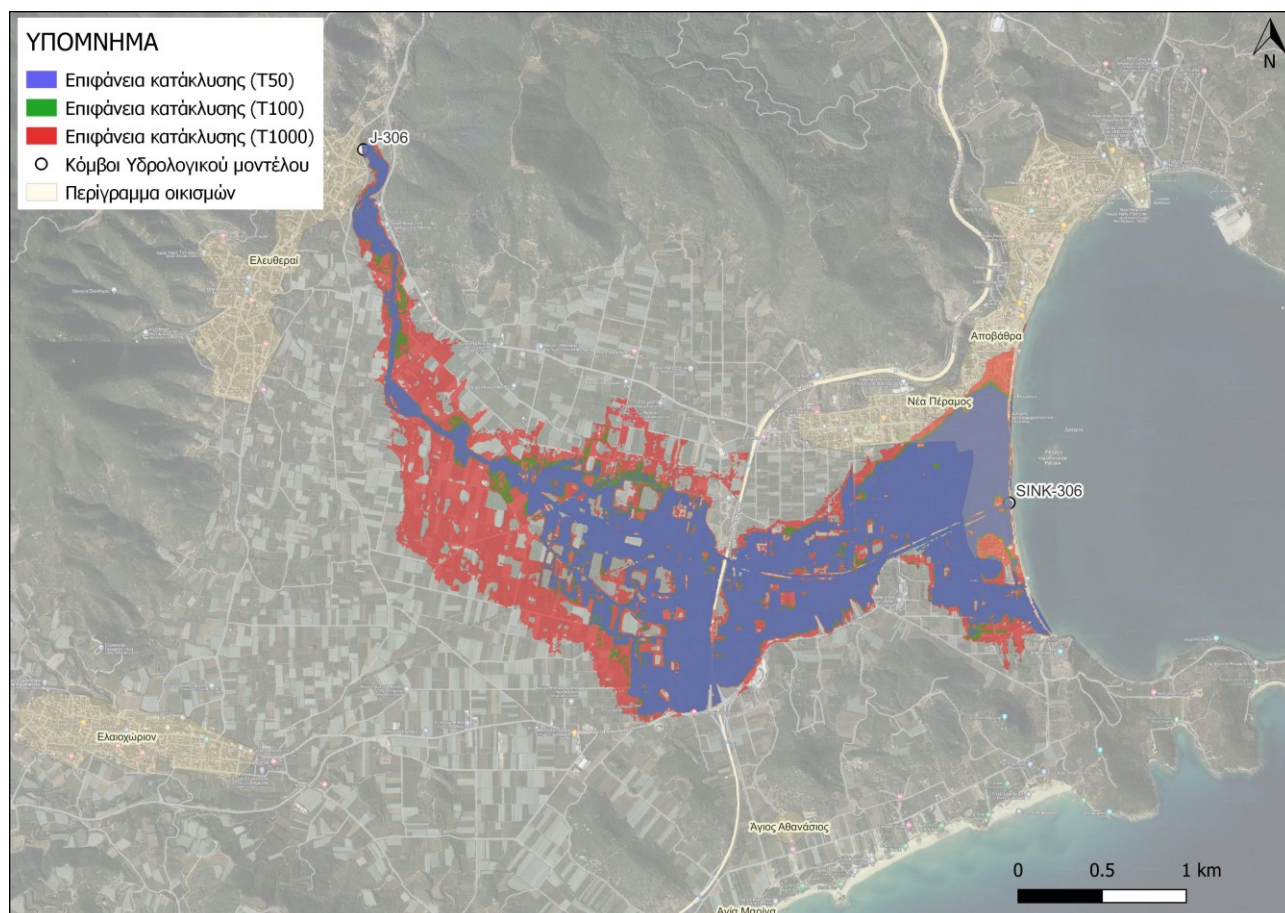
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης για την περίοδο $T=50$, φαίνεται να εμφανίζεται πλημμύρα στα πιο πεδινά τμήματα που φτάνει μέχρι το παραλιακό κομμάτι. Η ζώνη κατάκλισης φτάνει περίπου τα 200 m. στο μέσο του ρου, ενώ στις εκβολές προσεγγίζει τα 1300 m. Τα βάθη ροής είναι <0.5 m στη μεγαλύτερη έκταση, υπάρχουν εκτεταμένα όμως σημεία που το βάθος ροής κυμαίνεται από 1-2 m. Η εξέλιξη της πλημμύρας στο νότιο τμήμα διακόπτεται από τον κόμβο Ε.Ο. Θεσσαλονίκης – Καβάλας και Ε.Ο. Ελαιοχωρίου – Περάμου. Ο οικισμός Ελευθέρες δεν επηρεάζεται από την πλημμύρα, παρά μόνο το γήπεδο ποδοσφαίρου, ενώ στο νοτιοανατολικό τμήμα της Νέας Περάμου παρατηρούνται πλημμυρικά φαινόμενα.

Η ίδια περίπου εικόνα αποτυπώνεται και για την περίοδο $T=100$, δεν φαίνεται να υπάρχουν μεγάλες διαφοροποιήσεις στην πλημμυρική έκταση από την $T=50$, ούτε στα βάθη ροής, αντίστοιχα. Για την περίοδο $T=1000$ η πλημμύρα ξεκινάει από υψηλότερα υψόμετρα, μεγαλύτερες εκτάσεις πλημμυρίζουν στο πεδινό τμήμα, ενώ όμοια η έκταση της πλημμύρας περιορίζεται από τον οδικό άξονα. Σχεδόν σε όλο το μήκος του ρέματος, η ζώνη κατάκλισης φτάνει το 1.3 km, και στις εκβολές προσεγγίζει τα 1.8 km. Το βάθη ροής, διαμορφώνονται κάτω από 0.5 m για το ανάντη τμήμα του ρέματος, ενώ κοντά στις εκβολές τα βάθη αυξάνονται και κυμαίνονται από 1-2 m.

Από την πλημμύρα επηρεάζονται το 1^ο Νηπιαγωγείο Νέας Περάμου, το και 2^ο Νηπιαγωγείο (μόνο για $T=1000$), και το γήπεδο ποδοσφαίρου Ελευθέρων Παγγαίου Καβάλας.

Πίνακας 5.5: Εμβαδά κατάκλισης Μοντέλου: «J306_SINK306»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλισης (σε km ²)
T=50	2.25
T = 100	2.51
T = 1000	4.04



Σχήμα 5-5: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J306_SINK306»

5.3.4.2 Μοντέλο: «J307_SINK307», Υδατορεύματα: Ανώνυμο

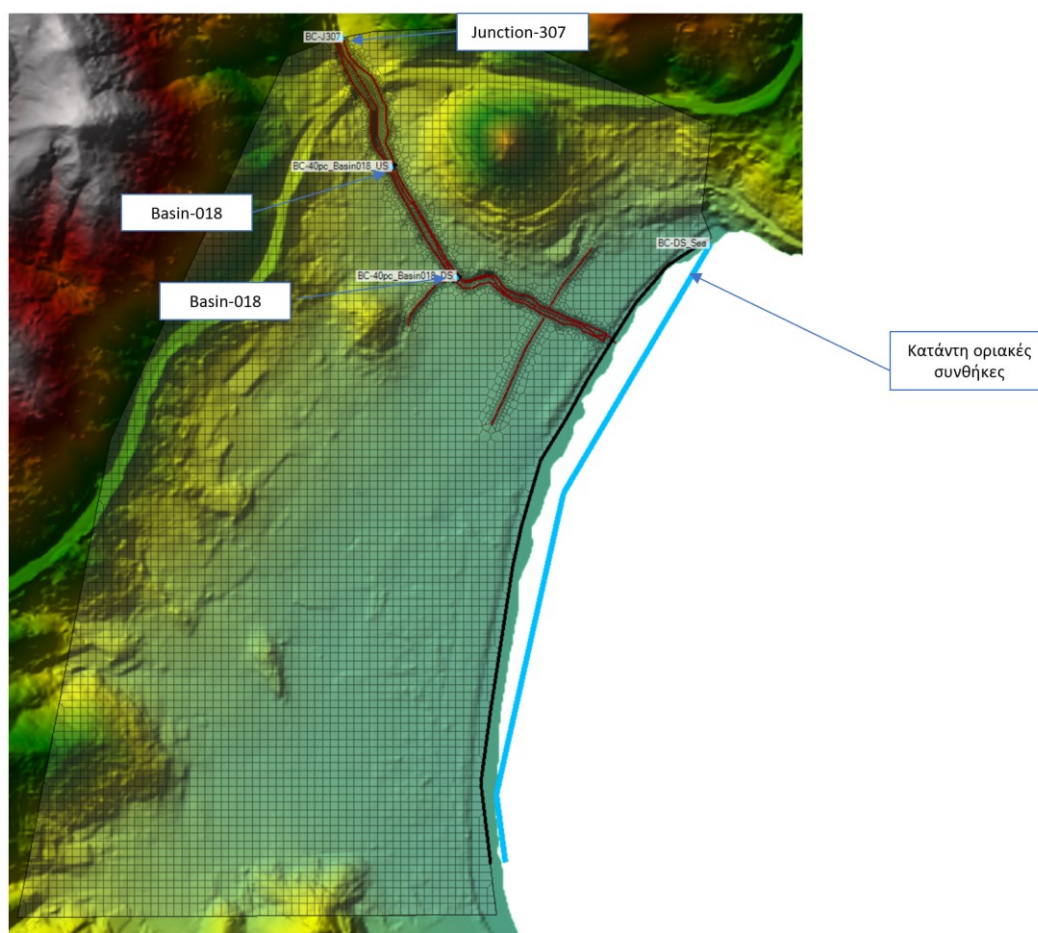
Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.6: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J307_SINK307»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J307_SINK307»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	24h	24h	24h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive(minimum 1.75 sec)	Adaptive(minimum 1.75 sec)	Adaptive(minimum 1.75 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογράφηματος ή υετογράφηματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	15 minutes	15 minutes	15 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J307_SINK307»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J307	64.8 m³/sec	15.2 m³/sec	9.84 m³/sec
	EL1106FR00F018*	12.92 m³/sec	5.04 m³/sec	3.76 m³/sec
	EL1106FR00F018*	12.92 m³/sec	5.04 m³/sec	3.76 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Stage Hydrograph (stage=0)		

* Σημείωση: Στο μοντέλο αυτό, ως οριακές συνθήκες για τους ενδιάμεσους κόμβους χρησιμοποιήθηκε, το πλημμυρογράφημα της λεκάνης(EL1106FR00F018), επιμερισμένο κατά (40% + 40%).



Σχήμα 5-6: Γεωμετρία μοντέλου «J307_SINK307»

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες έχουν καταγραφεί στην περιοχή στις 02-04/03/2014 και 07/03/2015 όπου έπληξαν τη Νέα Ηρακλείτσα.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$ δεν παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα εκατέρωθεν του ρέματος με τη ροή να παραμένει εντός κοίτης.

Στην περίοδο $T=1000$ τα πλημμυρικά φαινόμενα είναι αισθητά πιο έντονα με αποτέλεσμα το ρέμα να πλημμυρίζει τις εκατέρωθεν εκτάσεις στο κατάντη τελευταίο τμήμα του, δημιουργώντας μια έκταση σχήματος "Δέλτα", με πλάτος 400m. που επηρεάζει κυρίως κατοικίες, επιχειρήσεις και το οδικό δίκτυο. Το βάθος ροής είναι κάτω από 0.5 m.

Πίνακας 5.7: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J307_SINK307»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	0.03
T = 100	0.03
T = 1000	0.09



Σχήμα 5-7: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J307_SINK307»

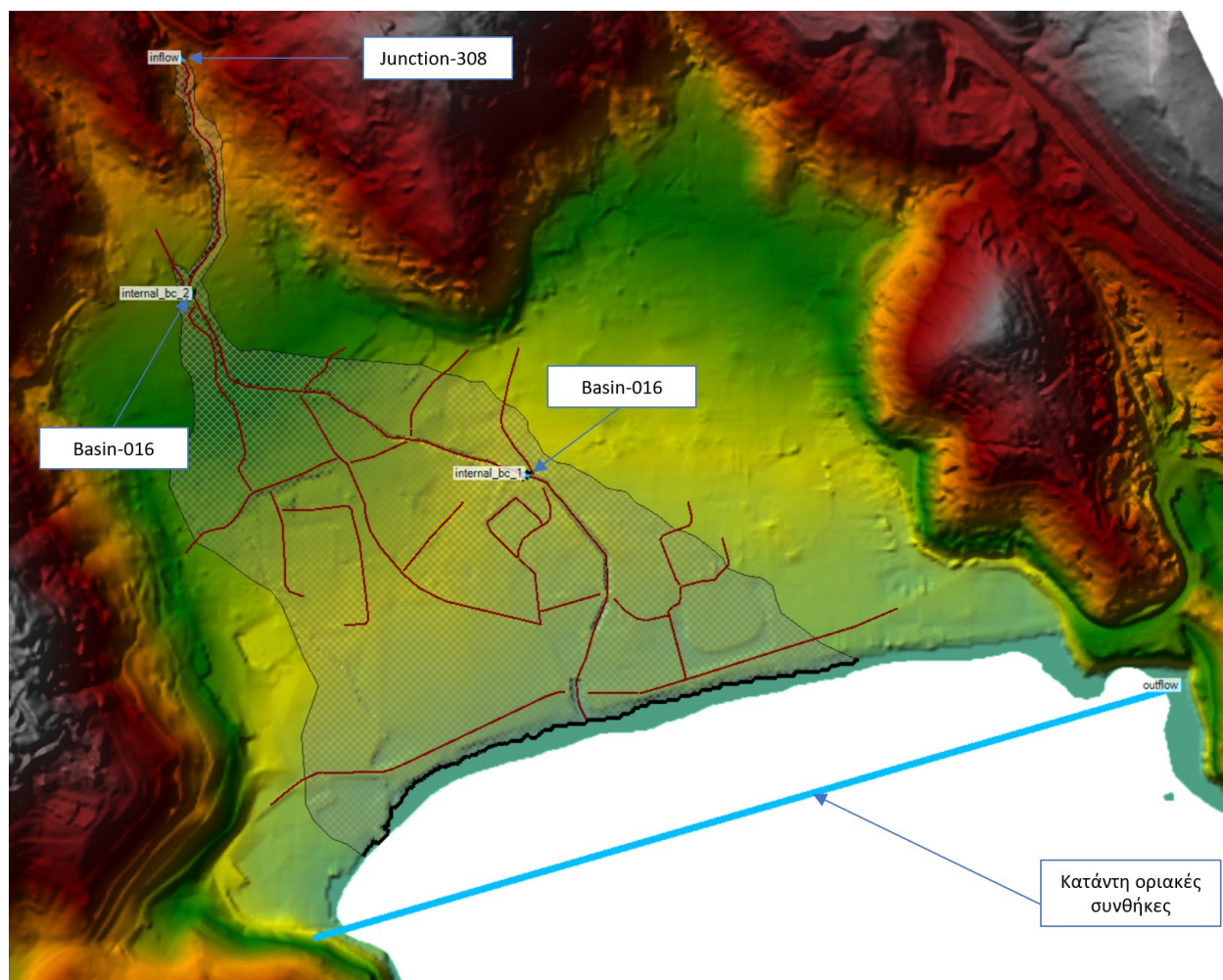
5.3.4.3 Μοντέλο: «J308_SINK308», Υδατορεύματα: Ανώνυμο ρέμα ανατολικά της Καβάλας

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.8: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J308_SINK308»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J308_SINK308»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		12h	8h	14.2h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		1 sec	1 sec	1 sec
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J308	71.8 m³/sec	8.9 m³/sec	4.8 m³/sec
	EL1106FR00F016*	46.84 m³/sec	13.4 m³/sec	8.96 m³/sec
	EL1106FR00F016*	46.84 m³/sec	13.4 m³/sec	8.96 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.009)		

* Σημείωση: Στο μοντέλο αυτό, ως οριακές συνθήκες για τους ενδιάμεσους κόμβους χρησιμοποιήθηκε, το πλημμυρογράφημα της λεκάνης(EL1106FR00F016), επιμερισμένο κατά (40% + 40%).



Σχήμα 5-8: Γεωμετρία μοντέλου «J308_SINK308»

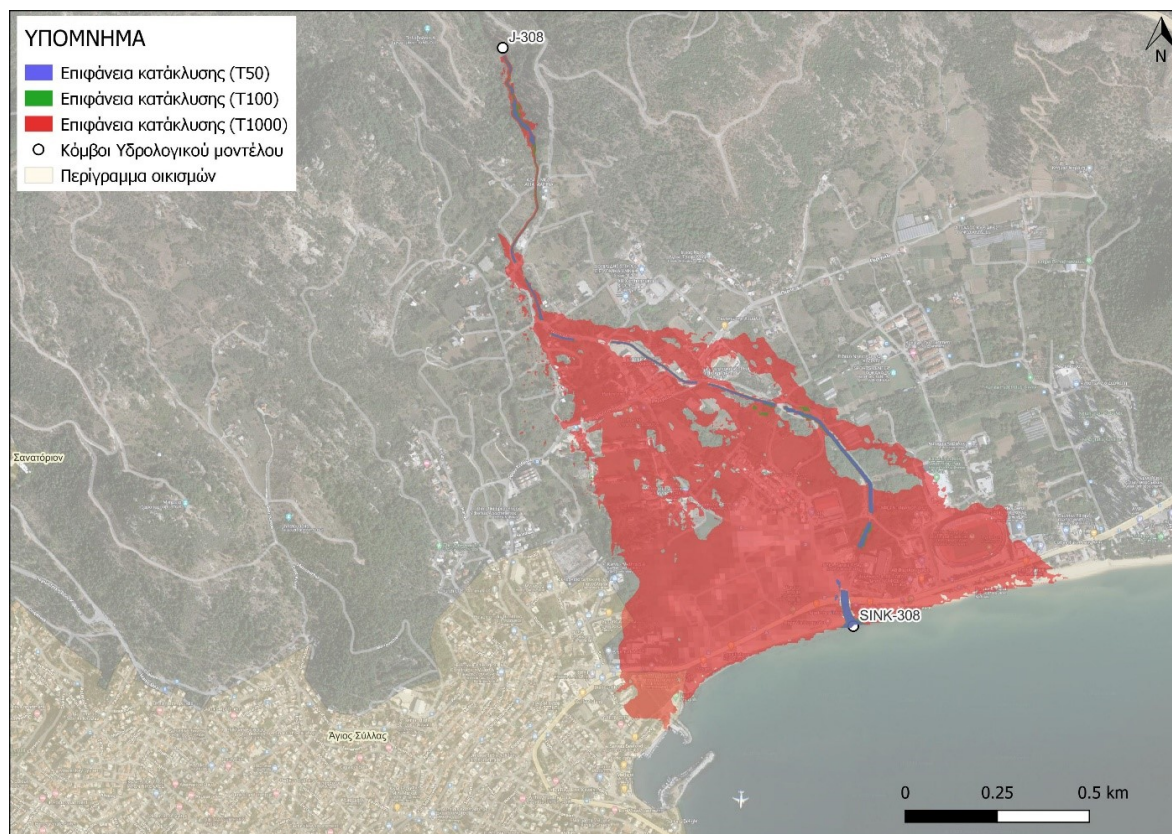
Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες έχουν καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή στις 10/07/2015 όπου έπληξαν την πόλη της Καβάλας.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$ δεν παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα εκατέρωθεν του ρέματος καθώς το ρέμα είναι διευθετημένο. Έτσι η ζώνη κατάκλισης πλάτους 10 m, περιορίζεται εντός της κοίτης

Στην περίοδο $T=1000$ τα πλημμυρικά φαινόμενα είναι αισθητά πιο έντονα με αποτέλεσμα το ρέμα να πλημμυρίζει τις εκατέρωθεν εκτάσεις στο κατάντη τελευταίο τμήμα του, δημιουργώντας μια έκταση σχήματος "Δέλτα", πλάτους 1.2 km, που επηρεάζει αθλητικές και στρατιωτικές εγκαταστάσεις, όπως και κατοικίες, επιχειρήσεις και καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Το βάθος ροής στο μεγαλύτερο μέρος της έκτασης κατάκλισης, είναι κάτω από 0.5 m, εκτός από περιορισμένα σημεία κοντά στην εκβολή, που κυμαίνεται από 1-2 m.

Πίνακας 5.9: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J308_SINK308»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	0.01
T = 100	0.02
T = 1000	0.72



Σχήμα 5-9: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J308_SINK308»

5.4 Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των Τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά. (EL11APSFR003)

5.4.1 Γενικά

Η χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των Τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά είναι η μεγαλύτερη του υδατικού διαμερίσματος, έκτασης 2719km². Αποτελείται από τη χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και την παραλίμνια ζώνη της Κερκίνης, την χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά. Οι κύριες λεκάνες της ζώνης αυτής είναι οι δύο ασύμμετρες λεκάνες Σερρών και Δράμας με τους

αντίστοιχα απορρέοντες ποταμούς Στρυμόνα και Αγγίτη, ενώ τα ρέματα Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά ρέουν στην επιμήκη λεκάνη νότια του όρους Παγγαίο. Σύμφωνα με την κατανομή των υψομέτρων για την συγκεκριμένη περιοχή το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται πεδινό σε ποσοστό 89.03% και ημιορεινό 10.41%, ενώ σύμφωνα με τις κλίσεις το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται σε ποσοστό 65% ως επίπεδο (κλίσεις <5%).

Στα νότια της ζώνης, ανατολικά των εκβολών του Στρυμόνα και νοτιοδυτικά του όρου Παγγαίο εντοπίζονται τα ρέματα Πηγαδούλι και Πλατανόρεμα μήκους 11,6 km και 5,9 km αντίστοιχα. Στην επιμήκη κοιλάδα - Πιερία Λεκάνη μεταξύ Παγγαίου και Συμβόλου όρους ρέει ο ποταμός Μαρμαράς (29,2 km). Όλοι αποστραγγίζονται στον Στρυμονικό κόλπο (Κόλπο Ορφανού).

Ο Στρυμόνας συμβάλλει με τον Αγγίτη, ο οποίος πηγάζει στις νότιες παρυφές του Φαλακρού Όρους, πέντε χιλιόμετρα πριν τις εκβολές του. Στην θέση αυτή υπήρχε η αποξηραμένη σήμερα Λίμνη του Αχινού. Τέλος, ο Στρυμόνας διέρχεται ανάμεσα στα όρη Κερδύλιο και Παγγαίο και εκβάλλει στον Στρυμονικό Κόλπο, ανατολικά του χωριού Νέα Κερδύλια σχηματίζοντας μικρό δέλτα. Οι κυριότεροι παραπόταμοι που τροφοδοτούν τον Στρυμόνα στην Ελλάδα είναι ο Μπούτκοβας (διαρρέει το Α. τμήμα της κοιλάδας των Πορόιων), ο Εξάβης (πηγάει από το Κερδύλιο), ο Κοπατσίνας (πηγάει από τον Βερτίσκο), ο Ξηροπόταμος (πηγάει από το Μαυροβούνι), ο Καστρινός (πηγάει από τα βορειανατολικά υψώματα του Κερδυλίου, δυτικά του Καστρί).

Άλλοι χείμαρροι που διαβρώνοντας τα περιφερειακά βουνά της πεδιάδας των Σερρών αποθέτουν προσχώσεις στην πεδιάδα των Σερρών είναι ο Κρουσουβίτης (Αχλαδοχωρίτης). Άλλοτε χυνόταν στον Στρυμόνα (και κάποτε στη λίμνη Αχινού) και ο Κερκινίτης/Αμμουδοπόταμος (από τον αυχένα της Καστανούσας, διανύει 25 km και χύνεται στην λίμνη Κερκίνη).

Το υδρογραφικό δίκτυο της πεδιάδας της Δράμας δημιουργήθηκε βασικά από τα νερά των πηγών που αναβλύζουν στην περίμετρό της. Ο ποταμός Αγγίτης, γίνεται αποδέκτης όλου του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης και εξέρχεται στο νότιο τμήμα της.

5.4.2 Θέσεις ενδιαφέροντος

Εντός της ΖΔΥΚΠ επικρατούν οι γεωργικές χρήσεις γης (84.42%) και ακολουθούν οι Υδάτινες Επιφάνειες (4.83%), η Αστική δόμηση (4.35%), και με μικρότερα ποσοστά τα Δάση και ημιφυσικές περιοχές οι Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες, οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα, τα Λιβάδια και οι Φυσικοί Βοσκότοποι, Εκτάσεις γυμνές/με αραιή βλάστηση, Αεροδρόμια, Χώροι εξορύξεως και Περιοχές αστικού πράσινου.

Σε ότι αφορά άλλες χρήσεις γης, εντός της υπολεκάνης που περικλείει την ΖΔΥΚΠ EL11APSFR003, εντοπίζονται:

- Πέντε (5) εν λειτουργία Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων: ΕΕΛ Δράμας, ΕΕΛ Φιλίππων (ή Δάτου), ΕΕΛ Ελευθερούπολης και ΕΕΛ Σερρών και Νέας Ζίχνης.
- τρεις (3) αδρανείς ΕΕΛ: ΕΕΛ Δοξάτου, ΕΕΛ Προσοτσάνης, ΕΕΛ Νιγρίτας.
- μία (1) υπό υλοποίηση ΕΕΛ: ΕΕΛ Ηράκλειας – Σιδηροκάστρου

Όλες οι ΕΕΛ εντοπίζονται εντός των ορίων της ΖΔΥΚΠ.

Εντός της λεκάνης απορροής των υδάτινων σωμάτων που απορρέουν στην ΖΔΥΚΠ

EL11APSF003 υφίστανται ένας (1) ΧΥΤΑ κλειστός, ένας (1) ΧΥΤΑ σε λειτουργία, αμφότεροι εκτός των ορίων της ΖΔΥΚΠ και δεκαεφτά (15) αποκατεστημένοι ΧΑΔΑ (ΥΠΕΚΑ, ΕΓΥ, 2017, 1Η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ).

Στην περιοχή εντός των ορίων της ΖΔΥΚΠ EL11APSF003 εντοπίζονται 3.591 σταβλικές εγκαταστάσεις με 2.693.027 ζώα (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2020) και εννέα (12) εγκαταστάσεις υδατοκαλλιέργειας.

Εντός της λεκάνης απορροής των υδάτινων σωμάτων που απορρέουν στην ΖΔΥΚΠ EL11APSF003 υφίστανται: η Βιομηχανική Περιοχή Σερρών, η Βιομηχανική Περιοχή Δράμας, το Βιοτεχνικό Πάρκο Προσοτσάνης και έκταση που προορίζεται για την ανάπτυξη του Βιοτεχνικού Πάρκου Σερρών το οποίο δεν έχει μέχρι στιγμής υλοποιηθεί, είκοσι τρεις (23) βιομηχανικές μονάδες και εκατόν τριάντα (130) λατομεία.

5.4.3 Ιστορικό πλημμυρών

Έντονα πλημμυρικά προβλήματα έχουν καταγραφεί στα Δ.Δ. Φτελιάς, Καλαμπακίου, Δοξάτου, στα Τοπικά Διαμερίσματα Αντιφιλιππων, Ελευθερουπόλεως και Χρυσοκάστρου του Δήμου Ελευθερούπολης, Αυλής, Μεσορόπης, Μεσιάς, Μουσθένης, Σιδηροχωρίου του Δήμου Πιερέων, Ακροποτάμου του Δήμου Ορφανού, καθώς και το Δήμο Παγγαίου του Ν. Καβάλας. Οι πλημμύρες του Δήμου Παγγαίου οφείλονται στη δράση του χειμάρρου Μαρμαράς. Επίσης έχουν σημειωθεί μεγάλες πλημμύρες στους Νομούς Δράμας, Καβάλας και Ξάνθης, στη Δ.Κ. Σιδηροκάστρου του Δήμου Σιντικής και της Ηράκλειας του Δήμου Ηράκλειας και στους Δήμους Βισαλτίας, Εμμανουήλ Παππά, Ν. Ζίχνης και Αμφίπολης.

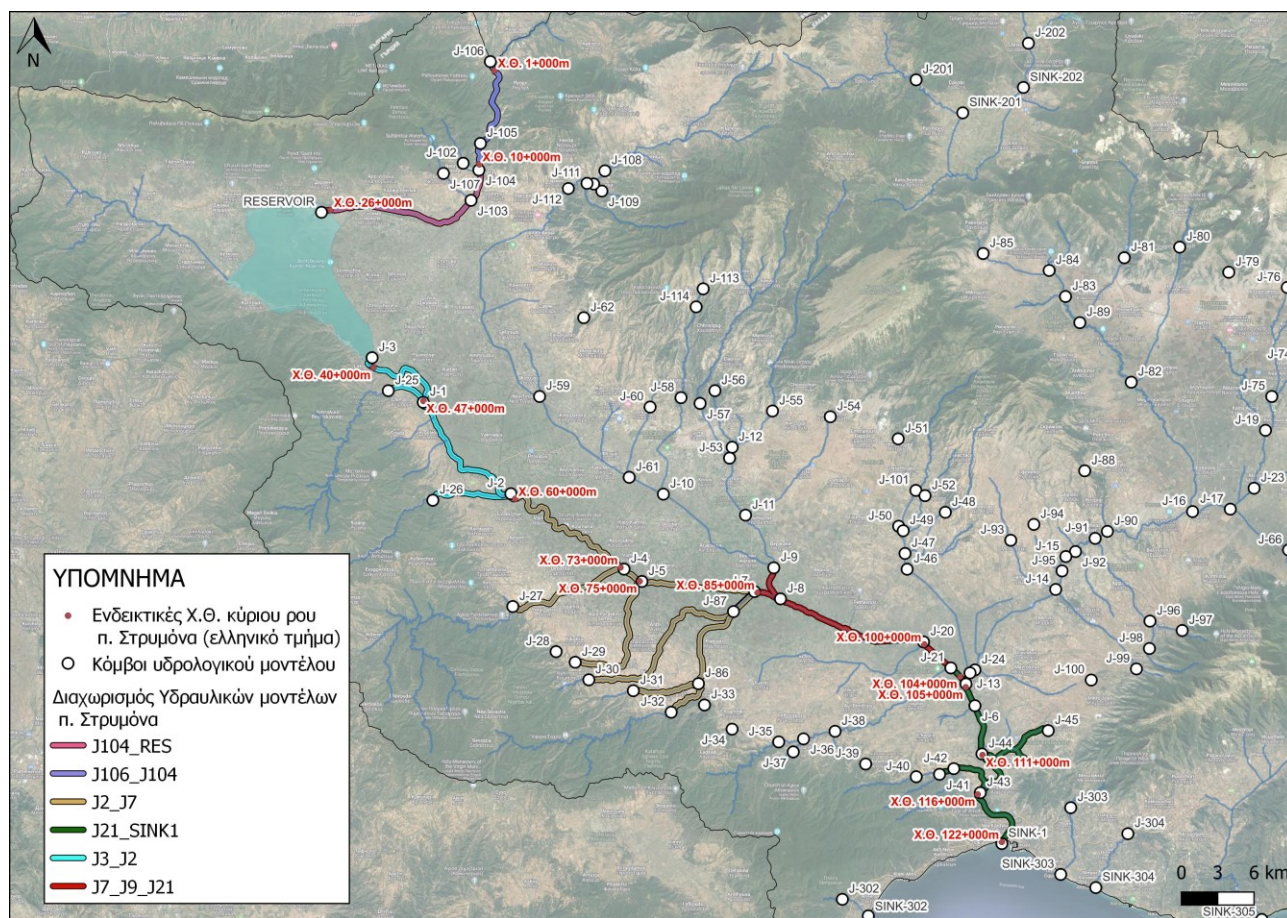
Πλημμυρικά φαινόμενα καταγράφονται σε όλο το πεδινό τμήμα της κοιλάδας του Στρυμόνα ιστορικά, λόγω της αβαθούς φυσικής του κοίτης και της μικρής μορφολογικής κλίσης. Πολλές από τις πλημμύρες που συμβαίνουν είναι αποτέλεσμα των βροχοπτώσεων στη Βουλγαρία (εισαγόμενες πλημμύρες). Η τεχνητή λίμνη Κερκίνη κατασκευάστηκε στη δεκαετία του 1930 για να έχει σαφή αντιπλημμυρικό χαρακτήρα. Η παροχή του ποταμού κατάντη της λίμνης ρυθμίζεται μέσω ρουφράκτη. Όμως με τα χρόνια έχουν συμβεί προσχώσεις από τις φερτές ύλες που μεταφέρει ο ποταμός Στρυμόνας και έχει περιοριστεί ο διαθέσιμος αναρρυθμιστικός όγκος της λίμνης και κατά συνέπεια ο αντιπλημμυρικός της ρόλος. Σύμφωνα με το Τμήμα Πολιτικής Προστασίας της ΠΕ Σερρών ευάλωτη περιοχή για πλημμύρες είναι ολόκληρη η πεδινή περιοχή του π. Στρυμόνα από το ύψος της λίμνης Κερκίνης έως την εκβολή του στη θάλασσα. Στην ανατολική- βορειοανατολική περιοχή της λίμνης Κερκίνης (Μεγαλοχώρι, Χρυσοχώραφο, κ.λπ.) εμφανίζονται πλημμυρικά φαινόμενα από υπέρβαση των αναχωμάτων σε περιόδους που οι εισροές από ανάντη (Βουλγαρία) ξεπερνούν τη φέρουσα ικανότητα της λίμνη ενώ παράλληλα δεν απελευθερώνεται όλος ο όγκος του νερού από τα θυροφράγματα του φράγματος Λιθότοπου- Κερκίνης (καθώς αυτό είναι επιβλαβές για τις κατάντη περιοχές). Ως αίτιο θεωρείται η υπερχειλίση, ενώ ο κύριοι μηχανισμοί είναι η υπερχειλίση και η υπέρβαση των αναχωμάτων. Οι περιοχές κατάντη της λίμνης Κερκίνης είναι ευάλωτες σε πλημμύρες σε περιπτώσεις επεισοδίων που οδηγούν στην ανάγκη ανοίγματος των θυροφραγμάτων προκειμένου να εκτονωθεί ο όγκος νερού στη λίμνη.

5.4.4 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

5.4.4.1 Κύριος κλάδος του Στρυμόνα

Ο κύριος κλάδος του π. Στρυμόνα (ελληνικό τμήμα) έχει διαχωριστεί σε 6 Υδραυλικά μοντέλα για λόγους υπολογιστικής επάρκειας λόγω της έκτασής του, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (μαζί με ενδεικτικές Χ.Θ.).

Σημειώνεται ότι το πλέον ανάντη τμήμα του π. Στρυμόνα στην είσοδο του ποταμού στην ελληνική επικράτεια (μοντέλο «J106_J104») εμπεριέχεται στη ΖΔΥΚΠ EL11APSF004, οπότε και εξετάζεται στην Ενότητα 5.5.4.



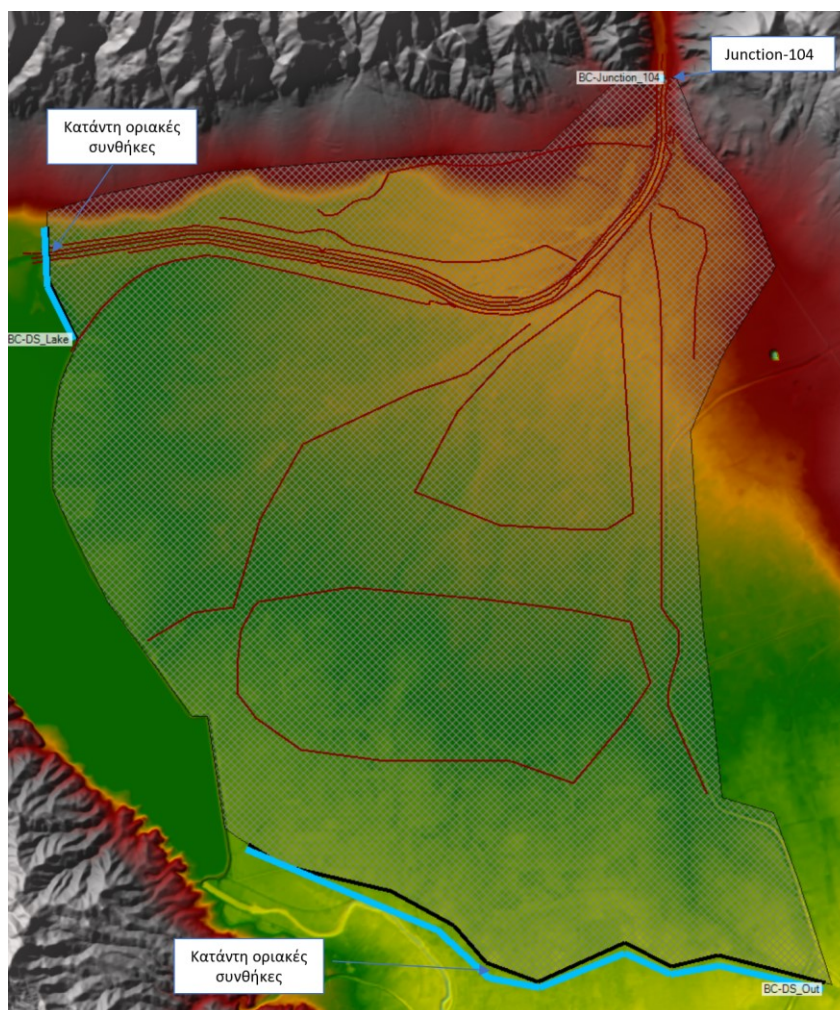
Σχήμα 5-10: Διακριτοποίηση Υδραυλικών μοντέλων π. Στρυμόνα (ελληνικού τμήματος)

ι. Μοντέλο: «J104_RES», Υδατορεύματα: Ανάντη ρου Στρυμόνα, κατάντη συνόρων

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με τη βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.10: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J104_RES»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J104_RES»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J104	1417.7 m³/sec	1063.6 m³/sec	954.6 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Λίμνη	Normal depth (0.0005)		
	Έξοδος λεκάνης	Normal depth (0.001)		



Σχήμα 5-11: Γεωμετρία μοντέλου «J104_RES»

Χ.Θ. 10+500 έως Χ.Θ. 26+000 (από τον οικισμό Λουτρά μέχρι την είσοδο του ποταμού στη λίμνη Κερκίνη)

Ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στις 03/12/2002 στα Χρυσοχώραφα και στο Ποντισμένο Ν. Σερρών, στις 13/01/1953 στο χείμαρρο Κρουσοβίτη, στις 22/02/2013 στο Λιμνοχώριον και στα Χρυσοχώραφα, καθώς και στις 18/06/2014 στην Ηρακλειά.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ και $T=100$, παρουσιάζονται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα στο συγκεκριμένο τμήμα του Στρυμόνα που απλώνονται σε μεγάλη έκταση (15km εκτός της κοίτης). Η πλημμύρα, η οποία στο μεγαλύτερο μέρος της εμφανίζει βάθη ροής κάτω από 0.5 m, διαχέεται εντός των οικισμών Στρυμονοχώρι, Κοίμηση, Ηράκλεια, Καρπερή, Σαρακατσαναίικο και φτάνει μέχρι τους οικισμούς Βαλτερό και Αμμουδιά χωρίς να τους επηρεάζει. Στο βόρειο κομμάτι του τμήματος η πλημμύρα περιορίζεται από αναχώματα και συνεπώς δεν επηρεάζονται οι οικισμοί Πετρίτσι και Βυρώνεια. Στο σημείο συμβολής του Στρυμόνα με τη Λίμνη Κερκίνη δημιουργείται ζώνη κατάκλισης πλάτους 1.2 km, με βάθη ροής 1-2m.

Η εικόνα επιδεινώνεται κατά την μοντελοποίηση της $T=1000$ χρόνια, όπου με βάση την προσομοίωση, παρουσιάζονται σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα σε μεγαλύτερη έκταση. Η ζώνη

κατάκλισης εκατέρωθεν του Στρυμόνα είναι περίπου 2 km, και το πλημμυρικό κύμα που διαφεύγει από τη θέση Τριμεριστή, δημιουργεί επιφάνεια κατάκλυσης μήκους 15 km και πλάτους 5 km, με μικρά ωστόσο βάθη ροής (<0.5). Οι οικισμοί Μεγαλοχώρι, Ποντισμένο, Δασοχώρι κατακλύζονται για περίοδο T1000. Στο σημείο συμβολής του Στρυμόνα με τη Λίμνη Κερκίνη τα βάθη ροής κυμαίνονται από 1-2m.

Η πλημμύρα φαίνεται να προκύπτει από το γεγονός ότι το πλημμυρογράφημα εισόδου έχει μια παροχή που για 48h αγγίζει ή ξεπερνά τα 1000 m³/s. (για την περίοδο επαναφοράς T-1000). Αυτό προφανώς οδηγεί σε δυσμενή αποτελέσματα σε ότι αφορά τις πλημμυρικές κατακλύσεις ιδιαίτερα στα πεδινά τμήματα λίγο πριν την είσοδο του Στρυμόνα στην λίμνη Κερκίνη τα οποία δεν επαληθεύονται από ιστορικές καταγραφές.

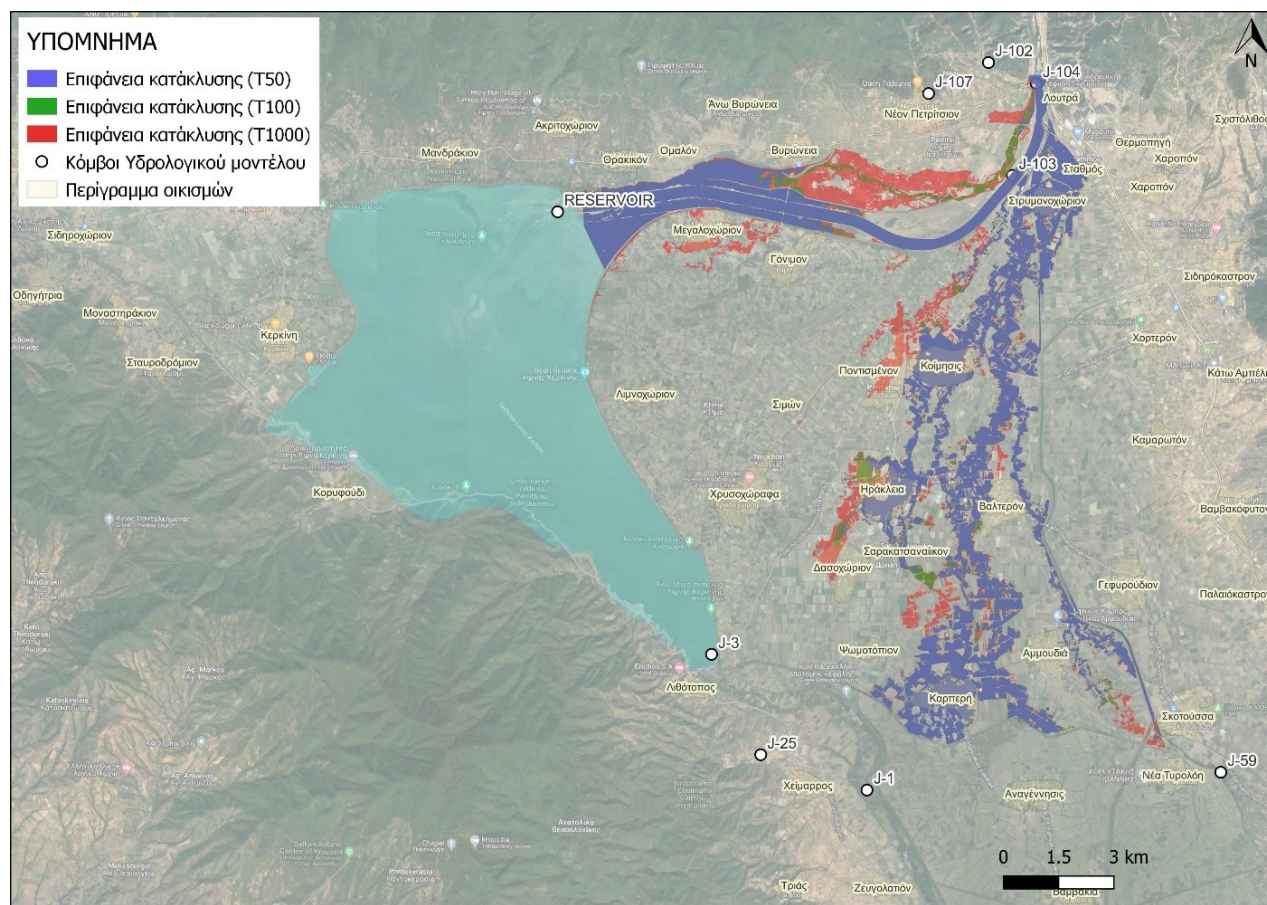
Σημειώνεται ότι σημαντική συνεισφορά στην εκτεταμένη διάχυση της πλημμύρας προς τα νότια έχει η λειτουργία της υδροληψίας και το θυρόφραγμα στη θέση Τριμεριστή (Χ.Θ. 11+500), όπου σε συνδυασμό με τον αναβαθμό αποτελεί τμήμα έργου κεφαλής για την υδροληψία νερού για αρδευτική χρήση, και σε συνθήκες μη ανοίγματος του θυροφράγματος το τμήμα αυτό του Στρυμόνα φαίνεται να παροχετεύει τη ροή μέχρι την είσοδο στην Λίμνη χωρίς την εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων.

Πίνακας 5.11: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J104_RES»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	33.44
T = 100	36.54
T = 1000	49.18



Σχήμα 5-12: Θέση Τριμεριστή



Σχήμα 5-13: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J104_RES»

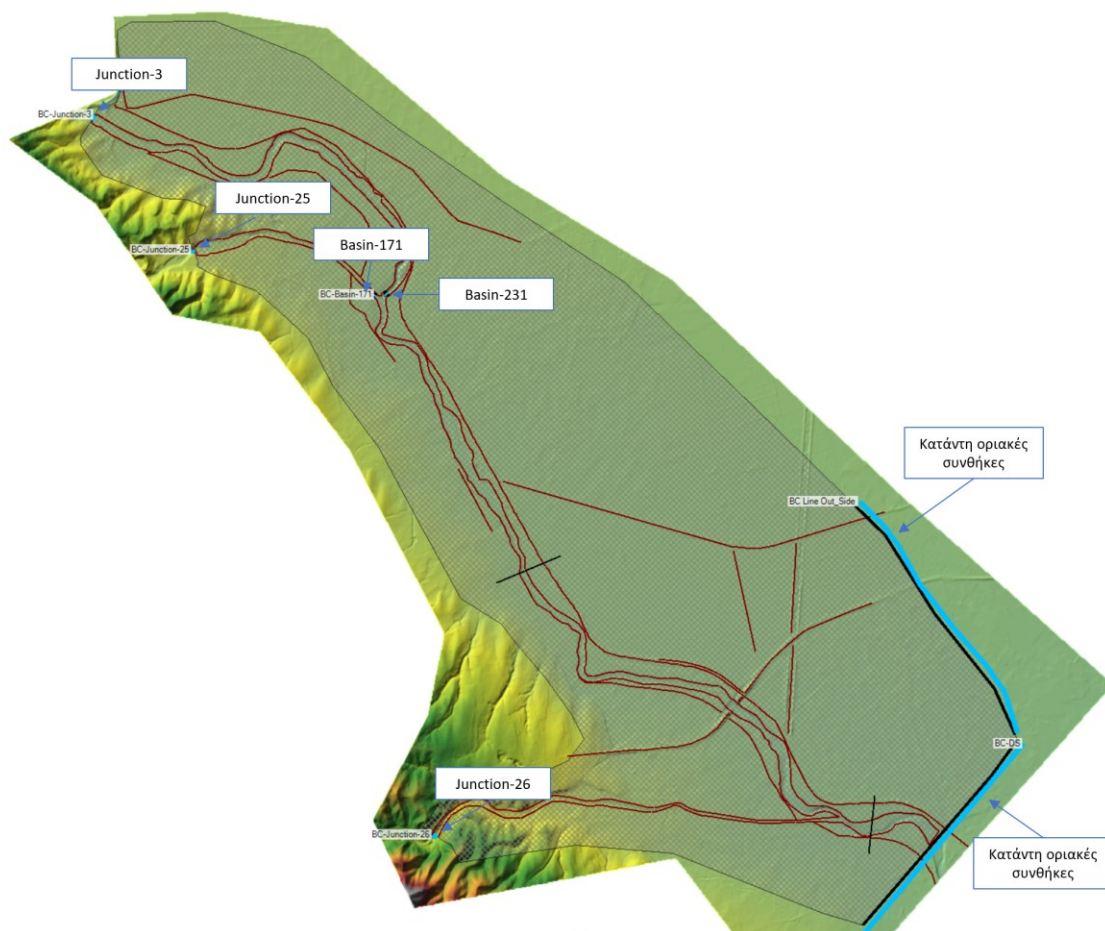
ii. Μοντέλο: «J3_J2», Υδατορεύματα: Ρου Στρυμόνα, κατάντη Λίμνης Κερκίνης μέχρι συμβολή με ρ. Στρυμονικό

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.12: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J3_J2»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J3_J2»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	72h	72h	72h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J3_J2»				
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J3	645.4 m³/sec (βασικό)	221.2 m³/sec (βασικό)	195 m³/sec (βασικό)
		1100 m³/sec (extreme)	800 m³/sec (extreme)	
	J25	288.1 m³/sec	20.2 m³/sec	10.2 m³/sec
	EL1106FR00F231	116.6 m³/sec	40.5 m³/sec	29.1 m³/sec
	EL1106FR00F171	52.3 m³/sec	16.4 m³/sec	11.6 m³/sec
	J26	230.3 m³/sec	40.1 m³/sec	23.3 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος (πλευρικά)	Normal depth (0.006)		
	Έξοδος (κατάντη)	Normal depth (0.00644)		



Σχήμα 5-14: Γεωμετρία μοντέλου «J3_J2»

Χ.Θ. 39+000 έως Χ.Θ. 47+000 ρέμα που συμβάλλει στο Στρυμόνα στη Χ.Θ. 46+900

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή του Στρυμόνα που ξεκινάει από τη λίμνη Κερκίνη δεν έχουν καταγραφεί.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ χρόνια δεν προκύπτουν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα λόγω του γεγονότος ότι το συγκεκριμένο κομμάτι είναι διευθετημένο. Παρόμοια εικόνα παρατηρείται και στο ρέμα που συμβάλλει στον Στρυμόνα στη Χ.Θ. 46+900 όπου η πλημμύρα περιορίζεται εντός της πλημμυρικής κοίτης. Για την περίοδο επαναφοράς $T=100$, η πλημμύρα επιδεινώνεται και επεκτείνεται μέχρι το ανάχωμα, με μικρά βάθη ροής <1 m.

Η εικόνα επιδεινώνεται περαιτέρω κατά την περίοδο $T=1000$ χρόνια όπου η πλημμύρα ξεπερνάει τα όρια της διευθέτησης και του αναχώματος σε μεγάλο τμήμα του δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλισης περί το 1.5 km. Πλημμυρίζουν οι πεδινές εκτάσεις και καλλιέργειες βόρεια του ποταμού μέχρι την αρδευτική τάφρο, με τα βάθη ροής να κυμαίνονται ως επί το πλείστον κάτω από 0.5 m. Πλησίον της κοίτης, σε μια ζώνη πλάτους 500 m, τα βάθη ροής προσεγγίζουν τα 1-2 m. Νότια του ποταμού η πλημμυρική κατάκλυση φτάνει μέχρι την επαρχιακή οδό Ροδόπολης αλλά δεν επηρεάζεται ο παραλίμνιος οικισμός Λιθότοπος.

Το τμήμα που παρουσιάζονται μεγαλύτερα φαινόμενα πλημμύρας εντοπίζεται στη συμβολή του Στρυμόνα με το ρέμα στη Χ.Θ. 46+900, όπου και κατακλύζονται καλλιεργούμενες εκτάσεις. Ενδεικτικά η ζώνη κατάκλισης στο σημείο αυτό εμφανίζει πλάτος 2km.

Χ.Θ. 47+000 έως Χ.Θ. 60+000 και συμβαλλόμενο ρέμα στη Χ.Θ. 59+500

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες της περιοχής έχουν καταγραφεί στις 14/06/1983 στο Στρυμονικό και στις 05/08/2007 στην Αναγέννηση Σερρών.

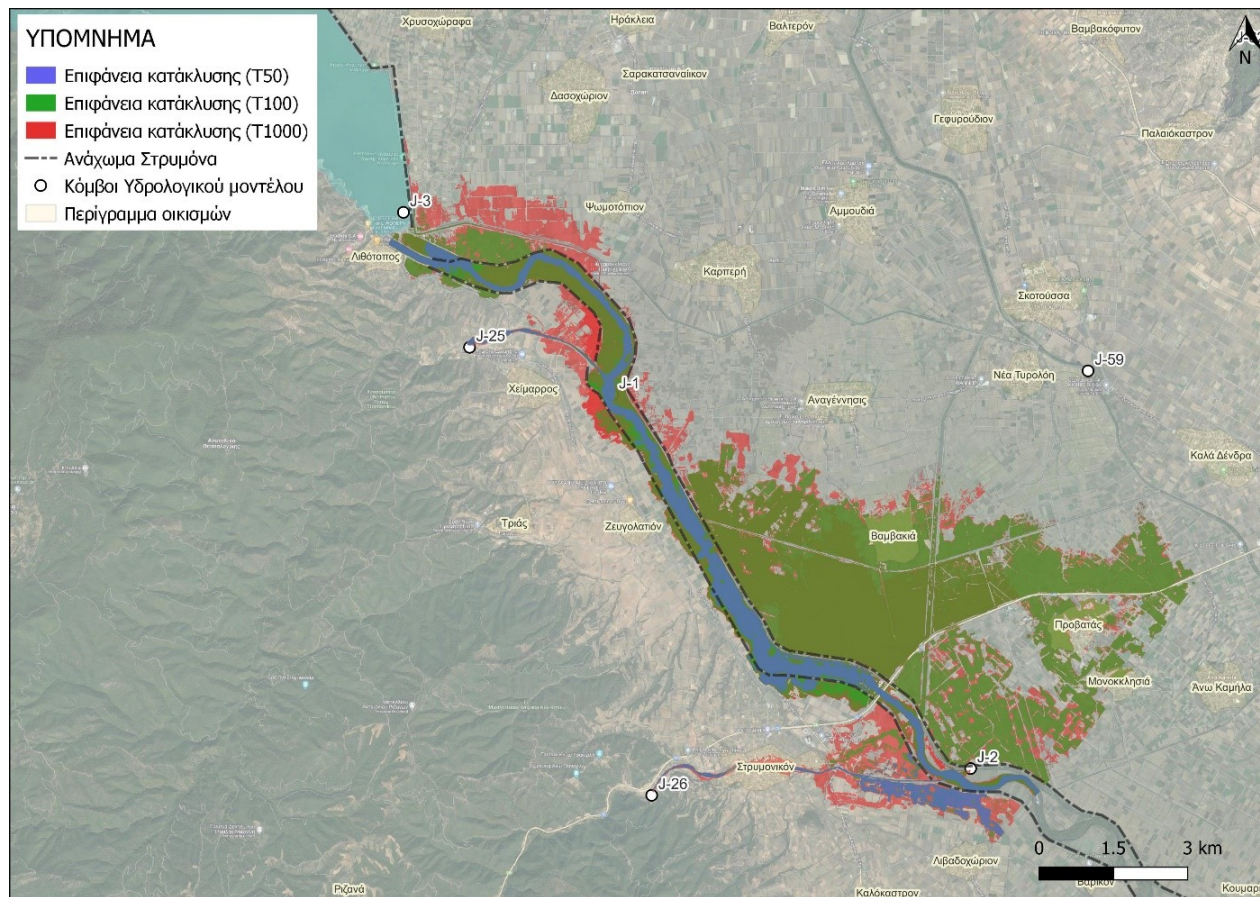
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$, η ροή φαίνεται γενικά ότι διατηρείται εντός της ευρύτερης πλημμυρικής κοίτης και αναχωμάτων.

Η εξέλιξη της ροής περιορίζεται κυρίως από το ανάχωμα που εκτείνεται από την κοίτη του Στρυμόνα έως τον οικισμό Καρπερή. Στο πόδι του πρανούς υπάρχει και αρδευτική τάφρος. Σε μεγάλο βαθμό η πλημμύρα περιορίζεται, αλλά γενικά φτάνει και σε χαμηλότερες εκτάσεις. Το ρέμα που συμβάλλει στη Χ.Θ. 59+500 φαίνεται να παρουσιάζει έντονη πλημμυρική κατάκλυση με το κατάντη μέρος να υπερχειλίζει πριν τη συμβολή με το Στρυμόνα, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλισης 500m, με βάθη ροής κάτω από 0.5 m.

Η εικόνα επιδεινώνεται για το συγκεκριμένο τμήμα στα αποτελέσματα της μοντελοποίησης για $T=100$ και $T=1000$, όπου με βάση την προσομοίωση, παρουσιάζονται σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα σε μεγαλύτερη έκταση καθώς φαίνεται να υπερχειλίζει το ανατολικό ανάχωμα. Στο σενάριο για $T=1000$, η πλημμύρα φαίνεται να καλύπτει την Ε.Ο Θεσσαλονίκης - Σερρών, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλισης 5 km στη Χ.Θ. 59+500, με βάθη ροής που κυμαίνονται από 1-2 m αλλά και σημεία με βάθη ροής κάτω από 0.5 m. Αναφορικά με τους θιγόμενους οικισμούς, η πλημμύρα κατακλύζει καθολικά τη Βαμβάκια και εν μέρει τον Προβατά και τη Μονοκκλησιά, ενώ δεν επηρεάζονται οι οικισμοί Καρπερή, Αναγέννηση, Χείμαρρος, Τριάδα και Ζευγολατιό. Στο συμβαλλόμενο ρέμα παρατηρούνται επίσης μεγαλύτερα φαινόμενα πλημμυρικής κατάκλυσης εξού και η πλημμύρα διαχέεται στον οικισμό Στρυμονικό και στις καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Πίνακας 5.13: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J3_J2»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	5.99
T = 100	36.79
T = 1000	47.74



Σχήμα 5-15: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J3_J2»

Επιπλέον σενάρια υδραυλικής προσομοίωσης

Όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 5.1, πέραν του Βασικού σεναρίου, για μια σειρά μοντέλων του κυρίως ρου του π. Στρυμόνα λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας που απορρέει από την συμμετοχή της Λ. Κερκίνης και τις διαθέσιμες πληροφορίες από ιστορικές πλημμύρες, εξετάστηκαν επιπλέον σενάρια υδραυλικής προσομοίωσης για την τελική ρύθμιση των μοντέλων και εν τέλει τη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων με κριτήριο την κατά το δυνατόν επαλήθευση των μοντέλων σε επί το δυσμενέστερο ρεαλιστικές συνθήκες προσομοίωσης.

Στα πλαίσια ρύθμισης του Μοντέλου «J3_J2», εξετάστηκε με επιπλέον σενάρια η διαχείριση της λειτουργίας του φράγματός Λιθοτόπου και εν προκειμένω η ελεγχόμενη εκροή μέσω των θυροφραγμάτων σε αντιστοίχιση με τα «θεωρητικά» σενάρια ακραίων φαινομένων χαμηλής πιθανότητας (περίοδος επαναφοράς 1.000 χρόνια) και μέσης πιθανότητας (περίοδος επαναφοράς 100 χρόνια).

Όπως αναλύθηκε στο Παραδοτέο Π04, διερευνήθηκε λεπτομερώς η λειτουργία της λίμνης κατά τη διάρκεια των πλημμυρικών φαινομένων του 2015 και έγιναν επικοινωνίες με την Υποδ/νση Τ.Ε. Π.Ε. Σερρών αναφορικά με τη λειτουργία του φράγματος κατά τη διάρκεια πλημμυρικών επεισοδίων για την τελική επιλογή του αριθμού και του ανοίγματος των θυροφραγμάτων σε συνδυασμό με την αρχική στάθμη της λίμνης για συνθήκες «ρεαλιστικής» κατάστασης λειτουργίας του φράγματος σε περίπτωση πλημμυρικών συμβάντων, με αποτέλεσμα για το «Βασικό» σενάριο η ρύθμιση του μοντέλου να γίνεται με τις κάτωθι παραδοχές:

- ο για περίοδο επαναφοράς $T=100$ επιλέχθηκαν 3 μερικώς ανοικτά θυροφράγματα με 1.1m άνοιγμα
- ο για το ακραίο σενάριο για $T=1000$ θεωρήθηκαν μερικώς ανοικτά και τα 6 θυροφράγματα με άνοιγμα 1.6m

Επίσης, για το «Βασικό» σενάριο, ως αρχική στάθμη στην έναρξη του φαινομένου θεωρήθηκε η +34.00, για περίοδο επαναφοράς $T=100$, η οποία αποτελεί μια τυπική μέση εαρινή στάθμη σύμφωνα με τους υπεύθυνους λειτουργίας του φράγματος με βάση και τη διαχείριση που γίνεται τα τελευταία χρόνια (που επιβεβαιώθηκε σε σχετικές επικοινωνίες της ομάδας μελέτης με τους υπευθύνους). Για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ ως αρχική στάθμη θεωρήθηκε το +35.50 με ανώτατη στάθμη ασφαλείας το +36.20.

Επισημαίνεται ότι στο «Βασικό» σενάριο έγινε η παραδοχή ότι υπάρχει σύγχρονη πλημμύρα σε όλη τη λεκάνη του Στρυμόνα (άρα και κατάντη της Λίμνης), οπότε και η μέγιστη ανεκτή παροχή διελεύσεως των θυροφραγμάτων επιλέγεται με το κριτήριο εξασφάλισης κινδύνου ανεκτών ζημιών στην περιοχή της τέως λίμνης Αχινού. Οι προαναφερθείσες παραδοχές κατά τις οποίες ο ταμειυτήρας είναι σχετικά γεμάτος και συμβαίνει ένα έντονο πλημμυρικό συμβάν σε ολόκληρη τη λεκάνη του Στρυμόνα, το οποίο οδηγεί σε άνοιγμα των θυροφραγμάτων, εν γένει θεωρήθηκαν ως «ρεαλιστικά» δυσμενείς περιπτώσεις κατά κύριο λόγο για την εγνωσμένης (από ιστορικά συμβάντα) τρωτότητας τέως λίμνης Αχινού, ενώ στον αντίποδα θεωρήθηκαν συγκριτικά λιγότερο δυσμενείς για το τμήμα του ποταμού αμέσως κατάντη της λίμνης μέχρι τον κόμβο J7 (στην περιοχή των μοντέλων «J3_J2» και «J2_J7»). Για το λόγο αυτό εξετάστηκαν περαιτέρω σενάρια ρύθμισης του ανοίγματος των θυροφραγμάτων σε συνδυασμό με την αρχική στάθμη της λίμνης για την περιοχή αυτή.

Στα πλαίσια της περαιτέρω ανάλυσης, επιλέχθηκε η θεώρηση μέγιστης («EXTREME» σενάριο) θερινής πλημμύρας όπου για λόγους αρδευτικούς η στάθμη της λίμνης βρίσκεται τουλάχιστον στο μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο (+35.70) με την παραδοχή ότι δεν συμβαίνει ταυτόχρονη πλημμύρα σε όλη τη λεκάνη του Στρυμόνα κατάντη της Λίμνης. Στην περίπτωση αυτή θεωρήθηκε ότι όλα τα διαθέσιμα (6) θυροφράγματα είναι πλήρως ανοικτά (συνθήκες ελεύθερης εκροής) και εν προκειμένω η ρύθμιση του μοντέλου για το «EXTREME» σενάριο έγινε με τις κάτωθι παραδοχές (όπως προέκυψε από περαιτέρω Υδρολογικές αναλύσεις των μοντέλων HEC-HMS του Παραδοτέου Π04):

- για περίοδο επαναφοράς $T=100$ επιλέχθηκε σταθερή παροχή εκροής από τη λίμνη 800 m³/s
- για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ επιλέχθηκε σταθερή παροχή εκροής από τη λίμνη 1100 m³/s

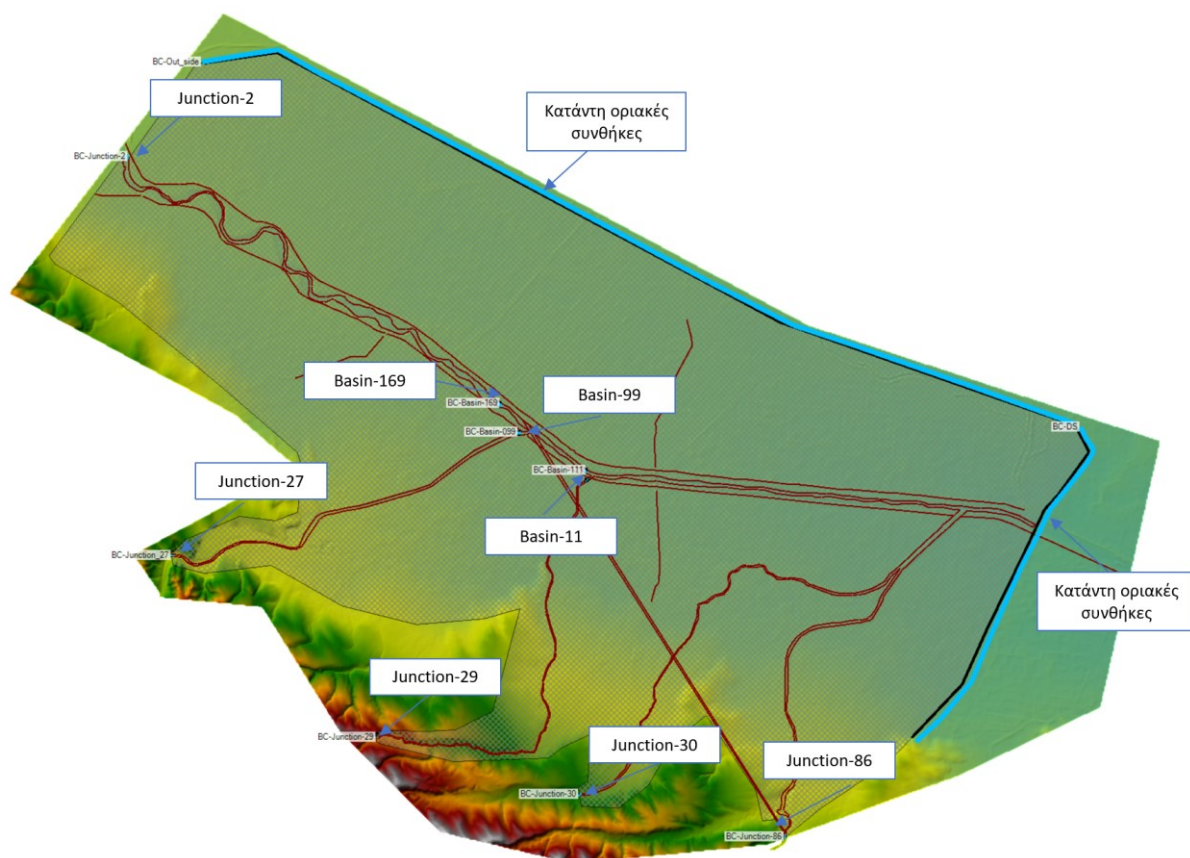
Για την τελική διαμόρφωση Χαρτών στην περιοχή του μοντέλου «J3_J2» πραγματοποιήθηκε υπέρθεση των αποτελεσμάτων των σεναρίων «Βασικό» και «EXTREME» (για κάθε εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς $T100$, $T1000$) με χρησιμοποίηση των μεγίστων σε περιοχές επικάλυψης.

iii. Μοντέλο: «J2_J7», Υδατορεύματα: Ρου Στρυμόνα, κατάντη Λίμνης Κερκίνης από συμβολή με ρ. Στρυμονικό μέχρι συμβολή με π. Μπέλιτσα

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.14: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J2_J7»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J2_J7»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 3.5 sec)	Adaptive (minimum 3.5 sec)	Adaptive (minimum 3.5 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J2	1100.7 m³/sec (βασικό)	317.7 m³/sec (βασικό)	253.3 m³/sec
		951.4 m³/sec (extreme)	711.7 m³/sec (extreme)	
	J86	342 m³/sec	47.9 m³/sec	32.8 m³/sec
	J27	402.3 m³/sec	28.1 m³/sec	14.2 m³/sec
	J29	52.2 m³/sec	4 m³/sec	1.8 m³/sec
	J30	61.6 m³/sec	3.1 m³/sec	1.5 m³/sec
	EL1106FR00F099	119.9 m³/sec	29.9 m³/sec	19.6 m³/sec
	EL1106FR00F169	367.9 m³/sec	105.9 m³/sec	72.2 m³/sec
	EL1106FR00F111	151.7 m³/sec	47.2 m³/sec	33.3 m³/sec
	EL1106FR00F095	70.8 m³/sec	18.4 m³/sec	12.2 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος (πλευρικά)	Normal depth (0.002505)		
	Έξοδος (κατάντη)	Normal depth (0.002505)		



Σχήμα 5-16: Γεωμετρία Μοντέλου «J2_J7»

Χ.Θ. 60+000 έως Χ.Θ. 73+000 και ρέμα Φλαμούρι

Στους οικισμούς της ευρύτερης περιοχής δεν έχουν παρατηρηθεί ιστορικές πλημμύρες.

Στο συγκεκριμένο κομμάτι φαίνεται ότι τα αναχώματα γενικά περίξ του ποταμού προστατεύουν τις γύρω περιοχές, με το βόρειο τμήμα να μην κατακλύζεται ενώ στο νότιο τμήμα να σημειώνεται σε πολλά σημεία υπερχειλίση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$, η πλημμύρα παροχετεύεται πλήρως για το κύριο ρου του Στρυμόνα και για το ρέμα Φλαμούρι φαίνεται να μην παρουσιάζει πλημμύρες λόγω του ότι είναι διευθετημένο με ένα μικρό τμήμα να υπερχειλίζει καλλιεργήσιμες εκτάσεις μεταξύ των οικισμών Βέργη και Σησαμία χωρίς να τους επηρεάζει.

Για τις περιόδους επαναφοράς $T=100$ και $T=1000$, η εικόνα επιδεινώνεται με εκτεταμένη κατάκλιση να παρατηρείται στο νότιο τμήμα με υπερχειλίση του αναχώματος επηρεάζοντας μεγάλο μέρος της πεδινής έκτασης και καλλιέργειες, δημιουργώντας μια ζώνη πλάτους 3 km, με βάθη ροής έως 2 m. Η πλημμύρα διαχέεται εντός του παρόχθιου οικισμού Δημητρίτσιο και στα όρια του οικισμού Άμπελοι χωρίς όμως να τον επηρεάζει.

Για το ρέμα Φλαμπούρι, για περίοδο επαναφοράς $T=100$ παρουσιάζει παρόμοια εικόνα με την $T=50$ όπου δεν υπάρχει κατάκλυση. Για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$, η εικόνα επιδεινώνεται με εκτεταμένη κατάκλυση να παρατηρείται στο ανάντη τμήμα του κατακλύζοντας πεδινές και καλλιεργήσιμες περιοχές, όπως και καθολικά τον οικισμό Σησαμία και εν μέρει τον οικισμό Βέργη. Επίσης η πλημμύρα φθάνει στα όρια του οικισμού Αγία Παρασκευή χωρίς όμως να τον επηρεάζει.

Χ.Θ. 73+000 έως Χ.Θ. 84+500 και συμβαλλόμενο ρέμα στη Χ.Θ. 75+100 και ρέμα Χρυσorroής συμβαλλόμενο στη Χ.Θ. 84+500 και ρέμα Κλεφτόλακκος συμβαλλόμενο στη Χ.Θ. 84+600

Ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν παρατηρηθεί στις 16/11/2007 στο Δήμο Στρυμόνα, στις 28/06/2018 στην κοινότητα Θερμών και στις 09/06/2006 και 18/06/2014 στην κοινότητα Νιγρίτα.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ και $T=100$, δεν παρατηρείται πλημμυρική κατάκλυση στα ρέματα Χρυσorroής και Κλεφτόλακκος και στο �έμα που συμβάλλει στη Χ.Θ. 75+000 (J5) καθώς είναι διευθετημένα σε μεγάλο κομμάτι, με μόνο μια μικρή ζώνη κατάκλυσης, πλάτους 1500m, να παρατηρείται στο �έμα που συμβάλλει στη Χ.Θ. 75+000 (J5) στην περιοχή συμβολής του με το Στρυμόνα. Τα βάθη ροής κυμαίνονται από 0-2 m.

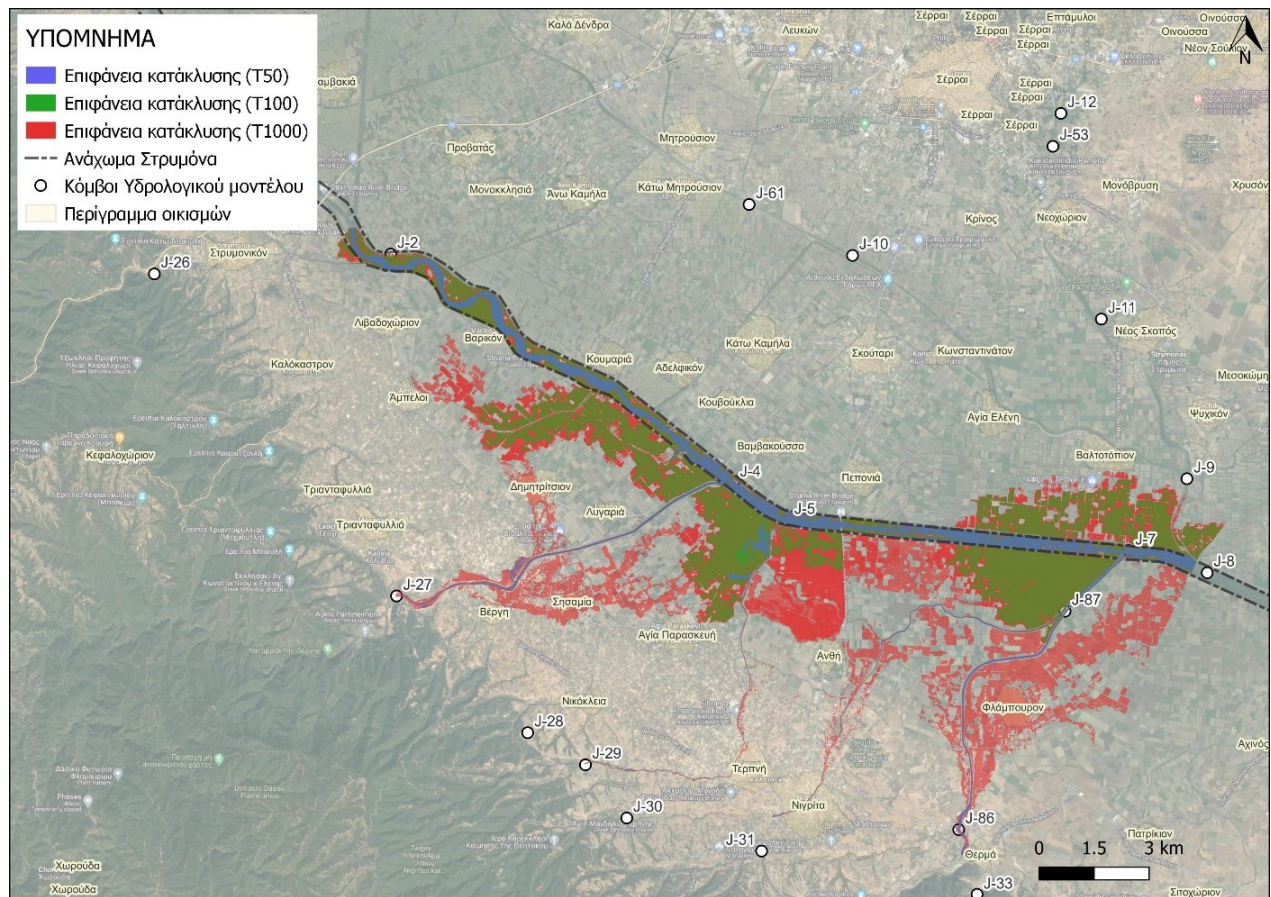
Στο κύριο ρου του Στρυμόνα, στο συγκεκριμένο κομμάτι φαίνεται ότι για την περίοδο επαναφοράς $T=50$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, τα αναχώματα πέριξ του ποταμού προστατεύουν πλήρως τις γύρω περιοχές χωρίς να παρατηρούνται υπερπηδήσεις.

Για την περίοδο επαναφοράς $T=100$, η εικόνα επιδεινώνεται με το ανάχωμα να μην φαίνεται να παροχετεύει την πλημμύρα προκαλώντας εκτεταμένη κατάκλυση από υπερπήδηση εκατέρωθεν του ποταμιού επηρεάζοντας πεδινές και καλλιεργήσιμες εκτάσεις, σε μια ζώνη πλάτους 1 km, με βάθη ροής 0.5-1m.

Η εικόνα επιδεινώνεται περαιτέρω κατά την μοντελοποίηση της $T=1000$, όπου με βάση την προσομοίωση, παρουσιάζονται σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα σε μεγαλύτερη έκταση σε σχέση με πριν. Η ζώνη κατάκλισης εκατέρωθεν του Στρυμόνα έχει πλάτος περί τα 2 km, με βάθη ροής 1-2 m. Η πλημμύρα στο ανάντη νότιο τμήμα του Στρυμόνα φτάνει μέχρι τους οικισμούς Αγία Παρασκευή και Ανθή χωρίς όμως να τους επηρεάζει, όπως και στον οικισμό Βαλτοτόπιο στο κατάντη τμήμα του. Πλημμυρικά φαινόμενα παρουσιάζονται και στα ρέματα Χρυσorroής και Κλεφτόλακκος όπου η πλημμύρα φτάνει μέχρι τον οικισμό Φλάμπουρο τον οποίο και κατακλύζει, ωστόσο τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα (<0.5m). Επίσης, οι κοινότητες Τερπίνη, Νιγρίτα και Θερμών φαίνεται σύμφωνα με τη μοντελοποίηση να μην επηρεάζονται σε καμία περίοδο επαναφοράς.

Πίνακας 5.15: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J2_J7»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	8.17
T = 100	33.96
T = 1000	70.13



Σχήμα 5-17: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J2_J7»

Επιπλέον σενάρια υδραυλικής προσομοίωσης

Όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 5.1 και αναλύθηκε για το ανάντη μοντέλο «J3_J2», πέραν του Βασικού σεναρίου, για μια σειρά μοντέλων του κυρίως ρου του π. Στρυμόνα λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας που απορρέει από την συμμετοχή της Λ. Κερκίνης και τις διαθέσιμες πληροφορίες από ιστορικές πλημμύρες, εξετάστηκαν επιπλέον σενάρια υδραυλικής προσομοίωσης για την τελική ρύθμιση των μοντέλων και εν τέλει τη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων με κριτήριο την κατά το δυνατόν επαλήθευση των μοντέλων σε επί το δυσμενέστερο ρεαλιστικές συνθήκες προσομοίωσης.

Σε συνέχεια της ανάλυσης που προηγήθηκε στο ανάντη μοντέλο «J3_J2», στα πλαίσια ρύθμισης του Μοντέλου «J2_J7», εξετάστηκε με επιπλέον σενάρια η διαχείριση της λειτουργίας του φράγματός Λιθοτόπου και εν προκειμένω η ελεγχόμενη εκροή μέσω των θυροφραγμάτων σε αντιστοίχιση με τα «θεωρητικά» σενάρια ακραίων φαινομένων χαμηλής (περίοδος επαναφοράς 1.000 χρόνια) και μέσης πιθανότητας (περίοδος επαναφοράς 100 χρόνια) και επιλέχθηκε η θεώρηση μέγιστης πιθανότητας («EXTREME» σενάριο) θερινής πλημμύρας σύμφωνα με τις παραδοχές που υιοθετήθηκαν στο ανάντη μοντέλο «J3_J2».

Για τη ρύθμιση του μοντέλου «J2_J7» για το «EXTREME» σενάριο έγινε χρήση των αποτελεσμάτων (χρονοσειρά παροχής) στην «έξοδο» του μοντέλου «J3_J2» ως ανάντη οριακής συνθήκης στον κόμβο J2 και συνοψίζεται ως εξής:

- για περίοδο επαναφοράς $T=100$ επιλέχθηκε ως ανάντη οριακή συνθήκη η χρονοσειρά παροχής στην «έξοδο» του μοντέλου «J3_J2» όπως προέκυψε από την υδραυλική διόδευση (με το λογισμικό HEC-RAS) της σταθερής παροχής εκροής από τη λίμνη $800 \text{ m}^3/\text{s}$
- για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ επιλέχθηκε ως ανάντη οριακή συνθήκη η χρονοσειρά παροχής στην «έξοδο» του μοντέλου «J3_J2» όπως προέκυψε από την υδραυλική διόδευση (με το λογισμικό HEC-RAS) της σταθερής παροχής από τη λίμνη $1100 \text{ m}^3/\text{s}$

Για την τελική διαμόρφωση Χαρτών στην περιοχή του μοντέλου «J2_J7» πραγματοποιήθηκε υπέρθεση των αποτελεσμάτων των σεναρίων «Βασικό» και «EXTREME» (για κάθε εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς $T100$, $T1000$) με χρησιμοποίηση των μεγίστων σε περιοχές επικάλυψης.

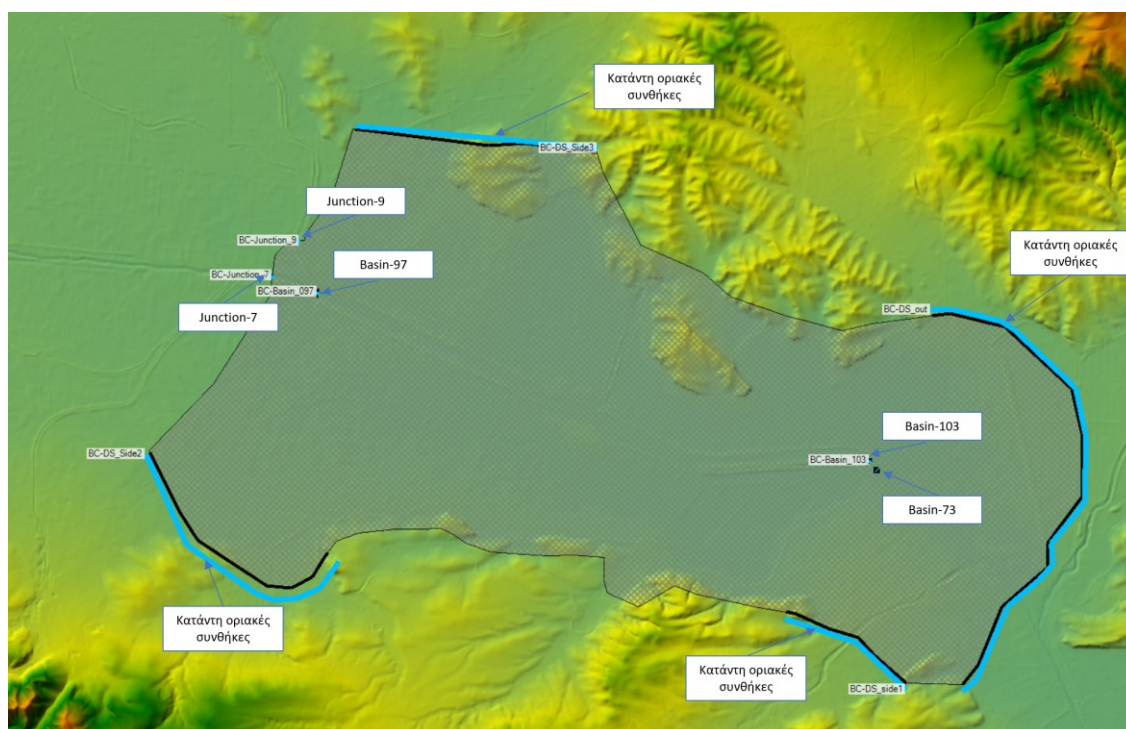
iv. Μοντέλο: «J7_J9_J21», Υδατορεύματα: Ρου Στρυμόνα, κατάντη Λίμνης Κερκίνης από συμβολή με π. Μπέλιτσα μέχρι συμβολή με π. Αγγίτη

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.16: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J7_J9_J21»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J7_J9_J21»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J7	1920.6 m³/sec	460.6 m³/sec	355.7 m³/sec
	J9	2375.7m³/sec	655.8 m³/sec	449.6 m³/sec
	EL1106FR00F073	315.5 m³/sec	128.4 m³/sec	95.9 m³/sec
	EL1106FR00F097	26.1 m³/sec	11.1 m³/sec	8.4 m³/sec
	EL1106FR00F103	370.5 m³/sec	154.7 m³/sec	116 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος (πλευρικά)	Normal depth (0.0024)		

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J7_J9_J21»		
	Έξοδος (πλευρικά)	Normal depth (0.0024)
	Έξοδος (πλευρικά)	Normal depth (0.0094)
	Έξοδος (κατάντη)	Normal depth (0.000469)



Σχήμα 5-18: Γεωμετρία μοντέλου «J7_J9_J21»

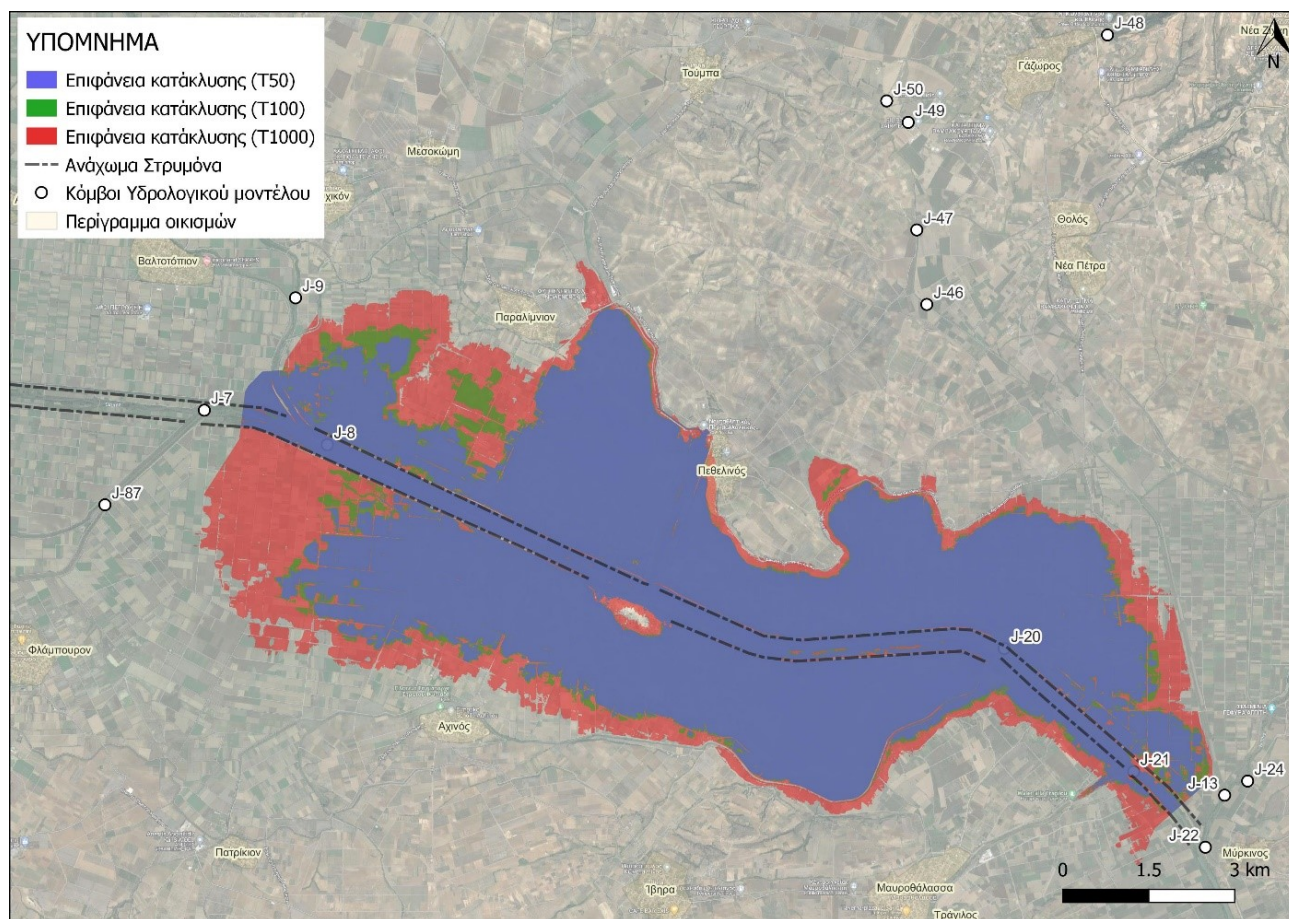
X.Θ. 84+500 έως X.Θ. 104+000

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες έχουν καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή στις 28/06/1957 στο Παραλίμνιο Σερρών και στις 08/12/1966 στον Αχινό Σερρών, και ιδιαίτερα στις πιο πρόσφατες πλημμύρες του Μαρ/Απρ 2015 και 28/06/2018, που επηρέασαν το σύνολο των παρόχθιων οικισμών στο τμήμα αυτό. Η αιτία εμφάνισης των πλημμυρικών φαινομένων είναι η υπερχειλίση των ρεμάτων και οι μηχανισμοί αστοχίας των αναχωμάτων.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως ακόμα και για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ χρόνια παρουσιάζονται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα στο συγκεκριμένο τμήμα του Στρυμόνα, πλάτους τουλάχιστον 5 km και καλύπτονται όλες οι πεδινές εκτάσεις και καλλιέργειες. Τα βάθη ροής ξεπερνάνε τα 2 m, στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής κατάκλισης. Η πλημμύρα φτάνει μέχρι τους οικισμούς Παραλίμνιο, Αχινό και Πεθελίνο χωρίς όμως να τους επηρεάζει. Παρόμοια εικόνα αποτυπώνεται και στις περιόδους $T=100$ και 1000 χρόνια με μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιεργειών να πλημμυρίζουν και βάθη ροής μεγαλύτερα από 2 m. Ειδικά για $T=1000$ αυξημένη κατάκλυση εμφανίζεται στη συμβολή του Στρυμόνα με τον Π. Μπέλιτσα. Από την πλημμύρα για $T=1000$ επηρεάζεται εν μέρει το δυτικό τμήμα του οικισμού Πεθελινού.

Πίνακας 5.17: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J7_J9_J21»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	60.84
T = 100	65.30
T = 1000	86.16

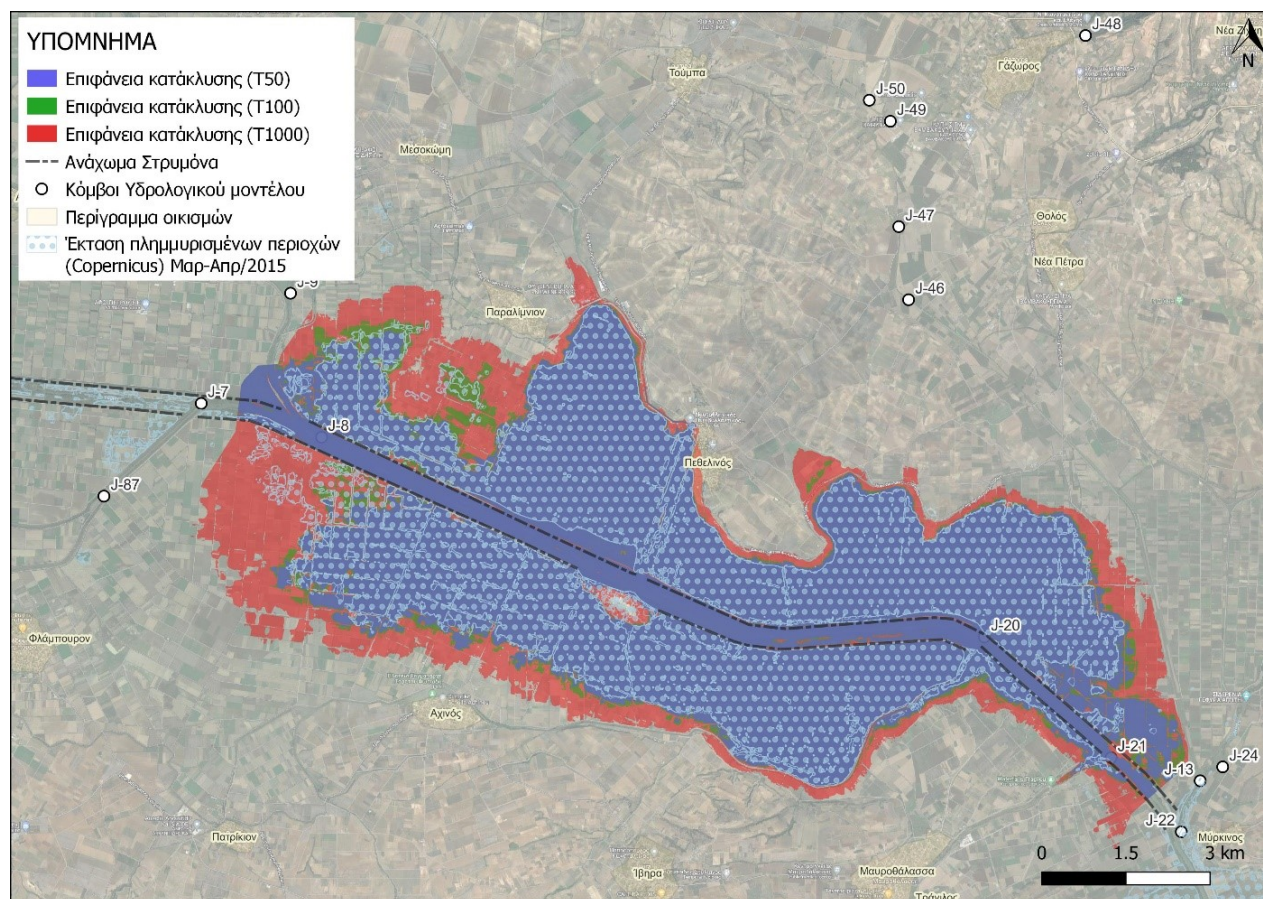


Σχήμα 5-19: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J7_J9_J21»

Πλημμύρες Μαρ/Απρ 2015

Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα καταστροφικά πλημμυρικά φαινόμενα του Μαρ/Απρ 2015 που είχαν ως αποτέλεσμα ο νομός Σερρών να τεθεί σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης με περισσότερα από 40.000 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης να μετατρέπονται σε απέραντη λίμνη. Κατά τη διάρκεια των φαινομένων τα αναχώματα σε Θολό και Μαυροθάλασσα υπέστησαν θραύση. Στο παρακάτω σχήμα παρατίθενται εικόνες από τον Δορυφόρο Sentinel-1 του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA), και τον Δορυφόρο Landsat 8 της NASA και του Γεωλογικής Υπηρεσίας των Ηνωμένων Πολιτειών καθώς και από την Υπηρεσία Χαρτογράφησης του Προγράμματος Κοπέρνικος (Copernicus), που κατέγραψαν την κατακλυσθείσα έκταση σε αντιπαράθεση με τα αποτελέσματα του μοντέλου στην περιοχή αυτή. Παρόλο που η προσομοίωση δεν υιοθέτησε θραύση των αναχωμάτων, η εικόνα καταγράφει ικανοποιητική ταύτιση της

δορυφορικής απεικόνισης με τα αποτελέσματα του μοντέλου για $T=100$, υποδεικνύοντας την ήδη χαμηλή παροχετευτικότητα του ποταμού και των ευπαθών αναχωμάτων στο τμήμα αυτό.



Σχήμα 5-20: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Μοντελοποίησης «J7_J9_J21» με ιστορική πλημμύρα Μαρ-Απρ/2015 (COPERNICUS)

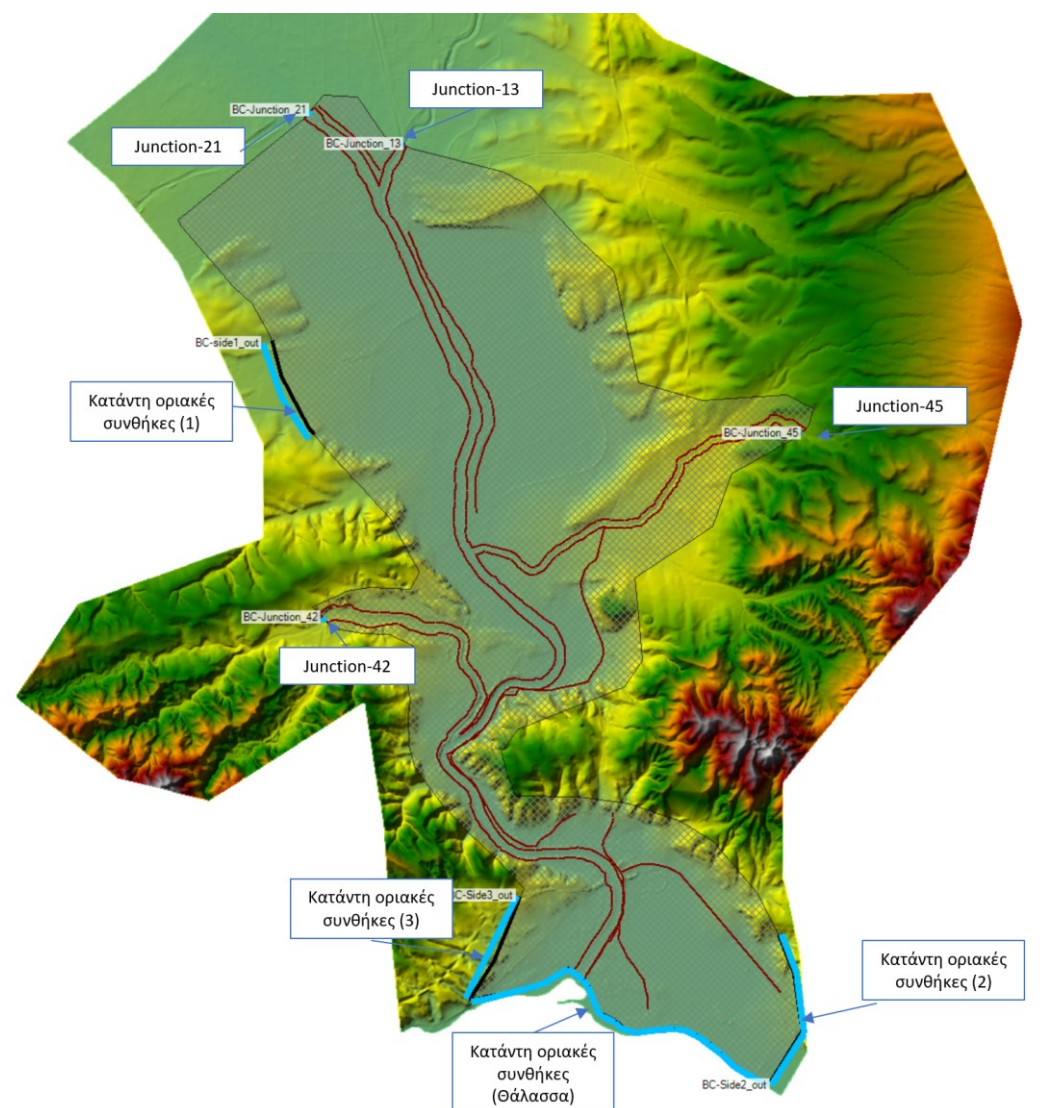
ν. Μοντέλο: «J21_SINK1», Υδατορεύματα: Ρου Στρυμόνα, κατάντη Λίμνης Κερκίνης από συμβολή με π. Αγγίτη μέχρι την εκβολή

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.18: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J21_SINK1»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J21_SINK1»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J21_SINK1»				
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J21	4572.6 m³/sec	1205 m³/sec	857.1 m³/sec
	J13	4379.1 /sec	1874.2 m³/sec	1333.4 m³/sec
	J45	152.7 m³/sec	31.4 m³/sec	19.3 m³/sec
	J42	170.9 m³/sec	12.5 m³/sec	9.4 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος (πλευρικά 1)	Normal depth (0.01102)		
	Έξοδος (πλευρικά 2)	Normal depth (0.01102)		
	Έξοδος (πλευρικά 3)	Normal depth (0.01102)		
	Έξοδος (Θάλασσα)	Stage Hydrograph (stage=0)		



Σχήμα 5-21: Γεωμετρία μοντέλου «J21_SINK1»

Χ.Θ. 100+000 έως Χ.Θ. 111+000

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν εμφανιστεί στους οικισμούς Μαυροθάλασσα στις 11/01/1955 και 28/06/2018, στο Δήμο Ευκαρπίας στις 26/12/1994, στην κοινότητα Τραγίλου στις 28/06/2018 αλλά ιδιαίτερα και στις καταστροφικές πλημμύρες του Μαρ/Απρ 2015, που επηρέασαν το σύνολο των παρόχθιων περιοχών στο τμήμα αυτό.

Στο συγκεκριμένο κομμάτι είναι η συμβολή του Στρυμόνα ποταμού με τον Αγγίτη ποταμό και το Θολόρρεμα, συνεπώς παρατηρούνται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα σε όλες τις περιόδους επαναφοράς. Η εξάπλωση της πλημμύρας επηρεάζεται από την μη ύπαρξη αναχωμάτων.

Η πλημμύρα, πλάτους περί τα 3 km, κατακλύζει όλες τις πεδινές εκτάσεις και τις καλλιέργειες ανάμεσα στη συμβολή των ποταμών και εκατέρωθεν του ποταμού στο κατάντη τμήμα της συμβολής. Σημειώνονται πολύ μεγάλα βάθη ροής(>2m), σχεδόν σε όλη την κατακλυζόμενη έκταση. Παρόμοια φαινόμενα πλημμυρικής κατάκλυσης, με μεγαλύτερα βάθη ροής παρατηρούνται στις περιόδους επαναφοράς T=100 και 1000 χρόνια.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, η πλημμύρα φτάνει μέχρι τον οικισμό Μύρκινο και τον επηρεάζει εν μέρει στο δυτικό του τμήμα στις περιόδους επαναφοράς $T=100$ και 1000 χρόνια. Η πλημμύρα δεν επηρεάζει κάποιον άλλον από τους γειτονικούς οικισμούς όπως τον Τράγιλο, τη Μαυροθάλασσα ή την Ευκαρπία παρά μόνο αγροτικές εκτάσεις.

Χ.Θ. 111+000 έως Χ.Θ. 116+000 και ρέμα Καστρόλακκας συμβαλλόμενο στη Χ.Θ. 115+800 και ρέμα Αγίας Παρασκευής συμβαλλόμενο στη Χ.Θ. 111+000

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στις 16/11/2007 και στις 10/02/2010 στην Αμφίπολη και στις 11/06/1986 και στις 05/02/1988 στην Παλαιοκώμη.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ και $T=100$, παρουσιάζεται πλημμύρα πλάτους 1 km , στο συγκεκριμένο κομμάτι του Στρυμόνα που καλύπτει τις πεδινές εκτάσεις εκατέρωθεν του ποταμού. Τα βάθη ροής είναι πάνω από 2 m σε όλη την έκταση που κατακλύζεται. Στα ρέματα Καστρόλακκας και Αγία Παρασκευή, η πλημμύρα περιορίζεται εντός της κοίτης.

Μεγαλύτερα πλημμυρικά φαινόμενα παρουσιάζονται για $T=1000$ χρόνια στο τμήμα του Στρυμόνα, με εμφανώς μεγαλύτερα βάθη ροής. Στο ρέμα Αγίας Παρασκευής η πλημμύρα πλάτους περίπου 200m , φτάνει μέχρι τον οικισμό Παλαιοκώμη, χωρίς όμως να τον επηρεάζει. Τα βάθη ροής, στο υπόψιν τμήμα παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα ($<0.5\text{m}$). Επίσης δεν πλημμυρίζουν οι οικισμοί Νέα Μεσολακκιά και Αμφίπολη. Δεν επηρεάζεται ο αρχαιολογικός χώρος του λόφου Καστά στην περιοχή της Αρχαίας Αμφίπολης.

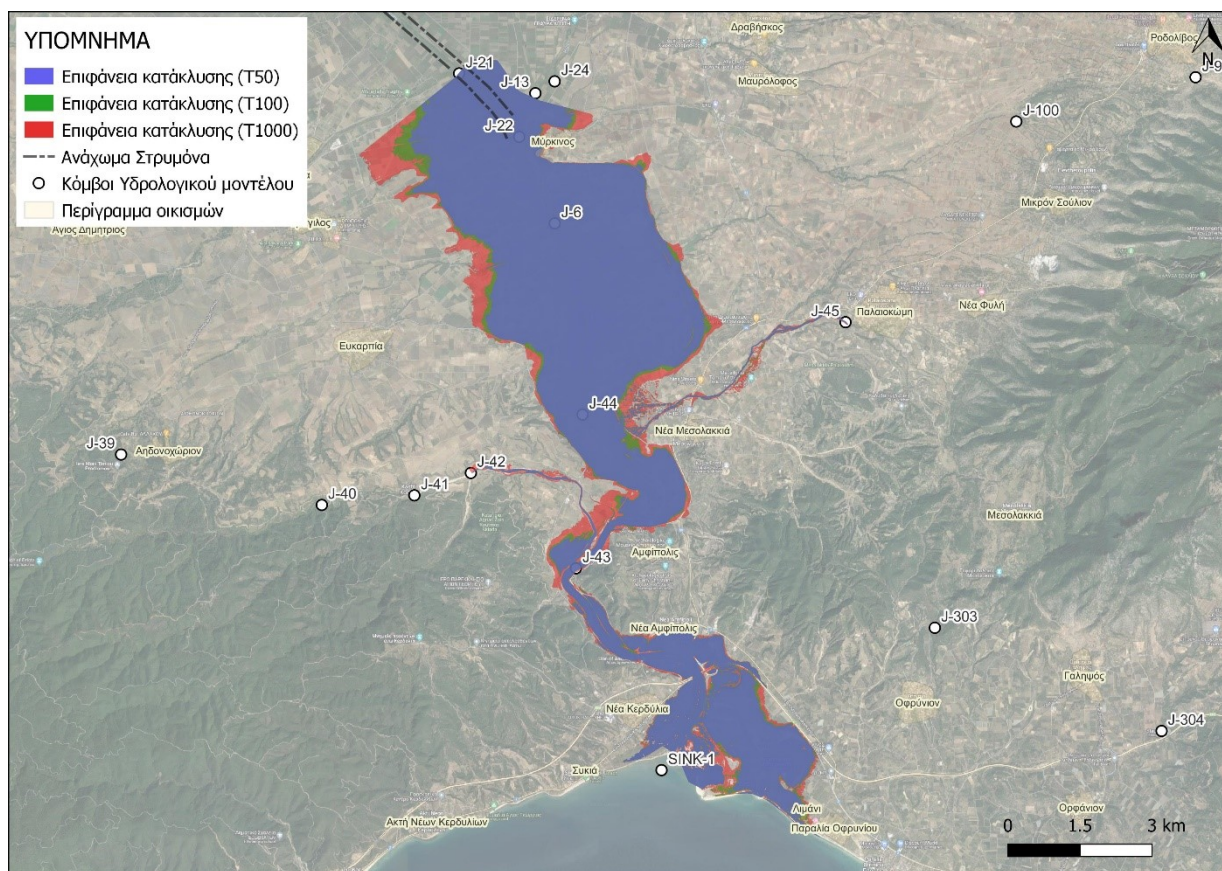
Χ.Θ. 116+000 έως Χ.Θ. 122+000

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στις 16/11/2007 και στις 10/02/2010 στην Αμφίπολη Σερρών. Το τελευταίο τμήμα της κοίτης του Στρυμόνα μετά τη συμβολή του με τον Αγγίτη μέχρι τις εκβολές του (περιοχή της Αμφίπολης) εμφανίζει σχεδόν μηδαμινές ή και αρνητικές υψομετρικές διαφορές, οι οποίες είναι ευάλωτες σε πλημμυρικά φαινόμενα.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για όλες τις περιόδους επαναφοράς παρουσιάζονται παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα στην εκβολή του ποταμού Στρυμόνα. Η περιοχή που κατακλύζεται, σχήματος δέλτα και πλάτους περίπου 3 km , εμφανίζει μεγάλα βάθη ροής ($>2\text{m}$) τα οποία μειώνονται, λίγο πριν ο Στρυμόνας εκβάλει στη θάλασσα. Πλημμυρίζουν όλα τα παραλιακά τμήματα που περιβάλλονται από την Ε.Ο. Θεσσαλονίκης – Καβάλας. Η πλημμύρα δεν επηρεάζει τον παραλιακό οικισμό Νέα Κερδύλια, ούτε τη Νέα Αμφίπολη. Φτάνει μέχρι την παραλία Οφρυνίου χωρίς όμως να τον επηρεάζει, πλημμυρίζει όμως το λιμάνι σε όλες τις περιόδους επαναφοράς.

Πίνακας 5.19: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J21_SINK1»

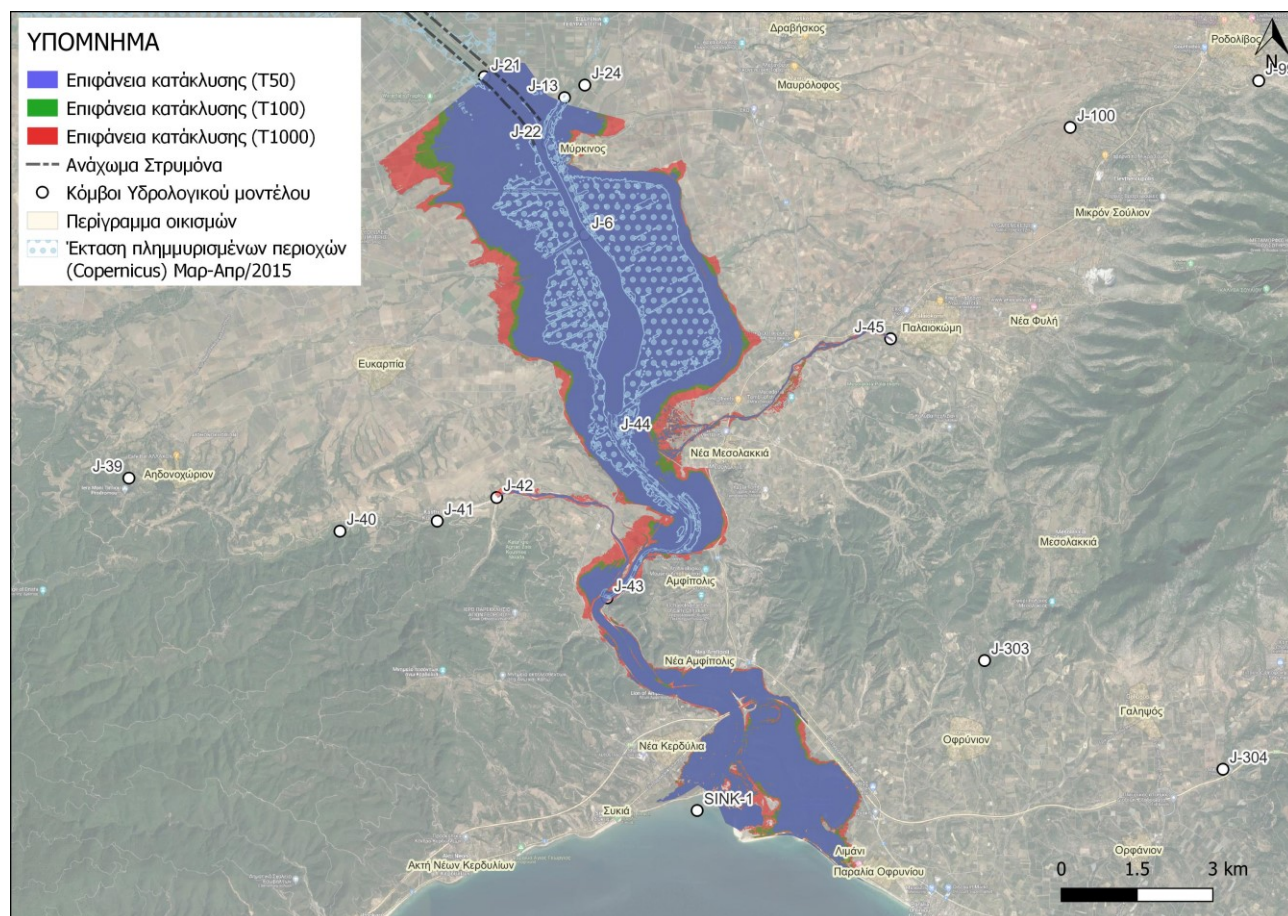
Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
T=50	35.64
T = 100	37.68
T = 1000	42.93



Σχήμα 5-22: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J21_SINK1»

Πλημμύρες Μαρ/Απρ 2015

Όπως και στο προηγούμενο ανάντη μοντέλο «J7_J9_J21», ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα καταστροφικά πλημμυρικά φαινόμενα του Μαρ/Απρ 2015 που επηρέασαν και το τμήμα αυτό μέχρι τα στενά της Αμφίπολης. Στο παρακάτω σχήμα παρατίθενται εικόνες από τις δορυφορικές σε αντιπαράθεση με τα αποτελέσματα του μοντέλου στην περιοχή αυτή. Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα του μοντέλου στο τμήμα αυτό δείχνουν αισθητά μεγαλύτερη κατάκλυση σε σύγκριση με τη δορυφορική απεικόνιση ακόμα και για περίοδο επαναφοράς $T=50$. Λαμβάνοντας υπόψη την σχεδόν ταύτιση των αποτελεσμάτων και των δορυφορικών απεικονίσεων στο ανάντη μοντέλο, συμπεραίνουμε ότι στην πλημμύρα του 2015 δεν υπήρχε συνεισφορά από τις απορροές του Αγγίτη αλλά και του Θολορρέματος δευτερευόντως.



Σχήμα 5-23: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Μοντελοποίησης «J21_SINK1» με ιστορική πλημμύρα Μαρ-Απρ/2015 (COPERNICUS)

5.4.4.2 Ρέματα που συμβάλουν στο Στρυμόνα

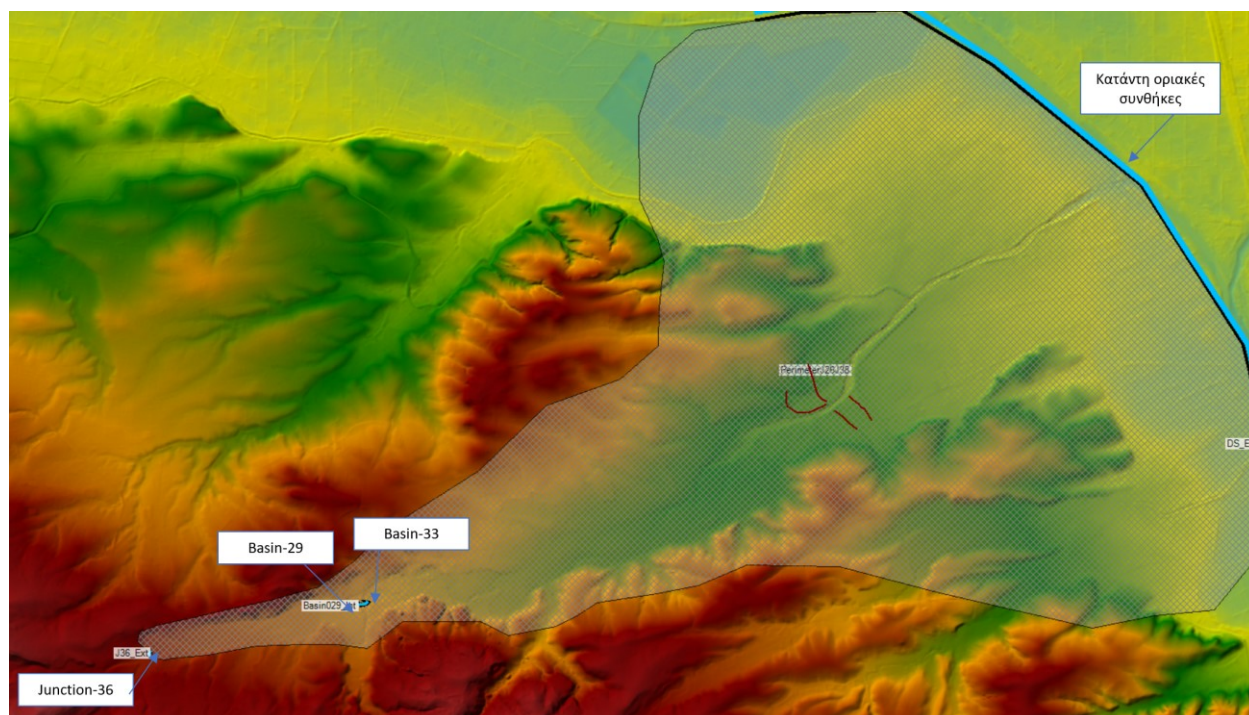
ι. Μοντέλο: « J38_J21», Υδατορεύματα: ρ. Εζιόβης

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.20: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J38_J21»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J38_J21»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	72h	72h	72h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 1.17 sec)	Adaptive (minimum 2.3 sec)	Adaptive (minimum 2.3 sec)

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J38_J21»				
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J36	274.1 m³/sec	24.7 m³/sec	11.9m³/sec
	EL1106FR00F029	102 m³/sec	14 m³/sec	7.3 m³/sec
	EL1106FR00F033	96 m³/sec	20.7 m³/sec	12.6 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος	Normal depth (0.002)		



Σχήμα 5-24: Γεωμετρία μοντέλου «J38_J21»

Εξιόβης ρέμα (συμβαλλόμενος στη Χ.Θ.103+000)

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στις 11/01/1955 και στις 05/12/2002 στη Μαυροθάλασσα Σερρών και στην ευρύτερη περιοχή στις 24/12/1994 και στις

03/12/2002 στα Ίβηρα. Επιπλέον, σημαντικές πλημμύρες στις τοπικές κοινότητες Τραγίλου και Αγίου Δημητρίου έλαβαν χώρα στις 28/06/2023.

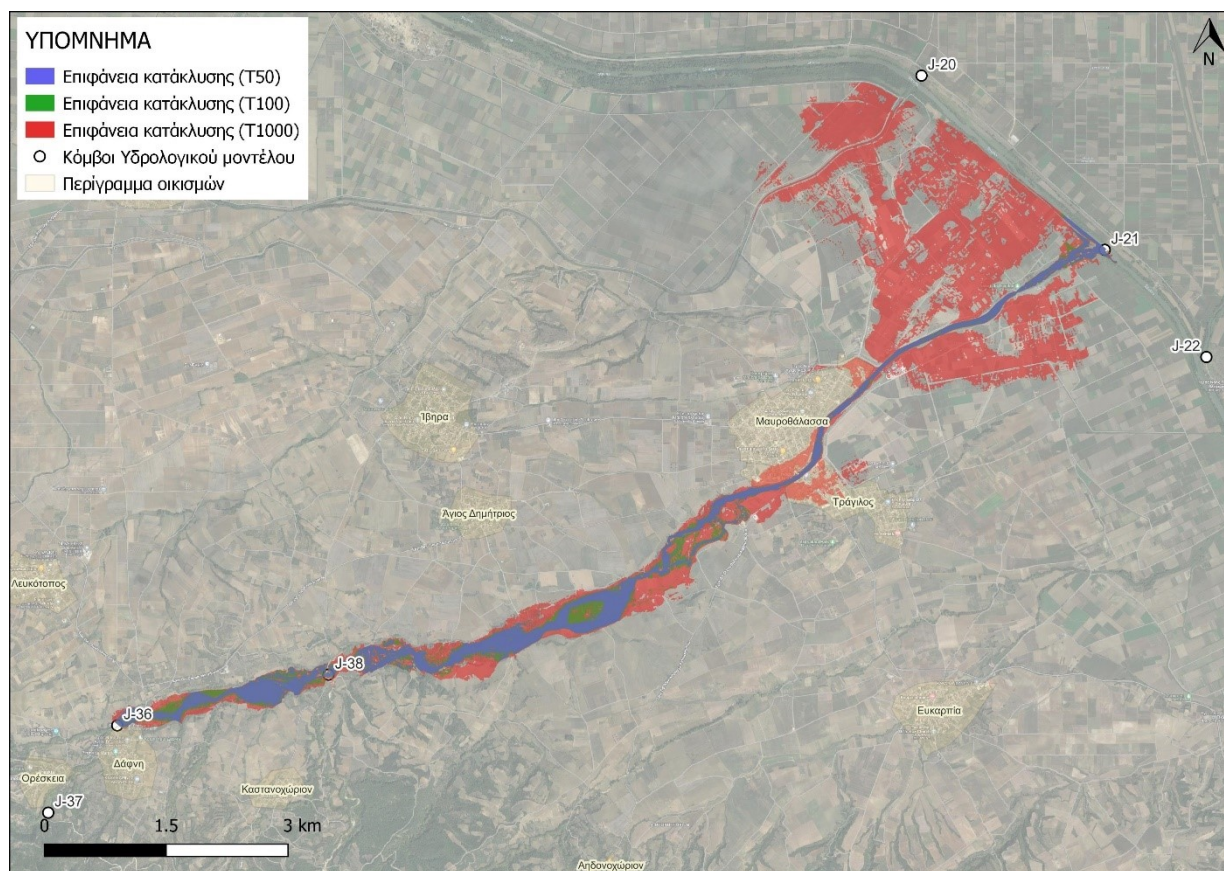
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ και $T=100$ έτη, παρουσιάζονται μικρής έκτασης πλημμυρικά φαινόμενα στο ρέμα Εζιόβης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κομμάτι του ρέματος που ξεκινάει από τον οικισμό Μαυροθάλασσα είναι διευθετημένο και η ροή περιορίζεται στην κοίτη. Στο ανάντη τμήμα του ρέματος, η πλημμύρα φαίνεται ότι ξεφεύγει της κοίτης, σε μια ζώνη πλάτους 200m, η οποία αποτελεί επί της ουσίας την πλημμυρική κοίτη τους ρέματος. Τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα ($<0.5\text{m}$)

Η εικόνα επιδεινώνεται σε μικρό βαθμό κατά την μοντελοποίηση για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη. Παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα σε μεγαλύτερη έκταση στο τμήμα που δεν είναι διευθετημένο, όπου δημιουργείται μια ζώνη κατάκλυσης 400m και επηρεάζονται σε μικρό βαθμό οι οικισμοί Τράγιλος και Μαυροθάλασσα. Τα βάθη ροής, εκτός της κοίτης κυμαίνονται από 0.5-1 m. Επιπλέον, κατάντη του οικισμού Μαυροθάλασσας το ρέμα φαίνεται να υπερχειλίζει με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι εκεί καλλιέργειες έως και την συμβολή του ρέματος με τον ποταμό Στρυμόνα, και η πλημμυρική έκταση που δημιουργείται έχει πλάτος 3 km, ωστόσο τα βάθη ροής είναι πολύ μικρά ($<0.5\text{m}$)

Τέλος, με βάση την προσομοίωση φαίνεται να επηρεάζεται το δημοτικό στάδιο και το Γενικό Λύκειο Μαυροθάλασσας.

Πίνακας 5.21: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J38_J21»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
T=50	1.71
T = 100	2.31
T = 1000	9.72



Σχήμα 5-25: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J38_J21»

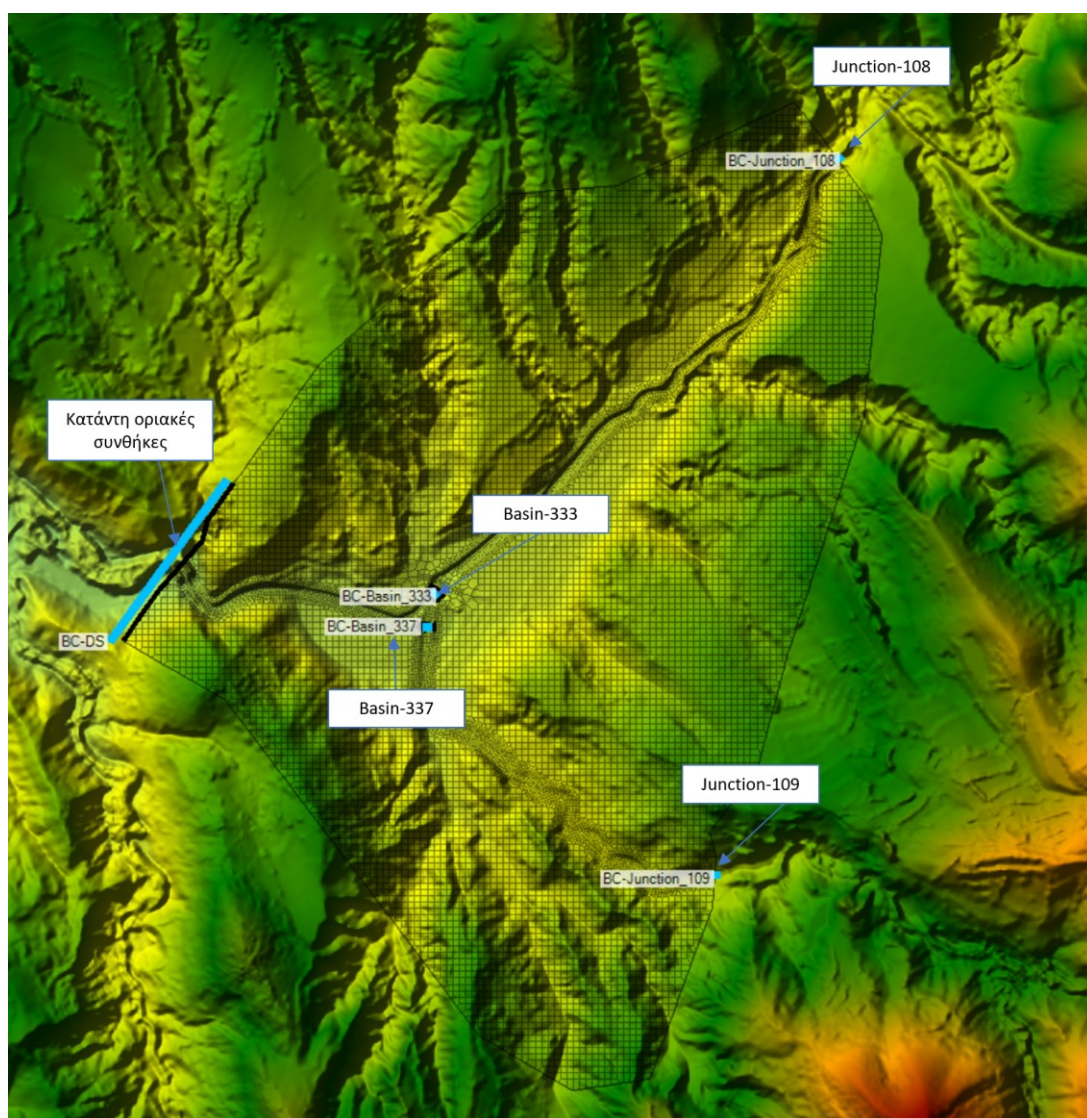
ii. Μοντέλο: «J108_J109_J111», Υδατορεύματα: π. Κρουσοβίτης

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.22: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J108_J109_J111»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J108_J109_J111»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	24h	24h	24h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 0.87 sec)	Adaptive (minimum 0.87 sec)	Adaptive (minimum 0.87 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες			
Βασική ροή	0.00 m ³ /sec		

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J108_J109_J111»				
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J108	1151.1 m ³ /sec	297.7 m ³ /sec	197.2 m ³ /sec
	J109	50 m ³ /sec	14.5 m ³ /sec	10.4 m ³ /sec
	EL1106FR00F333	52.3 m ³ /sec	16.8 m ³ /sec	12.5 m ³ /sec
	EL1106FR00F337	19.2 m ³ /sec	10 m ³ /sec	8.4 m ³ /sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος	Normal depth (0.003373)		



Σχήμα 5-26: Γεωμετρία μοντέλου «J108_J109_J111»

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες δεν έχουν καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή.

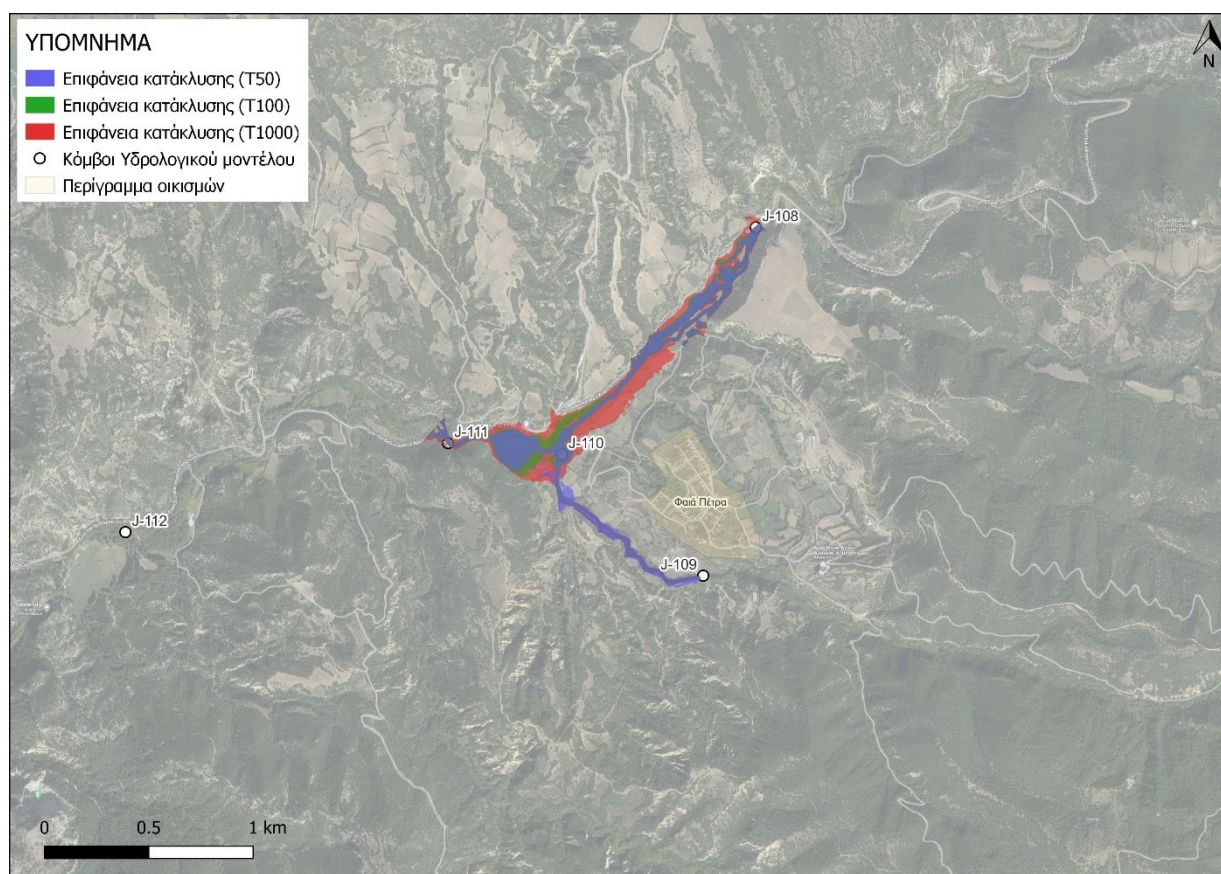
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$ δεν παρουσιάζονται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα εκατέρωθεν του ρέματος που να επηρεάζουν κρίσιμους αποδέκτες.

Στην περίοδο $T=1000$ τα πλημμυρικά φαινόμενα παραμένουν παρόμοια με μια πιο έντονη κατάκλυση, πλάτους 300 m, να εμφανίζεται στην πεδινή περιοχή ανάντη της συμβολής (J110). Τα βάθη ροής, στην περιοχή κατάκλισης είναι μεγάλα ($>2\text{m}$).

Και στις τρεις περιόδους επαναφοράς ο οικισμός Φαιά Πέτρα δεν φαίνεται να κινδυνεύει, ενώ το ο επαρχιακός οδικός άξονας Σιδηροκάστρου – Άνω Βροντού φαίνεται να πλήττεται στο μεγαλύτερο μήκος του.

Πίνακας 5.23: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J108_J109_J111»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
T=50	0.16
T = 100	0.17
T = 1000	0.30



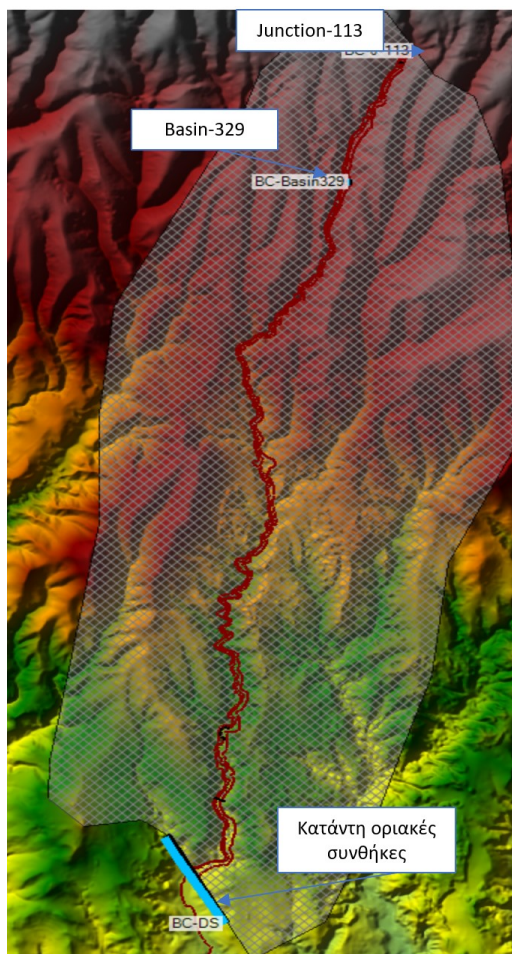
Σχήμα 5-27: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J108_J109_J111»

iii. Μοντέλο: «J113_J114», Υδατορεύματα: ρ. Ερυθρόρρεμα

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.24: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J113_J114»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J113_J114»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		54h	54h	54h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		0.5 sec	0.5 sec	0.5 sec
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J113	67 m³/sec	25.4 m³/sec	19.3 m³/sec
	EL1106FR00F329	5.5 m³/sec	0.9 m³/sec	0.6 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος	Normal depth (0.076539)		



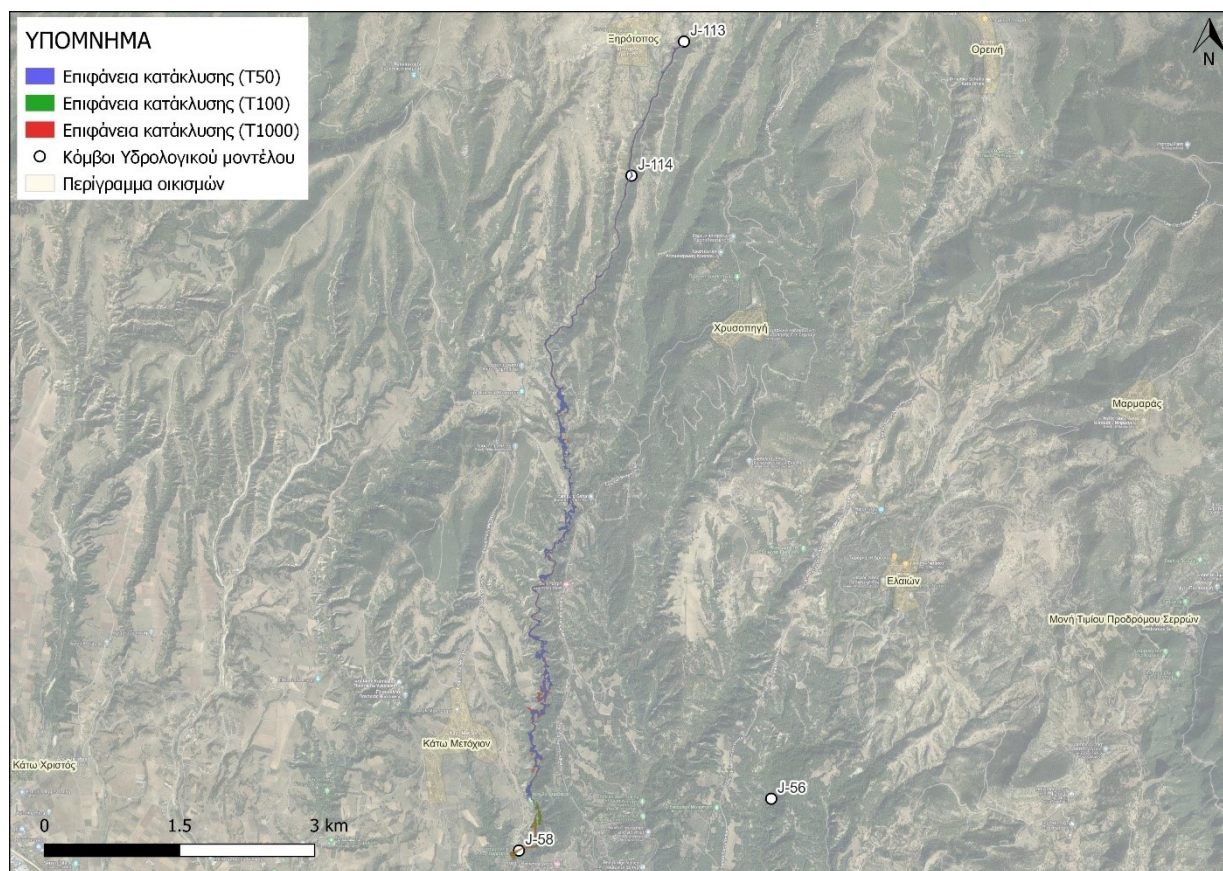
Σχήμα 5-28: Γεωμετρία μοντέλου «J113_J114»

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες δεν έχουν καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως και στις τρεις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$, $T=1000$ δεν παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα καθώς λόγω των έντονων κλίσεων η ροή φαίνεται να παραμένει εντός κοίτης. Επίσης, οι οικισμοί Ξηρότοπος και Κάτω Μετόχιον φαίνεται να μην επηρεάζονται.

Πίνακας 5.25: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J113_J114»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
$T=50$	0.21
$T=100$	0.25
$T=1000$	0.32



Σχήμα 5-29: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J113_J114»

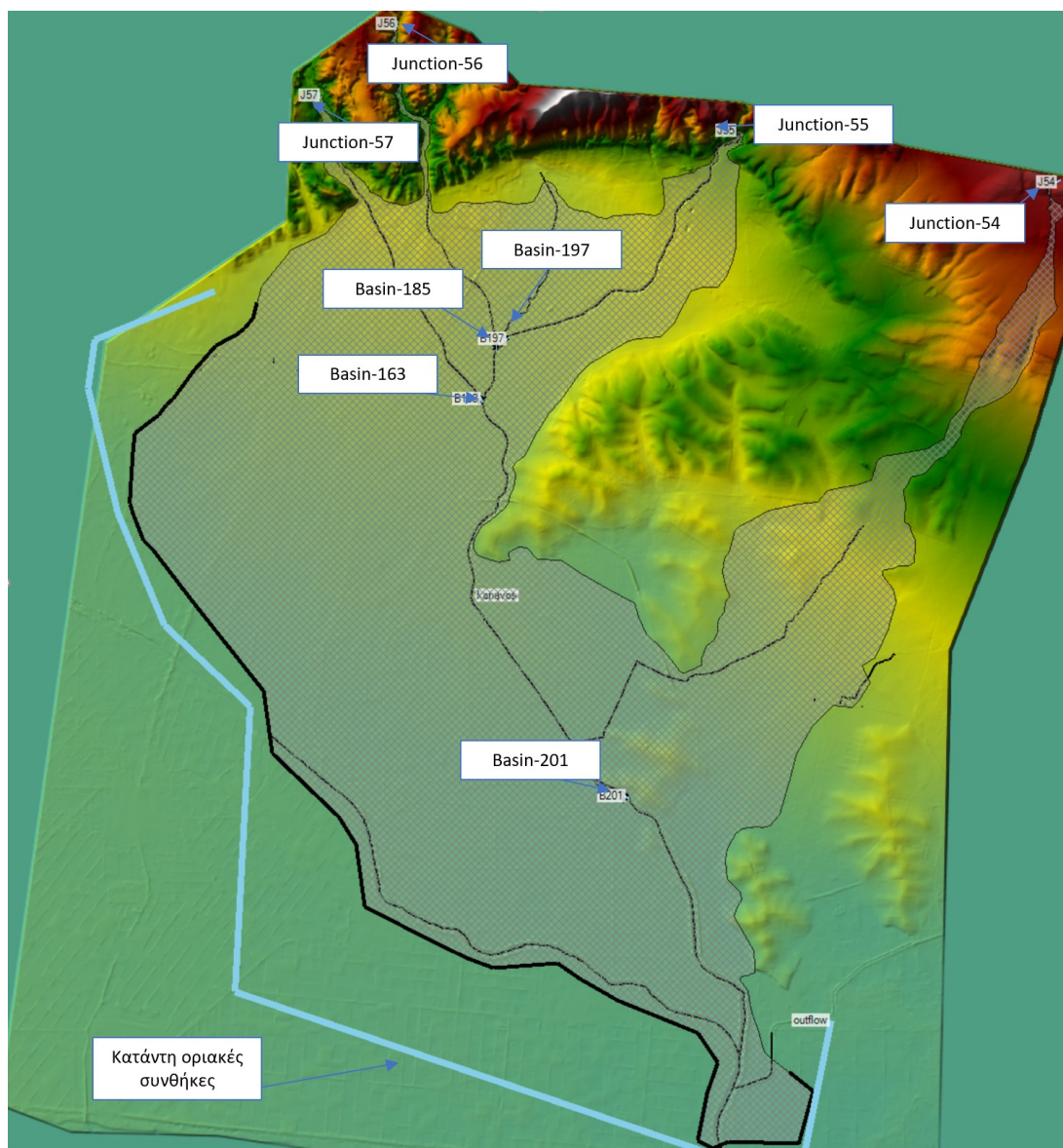
iv. Μοντέλο: «rAgIoanni», Υδατορεύματα: ρ. Αγ. Ιωάννη, ρ. Αγ. Γεωργίου, ρ. Επτάμυλοι, ρ. Κокκινόρεμα, ρ. Γεράσι

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.26: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «rAgIoanni»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «rAgIoanni»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	34h	34h	34h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	3 sec	3 sec	3 sec
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	10 minutes	10 minutes	10 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «τAgIoanni»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J57	469.8 m³/sec	108.3 m³/sec	69.3 m³/sec
	J55	708.9 m³/sec	160.3 m³/sec	101.5 m³/sec
	J54	55.9 m³/sec	14 m³/sec	8.9 m³/sec
	J56	94.4 m³/sec	20.3 m³/sec	12.8 m³/sec
	EL1106FR00F163	28 m³/sec	8.3 m³/sec	5.8 m³/sec
	EL1106FR00F197	224.4 m³/sec	56.9 m³/sec	37 m³/sec
	EL1106FR00F185	63.3 m³/sec	16.1 m³/sec	10.5 m³/sec
	EL1106FR00F191	83.4 m³/sec	20.2 m³/sec	13.3 m³/sec
	EL1106FR00F201	134.6 m³/sec	46.8 m³/sec	33.9 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος	Normal depth (0.001)		



Σχήμα 5-30: Γεωμετρία μοντέλου «rAgioanni»

Συμβολή ρεμάτων Αγ. Ιωάννη, Αγ. Γεωργίου, Επτάμυλοι, Κοκκινόρεμα

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στις 08/01/1953 στο χείμαρρο Τσέλιο, στις Σέρρες στις 01/02/1951, 04/02/1951, 02/07/1952, 02/06/1953, 24/06/1953, 17/03/1954, 11/01/1955, 14/02/1956, 30/06/1957, 07/09/1957, 13/12/1960, 26/06/1975, 22/03/1962, 04/12/2002, 18/06/2004, 07/06/2005, 24/06/2009, 29/05/2014.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει πως σε όλες τις περιόδους επαναφοράς προκύπτουν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα. Η εικόνα της πλημμυρικής κατάκλυσης για $T=50$ και $T=100$ χρόνια είναι παρόμοια. Παρουσιάζονται έντονα φαινόμενα πλημμύρας στις πεδινές καλλιεργούμενες εκτάσεις ανάμεσα στον Μπελίτσα ποταμό και στο ρέμα Αγίου Ιωάννου, δημιουργώντας μια περιοχή/ζώνη κατάκλυσης, πλάτους 3 km. Τα βάθη

ροής είναι μικρά ($<0.5\text{m}$), με εξαίρεση ελάχιστα σημεία που κυμαίνονται από 1-2m. Η πλημμύρα ξεκινάει ανατολικά από τον οικισμό Κωσταντινάτο μέχρι τον Νέο Σκοπό δυτικά χωρίς όμως να τους επηρεάζει. Στο ρέμα Αγίου Ιωάννου εμφανίζεται πλημμύρα εκατέρωθεν του ρέματος, χωρίς όμως να επηρεάζεται ο οικισμός Νεοχώρι, ενώ στο κομμάτι του ρέματος που διασχίζει την πόλη των Σερρών, το πλημμυρικό κύμα που διαφεύγει εκτός της κοίτης επηρεάζει την πόλη των Σερρών όχι μόνο στο τμήμα εκατέρωθεν του ρέματος αλλά και δυτικότερα εντός της πόλης. Η πλημμυρική έκταση που δημιουργείται, εντός της πόλης των Σερρών, μήκους περίπου 4 km και πλάτους 1 km, εμφανίζει μικρά βάθη ροής ($<0.5\text{m}$). Στο ρέμα του Αγίου Γεωργίου η πλημμύρα περιορίζεται εντός της κοίτης καθώς οι κλίσεις είναι αρκετά έντονες. Η πλημμύρα στο ρέμα Κοκκινόρεμα ξεκινάει από τον οικισμό Οινούσσα χωρίς όμως να τον επηρεάζει, ωστόσο στη συνέχεια ξεπερνάει τα όρια της κοίτης και πλημμυρίζει τις γειτονικές καλλιεργούμενες εκτάσεις κυρίως στα δυτικά, με μικρά βάθη ροής ($<0.5\text{m}$). Στο υπόλοιπο τμήμα του ρέματος η πλημμύρα περιορίζεται εντός των ορίων της κοίτης. Οι οικισμοί Αγ. Ιωάννης και Επτάμυλοι ανάμεσα στα ομώνυμα ρέματα δεν επηρεάζονται από πλημμυρικά φαινόμενα. Στη συμβολή των τριών ρεμάτων η εικόνα της πλημμύρας είναι πιο έντονη, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης 500 m, χωρίς όμως να επηρεάζεται ο οικισμός Νεοχώρι.

Στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια η εικόνα επιδεινώνεται, καθώς επηρεάζεται σε μεγαλύτερο βαθμό η πόλη των Σερρών. Τα βάθη ροής στο σημείο που το ρέμα διέρχεται από την πόλη των Σερρών κυμαίνονται από 1-2 m, ενώ στη συνέχεια το πλημμυρικό κύμα εκτονώνεται και τα βάθη ροής είναι κάτω από 0.5m. Η πλημμυρική κατάκλυση, στη συμβολή του Π. Μπέλιτσα με το Ρ. Αγίου Ιωάννου, πλάτους 5 km, καλύπτει σε μεγαλύτερη έκταση καλλιεργούμενες εκτάσεις και παρατηρούνται μεγαλύτερα βάθη ροής (1-2m). Σε όλες τις περιόδους επαναφοράς από την πλημμύρα επηρεάζεται η Περιφερειακή Σερρών. Εγκαταστάσεις που πλημμυρίζουν στην περιοχή είναι σχολεία και αθλητικές εγκαταστάσεις κυρίως στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια.

Τα έντονα φαινόμενα πλημμύρας που προκύπτουν από την μοντελοποίηση επαληθεύονται και από τις πολλές ιστορικές πλημμύρες που έχουν καταγραφεί στην πόλη των Σερρών.

Γεράσι ρέμα και κατάντη τμήμα του ρέματος Αγ. Ιωάννη όπου καταλήγει το ρέμα Γεράσι

Στους κοντινούς οικισμούς του τμήματος που εξετάζεται δεν έχουν καταγραφεί σημαντικές ιστορικές πλημμύρες.

Για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$ χρόνια παρατηρούνται παρόμοια έντονα πλημμυρικά φαινόμενα. Οι εκτάσεις που πλημμυρίζουν βρίσκονται κυρίως στη συμβολή του ρέματος Αγίου Ιωάννη και του ποταμού Μπέλιτσα, είναι πεδινές και αποτελούνται από καλλιέργειες σιτηρών. Στην έκταση αυτή που πλημμυρίζει βρίσκεται και η επαρχιακή οδός Άνω Μητροσύιου – Ψυχικού. Η πλημμυρική κατάκλυση επηρεάζει το ανατολικό τμήμα του οικισμού Βαλτοτόπι Σερρών και βόρεια φτάνει μέχρι την κωμόπολη Νέος Σκοπός χωρίς να την επηρεάζει. Όσον αφορά το ρέμα Γεράσι, ο οικισμός Χρυσό επηρεάζεται σε περιορισμένο βαθμό κατά μήκος του υπογειοποιημένου ρέματος, καθώς δημιουργείται ζώνη κατάκλυσης πλάτους 50 m εντός του οικισμού. Τα βάθη ροής κυμαίνονται κάτω από 0.5 m.

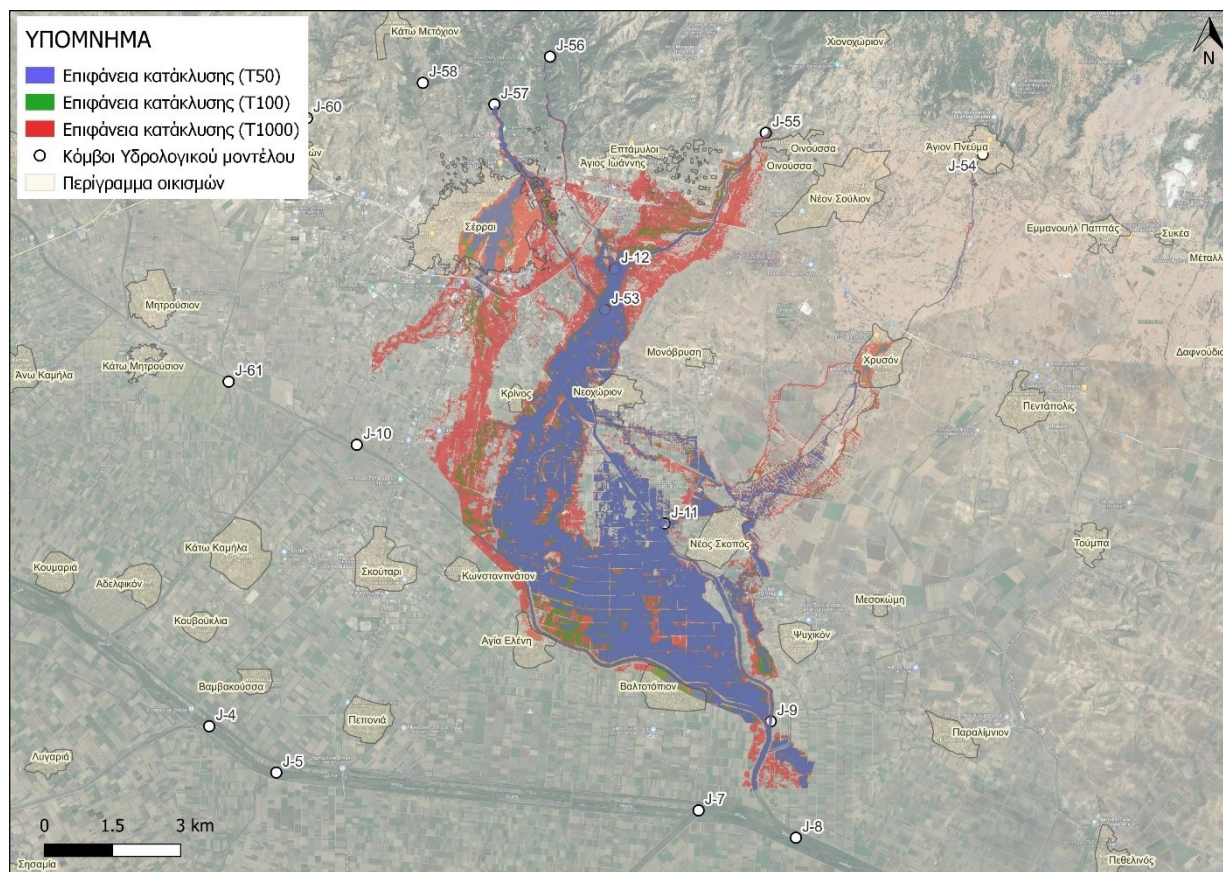
Για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια η εικόνα επιδεινώνεται. Παρουσιάζεται πλημμυρική κατάκλυση σε μεγαλύτερη έκταση και με μεγαλύτερα βάθη ροής. Η πλημμύρα διαχέεται εντός του βόρειου τμήματος του οικισμού Βαλτοτόπι με σχετικά μικρά βάθη (0.5-1

m) και συνεχίζει βόρεια μέχρι τον Νέο Σκοπό και την επαρχιακή οδό Σερρών – Αμφίπολης χωρίς όμως να τα επηρεάζει. Από την πλημμύρα δεν επηρεάζεται ούτε ο κοντινός οικισμός Ψυχικό. Ομοίως με τις μικρότερες περιόδους επαναφοράς αλλά εντονότερα, το ρέμα Γεράσι κατακλύζει το δυτικό τμήμα του οικισμού Χρυσό, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης 300 m με βάθη ροής που κυμαίνονται από 1-2 m.

Σχετικά με τα σημεία ενδιαφέροντος που επηρεάζονται από την πλημμυρική κατάκλυση αυτό είναι μόνο το γήπεδο του Βαλτοτοπίου και μόνο για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια.

Πίνακας 5.27: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «rAgIoanni»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	21.86
T = 100	25.77
T = 1000	43.72



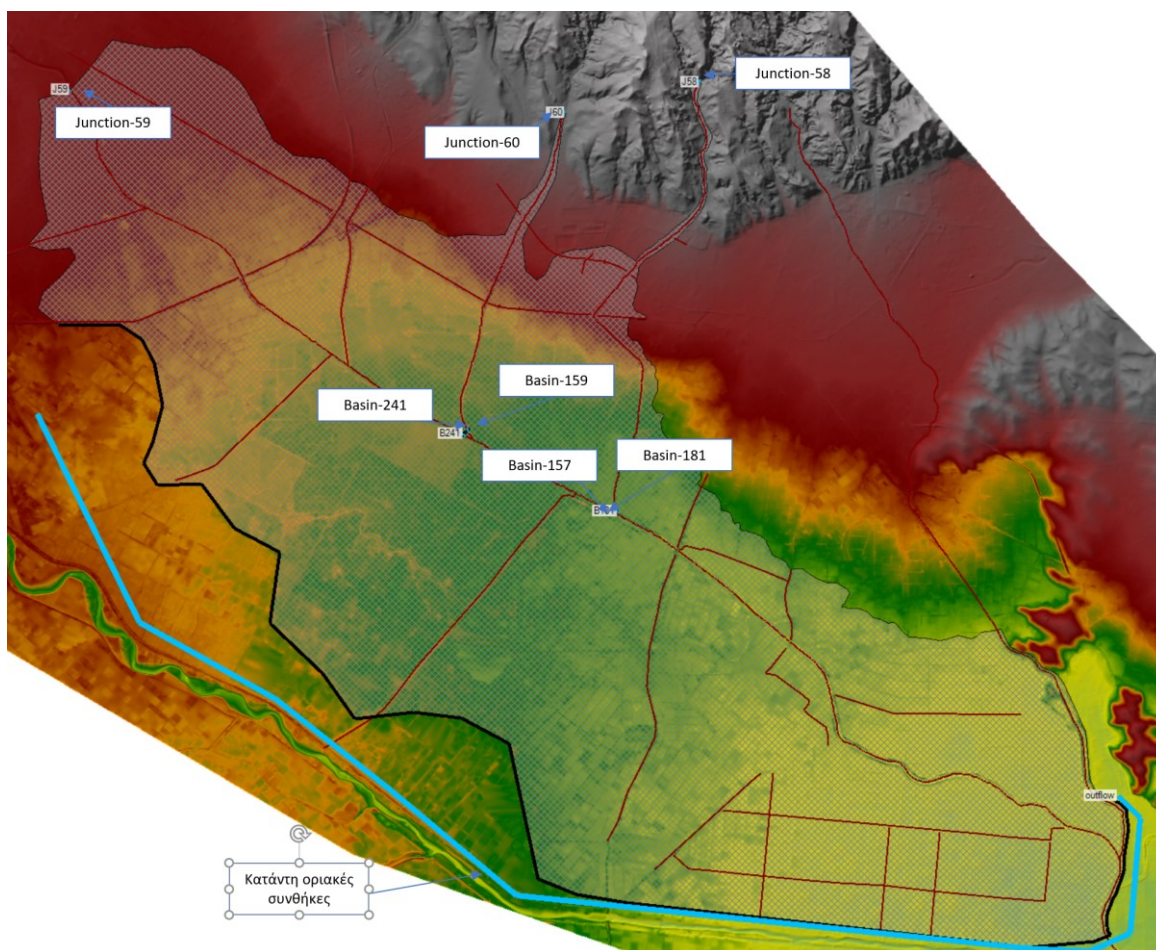
Σχήμα 5-31: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «rAgIoanni»

ν. Μοντέλο: «tBelitsa», Υδατορεύματα: ρ. Ερυθρόρρεμα, π. Μπελίτσας

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.28: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «tBelitsa»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «tBelitsa»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		63h	63h	63h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		3 sec	3 sec	3 sec
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J58	176.6 m³/sec	54.6 m³/sec	38.8 m³/sec
	J60	117.2 m³/sec	34.3 m³/sec	23.4 m³/sec
	J59	1723.7 m³/sec	500.2 m³/sec	347.5 m³/sec
	EL1106FR00F181	133.6 m³/sec	51.2 m³/sec	38.2 m³/sec
	EL1106FR00F159	19 m³/sec	6.4 m³/sec	4.6 m³/sec
	EL1106FR00F241	542.5 m³/sec	198.1 m³/sec	145.1 m³/sec
	EL1106FR00F157	41.9 m³/sec	16.2 m³/sec	12 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος	Normal depth (0.001)		



Σχήμα 5-32: Γεωμετρία μοντέλου «tBelitsa»

Ερυθρόρρεμα και Μπελίτσας

Στην πόλη των Σερρών έχουν καταγραφεί πολλές φορές ιστορικές πλημμύρες: στις 08/01/1953 στο χείμαρρο Τσέλιο λίγο πιο έξω από την πόλη, στις 01/02/1951, 04/02/1951, 02/06/1953, 24/06/1953, 17/03/1954, 11/01/1955, 14/02/1956, 30/06/1957, 07/09/1957, 02/07/1957, 13/12/1960, 22/03/1962, 26/06/1975, 04/12/2002, 18/06/2004, 07/06/2005 και στις 29/05/2014 μέσα στην πόλη των Σερρών.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και 100 χρόνια, δεν παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα καθώς το Ερυθρόρρεμα στο κομμάτι που περνάει έξω από την πόλη των Σερρών και ο Μπελίτσας στο τμήμα που διασχίζει την κωμόπολη Λευκώνα έχουν διευθετηθεί. Για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια τα πλημμυρικά φαινόμενα έχουν μεγαλύτερη έκταση και στα δύο ρέματα στο κατάντη τμήμα τους και οι ζώνες που πλημμυρίζουν, πλάτους περίπου 2 km , είναι πεδινές και αφορούν κατά βάση καλλιέργειες. Τα βάθη ροής κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα ($<1 \text{ m}$).

Μπελίτσας ποταμός (μεσαίο τμήμα)

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στον οικισμό Καλά Δένδρα στις 03/12/2002.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτουν για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$ χρόνια παρόμοια έντονα πλημμυρικά φαινόμενα στο συγκεκριμένο τμήμα του ποταμού Μπελίτσα. Η πλημμυρική κατάκλυση διαχέεται εκατέρωθεν του ποταμού στις πεδινές εκτάσεις που καλύπτονται από καλλιέργειες, και καταλαμβάνει μια ζώνη πλάτους 2.5 km. Τα βάθη ροής είναι κατά κύριο λόγο μικρά ($<0.5\text{m}$) με εξαίρεση κάποια σημεία που κυμαίνονται από 1-2m. Η πλημμύρα ξεκινάει από τον οικισμό Νέα Τυρολόη χωρίς να τον επηρεάζει, διαχέεται εντός του μεγαλύτερου τμήματος του οικισμού Καλά Δένδρα, διασχίζει την Ε.Ο. Θεσσαλονίκης – Σερρών, καλύπτει εντελώς το Κάτω Μητρούσι και το Μητρούσι και φτάνει μέχρι τους οικισμούς Άνω Καμήλα και Σκούταρι.

Η εικόνα επιδεινώνεται κατά την μοντελοποίηση της $T=1000$ χρόνια, όπου παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα σε μεγαλύτερη έκταση, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης, πλάτους 6 km με εμφανώς μεγαλύτερα βάθη ροής (1-2m). Οι οικισμοί Καλά Δένδρα, Άνω Καμήλα και Σκούταρι καλύπτονται σε όλο το τμήμα τους, το ίδιο ισχύει και για τον οικισμό Μητρούσι, Κάτω Μητρούσι και Αδελφικό.

Όσον αφορά σημεία ενδιαφέροντος, η πλημμυρική κατάκλυση επηρεάζει σε όλες τις περιόδους επαναφοράς σχολεία, αθλητικές εγκαταστάσεις, το Περιφερειακό Ιατρείο και μία επιχείρηση επεξεργασίας τομάτας.

Μπελίστας ποταμός (τμήμα που καταλήγει στο ρέμα Α. Ιωάννη)

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες έχουν καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή στον οικισμό Μεσοκώμης Σερρών στις 24/06/2009.

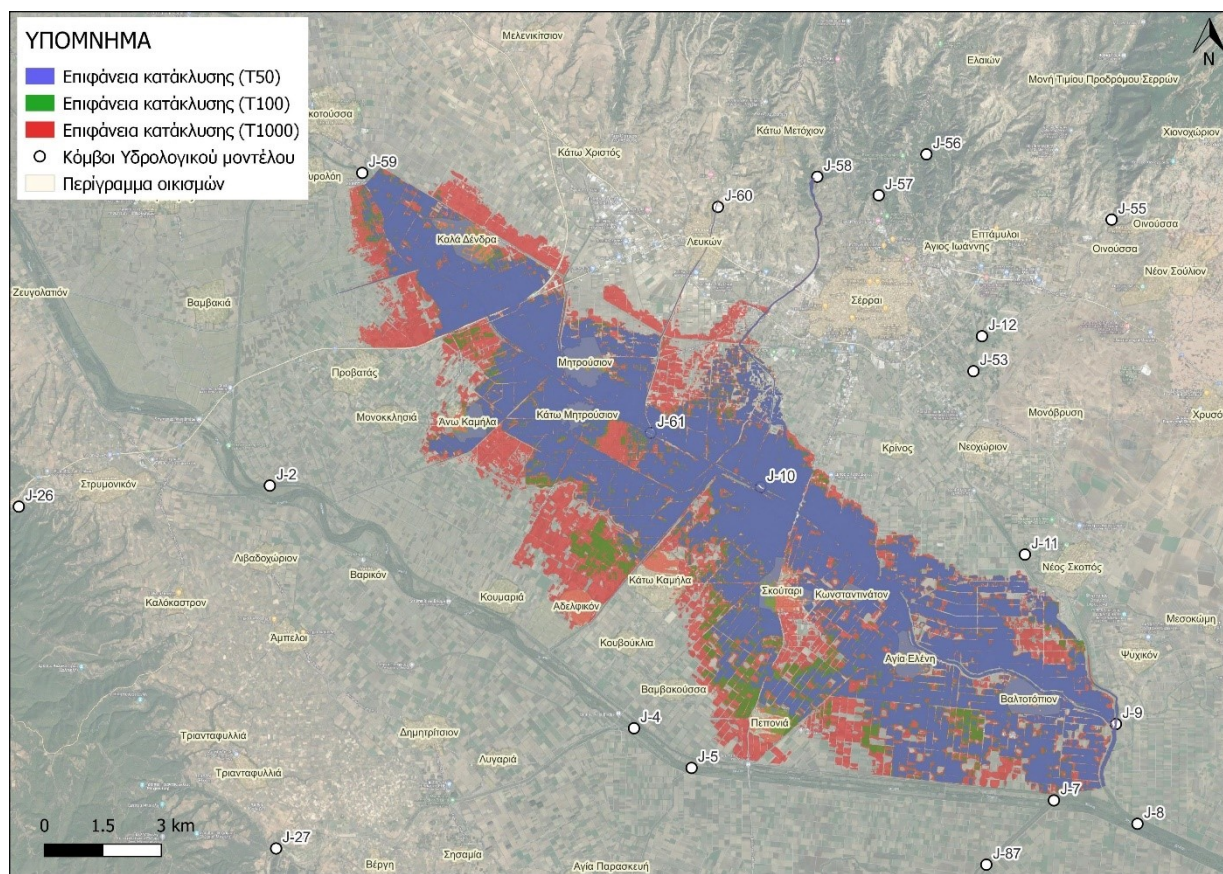
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει πως για όλες τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, 100 και 1000 χρόνια προκύπτουν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα εκατέρωθεν του συγκεκριμένου τμήματος του Μπελίστα ποταμού και ιδιαίτερα νότια του ποταμού, στις πεδινές καλλιεργούμενες εκτάσεις και στους οικισμούς. Η ζώνη κατάκλυσης που δημιουργείται είναι περίπου 5 km και τα βάθη ροής 0.5 m -1m. Στο σενάριο $T=1000$ τα βάθη ροής αυξάνονται λίγο και κυμαίνονται από 1-2 m.

Η πλημμυρική κατάκλυση ξεκινάει από τον οικισμό Κάτω Καμήλα ο οποίος επηρεάζεται μόνο για $T=1000$, διαχέεται στους οικισμούς Σκούταρι και Κωνσταντινάτο και καλύπτει την επαρχιακή οδό Νιγρίτας – Σερρών και νότια φτάνει μέχρι τον οικισμό Πεπονιά. Στη συνέχεια διαχέεται εντός του οικισμού Αγίας Ελένης και φτάνει μέχρι το Βαλτοτόπι επηρεάζοντας τον οικισμό σε όλο το τμήμα του.

Όσον αφορά τα σημεία ενδιαφέροντος που επηρεάζονται αυτά είναι σχολεία, αθλητικές εγκαταστάσεις, το περιφερειακό ιατρείο και μία βιομηχανία.

Πίνακας 5.29: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «tBelitsa»

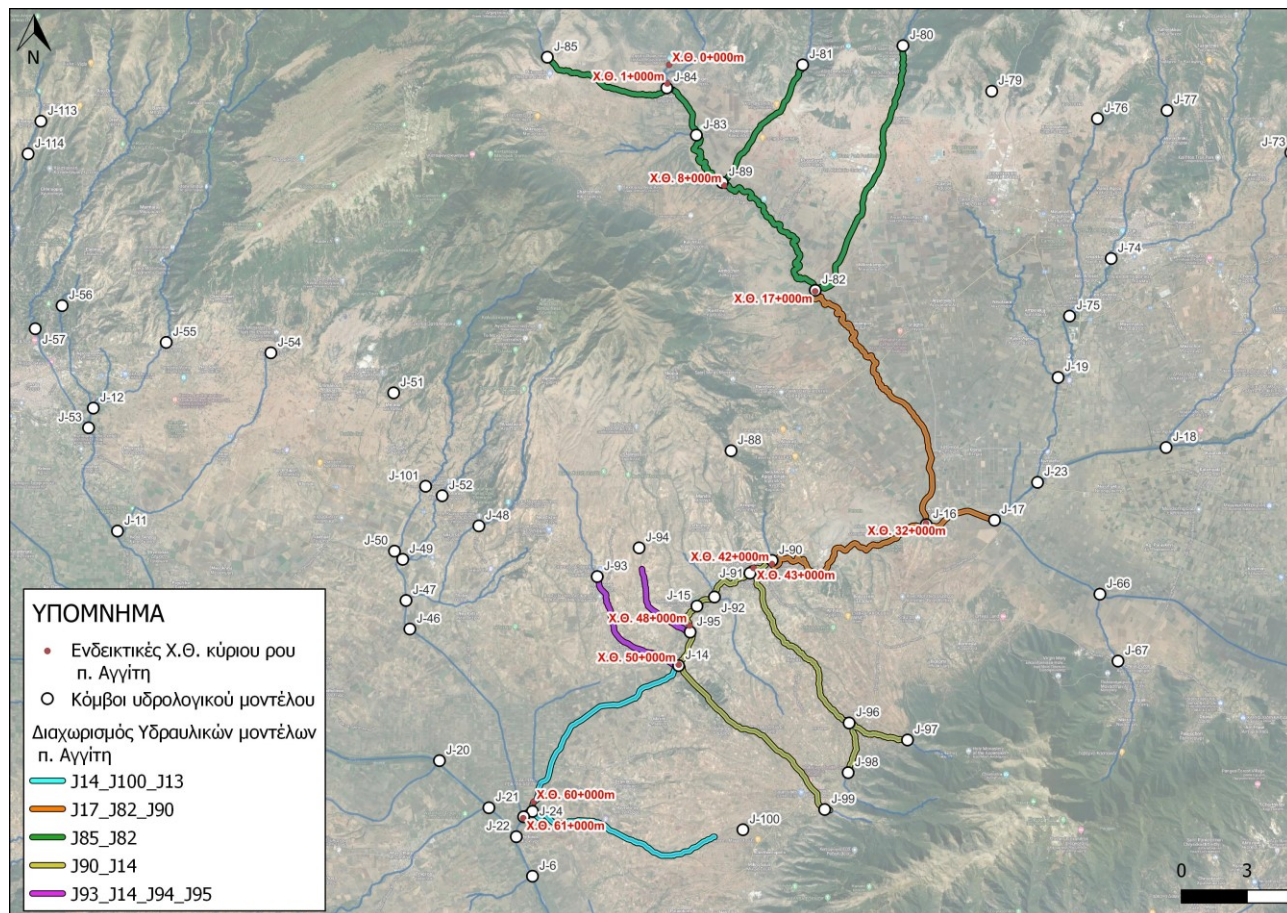
Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	65.74
T = 100	76.26
T = 1000	110.64



Σχήμα 5-33: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «tBelitsa»

5.4.4.3 Κύριος κλάδος του Αγγίτη

Ο κύριος κλάδος του π. Αγγίτη έχει διαχωριστεί σε 5 Υδραυλικά μοντέλα για λόγους υπολογιστικής επάρκειας λόγω της έκτασής του, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (μαζί με ενδεικτικές Χ.Θ.).



Σχήμα 5-34: Διακριτοποίηση Υδραυλικών μοντέλων π. Αγγίτη

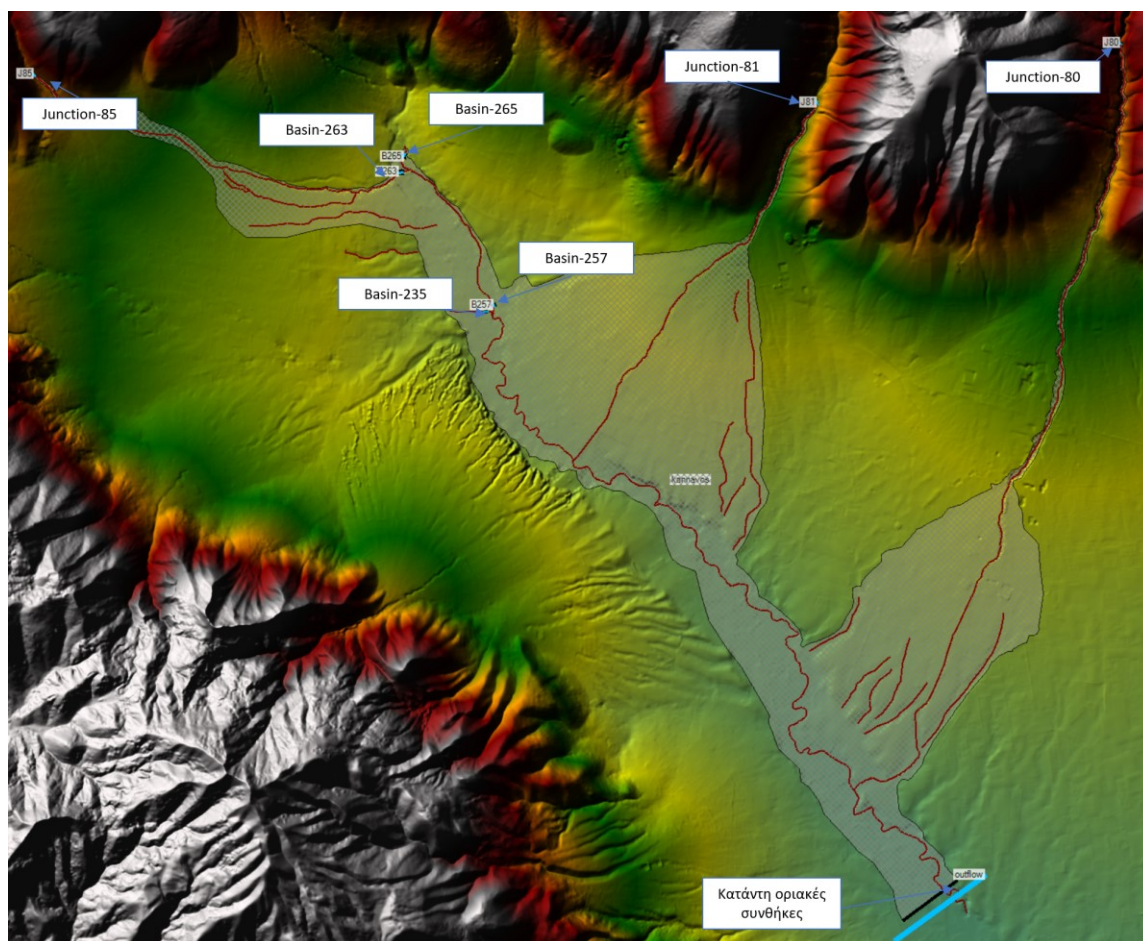
ι. Μοντέλο: «J85_J82», Υδατορεύματα: Αγγίτης, από αρχή μέχρι συμβολή με ρ. Λάκκος

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.30: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J85_J82»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J85_J82»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	33h	33h	33h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	3 sec	3 sec	3 sec
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	10 minutes	10 minutes	10 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J85_J82»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J80	445.4 m³/sec	72.1 m³/sec	40.2 m³/sec
	J85	187.2 m³/sec	31 m³/sec	17.3 m³/sec
	J81	398 m³/sec	38.5 m³/sec	18.8 m³/sec
	EL1106FR00F265	219.6 m³/sec	35.4 m³/sec	19.5 m³/sec
	EL1106FR00F257	333.7 m³/sec	121.5 m³/sec	88.7 m³/sec
	EL1106FR00F235	485 m³/sec	124.2 m³/sec	82 m³/sec
	EL1106FR00F263	194.4 m³/sec	55.7 m³/sec	38.1 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος	Normal depth (0.001)		



Σχήμα 5-35: Γεωμετρία μοντέλου «J85_J82»

Χ.Θ. 0+000 έως Χ.Θ. 17+000 ποταμού Αγγίτη και ρέμα Ξερόλακκος που συμβάλλει στη Χ.Θ. 1+100

Δεν έχουν καταγραφεί σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει πως για περίοδο επαναφοράς $T=50$ και $T=100$, δεν προκύπτουν σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα και ο οικισμός Γραμμένη δεν επηρεάζεται. Για περίοδο επαναφοράς $T=1000$, στο �έμα Ξερόλακκος η πλημμύρα βγαίνει εκτός της κύριας κοίτης επηρεάζοντας τοπικά τον οικισμό Γραμμένη στα νότια, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης 200m, με μικρά ωστόσο βάθη ροής ($<0.5m$). Στον ποταμό Αγγίτη από το σπήλαιο πηγών Αγγίτη μέχρι την Χ.Θ. 5+000 δεν παρουσιάζονται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα λόγω της έντονης κλίσης της μισγάγγειας. Στο επόμενο κομμάτι του ποταμού η πλημμύρα είναι πιο έντονη λόγω της μαιανδρικής πορείας του ποταμού. Δημιουργείται ζώνη κατάκλυσης, περί τα 300 m (για $T=50$ και $T=100$) και περί τα 500m (για $T=1000$). Από την πλημμύρα επηρεάζεται μόνο η Ε.Ο. Προσοτσάνης – Κ. Βροντούς, καθώς και καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Τα βάθη ροής κυμαίνονται από 1-2 m για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$. Στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$, καθώς αυξάνεται η πλημμυρική κατάκλυση, καλύπτοντας

μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιεργειών, ως αποτέλεσμα παρατηρούνται μεγαλύτερα βάθη ροής (>2m), χωρίς ωστόσο να επηρεάζονται γειτονικές εγκαταστάσεις

Ρέμα Ξηροπόταμος που συμβάλλει στον Αγγίτη στη Χ.Θ. 7+900 και ρέμα Λάκκος που συμβάλλει στον Αγγίτη στη Χ.Θ. 17+000

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή δεν έχουν καταγραφεί.

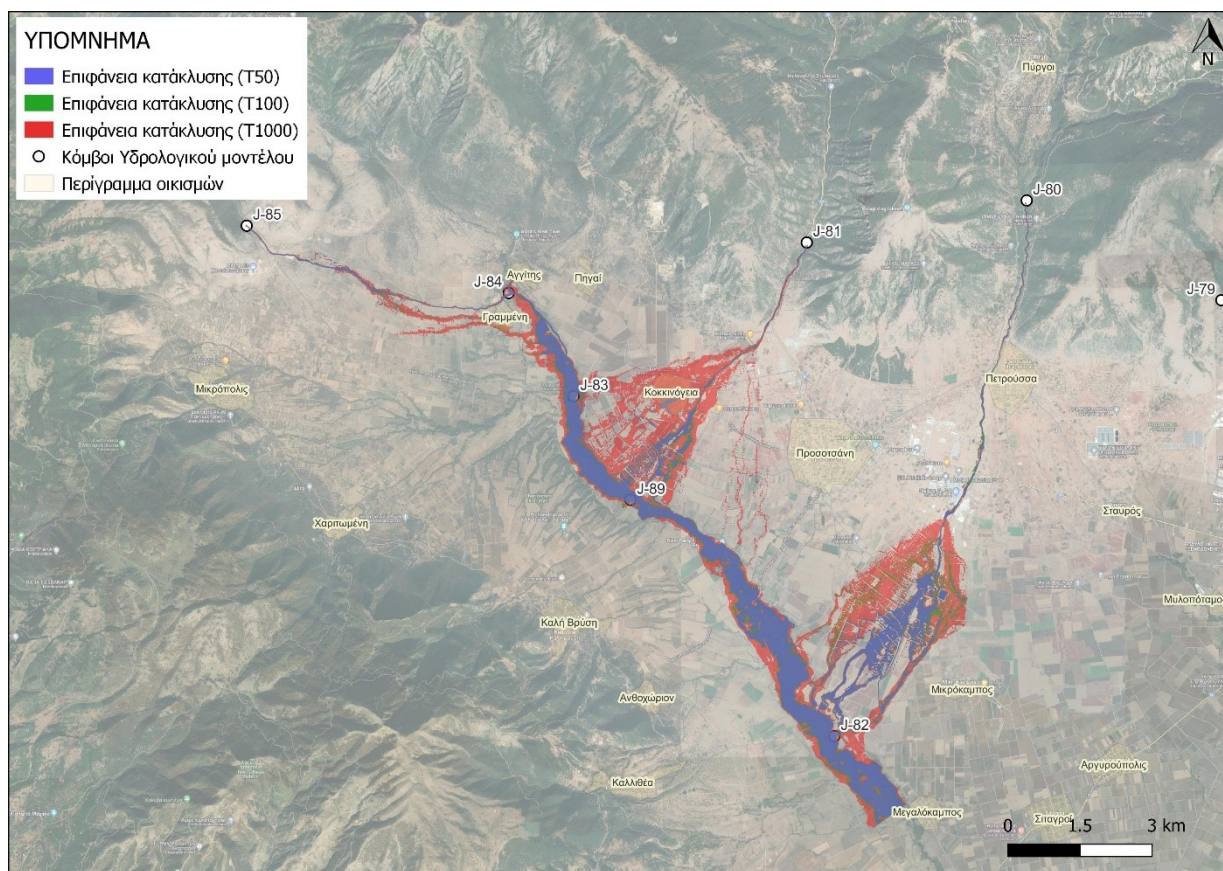
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ και $T=100$, προκύπτουν παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα στη συμβολή των δύο ρεμάτων με τον Αγγίτη ποταμό. Στο ρέμα Ξηροπόταμος από το σημείο που πηγάζει μέχρι τον οικισμό Κοκκινόγεια Δράμας η μισγάγγεια έχει έντονη κλίση με αποτέλεσμα η πλημμύρα να περιορίζεται εντός της κοίτης και έτσι δεν επηρεάζεται η Ε.Ο. Δράμας - Κάτω Νευροκοπίου που κινείται παράλληλα του ρέματος μέχρι το οινοποιείο Κτήμα Παυλίδη. Η κοίτη δεν επαρκεί από τον οικισμό μέχρι τη συμβολή με τον ποταμό Αγγίτη με συνέπεια να επηρεάζεται μερικώς στα ανατολικά η Κοκκινόγεια Δράμας, όπως και καλλιεργούμενες εκτάσεις. Η ζώνη κατάκλυσης που δημιουργείται εκατέρωθεν του ρέματος έχει πλάτος περίπου 500 m, με μικρά ωστόσο βάθη ροής (<0.5m). Όσον αφορά το ρέμα Λάκκος, από το σημείο που πηγάζει μέχρι τη βιομηχανική και εμπορική ζώνη Προσοτσάνης η μισγάγγεια έχει έντονη κλίση με αποτέλεσμα να μην εμφανίζονται πλημμυρικά φαινόμενα και έτσι δεν επηρεάζεται ο οικισμός Πετρούσα ούτε η ΒΙΟΠΑ Προσοτσάνης. Πιο έντονα πλημμυρικά φαινόμενα εμφανίζονται στο τμήμα συμβολής του ρέματος με τον Αγγίτη ποταμό, όπου δημιουργείται μια ζώνη κατάκλυσης 1.5 km, με μικρά ωστόσο βάθη ροής (<0.5m), χωρίς όμως να πλημμυρίζει ο οικισμός Μικρόκαμπος, παρά μόνο καλλιεργούμενες εκτάσεις εκατέρωθεν του ρέματος.

Για την περίοδο $T=1000$ χρόνια προκύπτουν πλημμυρικά φαινόμενα σε μεγαλύτερη έκταση με αποτέλεσμα η πλημμύρα από το ρέμα Ξηροπόταμος, δημιουργεί μια ζώνη κατάκλυσης που φτάνει μέχρι 3 km στη συμβολή με τον Αγγίτη. Η πλημμύρα, η οποία διαχέεται εντός του οικισμού Κοκκινόγειας, έχει μικρά βάθη ροής (<0.5m). Η πλημμυρική κατάκλυση από το ρέμα Λάκκος, πλάτους περί τα 2 km, επηρεάζει μεγαλύτερη έκταση καλλιεργούμενων περιοχών, παρόλα αυτά τα βάθη ροής κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα (<0.5m).

Όσον αφορά σημεία ενδιαφέροντος και εγκαταστάσεις που πλημμυρίζουν αυτά είναι σχολεία του οικισμού Κοκκινόγειας το γήπεδο ποδοσφαίρου και το Περιφερειακό Ιατρείο για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια.

Πίνακας 5.31: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J85_J82»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	7.82
T = 100	9.56
T = 1000	19.31



Σχήμα 5-36: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J85_J82»

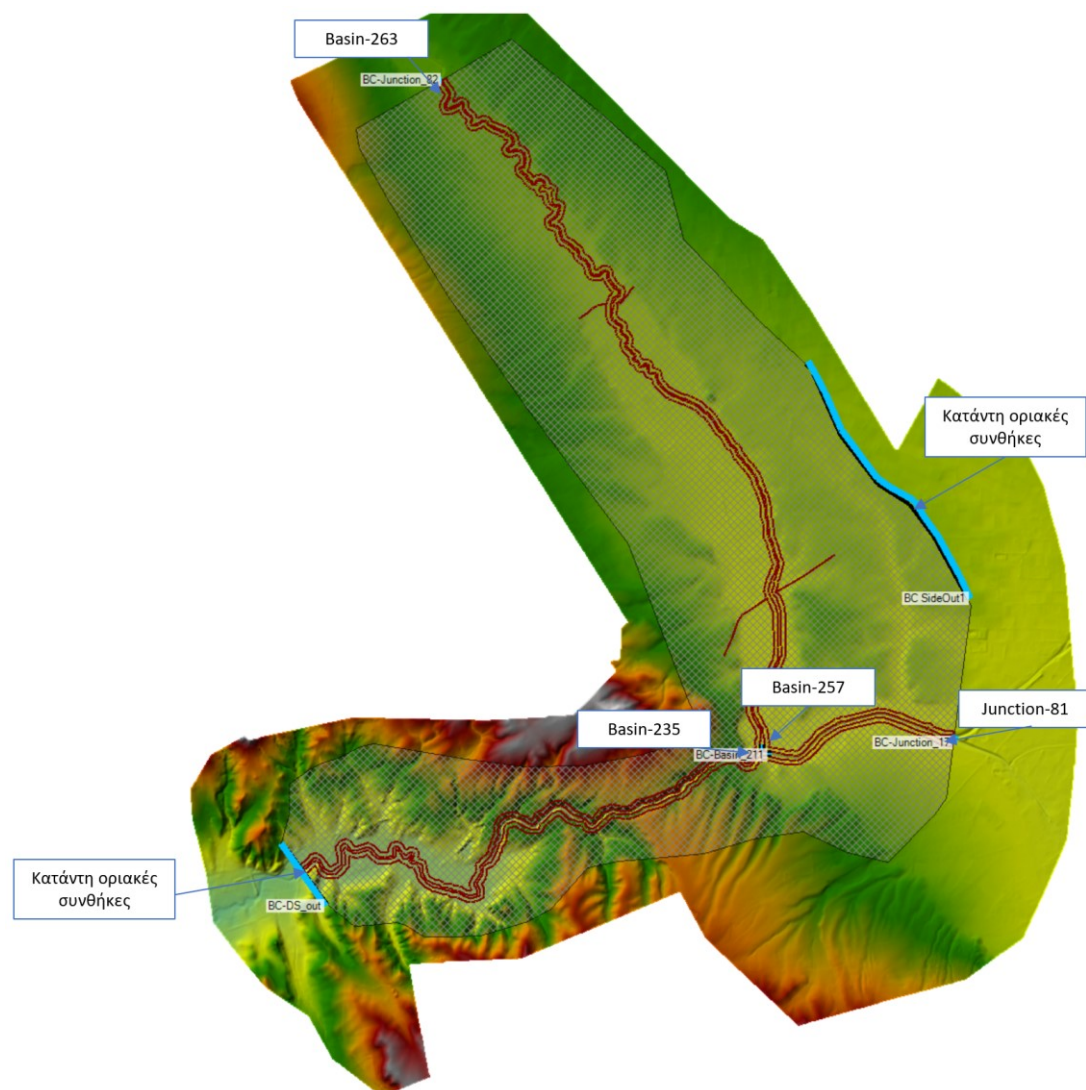
ii. Μοντέλο: « J17_J82_J90 », Υδατορεύματα: Αγγίτης, από συμβολή με ρ. Λάκκος μέχρι συμβολή με ρ. Αγίας Κυριακής

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.32: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J17_J82_J90»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J17_J82_J90»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive(minimum 1.75 sec)	Adaptive(minimum 1.75 sec)	Adaptive(minimum 1.75 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	15 minutes	15 minutes	15 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J17_J82_J90»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J17	4545.1m³/sec	1272.2 m³/sec	877.6 m³/sec
	J82	2253.9 m³/sec	589.1 m³/sec	402 m³/sec
	EL1106FR00F211	255.1 m³/sec	120.6 m³/sec	93.5 m³/sec
	EL1106FR00F247	690.3 m³/sec	263.7 m³/sec	194.2 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος(Πλευρικά)	Normal depth (0.007401)		
	Έξοδος(κατάντη)	Normal depth (0.007401)		



Σχήμα 5-37: Γεωμετρία μοντέλου «J17_J82_J90»

Χ.Θ. 17+000 έως Χ.Θ. 42+100 ποταμού Αγγίτη και χείμαρρος Δοξάτου

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες δεν έχουν καταγραφεί στην περιοχή.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$ παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα, σε μια ζώνη κατάκλυσης πλάτους 500m, εκατέρωθεν του ποταμού Αγγίτη, δηλαδή από τη Χ.Θ. 17+000 (J82) έως Χ.Θ. 32+000 (J16). Οι εκτάσεις που πλημμυρίζουν είναι κυρίως καλλιέργειες. Η πλημμύρα φτάνει μέχρι τον οικισμό Μεγαλόκαμπο, χωρίς όμως να τον επηρεάζει. Τα βάθη ροής είναι από 1-2 m, στο τμήμα του ποταμού ανάντη του οικισμού Φωτολίβου. Από εκεί και κατάντη τα βάθη ροής αυξάνονται πολύ (>2m) λόγω της γεωμορφολογίας του εδάφους. Στο τμήμα του ποταμού Αγγίτη από Χ.Θ. 32+000 (J16) έως 37+500 δεν παρατηρείται πλημμυρική κατάκλυση λόγω των έντονων κλίσεων που επικρατούν. Στο υπόλοιπο τμήμα που η μισγάγγεια γίνεται πιο ομαλή εμφανίζονται πιο έντονα φαινόμενα πλημμύρας, σε μια ζώνη κατάκλυσης πλάτους 500m με

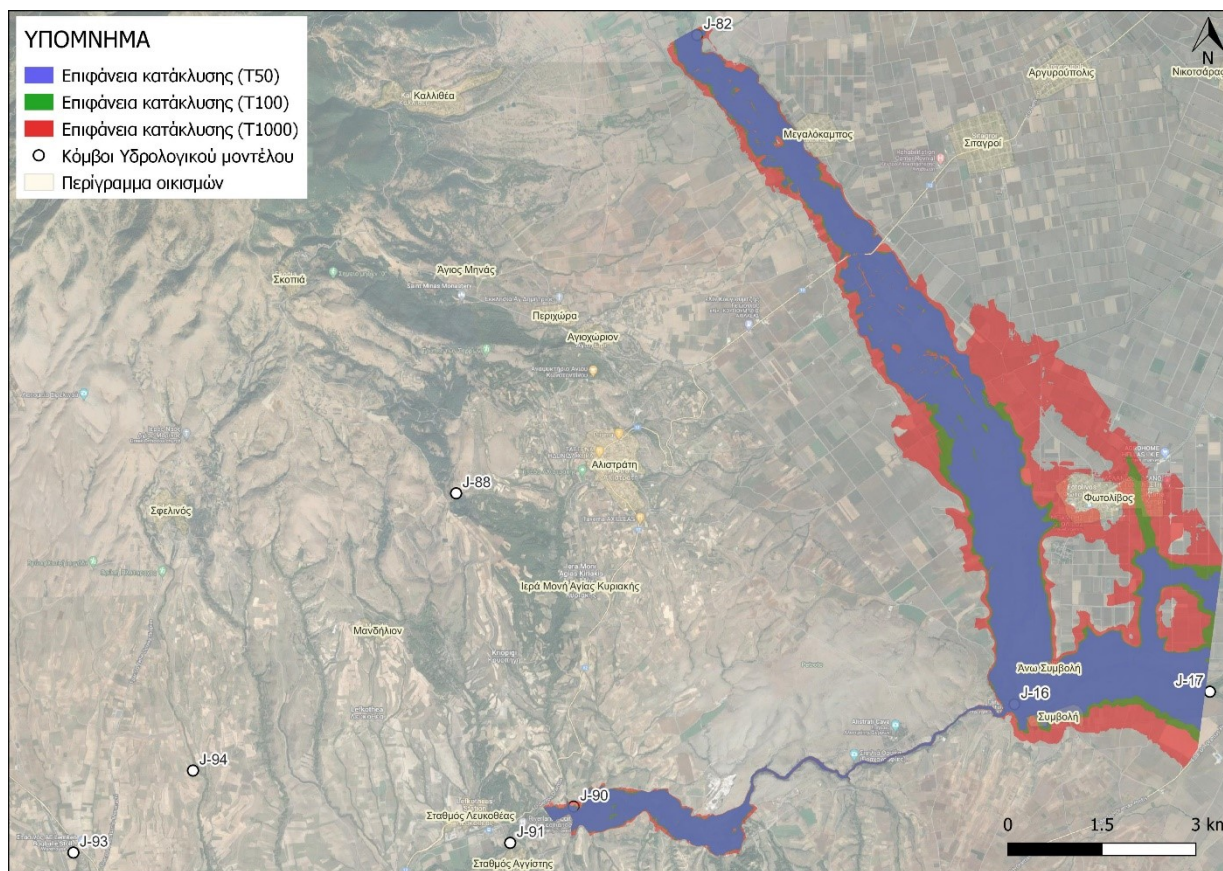
βάθη ροής 1-2m, χωρίς όμως να επηρεάζονται σημεία ενδιαφέροντος. Στο εξεταζόμενο τμήμα του χειμάρρου Δοξάτου παρατηρείται πλημμύρα εκατέρωθεν της κοίτης, σε μια ζώνη κατάκλυσης πλάτους περί τα 800 m, που εκτείνεται σε πεδινές εκτάσεις και φτάνει μέχρι τον οικισμό Συμβολή ο οποίος επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$. Παρατηρούνται πολύ μεγάλα βάθη ροής ($>2m$).

Στην περίοδο $T=1000$ τα πλημμυρικά φαινόμενα είναι αισθητά πιο έντονα με αποτέλεσμα να επηρεάζονται περισσότερες πεδινές εκτάσεις και ο οικισμός της Συμβολής σε σχεδόν καθολικό ποσοστό. Τα βάθη ροής αυξάνονται ακόμα περισσότερο ($>2m$). Επίσης η πλημμύρα στον οικισμό Φωτόλιβο επηρεάζει καθολικά το ανατολικό τμήμα του και φαίνεται να φθάνει και στα χαμηλά σημεία του δυτικού και κεντρικού τμήματός του.

Στην περιοχή βρίσκεται και το σπήλαιο Αλιστράτης, ένα από τα μεγαλύτερα σπήλαια της Ευρώπης. Δεν αντιμετωπίζει κίνδυνο από την πλημμύρα.

Πίνακας 5.33: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J17_J82_J90»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	15.10
T = 100	16.95
T = 1000	26.96



Σχήμα 5-38: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J17_J82_J90»

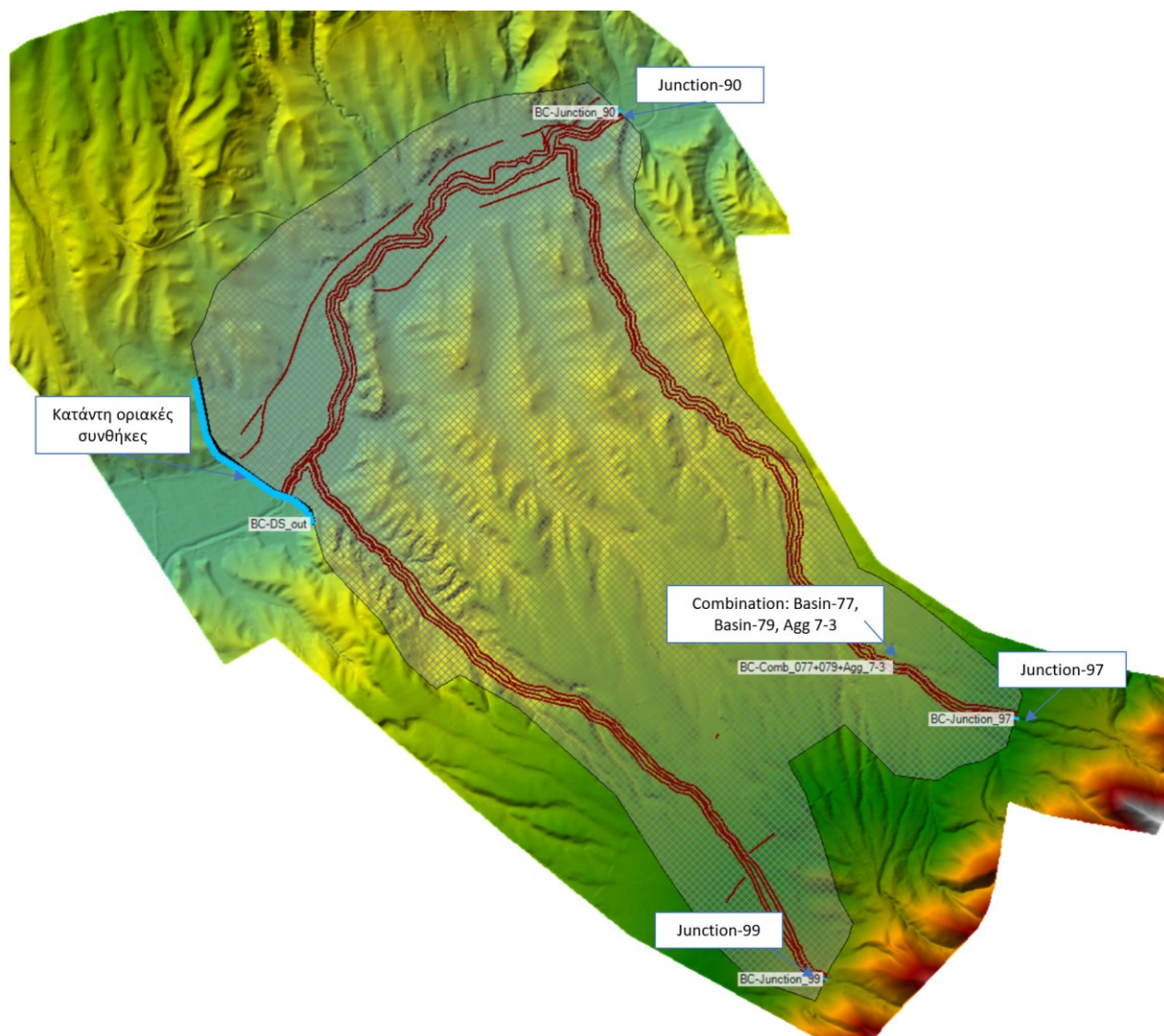
iii. Μοντέλο: « J90_J14 », Υδατορεύματα: Αγγίτης, από συμβολή με ρ. Αγίας Κυριακής μέχρι συμβολή με ρ. Αγίας Παρασκευής

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.34: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J90_J14»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J90_J14»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive(minimum 0.87 sec)	Adaptive(minimum 0.87 sec)	Adaptive(minimum 0.87 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J97	64.5 m³/sec	9.4 m³/sec	4.9 m³/sec
	J99	94.5 m³/sec	12.3 m³/sec	6.1 m³/sec
	J90	5068.8 m³/sec	1588.4 m³/sec	1113.2 m³/sec
	*Συνδυασμός: EL1106FR00F077 EL1106FR00F079 Agg 7-3	149.7 m³/sec	28.9 m³/sec	16.6 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.0085)		

* Το συνδυασμένο υδρογράφημα προέκυψε από το άθροισμα των απορροών των λεκανών EL1106FR00F077 EL1106FR00F079 και του υδρογραφήματος Agg 7-3



Σχήμα 5-39: Γεωμετρία μοντέλου «J90_J14»

Χ.Θ. 42+100 έως Χ.Θ. 50+000 ποταμού Αγγίτη και ρέμα Πρώτης που συμβάλλει στη Χ.Θ. 43+200 και ρέμα Αγ. Παρασκευής στη Χ.Θ. 50+000.

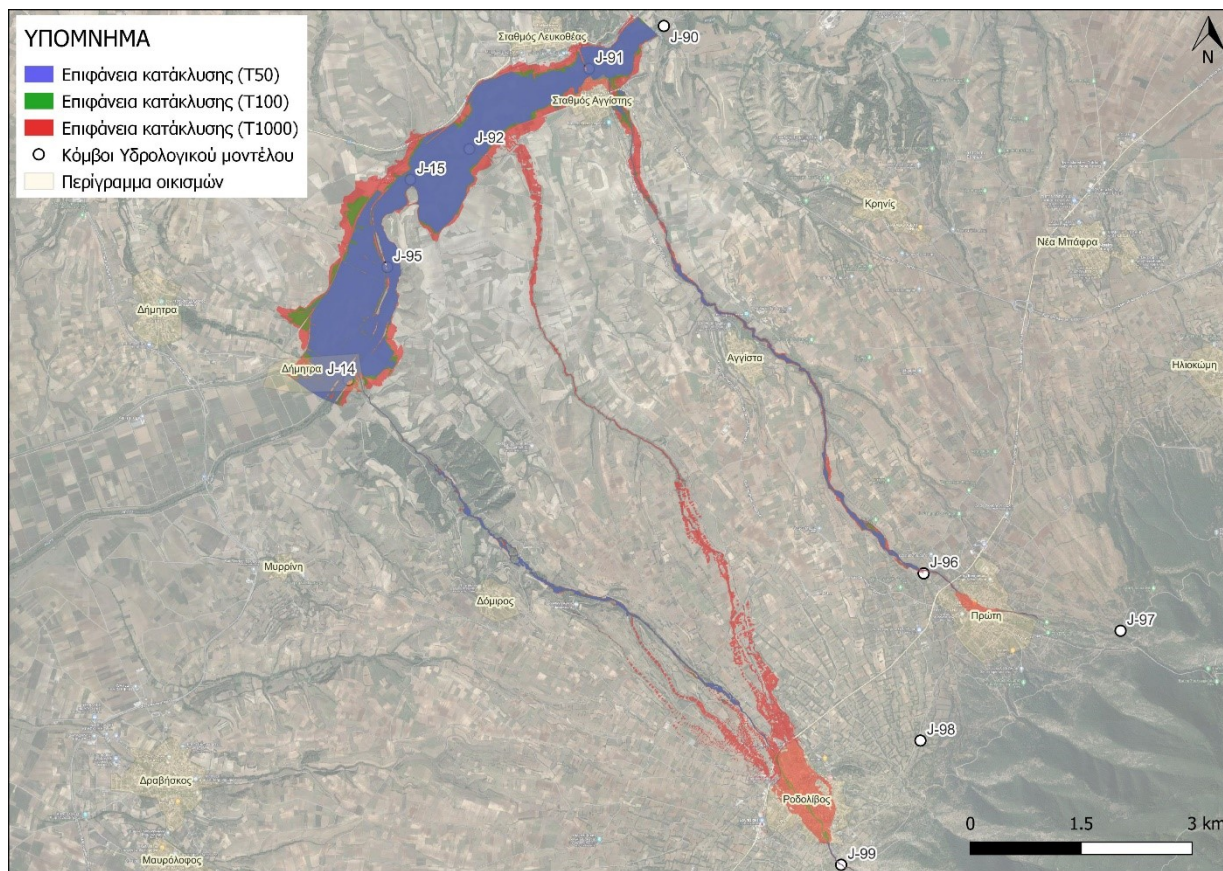
Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην ευρύτερη περιοχή έχουν καταγραφεί στις 16/11/2007 στο Δήμο Ροδολίβου Σερρών.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$ παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα στο συγκεκριμένο κομμάτι του ποταμού Αγγίτη εκατέρωθεν της κοίτης σε έκταση που καλύπτει τις παρόχθιες καλλιεργούμενες εκτάσεις. Η ζώνη κατάκλυσης, πλάτους περί τα 600 m, φτάνει μέχρι τον οικισμό Λευκοθέα και το σταθμό Αγγίστας χωρίς όμως να τους επηρεάζει. Τα βάθη ροής, λόγω των έντονων πρανών, είναι μεγάλα (>2m). Όσον αφορά τα ρέματα Πρώτης και Αγίας Παρασκευής, η πλημμύρα περιορίζεται εντός της κοίτης λόγω των έντονων κλίσεων.

Μεγαλύτερα πλημμυρικά φαινόμενα παρατηρούνται στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια, χωρίς ωστόσο να επηρεάζεται ο παρόχθιος οικισμός Λευκοθέα παρά μόνο ο βιολογικός καθαρισμός που βρίσκεται εκτός οικισμού. Η ζώνη κατάκλυσης που δημιουργείται, είναι μεγαλύτερη (800m) και αντίστοιχα τα βάθη ξεπερνούν κατά πολύ τα 2m. Κοντά στον οικισμό Αγγίστα υπάρχει σημαντικός αρχαιολογικός χώρος, η αγροτική έπαυλη Αγγίστας η οποία δεν επηρεάζεται από την πλημμύρα. Σχετικά με τα ρέματα παρουσιάζουν πιο έντονα πλημμυρικά φαινόμενα και επηρεάζουν αισθητά τους οικισμούς Ροδολίβος και Πρώτη. Συγκεκριμένα, ο οικισμός Πρώτη φαίνεται να κατακλύζεται στο κεντρικό σημείο του οικισμού, με βάθη ροής 1-2m, χωρίς όμως να επηρεάζεται το μεγαλύτερο μέρος του. Η ζώνη κατάκλυσης του οικισμού Ροδολίβου, πλάτους 600m, φαίνεται να εκτείνεται σχεδόν στο σύνολο του οικισμού με τη ροή κατάντη του οικισμού να διαχέεται και να εκτρέπεται και από τα ανατολικά μέχρι να συναντήσει το κύριο κλάδο του Αγγίτη. Τα βάθη ροής εντός του οικισμού, κυμαίνονται από 1-2m.

Πίνακας 5.35: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J90_J14»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	4.83
T = 100	5.40
T = 1000	8.73



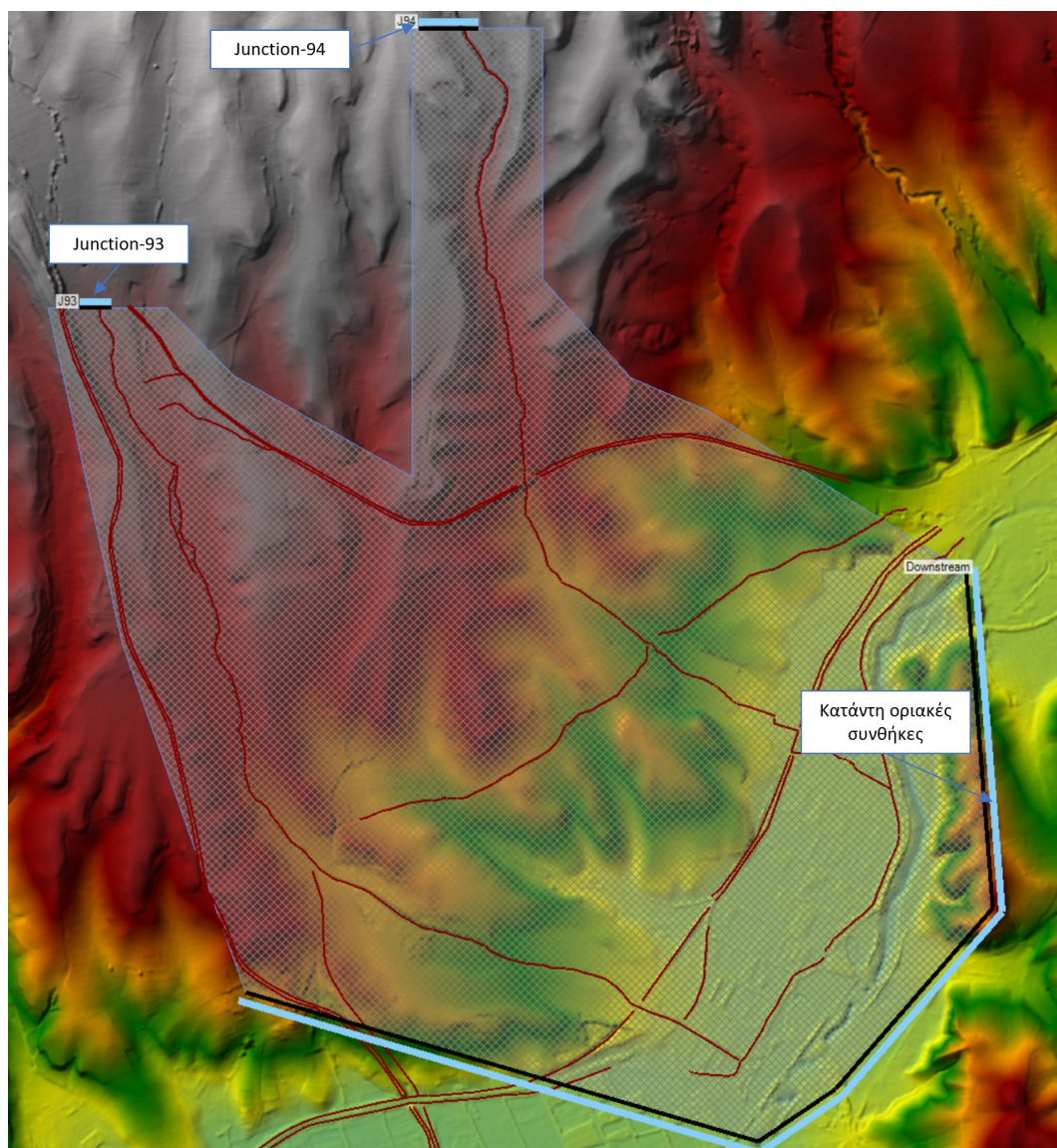
Σχήμα 5-40: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J90_J14»

iv. Μοντέλο: «J93_J14_J94_J95», Υδατορεύματα: Πλατύρρεμα και Μέγας Ξεροπόταμος

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.36: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J93_J14_J94_J95»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J93_J14_J94_J95»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		29h	29h	29h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive(minimum 0.67 sec)	Adaptive(minimum 0.67 sec)	Adaptive(minimum 0.67 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J93	213.8 m³/sec	84.1 m³/sec	62.8 m³/sec
	J94	91.5 m³/sec	35.6 m³/sec	26.7 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.006)		



Σχήμα 5-41: Γεωμετρία μοντέλου «J93_J14_J94_J95»

Πλατύρρεμα και Μέγας Ξεροπόταμος που συμβάλλει στον Αγγίτη ποταμό στη Χ.Θ. 48+200

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή δεν έχουν καταγραφεί.

Στις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και 100 έτη παρατηρείται παρόμοια εικόνα έκτασης πλημμύρας.

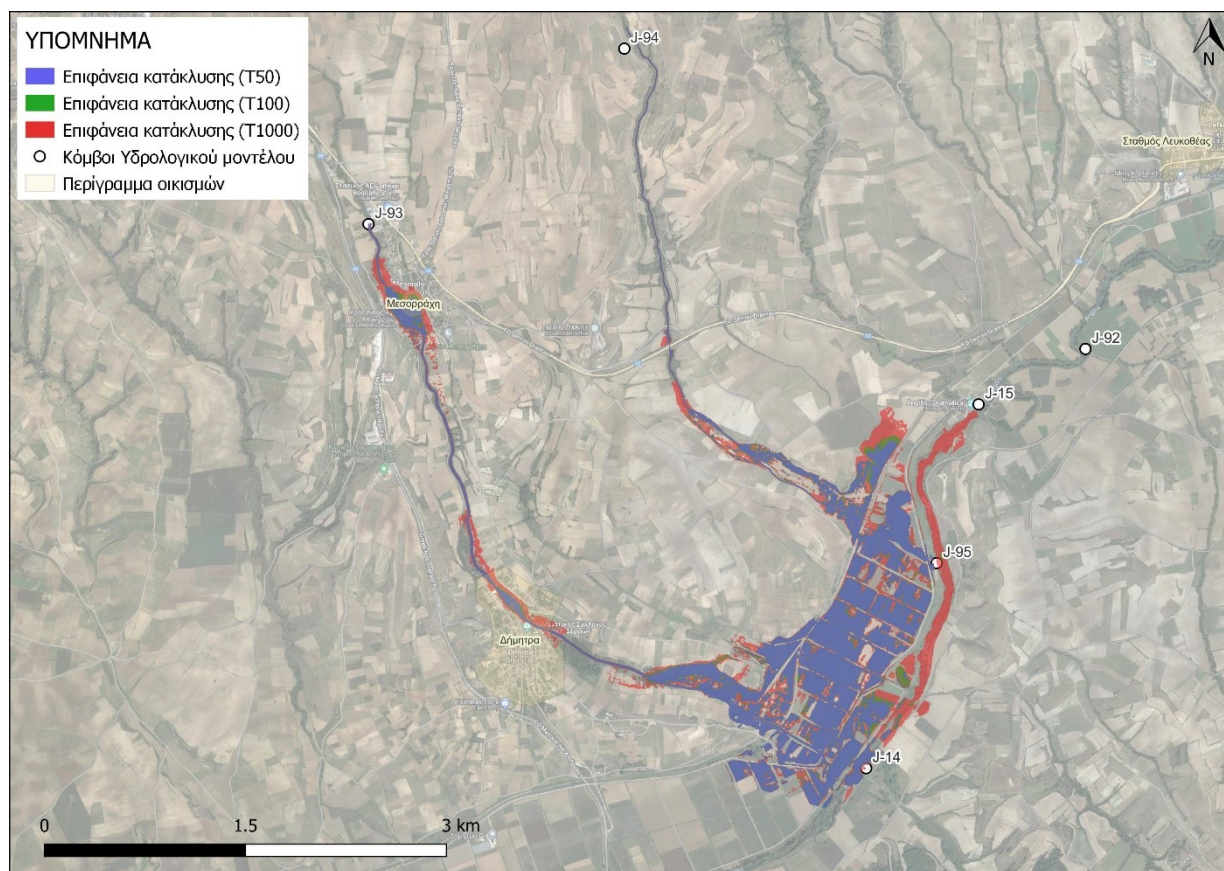
Συγκεκριμένα, το Πλατύρρεμα από τη θέση έναρξης της προσομοίωσης (κόμβος J94) έως τη θέση όπου διέρχεται η Ε.Ο. Σερρών – Δράμας, δεν δημιουργεί πλημμυρικά φαινόμενα, με εξαίρεση μικρούς τοπικούς πλημμυρισμούς ανάντη και κατάντη της Ε.Ο. Περί τα 2.4 km ανάντη της συμβολής με τον π. Αγγίτη, το Πλατύρρεμα υπερχειλίζει με αποτέλεσμα μικρής έκτασης ζώνη κατάκλυσης (100m), με βάθη ροής $<0.5\text{m}$.

Όσον αφορά στο ρ. Μέγας Ξηροπόταμος, αυτό ξεκινάει από τον οικισμό Μεσορράχη, ο οποίος κατακλύζεται κατά κύριο λόγο στο μήκος που η κοίτη του ρέματος έχει επενδυθεί εντός του οικισμού και με μεγαλύτερη επιρροή στα κτίρια αριστερά κατά τη ροή. Η ζώνη κατάκλυσης που δημιουργείται είναι περί τα 200m και τα βάθη ροής ξεπερνάνε τα 2 m. Σημειώνεται ότι η πλημμύρα επεκτείνεται στον οικισμό σε μικρό βαθμό στα ανατολικά για την περίπτωση περιόδου επαναφοράς $T = 100$ έτη. Ακολουθώντας, το ρέμα πριν καταλήξει στον ποταμό Αγγίτη διασχίζει τον οικισμό Δήμητρα προκαλώντας μικρή ζώνη κατάκλυσης πλάτους 70m, επηρεάζοντας μόνο οικισμούς στην ανατολική όχθη του ρέματος. Περί τα 1.7 km ανάντη της συμβολής με τον π. Αγγίτη και μέχρι την συμβολή, το ρέμα πλημμυρίζει τις εκτάσεις εκατέρωθεν της κοίτης, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης 2km, με μικρά ωστόσο βάθη ροής(<1m).

Για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη παρουσιάζεται μικρή επιδείνωση στα τμήματα που περιγράφηκαν παραπάνω ως θέσεις πλημμυρισμού. Ειδικότερα, στο Πλατύρεμμα παρατηρείται για ορισμένο μήκος κατάντη της Ε.Ο. Σερρών - Δράμας μικρή εξάπλωση της πλημμύρας προς τα νότια, ενώ η έκταση πλημμύρας στα βόρεια/βορειοανατολικά ανάντη της συμβολής με τον π. Αγγίτη δεν παρουσιάζει επιδείνωση. Στην περίπτωση του ρ. Μέγας Ξηροπόταμος, στο ύψος του οικισμού Μεσορράχη η πλημμυρική κατάκλυση εξαπλώνεται σε μικρό βαθμό, κυρίως προς τα βόρεια και τα ανατολικά, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης 250m με μεγάλα βάθη ροής(>2m). Ανάντη του οικισμού Δήμητρα, το ρέμα υπερχειλίζει στα ανατολικά, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης 100 m, με βάθη ροής από 1-2 m, με αποτέλεσμα η πλημμύρα να οδηγηθεί στον οικισμό από τα βόρεια και ενδέχεται να πλήξει κάποια ακόμη κτίρια. Στα υπόλοιπα τμήματα των ρεμάτων η εικόνα είναι παρόμοια με αυτή για τις περιόδους επαναφοράς $T = 50$ και 100 χρόνια.

Πίνακας 5.37: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J93_J14_J94_J95»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	6.31
T = 100	7.07
T = 1000	10.35



Σχήμα 5-42: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J93_J14_J94_J95»

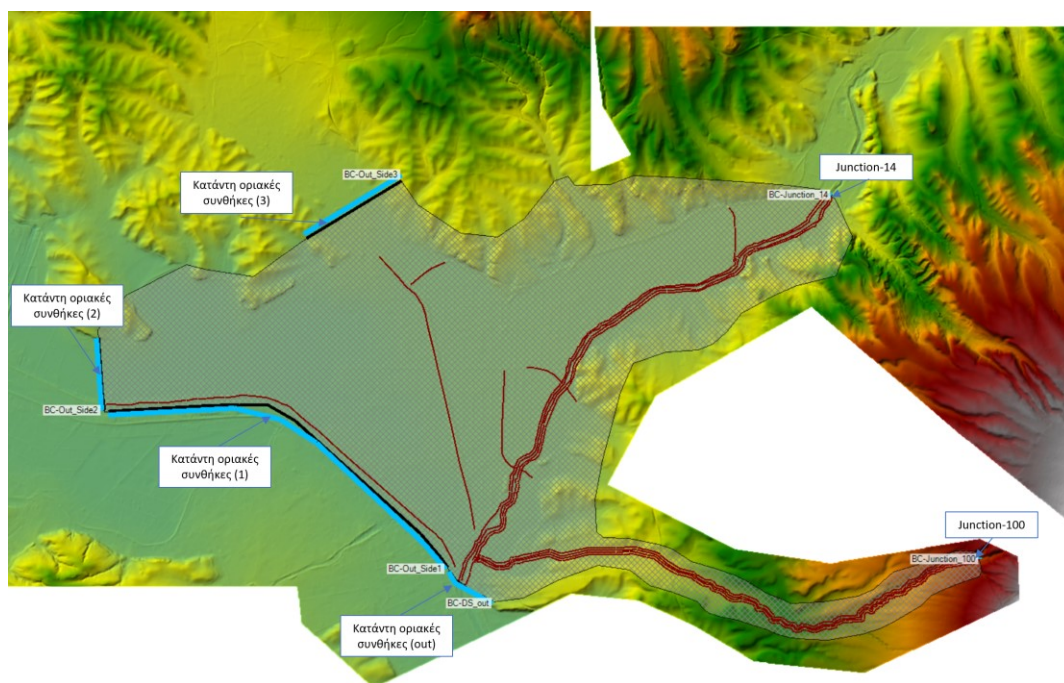
ν. Μοντέλο: « J14_J100_J13 », Υδατορεύματα: Γυαλόρρεμα και Αγγίτης, από συμβολή με ρ. Αγίας Παρασκευής μέχρι συμβολή με π. Στρυμόνα

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.38: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J14_J100_J13»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J14_J100_J13»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive(minimum 1.75 sec)	Adaptive(minimum 1.75 sec)	Adaptive(minimum 1.75 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	15 minutes	15 minutes	15 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J14_J100_J13»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J93	213.8 m³/sec	84.1 m³/sec	62.8 m³/sec
	J94	91.5 m³/sec	35.6 m³/sec	26.7 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος 1	Normal depth (0.0001)		
	Έξοδος 2	Normal depth (0.0001)		
	Έξοδος 3	Normal depth (0.0001)		
	Έξοδος (out)	Normal depth (0.0001)		



Σχήμα 5-43: Γεωμετρία μοντέλου «J14_J100_J13»

Χ.Θ. 50+000 έως Χ.Θ. 60+500 και Γυαλόρρεμα

Στην ευρύτερη περιοχή του τελευταίου τμήματος του ποταμού Αγγίτη που καταλήγει στον π. Στρυμόνα δεν υπάρχουν καταγεγραμμένες ιστορικές πλημμύρες.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για όλες τις περιόδους επαναφοράς T=50, T=100, T=1000 παρουσιάζονται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα στο κομμάτι του ποταμού Αγγίτη που συμβάλλει στον Στρυμόνα. Η πλημμυρική ζώνη που δημιουργείται,

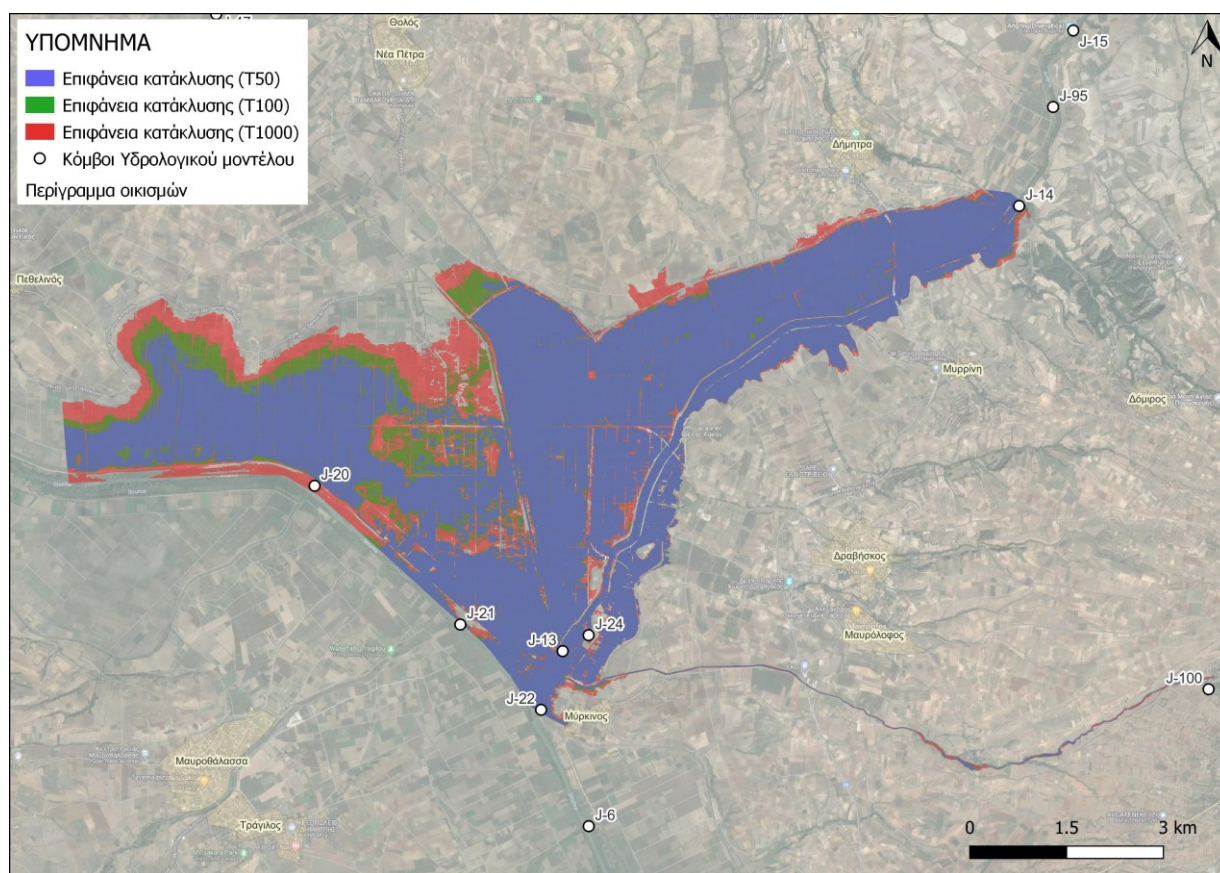
πλάτους περί τα 2 km, φτάνει μέχρι τη σιδηροδρομική γραμμή, καλύπτει όλες τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και την Ε.Ο. Μεσορράχης – Αμφίπολης, και διαχέεται προς τον οικισμό Πεθέλινο, τον οποίο όμως δεν κατακλύζει. Για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$, τα βάθη ροής κυμαίνονται ως επί το πλείστον, από 1-2 m. Στο τμήμα νότια του ποταμού δεν παρατηρείται μεγάλη πλημμυρική κατάκλυση. Στην περίοδο $T=1000$, όπως αναφέρθηκε, παρατηρούνται παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα, αλλά με σημαντική αύξηση του βάθους ροής, το οποίο ξεπερνάει τα 2 m ως επί το πλείστον.

Η πλημμύρα δεν επηρεάζει τους οικισμούς Δραβήσκο και Μαυρόλοφο που βρίσκονται νότια του ποταμού Αγγίτη.

Όσον αφορά το ρέμα Γυαλόρρεμα, η πλημμύρα σε όλες τις περιόδους περιορίζεται εντός της κοίτης.

Πίνακας 5.39: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J14_J100_J13»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	30.41
T = 100	34.44
T = 1000	41.67



Σχήμα 5-44: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J14_J100_J13»

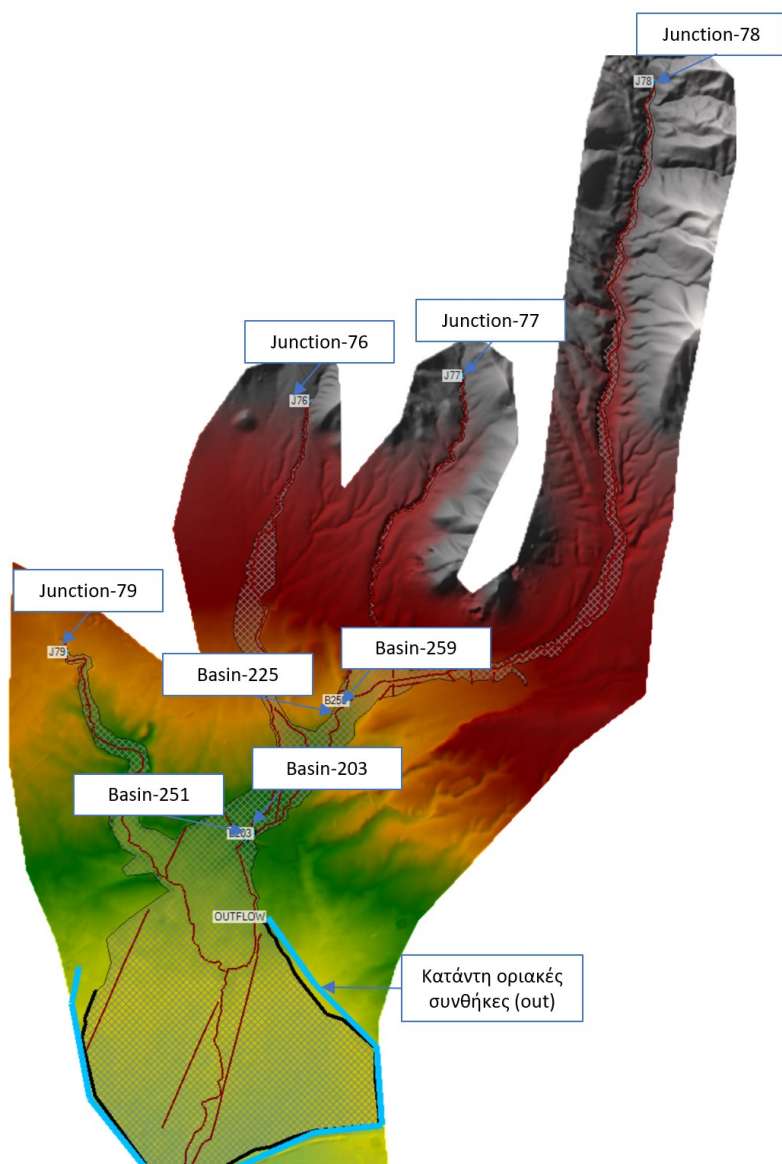
5.4.4.4 Ρέματα που συμβάλουν στον Αγγίτη

ι. Μοντέλο: «rXiropotamou», Υδατορεύματα: Ξηροπόταμος και παραπόταμοι

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.40: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «rXiropotamou»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «rXiropotamou»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		22h	22h	22h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		2 sec	2 sec	2 sec
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J79	194.4 m³/sec	31.5 m³/sec	17.4 m³/sec
	J77	311.1 m³/sec	61.2 m³/sec	36.6 m³/sec
	J76	54.9 m³/sec	12.7 m³/sec	8 m³/sec
	J78	365 m³/sec	95 m³/sec	63 m³/sec
	EL1106FR00F259	529.9 m³/sec	123.4 m³/sec	79.2 m³/sec
	EL1106FR00F225	132.7 m³/sec	46.2 m³/sec	33.5 m³/sec
	EL1106FR00F203	62.3 m³/sec	26.1 m³/sec	19.8 m³/sec
	EL1106FR00F251	241.4 m³/sec	91.6 m³/sec	67.4 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.001)		



Σχήμα 5-45: Γεωμετρία μοντέλου «rXiropotamou»

Συμβολή Ξηροπόταμου ποταμού, ρέμα πηγών Αγ. Βαρβάρας και ρέμα Λιβαδιά

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην ευρύτερη περιοχή δεν έχουν καταγραφεί.

Από τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτουν παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα στις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και 100 χρόνια. Ο Ξηροπόταμος και το ρέμα πηγών Αγ. Βαρβάρας από τα σημεία που πηγάζουν μέχρι την είσοδο στην πόλη της Δράμας παρουσιάζουν έντονη κλίση μισγάγγειας με αποτέλεσμα η πλημμύρα να περιορίζεται εντός της κοίτης. Στη συμβολή του Ξηροπόταμου με το ρέμα πηγών Αγ. Βαρβάρας και κατάντη, η πλημμύρα έχει μεγαλύτερη έκταση χωρίς όμως να ξεπερνάει τα όρια της πλημμυρικής κοίτης (ζώνη πλάτους 400m). Τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα ($<1\text{m}$). Παρόμοια εικόνα παρατηρείται και στο ρέμα Λιβαδιά όπου η πλημμύρα ξεκινάει από τους οικισμούς Μυλοπόταμο, Νικοτσάρα και Καλό Αγρό χωρίς όμως να τους επηρεάζει. Στη συμβολή του Ξηροπόταμου με το ρέμα Λιβαδιά

εμφανίζονται πλημμυρικά φαινόμενα μεγαλύτερης έκτασης τα οποία δεν επηρεάζουν τον οικισμό Κουδούνια, αλλά διαχέονται στις καλλιεργούμενες πεδινές εκτάσεις.

Κατά την μοντελοποίηση στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια η εικόνα επιδεινώνεται, όπου εμφανίζονται φαινόμενα πλημμύρας εκατέρωθεν του άξονα του ρέματος Ξηροποτάμου, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης περί τα 300 m σχεδόν σε όλο το τμήμα του ρέματος, με βάθη ροής από 1-2m. Η πλημμύρα διαχέεται και εντός της πόλης της Δράμας, δημιουργώντας μεγαλύτερη ζώνη κατάκλυσης 1 km. Στο σημείο αυτό, ανάντη της συμβολής με το ρέμα πηγών Αγίας Βαρβάρας, επηρεάζεται το νότιο τμήμα της πόλης της Δράμας και οι παρόχθιες καλλιεργούμενες εκτάσεις, με βάθη ροής που κυμαίνονται από 1-2m. Στη συμβολή του Ξηροπόταμου με το ρέμα πηγών Αγ. Βαρβάρας και κατάντη, η πλημμύρα διευρύνεται αλλά χωρίς να ξεπερνάει και πάλι τα όρια της πλημμυρικής κοίτης (ζώνη πλάτους 500m). Παρόμοια εικόνα εμφανίζεται και στο ρέμα Λιβαδιά όπου η πλημμύρα διαχέεται εντός των παρόχθιων καλλιεργούμενων εκτάσεων επηρεάζοντας μόνο το βόρειο τμήμα του οικισμού της Νέας Αμισού. Στη συμβολή του Ξηροπόταμου με το ρέμα Λιβαδιά η πλημμυρική κατάκλυση έχει μεγαλύτερη έκταση και μεγαλύτερα βάθη ροής ($>2m$).

Όσον αφορά σημεία ενδιαφέροντος και εγκαταστάσεις που πλημμυρίζουν αυτά είναι ένα σχολείο και δυο νηπιαγωγεία εντός της πόλης της Δράμας και μόνο για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια.

Ξηροπόταμος ποταμός (συμβάλλει στο χείμαρρο Δοξάτου)

Στην κοντινή περιοχή γύρω από τον Ξηροπόταμο ποταμό δεν έχουν καταγραφεί σημαντικές ιστορικές πλημμύρες.

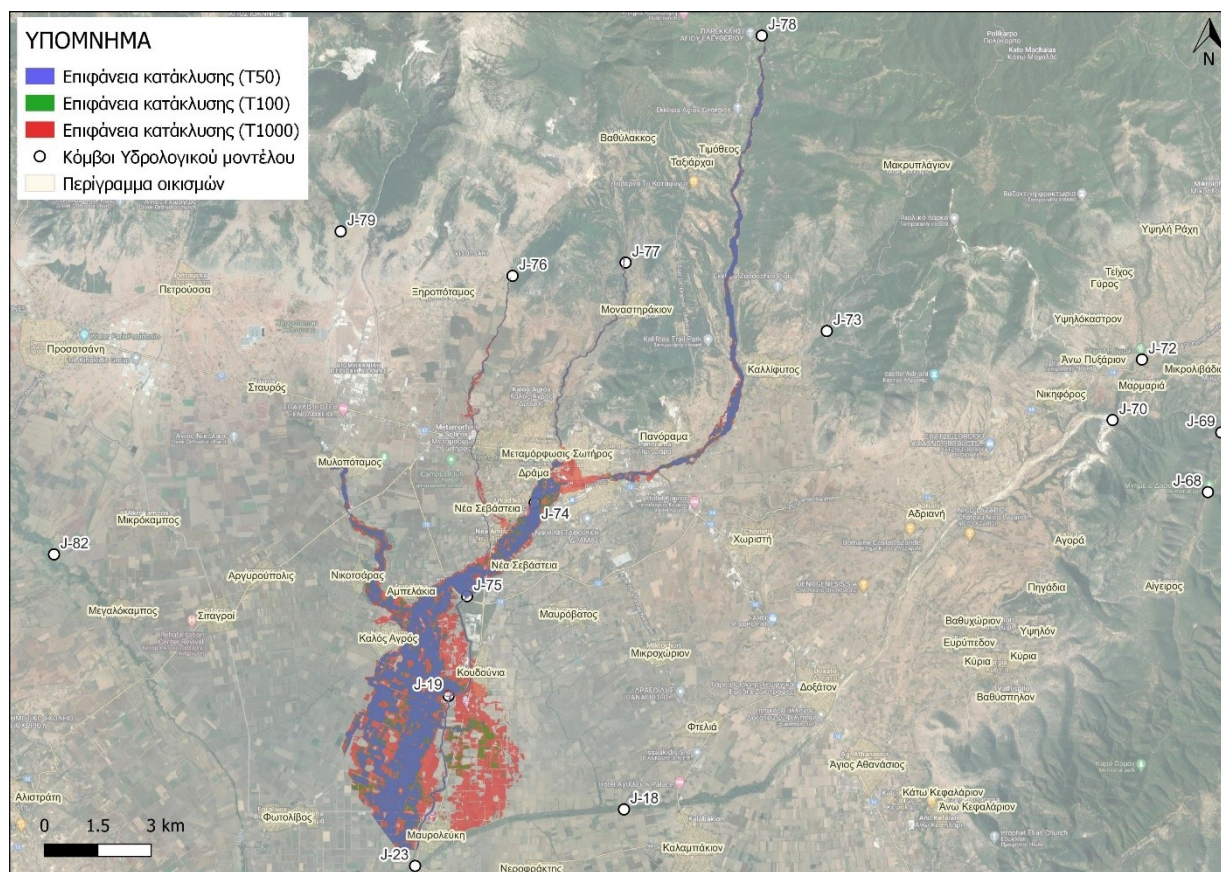
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτουν έντονα φαινόμενα πλημμύρας σε όλες τις περιόδους επαναφοράς. Στις περιόδους $T=50$ και 100 χρόνια η πλημμύρα ξεκινάει από την πόλη της Δράμας χωρίς να την επηρεάζει, συνεχίζει προς τους οικισμούς Αρκαδικό, Νέα Αμισό και Νέα Σεβάστεια χωρίς όμως να επηρεάζονται. Η πλημμυρική κατάκλυση διασχίζει την περιφερειακή Δράμας και φτάνει μέχρι τον οικισμό Καλό Αγρό χωρίς αυτός να παρουσιάζει πρόβλημα. Μέχρι τη συμβολή του Ξηροπόταμου με τον χείμαρρο Δοξάτο η πλημμύρα διαχέεται δυτικά του οικισμού Κουδούνια χωρίς να τον επηρεάζει, σε μια εκταταμένη ζώνη κατάκλυσης πλάτους 3km, εντός καλλιεργήσιμων πεδινών εκτάσεων. Τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα ($<1m$).

Στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια η εικόνα επιδεινώνεται, με την πλημμυρική κατάκλυση να έχει μεγαλύτερη έκταση και να εμφανίζονται μεγαλύτερα βάθη ροής (1-2m). Από την πλημμύρα επηρεάζονται επιπλέον η βιομηχανική και εμπορική ζώνη Δράμας, σε μικρό ποσοστό οι οικισμοί Κουδούνια και Μαυρολεύκη και σε μεγαλύτερη έκταση οι καλλιέργειες, καθώς η ζώνη κατάκλυσης, εκατέρωθεν του ξηροποτάμου, έχει πλάτος 4.5 km. Τα βάθη ροής δυτικά του οικισμού Κουδούνια, στις καλλιεργούμενες εκτάσεις, κυμαίνονται από 1-2 m πλησίον της κοίτης του ρέματος και 0.5-1 m στις πιο απομακρυσμένες περιοχές.

Οι εγκαταστάσεις που πλημμυρίζουν είναι ο βιολογικός Δράμας που βρίσκεται έξω από την πόλη και οι αθλητικές εγκαταστάσεις στον οικισμό Κουδούνια Δράμας.

Πίνακας 5.41: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «rXiropotamou»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	12.69
T = 100	15.25
T = 1000	26.68



Σχήμα 5-46: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «rXiropotamou»

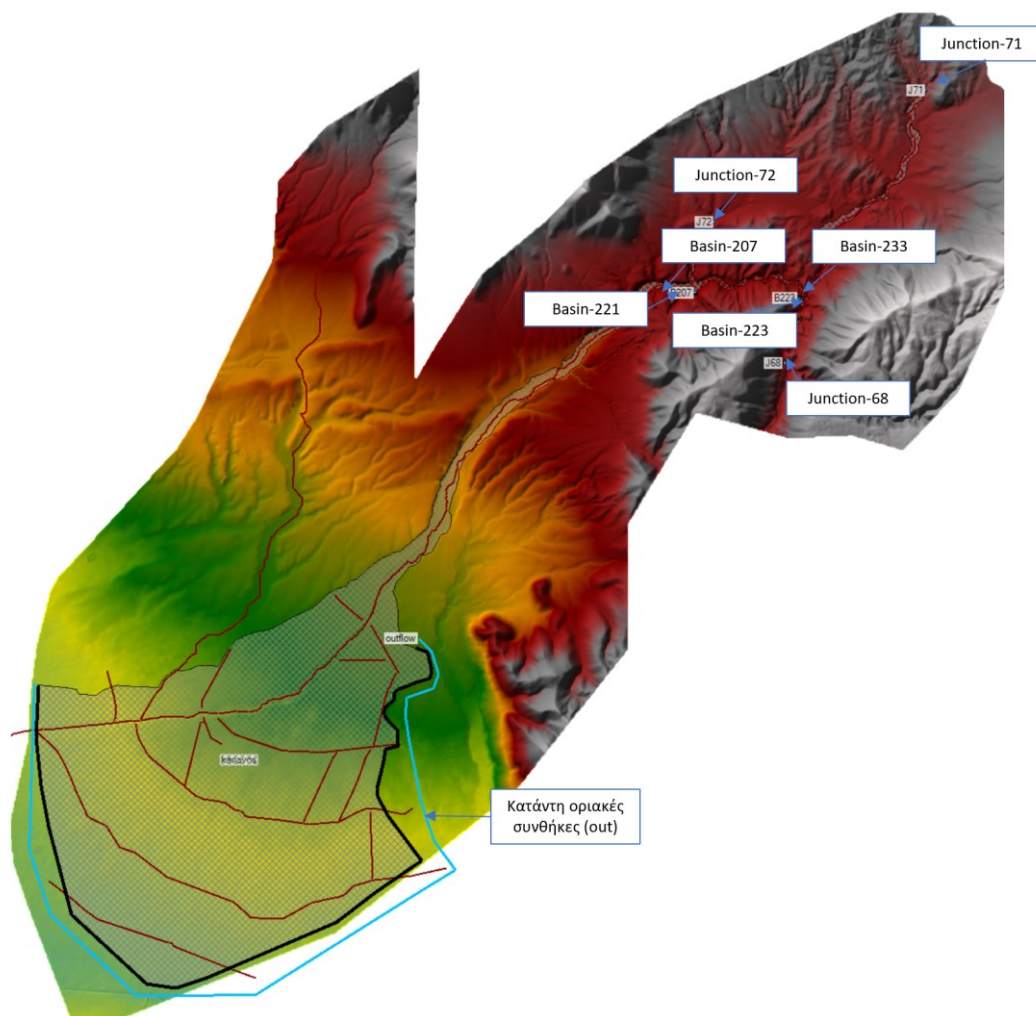
ii. Μοντέλο: «rDoxatou», Υδατορεύματα: Δοξάτο, Μυλόρρεμα

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.42: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «rDoxatou»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «rDoxatou»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	25h	25h	25h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	5 sec	5 sec	5 sec

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «rDoxatou»				
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J68	525.8 m³/sec	52.3 m³/sec	25.6 m³/sec
	J71	148 m³/sec	47.5 m³/sec	33.8 m³/sec
	J72	394.5 m³/sec	90.5 m³/sec	59.2 m³/sec
	EL1106FR00F223	337.1 m³/sec	31.1 m³/sec	15.1 m³/sec
	EL1106FR00F233	283.1 m³/sec	77 m³/sec	51.5 m³/sec
	EL1106FR00F207	60.9 m³/sec	21.5 m³/sec	15.8 m³/sec
	EL1106FR00F221	76 m³/sec	22.5 m³/sec	15.6 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.004)		



Σχήμα 5-47: Γεωμετρία μοντέλου «rDoxatou»

Μυλόρρεμα, χειμάρρος Δοξάτου και ανώνυμο ρέμα

Στην περιοχή δεν έχουν καταγραφεί σημαντικές ιστορικές πλημμύρες.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει πως σε όλες τις περιόδους επαναφοράς δεν προκύπτουν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα.

Στις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και 100 χρόνια η πλημμύρα περιορίζεται εντός της κοίτης του Μυλορρέματος και αντίστοιχα του τμήματος του χειμάρρου Δοξάτου, λόγω της έντονης κλίσης της μισγάγγειας με αποτέλεσμα να μην εμφανίζονται φαινόμενα πλημμύρας και να μην επηρεάζονται οι οικισμοί Πρινόλοφος, Θαμνωτό, Πλατανιά, Παλιάμπελα, Πελεκητή, Μικρολιβάδι, Τερψιθέα, Πλατανόβρυση, Μαρμάρια, Άνω Πυξάρι.

Στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$ χρόνια η εικόνα επιδεινώνεται σε μικρό βαθμό κυρίως στα σημεία συμβολής των ρεμάτων, χωρίς όμως η πλημμύρα να επηρεάζει σημεία ενδιαφέροντος ή καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Χειμάρρος Δοξάτου από το ρέμα Ραβένια μέχρι το Μυλόρρεμα

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στις 13/10/2002 στο Δοξάτο Δράμας.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει πως σε όλες τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, 100 και 1000 χρόνια δημιουργούνται πλημμυρικά φαινόμενα. Στην περίοδο $T=50$ η πλημμυρική κατάκλυση δεν έχει τόσο μεγάλη έκταση καθώς από το Μυλόρρεμα μέχρι το ρέμα Ραβένια η πλημμύρα περιορίζεται εντός της ευρύτερης πλημμυρικής κοίτης του χειμάρρου. Οι εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού στο Δοξάτο παρότι βρίσκονται στις όχθες του χειμάρρου δεν επηρεάζονται από φαινόμενα πλημμύρας.

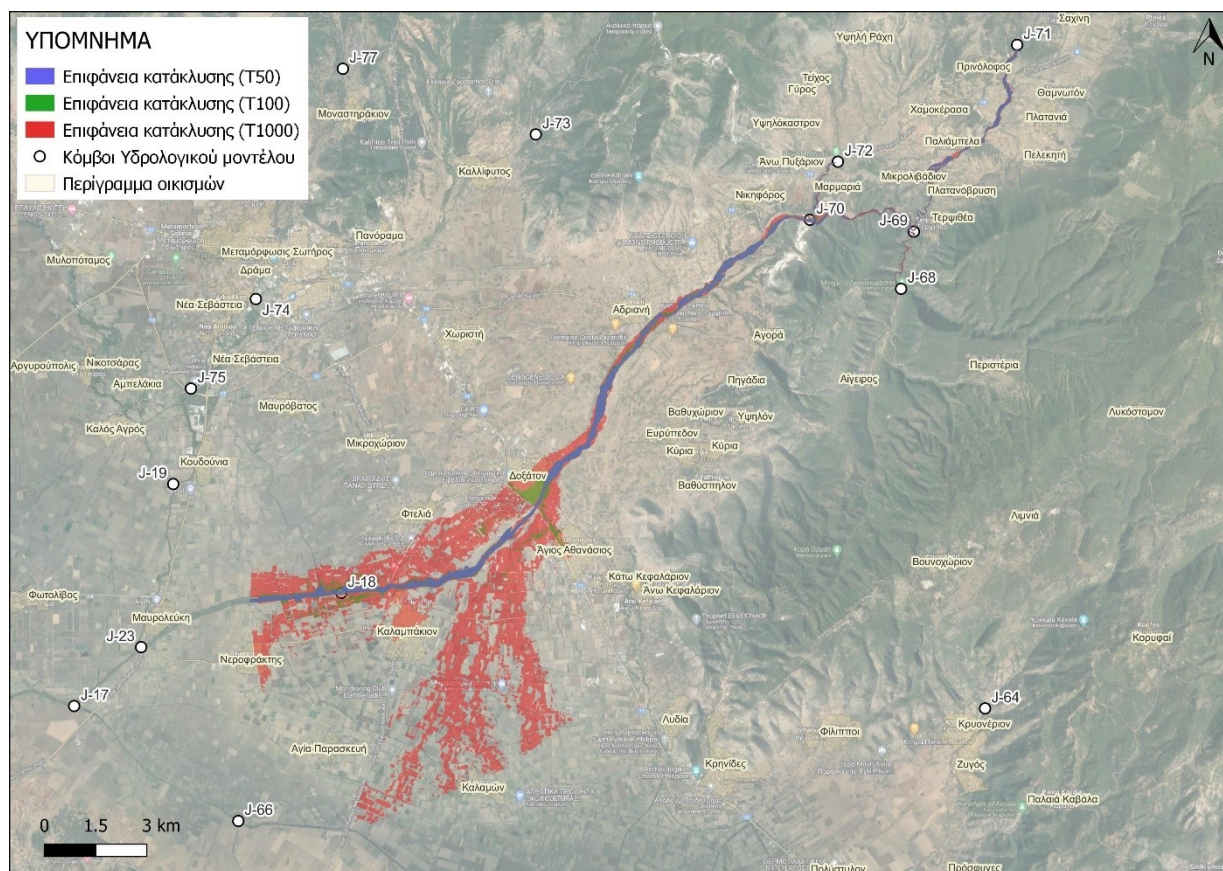
Ομοίως και για την περίοδο επαναφοράς $T=100$ η πλημμύρα περιορίζεται εντός της κοίτης στο μεγαλύτερο μήκος του χειμάρρου με εξαίρεση το τμήμα μεταξύ των οικισμών του Δοξάτου και του Αγίου Αθανασίου όπου έχουμε πλευρικές υπερχειλίσσεις εντός των οικισμών, με μικρά ωστόσο βάθη ροής ($<0.5\text{m}$).

Στην περίοδο επαναφοράς $T=1000$ η εικόνα της πλημμυρικής κατάκλυσης επιδεινώνεται στο σύνολο της εξεταζόμενης περιοχής, καθώς από το Μυλόρρεμα μέχρι την είσοδο στο Δοξάτο η πλημμύρα ξεπερνάει τα όρια της πλημμυρικής κοίτης και δημιουργεί μια ζώνη κατάκλυσης 300m με μεγάλα βάθη ροής ($>2\text{m}$). Η πλημμύρα, φτάνει μέχρι τον οικισμό Αδριανή χωρίς όμως να τον επηρεάζει. Στον οικισμό Δοξάτο, τα φαινόμενα είναι πιο έντονα με ακόμα μεγαλύτερα βάθη ροής ($>>2\text{m}$). Ο οικισμός πλημμυρίζει σε ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό, ενώ η πλημμύρα ξεφεύγει και διαχέεται και νότια του χειμάρρου, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης 2.5 km, με μικρά βάθη ροής ($<0.5\text{m}$), επηρεάζοντας τους οικισμούς Άγιος Αθανάσιος και Καλαμπάκι. Αντίστοιχα στο κομμάτι από το Δοξάτο μέχρι το ρέμα Ραβένια, εκατέρωθεν του χειμάρρου, η πλημμύρα διαχέεται εντός των καλλιεργούμενων εκτάσεων δημιουργώντας και εδώ μια ζώνη κατάκλυσης 2 km, με μικρά βάθη ροής ($<0.5\text{m}$). Η πλημμύρα, φτάνει μέχρι τον οικισμό Φτελιάς χωρίς να τον επηρεάζει.

Όσον αφορά τα σημεία ενδιαφέροντος που πλημμυρίζουν είναι κτίρια εκπαίδευσης, ένα ξενοδοχειακό κατάλυμα και το Περιφερειακό Ιατρείο στο Δοξάτο αλλά μόνο για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη.

Πίνακας 5.43: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «rDoxatou»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
T=50	3.88
T = 100	5.65
T = 1000	30.50



Σχήμα 5-48: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «rDoxatou»

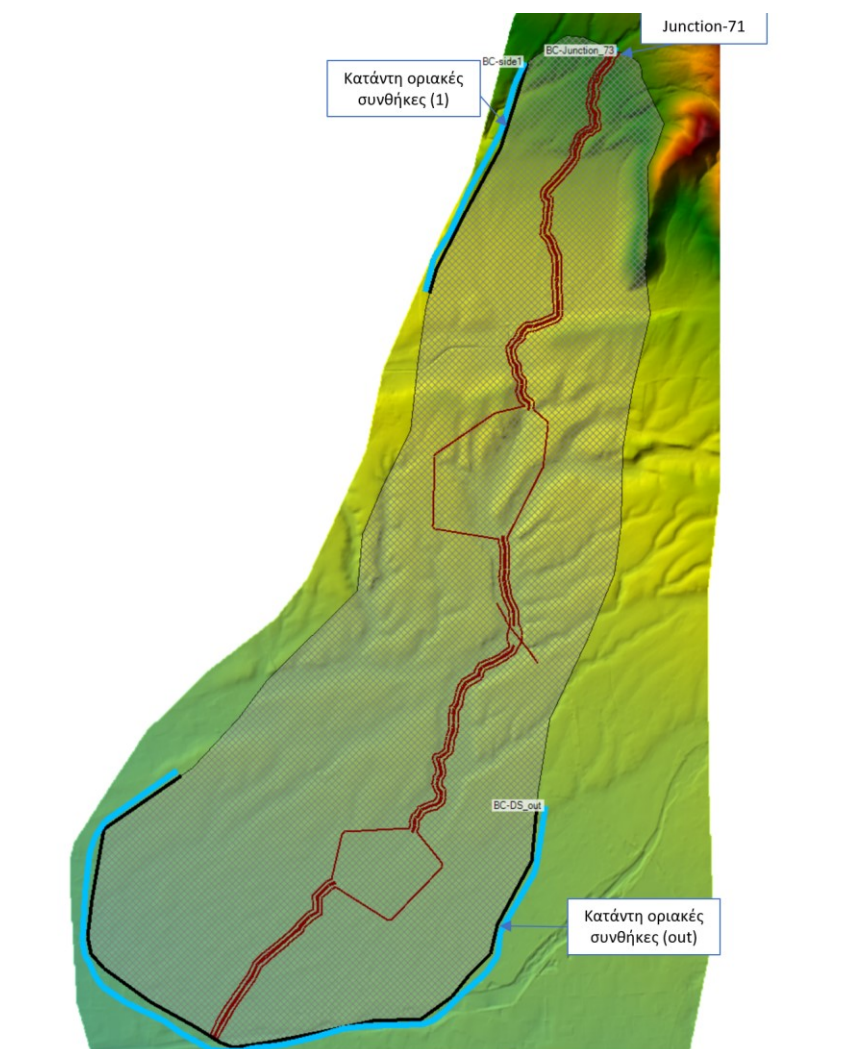
iii. Μοντέλο: «J73_J18», Υδατορεύματα: ρ. Ραβένια

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.44: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J73_J18»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J73_J18»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	60h	60h	60h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 0.87sec)	Adaptive (minimum 0.87sec)	Adaptive (minimum 0.87sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογράφηματος ή υετογράφηματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	15 minutes	15 minutes	15 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J73_J18»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J73	77.8 m³/sec	5.3 m³/sec	2.3 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος (1)	Normal depth (0.00573)		
	Έξοδος(out)	Normal depth (0.00573)		



Σχήμα 5-49: Γεωμετρία μοντέλου «J73_J18»

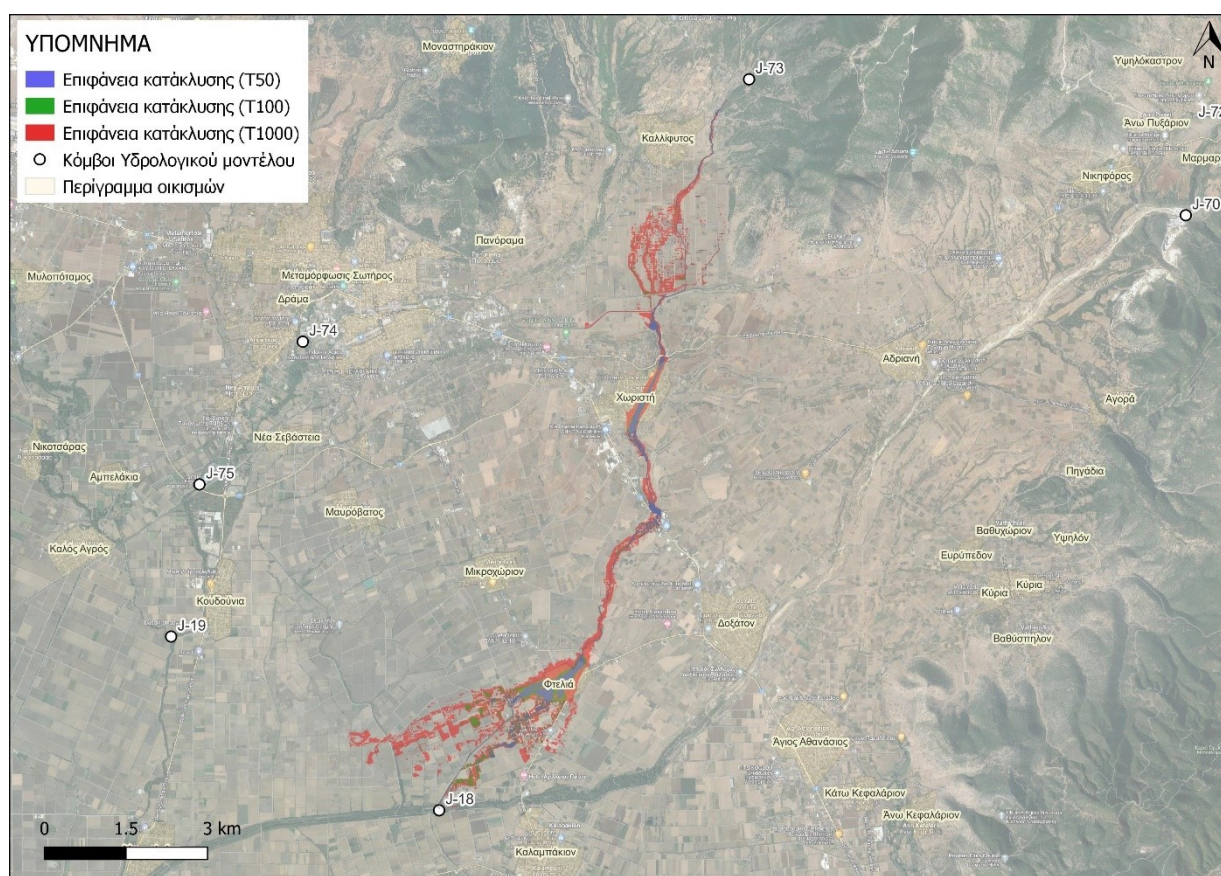
Στις περιόδους επαναφοράς T=50 και T=100, η πλημμύρα στο ρέμα Ραβένια επηρεάζει καθολικά τον οικισμό Φτελιά με μικρά ωστόσο βάθη ροής(<0.5m). Επιπλέον, καλύπτει την Ε.Ο. Δράμας –

Καβάλας, επηρεάζει τον οικισμό Χωριστή σε μικρό ποσοστό, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης πλάτους 100m, με βάθη ροής που κυμαίνονται από 1-2m. Ο οικισμός Καλλίφυτος δεν επηρεάζεται.

Στην περίοδο επαναφοράς T=1000 χρόνια παρατηρούνται εντονότερα πλημμυρικά φαινόμενα, με την κατάκλυση να επηρεάζει μεγάλο πεδινό τμήμα με καλλιέργειες, εκατέρωθεν του ρέματος Ραβένια, ανάντη του οικισμού Χωριστή. Αντίστοιχη περιοχή κατάκλυσης δημιουργείται και στο τμήμα ανάντη της συμβολής με το ρ. Δοξάτου. Τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα (<0.5m). Οι οικισμοί Φτελιά και χωριστή, πλήττονται περισσότερο, καθώς αυξάνονται τα βάθη ροής σε 1-2 m και >2m αντίστοιχα.

Πίνακας 5.45: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J73_J18»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	0.71
T = 100	1.18
T = 1000	4.20



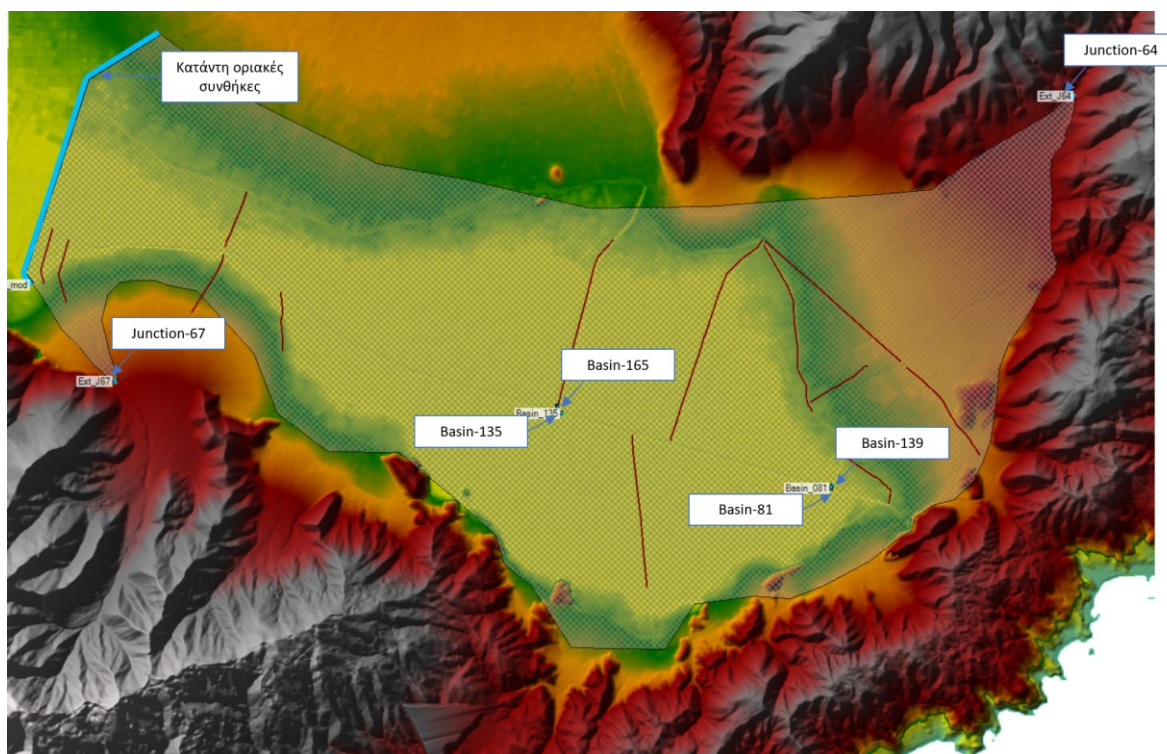
Σχήμα 5-50: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J73_J18»

iv. Μοντέλο: «Tenagi_J64_J66», Υδατορεύματα: ρ. Τάφρος Φιλίππων και ρ. Παλ. Καβάλας

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.46: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «Tenagi_J64_J66»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «Tenagi_J64_J66»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		25h	25h	25h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 0.78 sec)	Adaptive (minimum 0.78 sec)	Adaptive (minimum 0.78 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J64	261.3 m³/sec	25.9 m³/sec	12.5 m³/sec
	J67	127.9 m³/sec	8.5 m³/sec	3.6 m³/sec
	EL1106FR00F139	447.8 m³/sec	94.7 m³/sec	58.7 m³/sec
	EL1106FR00F135	749.6 m³/sec	228.1 m³/sec	157.7 m³/sec
	EL1106FR00F165	363.9 m³/sec	112.9 m³/sec	78.6 m³/sec
	EL1106FR00F081	81.6 m³/sec	24.7 m³/sec	17.4 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.001)		



Σχήμα 5-51: Γεωμετρία μοντέλου «Tenagi_J64_J66»

Στην Περιφερειακή Ενότητα Δράμας ως ευάλωτη περιοχή αναφέρεται η πεδιάδα Τενάγων – Φιλίππων η οποία αποστραγγίζει στον Αγγίτη μέσω της Κεντρικής Τάφρου Φιλίππων. Σε περιπτώσεις μεγάλων απορροών παρατηρείται αδυναμία παροχέτευσης των υδάτων στον τελικό αποδέκτη που είναι ο Στρυμόνας. Πρόκειται για μια περιοχή με πολύ γόνιμα εδάφη, τα οποία όμως υφίστανται έντονα προβλήματα συνιζήσεων με αποτέλεσμα να υπάρχουν σοβαρά προβλήματα στράγγισης της περιοχής. Σε περιόδους λοιπόν με έντονες βροχοπτώσεις, και σε συνδυασμό με τον ελλιπή κατά καιρούς καθαρισμό των στραγγιστικών τάφρων δημιουργούνται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα με κύρια αίτια την υπερχειλίση και την τοπική καταιγίδα.

Το μοντέλο «Tenagi_J64_J66» περιλαμβάνει το ρέμα παλαιάς Καβάλας στο ύψος των οικισμών Κρυονερίου και Ζυγού έως την συμβολή του με την τάφρο Φιλίππων και την τάφρο έως κατάντη της συμβολής της με το J67_J66 ρέμα (συγκεκριμένα 4150m κατάντη του φράγματος Νικησιανής-Καλαμπακίου).

Όσον αφορά τα κυριότερα υφιστάμενα έργα στην περιοχή μελέτης αποτελούνται από:

- Την Κεντρική Τάφρο Φιλίππων μήκους ~28,5 km, η οποία είχε κατασκευαστεί τη δεκαετία του 1930 από την αμερικανική εταιρία J. Monks - Ulen με στόχο την αποξήρανση και αποστράγγιση του έλους των Τενάγων.
- Το σύνολο των αποστραγγιστικών δευτερευουσών τάφρων οι οποίες και καταλήγουν με δενδριτική δομή στην Κεντρική Τάφρο και στόχο την ασφαλή μεταφορά των υδάτων σε αυτήν. Η εκσκαφή τους πραγματοποιήθηκε περίπου ανά χιλιόμετρο. Στις δευτερεύουσες τάφρους εκβάλλουν και οι τάφροι του στραγγιστικού δικτύου. Τα έργα αυτά κατασκευάστηκαν μαζί με την κεντρική τάφρο.

- Το φράγμα Νικήσιανης στην Κεντρική Τάφρο, στο ύψος της γέφυρας της οδού Νικήσιανης – Καλαμπακίου, το οποίο διαθέτει 3 θυροφράγματα, διαστάσεων 2.00 x 4.00 m έκαστο. Το φράγμα Νικήσιανης κατασκευάστηκε το 2003 με σκοπό τη διατήρηση υψηλής στάθμης ύδατος στην Κεντρική Τάφρο ώστε να επιτυγχάνεται η υπάρδευση.
- Πλησίον του υφιστάμενου φράγματος Νικήσιανης έχει κατασκευαστεί πρόσφατα αντλιοστάσιο δυναμικότητας 5000 m³/hr (από τοπική πληροφόρηση) με σκοπό την ενίσχυση της παροχετευτικότητας του θυροφράγματος Νικήσιανης προς τα κατάντη (δυτικά).

[Πηγή: ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΕΝΑΓΩΝ ΦΙΛΙΠΠΩΝ Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ-ΔΡΑΜΑΣ-ΣΕΡΡΩΝ, 2019]

Όσον αφορά την λειτουργία του αντλιοστασίου κατά την προσομοίωση, δεδομένης της έλλειψης των απαραίτητων πληροφοριών λειτουργίας, επιλέχθηκε να λειτουργεί με την προαναφερθείσα δυναμικότητα (5000 m³/hr) με έναρξη λειτουργίας όταν το ύψος του νερού φτάσει το ύψος των θυροφραγμάτων.

Στην ευρύτερη περιοχή έχουν καταγραφεί σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στις 13/10/2002 και στις 18/11/2007.

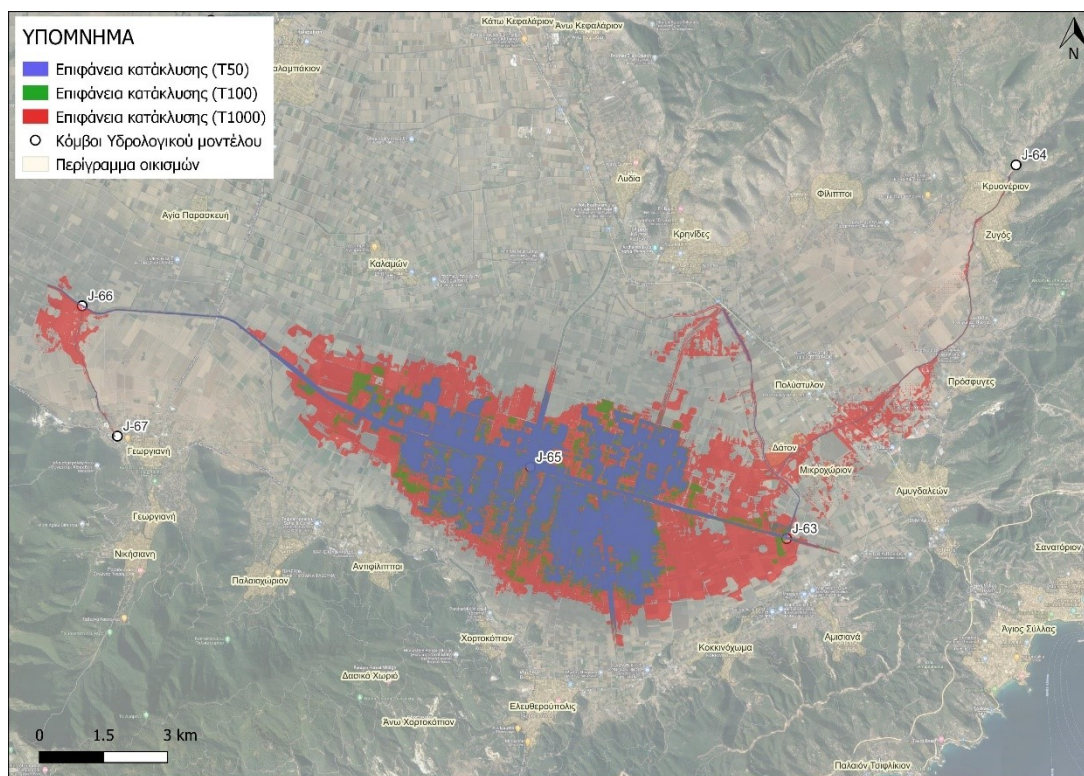
Από τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει ότι για περιόδους επαναφοράς T=50 και T=100 έτη προκύπτουν παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα. Από το ύψος των οικισμών Κρυονερίου και Ζυγού μέχρι την συμβολή του ρέματος Παλαιάς Καβάλας με την Τάφρο Φιλίππων δεν παρουσιάζεται κατάκλυση. Στο κομμάτι της Τάφρου από από την συμβολή μέχρι το ύψος του οικισμού Καλαμών, η διατομή της τάφρου φαίνεται να μην επαρκεί με αποτέλεσμα να πλημμυρίζει μέρος της πεδιάδας Τενάγων – Φιλίππων, δημιουργώντας μια ζώνη κατάκλυσης, πλάτους 2.5 km, εκατέρωθεν της τάφρου. Τα βάθη ροής κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα (<1m). Από το ύψος του οικισμού Καλαμών ως την συμβολή της τάφρου με το ρέμα J67-J66 η διατομή επαρκεί συμπεριλαμβανομένης της θέσης λειτουργίας του συστήματος φράγμα-αντλιοστάσιο Νικήσιανής.

Για την περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη η εικόνα επιδεινώνεται καθώς η πλημμύρα έχει μεγαλύτερη έκταση (ζώνη κατάκλυσης πλάτους 4 km). Το βάθος ροής αντίστοιχα, είναι πιο μεγάλο (1-2m). Επιπλέον παρουσιάζεται κατάκλυση του αεροδρομίου Αμυγδαλεών καθώς και των οικισμών Δάτου και Μικροχωρίου. Όμοια με τις περιόδους επαναφοράς T=50 και T=100 το σύστημα φράγμα-αντλιοστάσιο φαίνεται να διοχετεύει τους όγκους νερού στα κατάντη επαρκώς και δεν παρουσιάζεται περιοχή κατάκλυσης. Τέλος, στην συμβολή της τάφρου με το ρέμα J67-J66 φαίνεται να παρουσιάζονται φαινόμενα πλημμύρας, σε μια ζώνη πλάτους 1 km, με μικρά ωστόσο βάθη ροής (<0.5m).

Στην ευρύτερη περιοχή βρίσκεται και ο αρχαιολογικός χώρος των Φιλίππων που όμως δεν επηρεάζεται από φαινόμενα πλημμύρας.

Πίνακας 5.47: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «Tenagi_J64_J66»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	16.50
T = 100	21.24
T = 1000	46.63



Σχήμα 5-52: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «Tenagi_J64_J66»

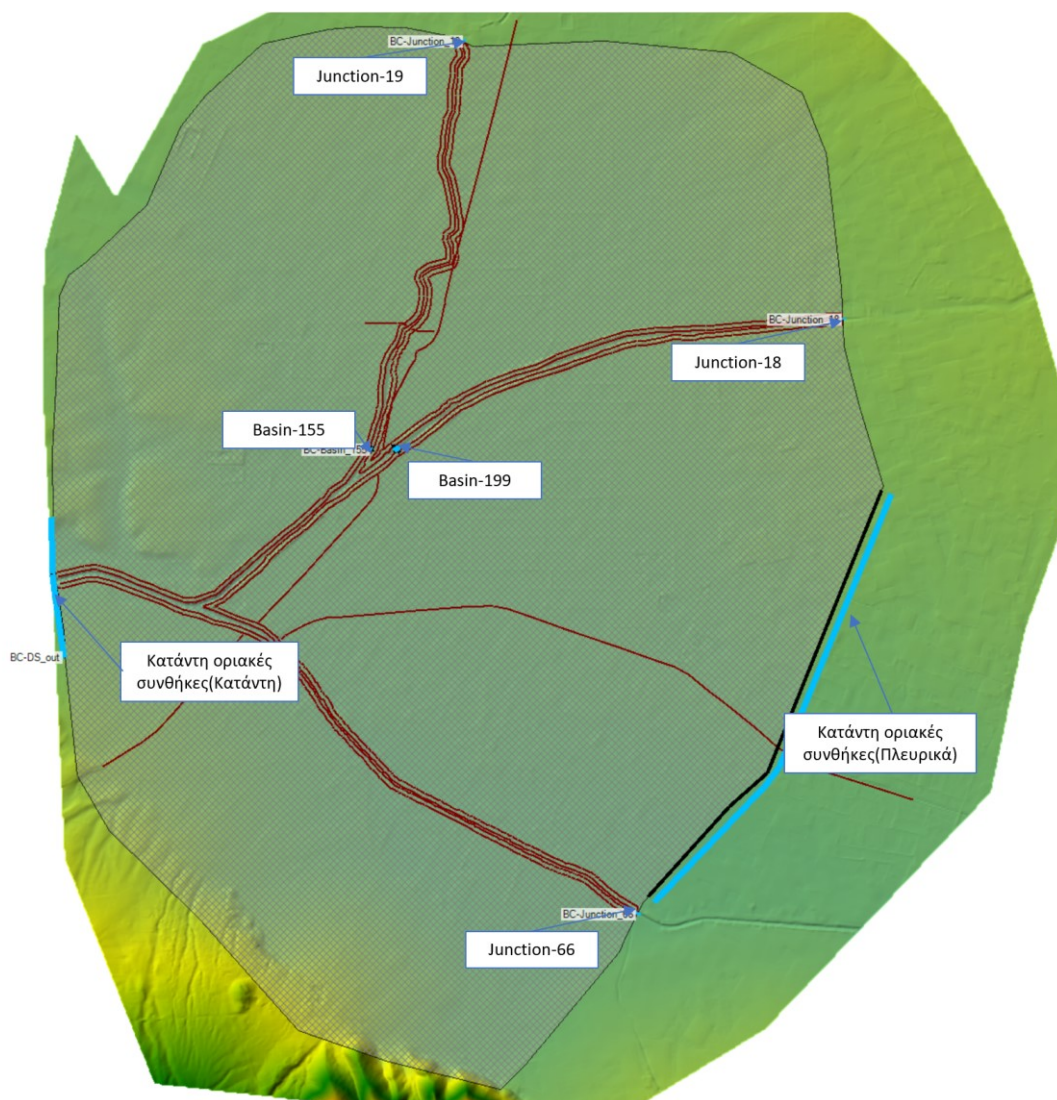
ν. Μοντέλο: «J66_J19_J18_J17», Υδατορεύματα: Συμβολή Τάφρος Φιλίππων, Ξηροπόταμος και Δοξάτο

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.48: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J66_J19_J18_J17»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J66_J19_J18_J17»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	96h	96h	96h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)	Adaptive (minimum 1.75 sec)

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J66_J19_J18_J17»				
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		15 minutes	15 minutes	15 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J19	2063.6 m³/sec	591.5 m³/sec	408 m³/sec
	J18	1605.8 m³/sec	398.5 m³/sec	268.5 m³/sec
	J66	1359.9 m³/sec	400.7 m³/sec	299.2 m³/sec
	EL1106FR00F199	264.3 m³/sec	116.4 m³/sec	88.8 m³/sec
	EL1106FR00F155	20.4 m³/sec	9.2 m³/sec	7.1 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος(Πλευρικά)	Normal depth (0.0001)		
	Έξοδος(Κατάντη)	Normal depth (0.0001)		



Σχήμα 5-53: Γεωμετρία μοντέλου «J66_J19_J18_J17»

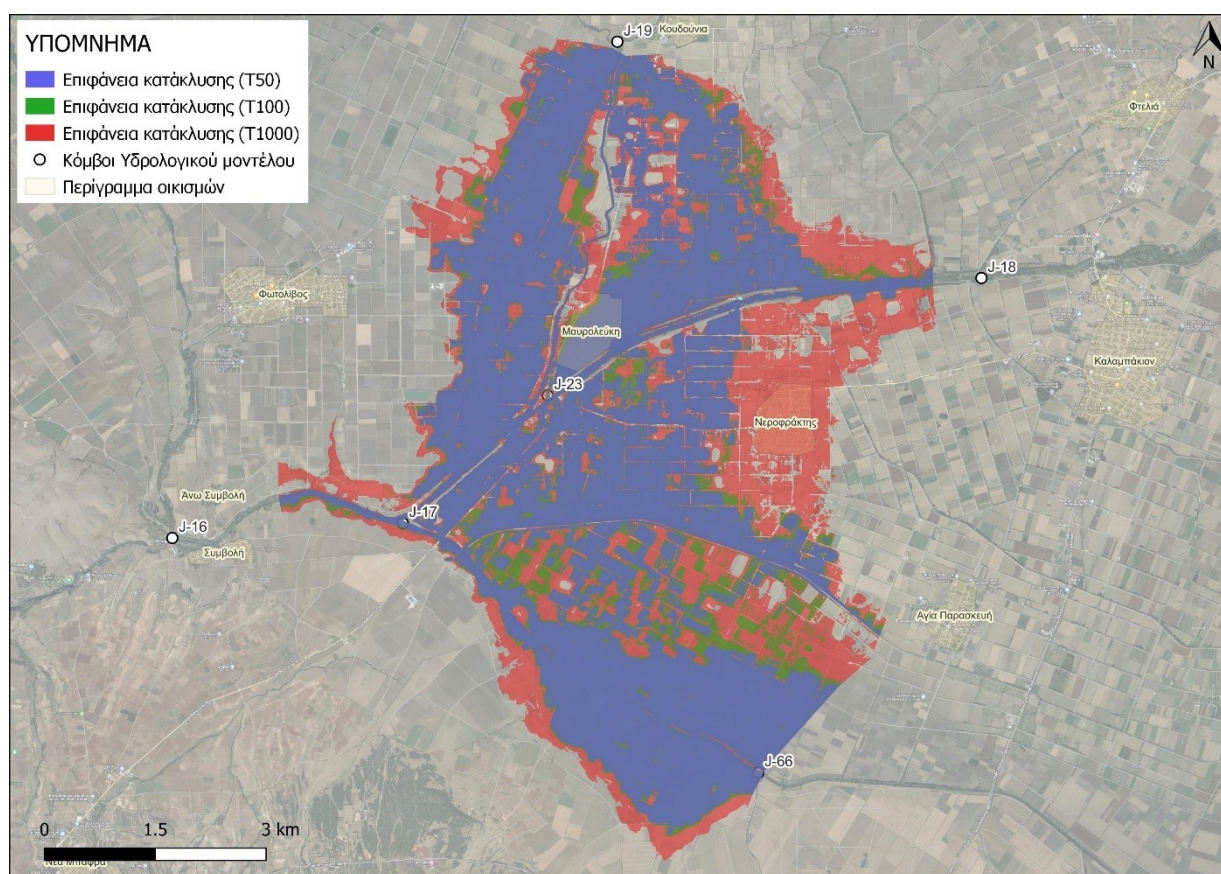
Στην ευρύτερη περιοχή της συμβολής του χειμάρρου Δοξάτου με την Τάφρο Φιλίππων και τον Ξηροπόταμο, έχουν καταγραφεί ιστορικές πλημμύρες στις 13/10/2002 στο Καλαμπάκι.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως τις περιόδους επαναφοράς $T=50$, $T=100$ παρουσιάζονται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα. Η πεδινή έκταση ανάμεσα στο χειμάρρο Δοξάτου και στην τάφρο Φιλίππων που αποτελείται από καλλιέργειες καλύπτεται εντελώς από την πλημμύρα, με βάθη ροής που κυμαίνονται ως επί το πλείστον κάτω από 1m. Έντονα πλημμυρικά φαινόμενα εμφανίζονται και βόρεια του χειμάρρου Δοξάτου όπου η πλημμύρα διαχέεται εντός του οικισμού Μαυρολεύκη. Στο σημείο αυτό η ζώνη κατάκλυσης που σχηματίζεται, εκατέρωθεν του ξηροποτάμου, έχει πλάτος περί τα 3 km, και τα βάθη ροής ως επί το πλείστον είναι κάτω από 1m, με εξαίρεση τον οικισμό Μαυρολεύκη, όπου τα βάθη ροής κυμαίνονται από 1-2m. Αυξημένα βάθη ροής(1-2m), εμφανίζονται και στην τάφρο Φιλίππων ανάντη της συμβολής με τον χειμάρρο Δοξάτου.

Για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$, τα πλημμυρικά φαινόμενα, αυξάνονται αισθητά. Συγκεκριμένα δημιουργείται μια εκτεταμένη περιοχή κατάκλυσης στο σημείο συμβολής του χείμαρρου Δοξάτου, της τάφρου Φιλίππων και του ποταμού Ξηροποτάμου. Ενδεικτικά η ενοποιημένη αυτή περιοχή κατάκλυσης εκατέρωθεν του χείμαρρου Δοξάτου, έχει πλάτος περί τα 10km, με βάθη που κυμαίνονται ως επί το πλείστον από 1-2m. Στο τμήμα όπου η τάφρος Φιλίππων συμβάλλει στον χείμαρρο Δοξάτου και προς ανάντη, τα βάθη ροή αυξάνονται σημαντικά και ξεπερνάνε κατά πολύ τα 2m. Αντίστοιχη κατάσταση ως προς το βάθος ροής, επικρατεί και στον οικισμό Μαυρολεύκη και βορειανατολικά αυτού, όπου υπάρχουν καλλιέργειες. Επιπλέον, καλύπτεται πλήρως και ο οικισμός Νερόφρακτος, με χαμηλά ωστόσο βάθη ροής (<1m).

Πίνακας 5.49: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J66_J19_J18_J17»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	28.17
T = 100	32.76
T = 1000	47.05



Σχήμα 5-54: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J66_J19_J18_J17»

vi. Μοντέλο: «EL11-THOLOREMA», Υδατορεύματα: ρ. Θολόρρεμα, ρ. Δροσερόν και ρ. Γαζώρου

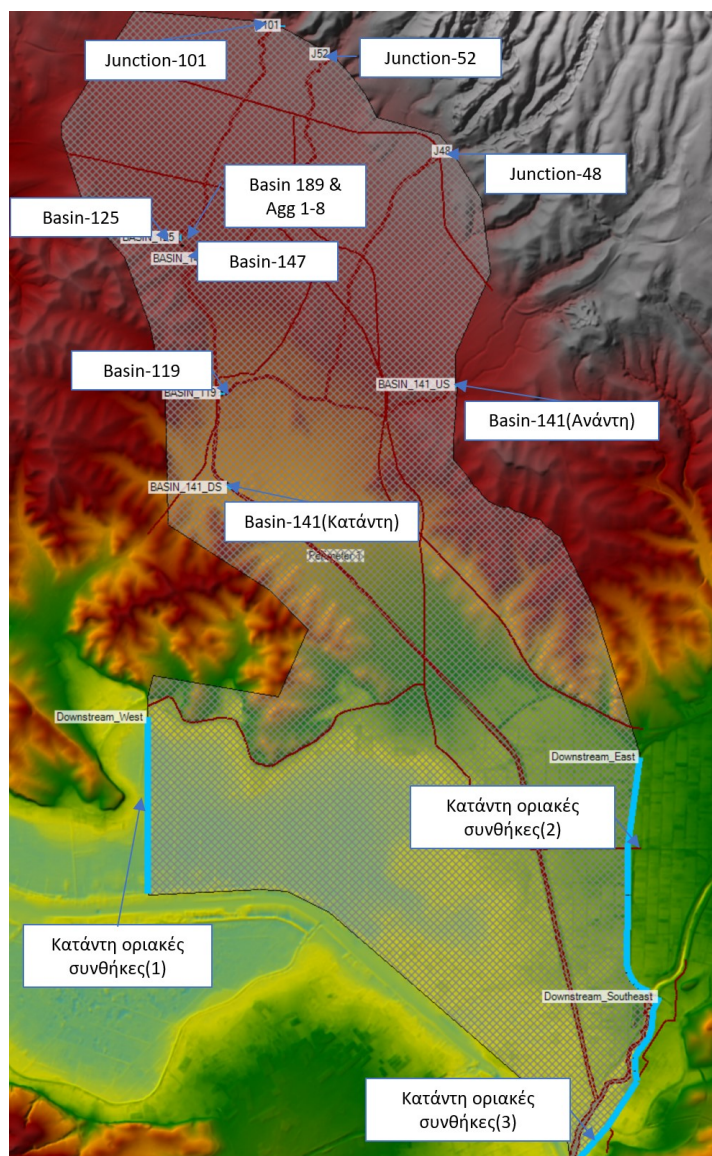
Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.50: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «EL11-THOLOREMA»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «EL11-THOLOREMA»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		48h	48h	48h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 0.67 sec)	Adaptive (minimum 0.67 sec)	Adaptive (minimum 0.67 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		10 minutes	10 minutes	10 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J52	121.3 m³/sec	51.6 m³/sec	33.8 m³/sec
	J48	132.1 m³/sec	54.3 m³/sec	41.2 m³/sec
	EL1106FR00F147	87.2 m³/sec	29.7 m³/sec	21.5 m³/sec
	¹ EL1106FR00F141(Ανάντη)	106.85 m³/sec	39.95 m³/sec	29.25 m³/sec
	¹ EL1106FR00F141(Κατάντη)	106.85 m³/sec	39.95 m³/sec	29.25 m³/sec
	EL1106FR00F125	14.5 m³/sec	4.8 m³/sec	3.4 m³/sec
	EL1106FR00F119	42.6 m³/sec	13.8 m³/sec	9.7 m³/sec
	J101	254.3 m³/sec	72.1 m³/sec	48.6 m³/sec
	² EL1106FR00F189 & Agg 1-8	357 m³/sec	80.8 m³/sec	51.6 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες	Έξοδος(1)	Normal depth (0.0025)		
	Έξοδος(2)	Normal depth (0.005)		
	Έξοδος(3)	Normal depth (0.00376)		

¹ Η απορροή της λεκάνης EL1106FR00F141, επιμερίστηκε σε δύο σημεία(ανάντη & κατάντη) με ποσοστά 50% + 50%.

² Το υδρογράφημα στο σημείο αυτό προέκυψε από το άθροισμα της απορροής της λεκάνης EL1106FR00F189 και του υδρογραφήματος Agg 1-8



Σχήμα 5-55: Γεωμετρία μοντέλου «EL11-THOLOREMA»

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες στην περιοχή έχουν καταγραφεί στις 28/6/1957 και 18/06/2014 στο Θολό Σερρών.

Το ρέμα Δροσερό συμβάλλει με το ρέμα Γαζώρου, σχηματίζοντας κατάντη το Θολόρρεμα μέχρι τη συμβολή με τον ποταμό Αγγίτη.

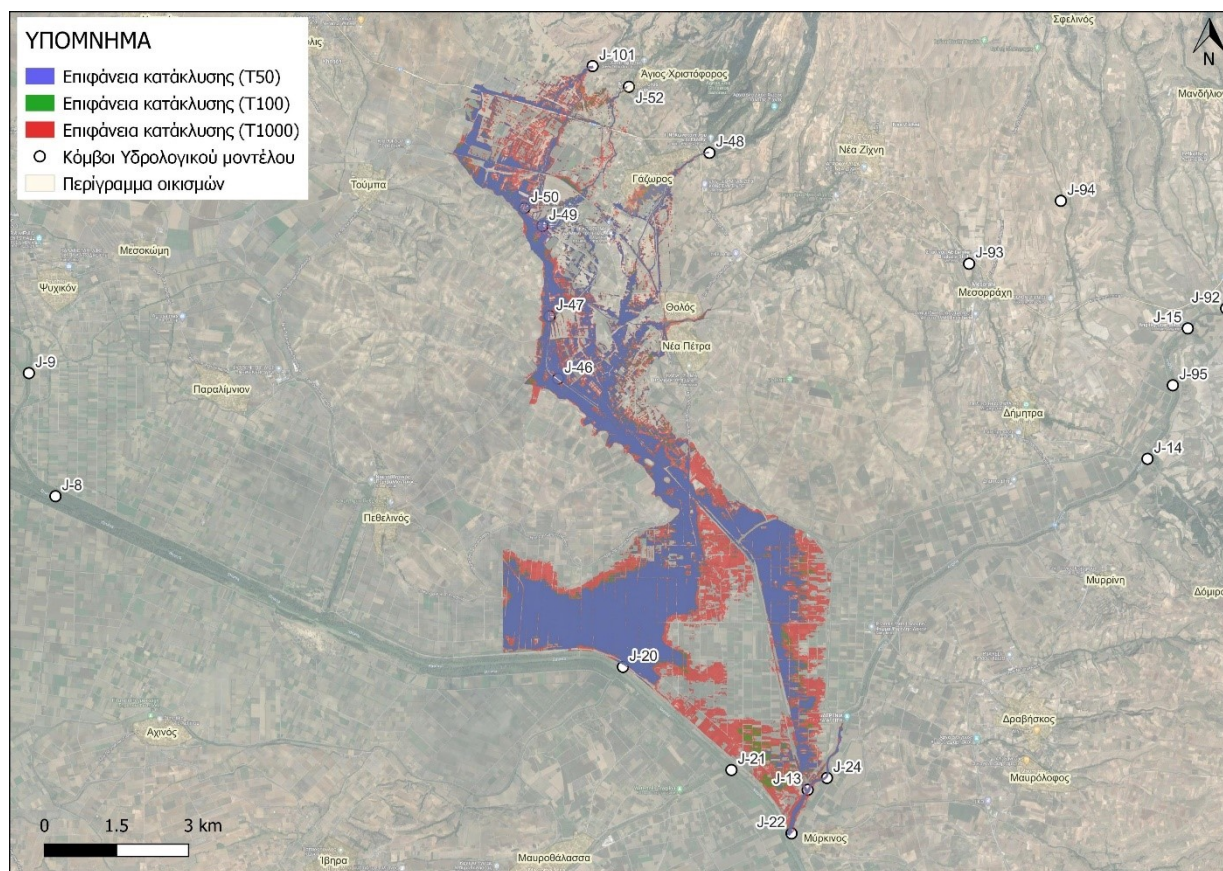
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$, παρουσιάζονται παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα στα ρέματα Δροσερό και Γαζώρου. Σε γενικές γραμμές παρατηρούνται εκτεταμένες κατακλύσεις(συνολική ζώνη κατάκλυσης πλάτους 2km) στα 2 ρέματα, αλλά με μικρά βάθη ροής(<0.5m). Η κατάκλυση στο ρέμα Γαζώρου θίγει και μικρό τμήμα του ομώνυμου οικισμού, με μικρά βάθη ροής(<0.5m) ωστόσο. Επιπλέον, κατακλύζεται και μικρό τμήμα (~200μ) σιδηροδρομικής γραμμής που διέρχεται νότια του οικισμού με το νερό να φθάνει έως τα 50εκ περίπου. Κατά μήκος του

ρέματος θολόρεμα και μέχρι τη συμβολή με τον Αγγίτη σημειώνονται κατακλύσεις στις γύρω αγροτικές εκτάσεις, σε μια ζώνη περίπου 500μ εκατέρωθεν του ρέματος με βάθη ροής (<1m). Πλησιάζοντας στη συμβολή με τον Αγγίτη σημειώνονται εκτεταμένες κατακλύσεις σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις μεταξύ του θολορέματος και του Στρυμόνα με βάθη κατάκλυσης έως 1 m.

Στην περίοδο επαναφοράς των 1000 ετών, οι κατακλύσεις διευρύνονται αισθητά σε όλες τις ζώνες ενώ θίγεται και τμήμα περίπου 600μ της Ε.Ο. Σερρών Δράμας. Η κατάκλυση στον οικισμό Γαζώρος, εκτείνεται σε μια ζώνη πλάτους 700 m, και φτάνει περίπου στο ήμισυ του οικισμού. Το βάθος ροής κυμαίνεται, έως 1m. Πολύ διευρυμένη εμφανίζεται η κατάκλυση, ανάντη της συμβολής του Αγγίτη με το θολόρεμα, στο σημείο που περνάει η επαρχιακή οδός Σερρών-Αμφίπολης. Το πλημμυρικό κύμα που ξεκινάει από το σημείο αυτό και φτάνει μέχρι το Στρυμόνα πλήττει καλλιεργούμενες εκτάσεις. Τα βάθη ροής στο σημείο αυτό κυμαίνονται ως επί το πλείστον από 1-2m.

Πίνακας 5.51: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «EL11-THOLOREMA»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	16.63
T = 100	18.44
T = 1000	29.37



Σχήμα 5-56: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «EL11-THOLOREMA»

5.4.4.5 Παραθαλάσσια Υδατορεύματα

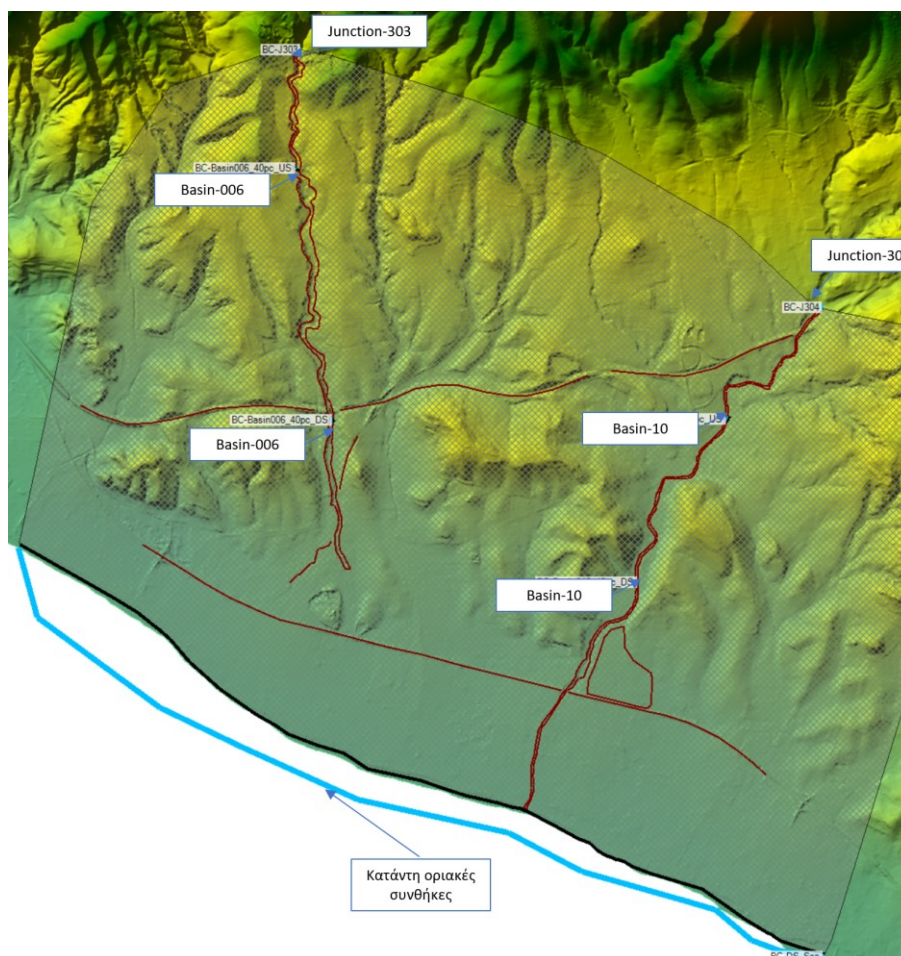
ι. Μοντέλο: «Platanorema», Υδατορεύματα: ρ. Πλατανόρεμα, ρ. Πηγαδούλι

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.52: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «Platanorema»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «Platanorema»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	24h	24h	24h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 0.58 sec)	Adaptive (minimum 0.58 sec)	Adaptive (minimum 0.58 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «Platanorema»				
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		5 minutes	5 minutes	5 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J304	264.7 m³/sec	69.7 m³/sec	9.5 m³/sec
	J303	119.1 m³/sec	9.6 m³/sec	5.3 m³/sec
	EL1106FR00F010(Ανάντη)	92.24 m³/sec	25.04 m³/sec	16.64 m³/sec
	EL1106FR00F010(Κατάντη)	92.24 m³/sec	25.04 m³/sec	16.64 m³/sec
	EL1106FR00F006(Ανάντη)	27.12 m³/sec	8.92 m³/sec	6.32 m³/sec
	EL1106FR00F006(Κατάντη)	27.12 m³/sec	8.92 m³/sec	6.32 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Stage Hydrograph (stage=0)		



Σχήμα 5-57: Γεωμετρία μοντέλου «Platanorema»

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες έχουν καταγραφεί στην περιοχή στις 18/11/2007 στο Παγγαίο. Τα αίτια είναι η υπερχειλίση των ρεμάτων που οφείλεται σε ελλιπή καθαρισμό και κυρίως σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στα ρέματα.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για την περίοδο επαναφοράς $T=50$, παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα στα πεδινά τμήματα των ρεμάτων πριν την εκβολή τους στη θάλασσα (Παραλία Οφρυνίου, Μέγας Αλέξανδρος κτλ). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι πλημμυρικές εκτάσεις σχήματος δέλτα, έχουν πλάτος περί τα 500m και βάθη ροής κάτω από 0.5m. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός πως στο ρέμα Πηγαδούλι, η πλημμύρα φαίνεται να εκτρέπεται εκτός της κοίτης και να διακλαδίζεται προς άλλη κατεύθυνση. Αυτό συμβαίνει γιατί όπως προέκυψε, στην θέση εκτροπής, βρίσκεται γεφύρι εγκαταλελειμμένο και προφανώς μπασζωμένο, το οποίο και εμποδίζει την ροή να ακολουθήσει την αρχική διαμόρφωση της κοίτης και επομένως μέρος της ροής εκτρέπεται ανατολικότερα μέχρι που φτάνει στην παραλία (βλ. επόμενο σχήμα).



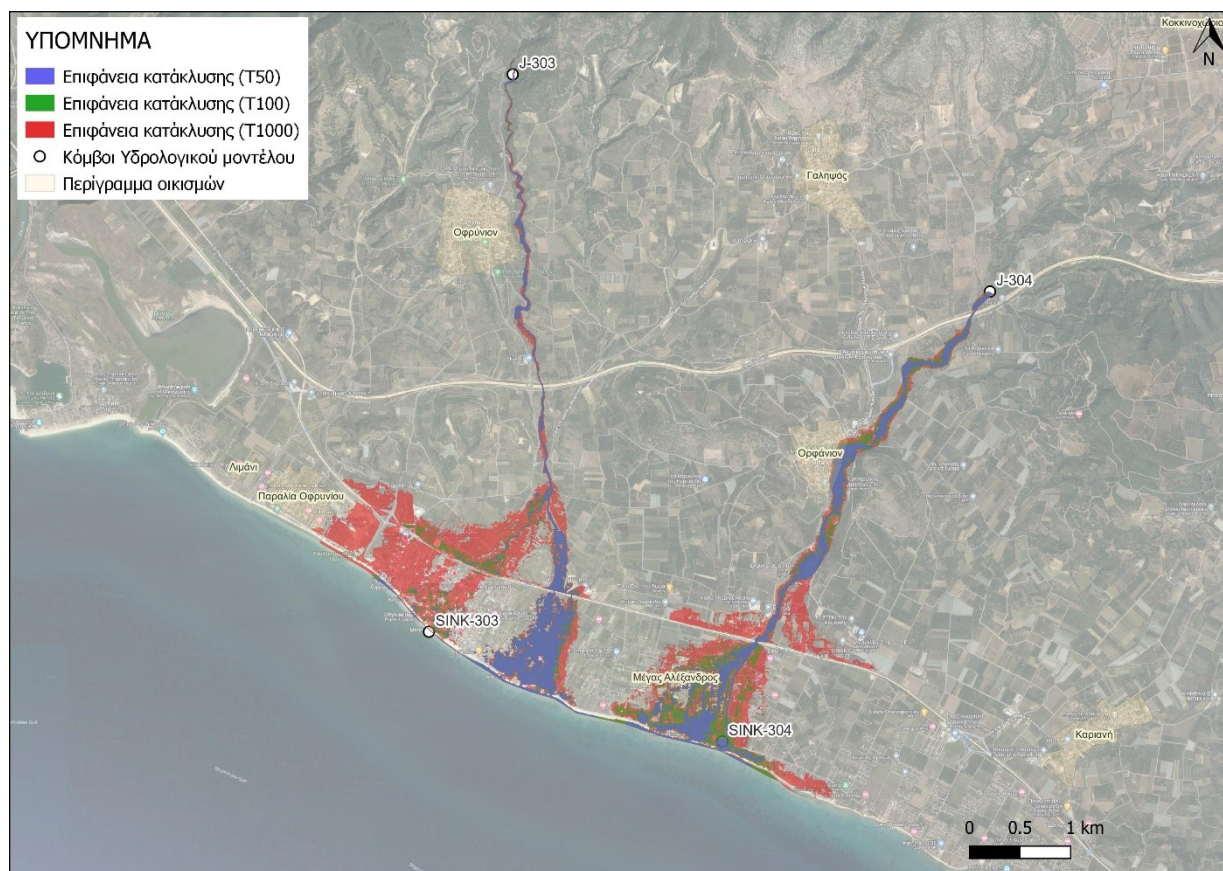
Σχήμα 5-58: Εγκαταλελειμμένο γεφύρι επί του ρ. Πηγαδούλι

Παρόμοια εικόνα αποτυπώνεται για τα δύο ρέματα και στα αποτελέσματα της μοντελοποίησης για $T=100$ χρόνια. Η πλημμύρα φτάνει στους οικισμούς Οφρύνιο, Ορφάνιο και Μέγα Αλέξανδρο. Ως αποτέλεσμα επηρεάζεται, το ανατολικό τμήμα του Ορφανίου μέχρι την Επαρχιακή Οδό Γαληψού-Καριανής, ο οικισμός Μέγας Αλέξανδρος ανατολικά του ρέματος Πλατανόρεμα καθώς και μικρή έκτασης πλημμύρα εντός του οικισμού Οφρυνίου, εκατέρωθεν του ρέματος Πηγαδούλι. Τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα ($<0.5\text{m}$).

Κατά την μοντελοποίηση της $T=1000$ χρόνια η εικόνα επιδεινώνεται. Η εκτροπή στο ρέμα Πηγαδούλι φαίνεται να περιορίζεται αισθητά πλέον, συνεπώς πλημμυρικές κατακλύσεις παρατηρούνται σε μεγαλύτερη έκταση, όπου φαίνεται να επηρεάζεται ο οικισμός Παραλίας Οφρυνίου σε όλο το παραλιακό τμήμα. Η ίδια επιδείνωση καταγράφεται και στον οικισμό Μεγάλου Αλεξάνδρου, όπου πλήττεται το μεγαλύτερο τμήμα του. Τα βάθη ροής παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα ($<0.5\text{m}$). Στο ορεινό τμήμα του ρέματος Πλατανόρεμα, η ζώνη κατάκλυσης πλάτους περί τα 200m, επηρεάζει το ανατολικό τμήμα του Ορφανίου. Τα βάθη, στο σημείο αυτά αυξάνονται αισθητά και κυμαίνονται από 1-2m.

Πίνακας 5.53: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «Platanorema»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
T=50	1.21
T = 100	1.85
T = 1000	4.17



Σχήμα 5-59: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «Platanorema»

ii. Μοντέλο: «marmara», Υδατορεύματα: π. Μαρμαρά

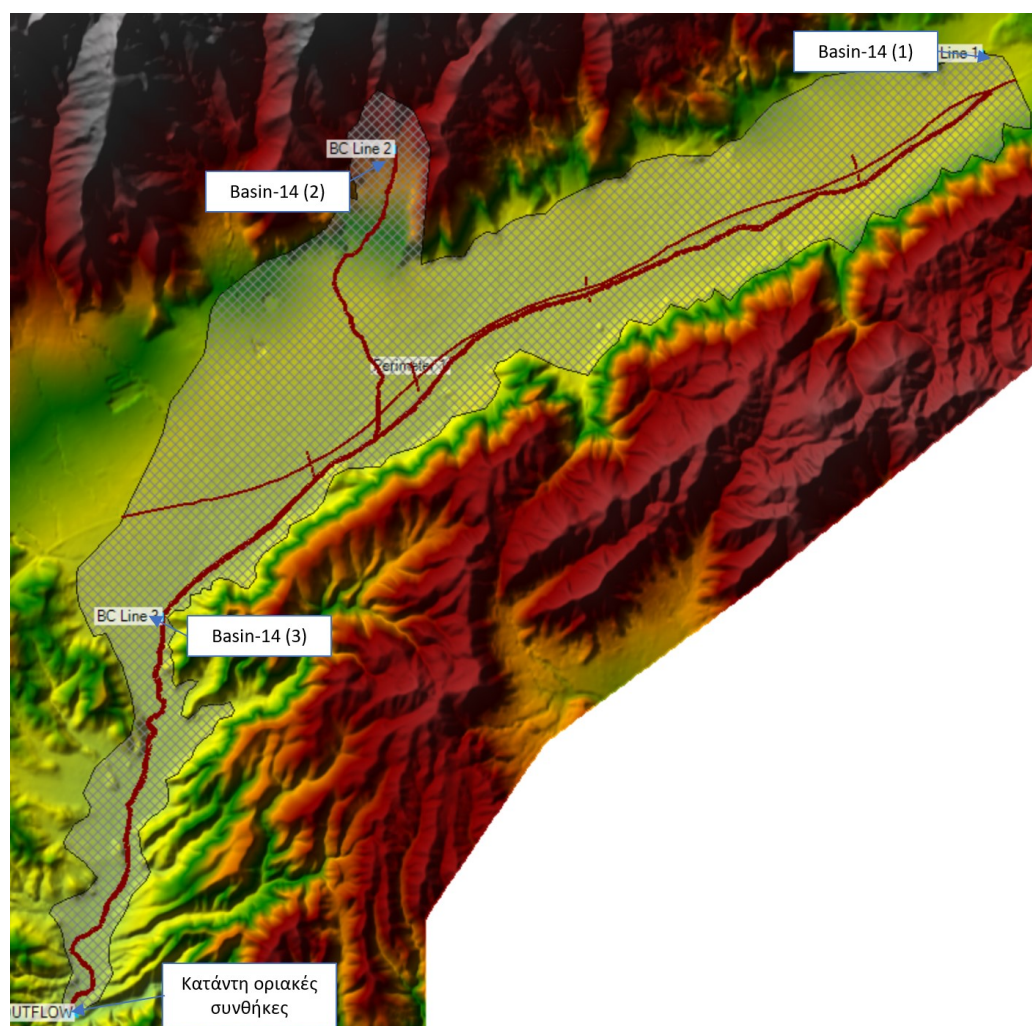
Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.54: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «marmara»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «marmara»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	48h	48h	48h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 1.17 sec)	Adaptive (minimum 1.17 sec)	Adaptive (minimum 1.17 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογράφηματος ή υετογράφηματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	10 minutes	10 minutes	10 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «marmara»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	EL1106FR00F014(1) *	715.2 m³/sec	204 m³/sec	137.9 m³/sec
	EL1106FR00F014(2) *	104.69 m³/sec	29.8 m³/sec	20.2 m³/sec
	EL1106FR00F014(3) *	715.2 m³/sec	204 m³/sec	137.9 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.001)		

*Σημείωση : Η συνολική απορροή της λεκάνης EL1106FR00F014, επιμερίστηκε σε τρεις θέσεις(1,2,3), με τα εξής ποσοστά(47% για τις θέσεις 1&3 και 6% για την θέση 2). Ο επιμερισμός αυτός προέκυψε, βάσει των επιμέρους εκτάσεων που απορρέουν στα σημεία αυτά προς την συνολική έκταση της λεκάνης.



Σχήμα 5-60: Γεωμετρία μοντέλου «marmara»

Ιστορικές πλημμύρες στην ευρύτερη περιοχή έχουν καταγραφεί στις 18/11/2007 στον οικισμό Σιδηροχωρίου, στη Μουσθένη και στον Ακροπόταμο. Τα αίτια σε αυτές τις περιοχές είναι η υπερχειλίση του ρέματος Μαρμαρά που οφείλεται σε ελλιπή καθαρισμό και κυρίως σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στα ρέματα (περιορισμός κοίτης, κατάργηση κοίτης κεντρικού ρέματος – μπάζωμα).

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει ότι γενικά πλημμύρες εμφανίζονται στο ανάντη τμήμα εκατέρωθεν του ποταμού, ενώ το κατάντη τμήμα έχει μεγάλες κλίσεις και έντονη μισγάγγεια και συνεπώς δεν εμφανίζονται πλημμυρικά φαινόμενα.

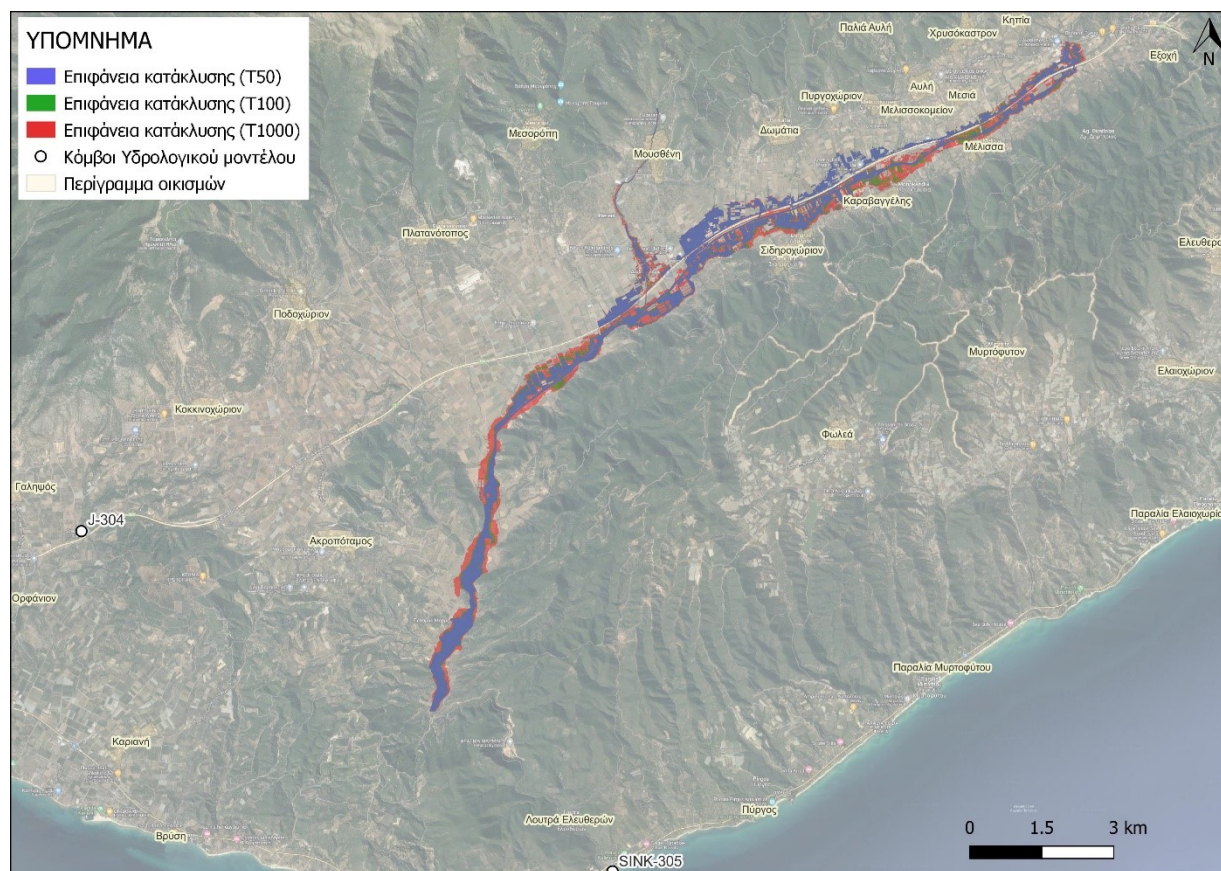
Για την περίοδο επαναφοράς $T=50$, δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερα πλημμυρικά φαινόμενα στο ρέμα Μαρμαρά. Παρατηρούνται πολύ μικρές εκτάσεις πλημμύρας εκατέρωθεν του ρέματος, σε μια ζώνη πλάτους 200m, στο οποίο υπάρχουν κυρίως καλλιέργειες. Τα βάθη ροής, κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα ($<0.5m$). Παρόμοια εικόνα παρουσιάζεται και στη μοντελοποίηση για $T=100$ χρόνια.

Κατά την μοντελοποίηση της $T=1000$ δεν εμφανίζονται επίσης έντονες πλημμυρικές κατακλύσεις λόγω της διαμόρφωσης του ρέματος καθώς επικρατούν εκατέρωθεν έντονες κλίσεις. Η ζώνη κατάκλισης, εκατέρωθεν του ρέματος διευρύνεται στα 400m, και επηρεάζει καλλιεργούμενες εκτάσεις. Παρατηρείται αύξηση του βάθους ροής (1-2m).

Η πλημμύρα και για τις τρεις περιόδους επαναφοράς φτάνει στα όρια των οικισμών Μέλισσα, Καραβαγγέλης και Σιδηροχώριον, αλλά δεν τους επηρεάζει. Επιπλέον το ρέμα που διέρχεται μέσα από τον οικισμό Μουσθένη φαίνεται να παροχετεύει την πλημμύρα σε όλα τα σενάρια. Τέλος η Εγνατία οδός δεν επηρεάζεται, καθώς η πλημμύρα διέρχεται από τους οχετούς και διαχέεται βόρεια αυτής.

Πίνακας 5.55: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «marmara»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km^2)
T=50	5.23
T = 100	6.22
T = 1000	9.31



Σχήμα 5-61: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «margara»

5.5 Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004)

5.5.1 Γενικά

Η χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων, έκτασης 33 km², είναι η βορειότερη του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας. Περιορίζεται από Βορρά στα σύνορα με την Βουλγαρία στην περιοχή του Προμαχώνα ακολουθώντας, εν μέρει, την κοίτη του ρέματος Μπίστριτσα (Άγκιστρο) το οποίο ανήκει στην Βουλγαρία διεύθυνσης ΑΒΑ-ΔΝΔ και αποστραγγίζεται στον Στρυμόνα στα βορειοδυτικά όρια της ζώνης. Βορειοανατολικά της ζώνης υπάρχει το ρέμα Κρασχωρήτικο το οποίο συμβάλλει στα σύνορα στο ρέμα Μπίστριτσα, ενώ νότιο σύνορο της ζώνης είναι οι πρόποδες του όρους Άγκιστρο (Τσιγκέλι 1330m, θεωρείται φυσική προέκταση του όρους Όρβηλος). Περιλαμβάνει επίσης και τον άνω ρου του Στρυμόνα (περί τα 7km από τα σύνορα). Το υδρογραφικό δίκτυο εντός της ζώνης περιλαμβάνει τα παράλληλης διεύθυνσης ρέματα Αγκίστρου, Ρεματιά. Σύμφωνα με την κατανομή των υψομέτρων για τη συγκεκριμένη περιοχή το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται πεδινό σε ποσοστό 43.66% και ημιορεινό 56.32%, ενώ σύμφωνα με τις κλίσεις το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ως λοφώδες (40%) και επικλινές (25%).

5.5.2 Θέσεις ενδιαφέροντος

Εντός της ΖΔΥΚΠ επικρατούν οι γεωργικές χρήσεις γης (52.71%) και ακολουθούν τα Δάση και ημιφυσικές περιοχές (35.44%), οι Υδάτινες Επιφάνειες (6.71%) και με μικρότερα ποσοστά οι Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες, η Αστική δόμηση, οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και τα Λιβάδια και οι Φυσιικοί Βοσκότοποι.

Εντός της λεκάνης απορροής των υδάτινων σωμάτων που απορρέουν στην ΖΔΥΚΠ EL11APSF004 υφίστανται δύο (2) αποκατεστημένοι ΧΑΔΑ (ΕΓΥ, 2016), ενώ δεν εντοπίζονται ΧΥΤΑ (ΥΠΕΚΑ, 2015). Οι εν λόγω ΧΑΔΑ εντοπίζονται εντός των ορίων της ΖΔΥΚΠ. Επίσης συναντώνται σταβλικές εγκαταστάσεις και μία (1) υδατοκαλλιέργεια.

Εντός της λεκάνης εντοπίζεται τμήμα της Εθνικής Οδού 63 Σέρρες – Σιδηρόκαστρο – Προμαχώνας, από την περιοχή του Νέου Πετριτίου έως τον Προμαχώνα και τα Βουλγαρικά σύνορα. Επίσης εντοπίζεται τμήμα της σιδηροδρομικής γραμμής Θεσσαλονίκης – Σερρών – Προμαχώνα, η οποία από το Νέο Πετρίτσι και έπειτα κινείται παράλληλα με την Ε.Ο. Σερρών Προμαχώνα έως τα σύνορα. Στην ευρύτερη περιοχή που περιλαμβάνει την ΖΔΥΚΠ EL11APSF004 δεν απαντώνται άλλες χρήσεις γης όπως εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, βιομηχανίες, βιομηχανικές περιοχές κλπ.

5.5.3 Ιστορικό πλημμυρών

Δεν υπάρχει καταγραφή σημαντικών ιστορικών πλημμυρών σε αυτή την περιοχή.

5.5.4 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

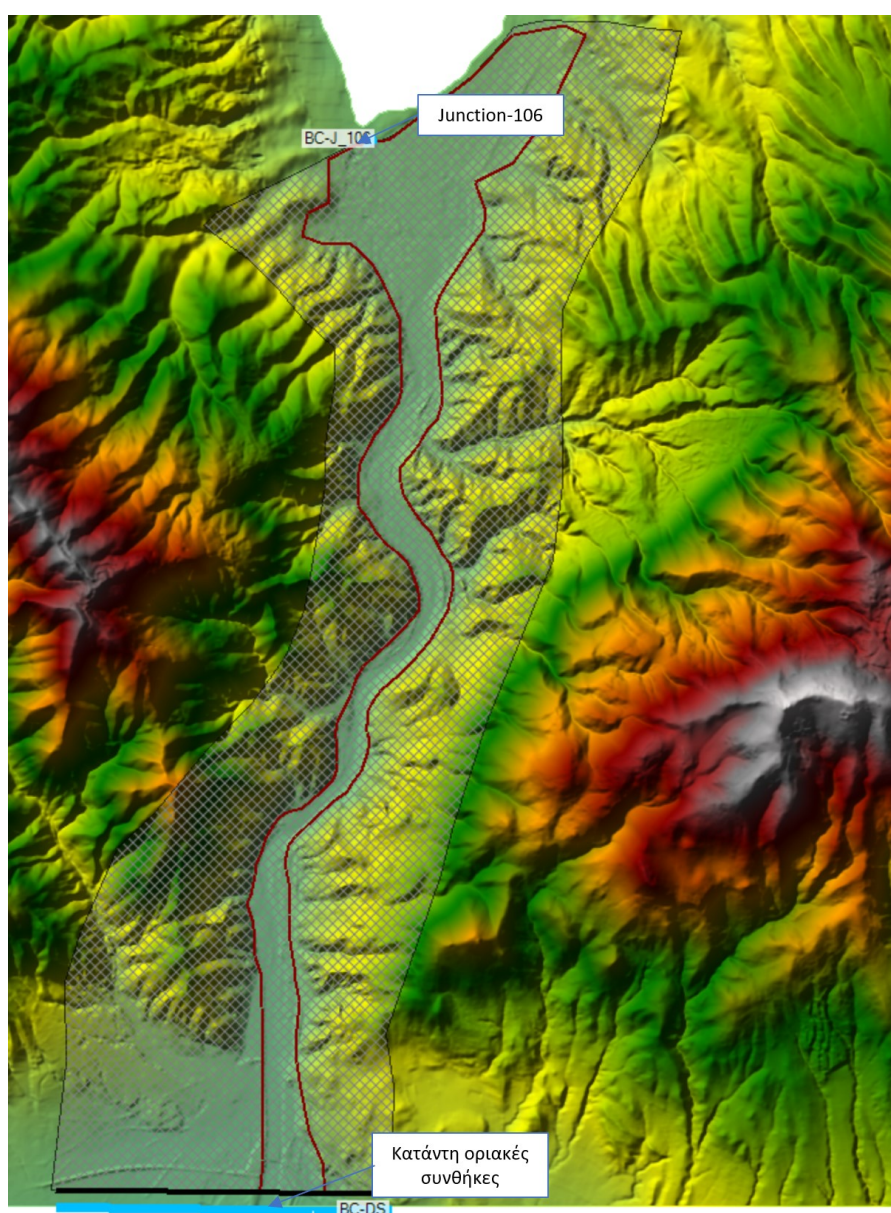
5.5.4.1 Μοντέλο: «J106_J104», Υδατορεύματα: Ανάντη ρου Στρυμόνα, κατάντη συνόρων

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.56: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J106_J104»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J106_J104»			
Περίοδος επαναφοράς	T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης	168h	168h	168h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών	Adaptive (minimum 3.5 sec)	Adaptive (minimum 3.5 sec)	Adaptive (minimum 3.5 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος	20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων	15 minutes	15 minutes	15 minutes

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «J106_J104»				
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m³/sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J106	1420.3 m³/sec	1065.8 m³/sec	956.5 m³/sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		Normal depth (0.001905)		



Σχήμα 5-62: Γεωμετρία μοντέλου «J106_J104»

Χ.Θ. 0+000 έως Χ.Θ. 10+500 (είσοδος του ποταμού στην ελληνική επικράτεια μέχρι τον οικισμό Λουτρά)

Το συγκεκριμένο κομμάτι πρόκειται για φαράγγι όπου εκατέρωθεν υπάρχουν μεγάλα υψόμετρα και γενικά η ροή περιορίζεται εντός της κοίτης. Για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ η πλημμύρα φτάνει μέχρι τη Ν.Ε.Ο. Θεσσαλονίκης – Σερρών που την επηρεάζει εν μέρει νότια του οικισμού Προμαχώνα. Εν γένει, πλημμυρίζει μόνο το πεδινό τμήμα απ' την έξοδο απ' τα βουλγαρικά σύνορα. Η ζώνη κατάκλυσης, που δημιουργείται νότια του Προμαχώνα, έχει πλάτος περί το 1 km, και βάθη ροής ως επί το πλείστον 1-2m.

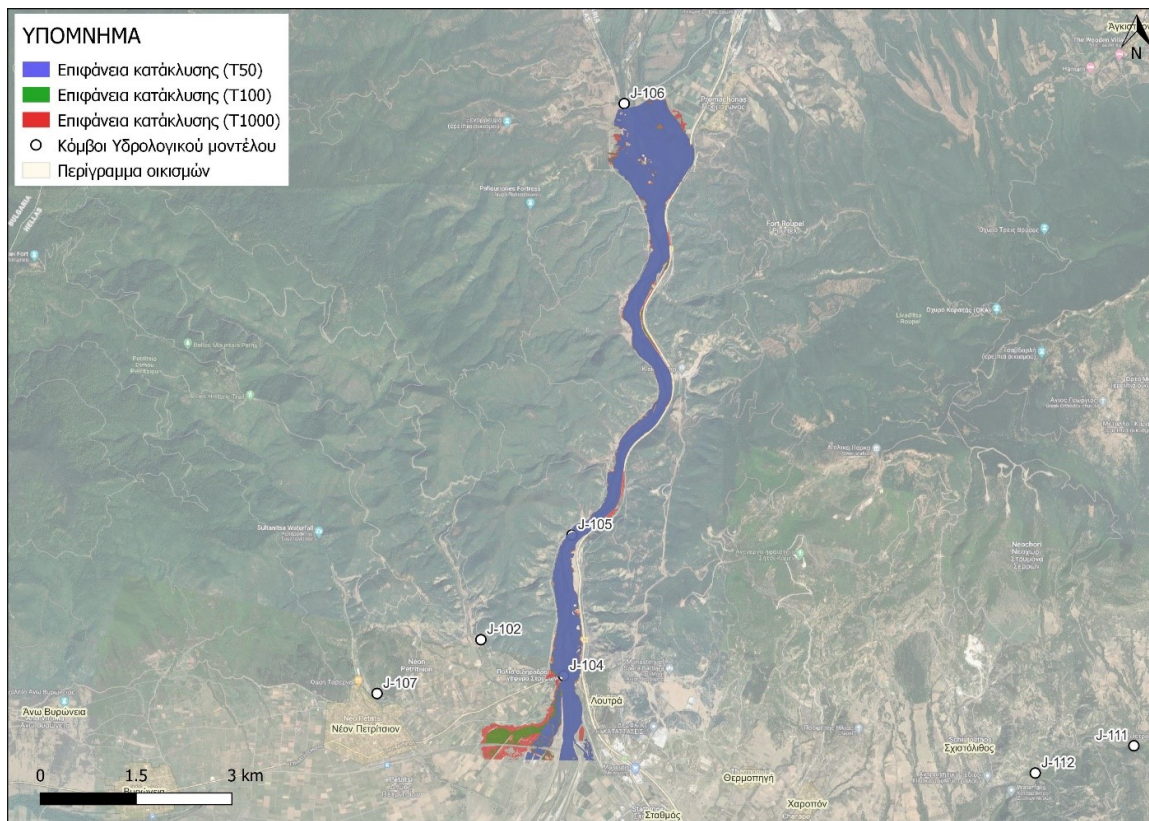
Παρόμοια εικόνα παρουσιάζεται και στις περιόδους επαναφοράς $T=100$ και $T=1000$ χρόνια. Από την πλημμύρα δεν επηρεάζονται σημεία ενδιαφέροντος, ούτε οι οικισμοί Λουτρά και Προμαχώνας. Στην περιοχή βρίσκεται και το οχυρό Ρούπελ που δεν επηρεάζεται από την πλημμύρα.

Στο συγκεκριμένο τμήμα δεν έχουν καταγραφεί σημαντικές ιστορικές πλημμύρες.

Σημειώνεται ότι το παρόν μοντέλο εμπεριέχεται εν μέρει και στη ΖΔΥΚΠ EL11APSF003.

Πίνακας 5.57: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «J106_J104»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	3.92
T = 100	4.19
T = 1000	4.71



Σχήμα 5-63: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «J106_J104»

5.6 Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005)

5.6.1 Γενικά

Η ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού χαρακτηρίζεται ως υψίπεδο/λεκανοπέδιο (μέσο υψόμετρο του πεδινού τμήματος 560m) το οποίο περιβάλλεται από τα όρη Όρβηλος (βόρεια), Φαλακρό (νότια), Ελατιά Δυτικής Ροδόπης (ανατολικά), Βροντούς (δυτικά) κ.α. Η μορφολογία αυτή καθιστά την λεκάνη του Οχυρού κλειστή ενώ αποτελείται από δύο υποπεριοχές, του Νευροκοπίου-Οχυρού και των Λευκογείων. Το σύνολο της ζώνης έχει έκταση 87 km². Η υψομετρική διαφορά του υψιπέδου με την κορυφή του ψηλότερου σημείου στο όρος Φαλακρό είναι περίπου 1800m.

Στα νοτιοανατολικά του χωριού Λευκόγεια βρίσκεται η ομώνυμη τεχνητή λίμνη έκτασης 1.1 km² η οποία σχηματίστηκε με την κατασκευή φράγματος για την συγκράτηση των υδάτων του Μυλορέματος για να ικανοποιήσει τις ανάγκες άρδευσης της γύρω καλλιεργούμενης περιοχής.

Σύμφωνα με την κατανομή των υψομέτρων για την συγκεκριμένη περιοχή το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ημιορεινό σε ποσοστό 80.13% και ορεινό 19.87%, ενώ σύμφωνα με τις κλίσεις το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται στο μεγαλύτερο μέρος του ως επίπεδο (κλίσεις <5%) με ποσοστό 66%.

Στην λεκάνη Νευροκοπίου το υδρογραφικό δίκτυο είναι συγκεντρωτικό προς την λεκάνη, με περιφερειακά αυτής δενδριτικού τύπου ρέματα και χειμάρρους, με κύρια ρέματα Βαθυτόπου (βορειοδυτικά), Μακρυπόταμος (νοτιοδυτικά), Βουρκόρρεμα (νοτιοανατολικά). Στη λεκάνη Λευκογείων έχουμε τα δενδριτικού τύπου ρέματα Αγιόρρεμα, Όριον στα βόρεια, Σιδηρόνερο, Μέγα Ρέμα, Σταλίνιτσα στα δυτικά. Τη ζώνη τη διασχίζει με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ το Μυλόρεμα στα κατάντη του φράγματος περνώντας και από το μορφολογικό στένεμα του Κάτω Νευροκοπίου.

5.6.2 Θέσεις ενδιαφέροντος

Εντός της ΖΔΥΚΠ επικρατούν οι γεωργικές χρήσεις γης (86.44%) και ακολουθούν τα Δάση και ημιφυσικές περιοχές (8.91%) και με μικρότερα ποσοστά οι Υδάτινες Επιφάνειες, οι Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες, η Αστική δόμηση και τα Λιβάδια και οι Φυσικοί Βοσκότοποι.

Εντός της εξεταζόμενης περιοχής βρίσκεται η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Κάτω Νευροκοπίου η οποία βρίσκεται σε αδράνεια. Παράλληλα εντοπίζονται σταβλικές εγκαταστάσεις, λατομεία καθώς και προστατευόμενες περιοχές.

Εντός της λεκάνης εντοπίζεται τμήμα της Εθνικής Οδού 57 Δράμα – Κάτω Νευροκόπι – Βουλγαρικά σύνορα από τον οικισμό Γρανίτη έως τα Βουλγαρικά σύνορα.

5.6.3 Ιστορικό πλημμυρών

Έντονα πλημμυρικά προβλήματα έχουν καταγραφεί στο Κάτω Νευροκόπι, καθώς η περιοχή του Οχυρού στο λεκανοπέδιο Κ. Νευροκοπίου ήταν λίμνη και τα νερά που συγκεντρώνονται αποστραγγίζονται μέσω καταβοθρών στην περιοχή Οχυρού. Γενικά, η παροχετευτική ικανότητα των καταβοθρών δεν είναι ικανή ώστε να δεχτούν όλη την ποσότητα των νερών των χειμάρρων και σε συνδυασμό με το περιοδικό φράξιμο των στομιών των καταβοθρών από φερτές ύλες που μεταφέρονται, η περιοχή ανάντη των καταβοθρών κατακλύζεται από νερά.

Σημαντικές ιστορικές πλημμύρες έχουν καταγραφεί στο Χρυσοκέφαλο, στο Κάτω Νευροκόπιο Ν.

Δράμας στις 07/05/2005 και στο Δ. Οχυρού στις 26/02/1986, καθώς και στην ευρύτερη Π.Ε. Δράμας στις 07/03/2015.

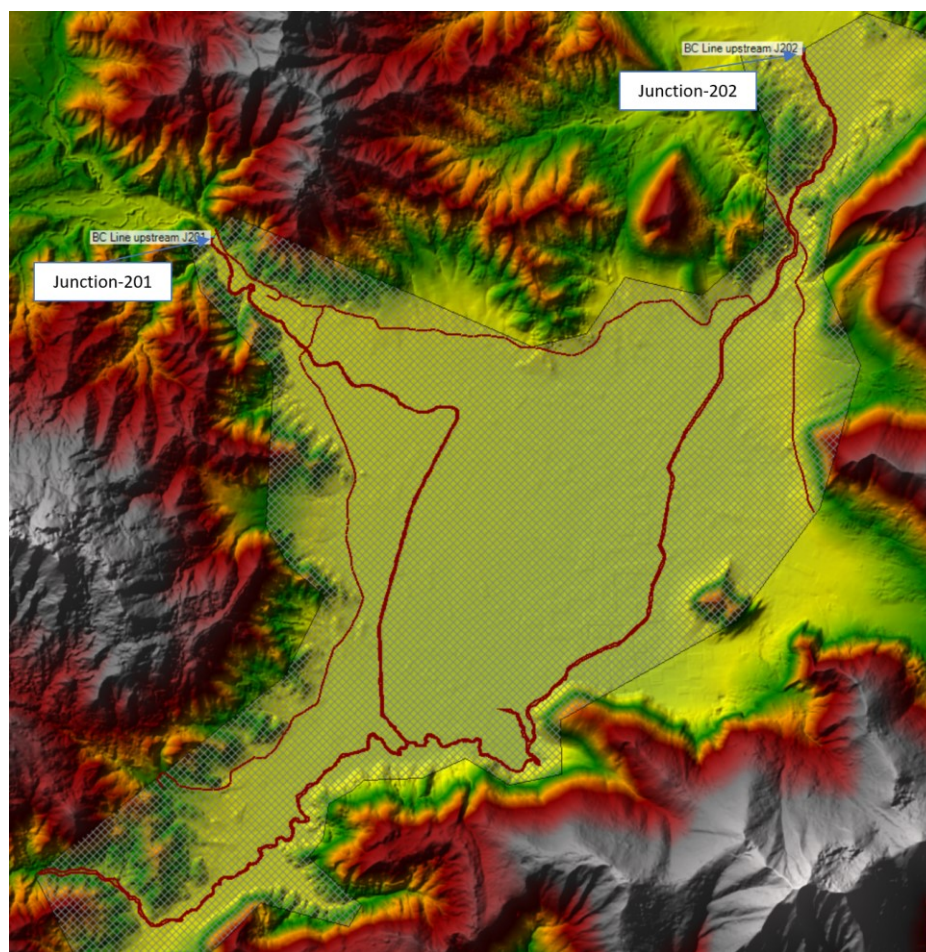
5.6.4 Αποτελέσματα μοντελοποίησης

5.6.4.1 Μοντέλο: «EL11APSFR005_OXYRO», Υδατορεύματα: Βαθυτόπου και Μυλόρεμα

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι βασικές παράμετροι της υδραυλικής προσομοίωσης του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρατίθεται εικόνα με την βασική γεωμετρία του μοντέλου.

Πίνακας 5.58: Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «EL11APSFR005_OXYRO»

Στοιχεία επίλυσης υδραυλικού μοντέλου «EL11APSFR005_OXYRO»				
Περίοδος επαναφοράς		T = 1000	T = 100	T = 50
Διάρκεια Επίλυσης		48h	48h	48h
Εξισώσεις αριθμητικής επίλυσης		Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)	Εξ. Διάχυσης (DSW)
Χρονικό βήμα υπολογισμών		Adaptive (minimum 10 sec)	Adaptive (minimum 10 sec)	Adaptive (minimum 10 sec)
Χρονικό βήμα πλημμυρογραφήματος ή υετογραφήματος		20 minutes	20 minutes	20 minutes
Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων		5 minutes	5 minutes	5 minutes
Αρχικές συνθήκες				
Βασική ροή		0.00 m ³ /sec		
Οριακές συνθήκες				
Ανάντη παροχή αιχμής	J202	566.5 m ³ /sec	104.4 m ³ /sec	63.1 m ³ /sec
	J201	729.8 m ³ /sec	166.4 m ³ /sec	105.4 m ³ /sec
Κατάντη ορ. συνθήκες		-		



Σχήμα 5-64: Γεωμετρία μοντέλου «EL11APSFR005_OXYRO»

Η λεκάνη του Οχυρού αποτελεί μια κλειστή λεκάνη όπου το νερό δεν μπορεί να διαφύγει, εγκλωβίζεται και η μοναδική διέξοδος αποτελεί η διήθηση μέσω των καρστικών πετρωμάτων.

Γι' αυτό το λόγο εμφανίζονται έντονες πλημμύρες ακόμα και στην περίοδο επαναφοράς $T=50$ χρόνια σε όλη την πεδινή ζώνη και κατακλύζονται πολλά χωράφια. Η ζώνη κατάκλυσης που δημιουργείται εκατέρωθεν του ρέματος Μυλόρεμα, πλάτους 300m, φτάνει μέχρι τα όρια του οικισμού Χρυσοκέφαλο και διαχέεται εντός του Κάτω Νευροκοπίου επηρεάζοντας ένα μικρό τμήμα του. Στη συνέχεια η ενοποιημένη περιοχή κατάκλυσης που δημιουργείται από τη συμβολή των δύο ρεμάτων, Βαθυτόπου και Μυλόρεμα, καταλαμβάνει μια αρκετά διευρυμένη περιοχή καλλιεργειών (πλάτους 4km) με μικρά ωστόσο βάθη ροής ($<0.5m$). Η πλημμύρα φαίνεται να φτάνει μέχρι τους οικισμούς Οχυρό και Περιθώριο αλλά δεν τους επηρεάζει.

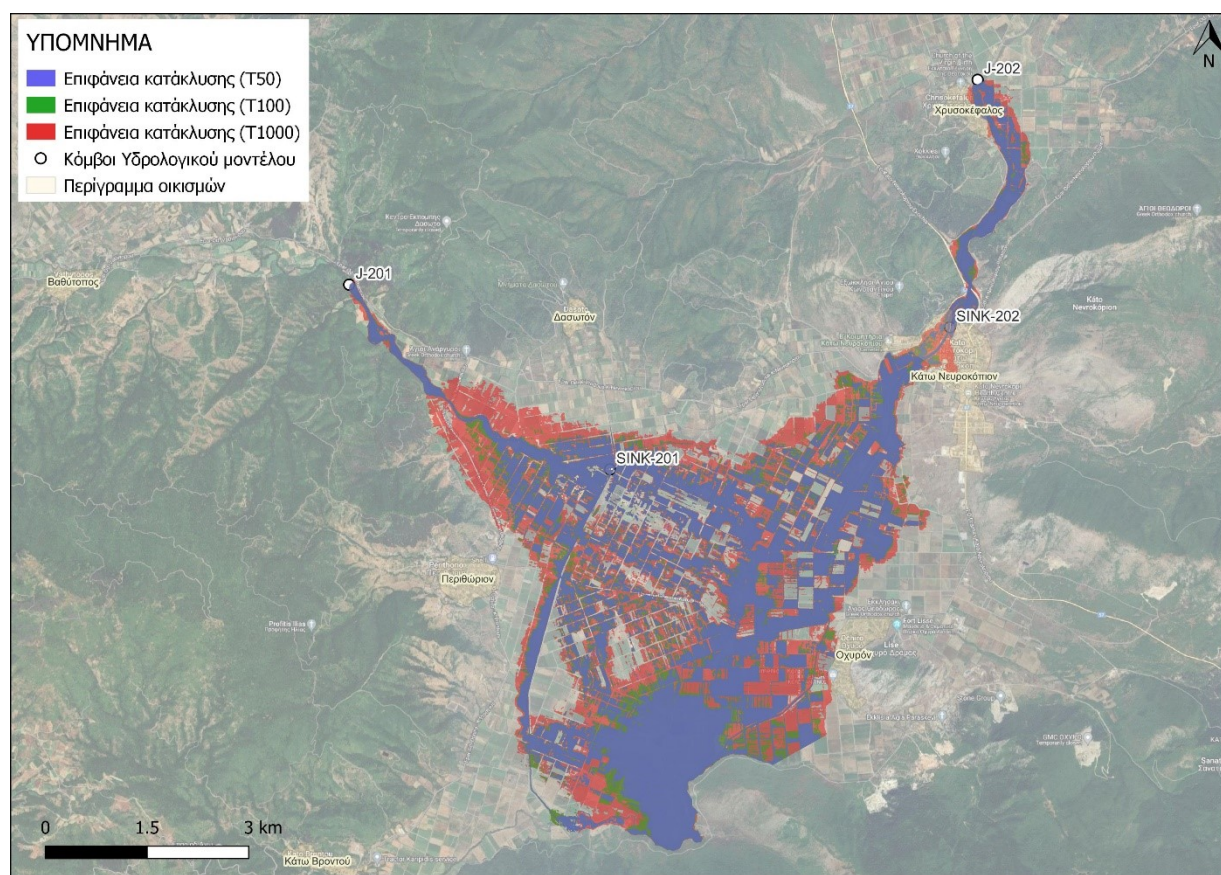
Τα βάθη ροής αυξάνονται σημαντικά ($>2m$) στο σημείο συμβολής των τριών ρεμάτων Μακροπόταμος, Βαθυτόπου και Μυλόρεμα, καθώς η λεκάνη του Οχυρού όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι μια κλειστή λεκάνη και δεν υπάρχει διέξοδος.

Παρόμοια εικόνα αποτυπώνεται για $T=100$ χρόνια, ενώ για $T=1000$ χρόνια παρατηρούνται πλημμυρικά φαινόμενα σε ακόμα μεγαλύτερη έκταση, το Κάτω Νευροκόπι συγκεκριμένα πλημμυρίζει σε έκταση σχεδόν 30%, με βάθη ροής που κυμαίνονται από 1-2m.

Από την πλημμύρα επηρεάζονται οι εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, ενώ για $T=1000$ χρόνια επηρεάζονται και το 2/θ ειδικό δημοτικό σχολείο, το Α' Δημοτικό Σχολείο και οι αθλητικές εγκαταστάσεις του Κάτω Νευροκοπίου.

Πίνακας 5.59: Εμβαδά κατάκλυσης Μοντέλου: «EL11APSFR005_OXYRO»

Περίοδος Επαναφοράς	Εμβαδά κατάκλυσης (σε km ²)
T=50	15.01
T = 100	18.09
T = 1000	27.01



Σχήμα 5-65: Αποτελέσματα Μοντελοποίησης «EL11APSFR005_OXYRO»

5.7 Σύγκριση με αποτελέσματα 1ου ΣΔΚΠ

5.7.1 Σύγκριση επιφάνειας κατάκλυσης

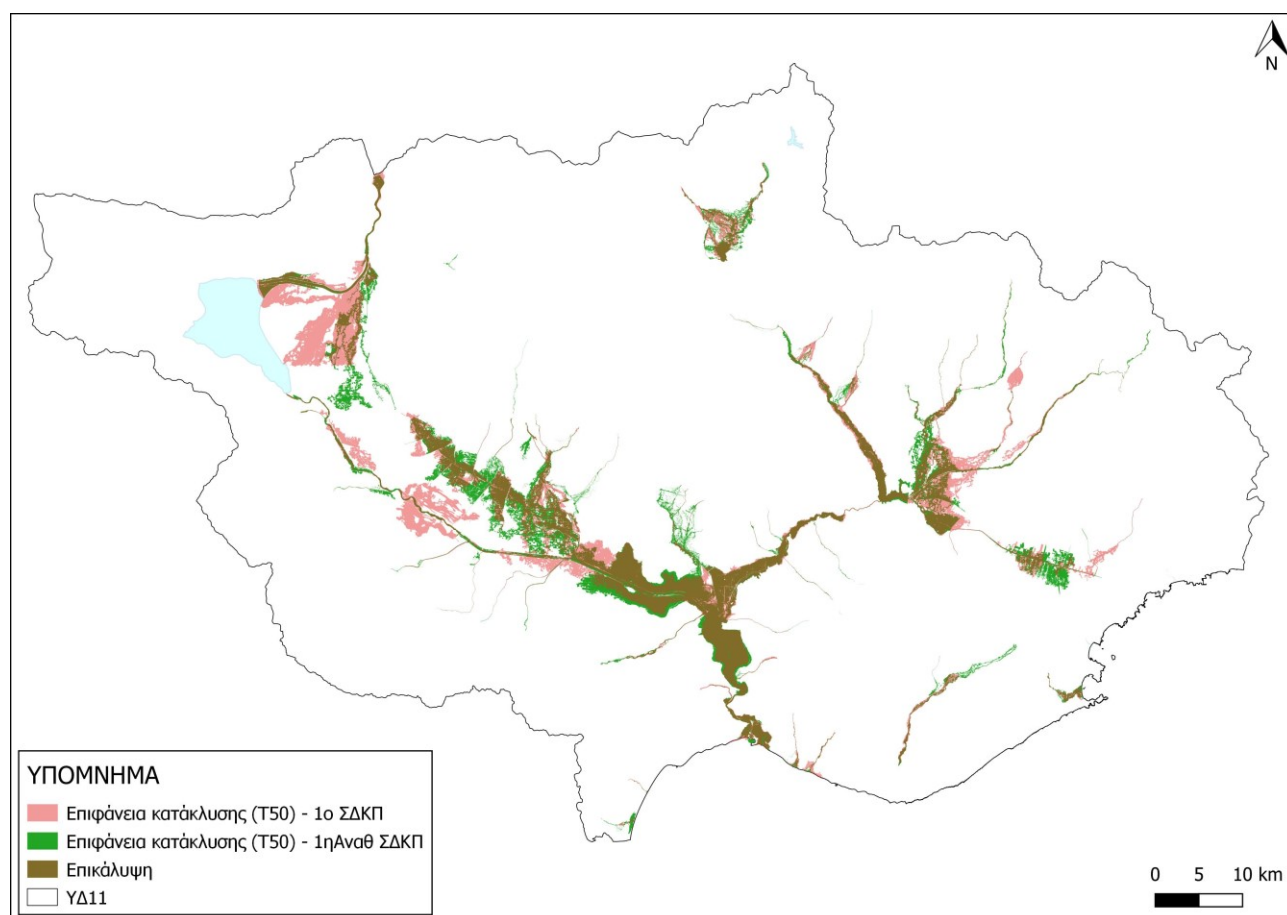
Στα πλαίσια της παρούσας Αναθεώρησης, τα αποτελέσματα μοντελοποίησης της υπολογισμένης επιφάνειας κατάκλυσης συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα του 1^{ου} κύκλου, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα.

Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων ρεμάτων στην μοντελοποίηση παρατηρείται μια εν γένει ικανοποιητική ταύτιση των αποτελεσμάτων προσομοίωσης μεταξύ των 2 κύκλων, με

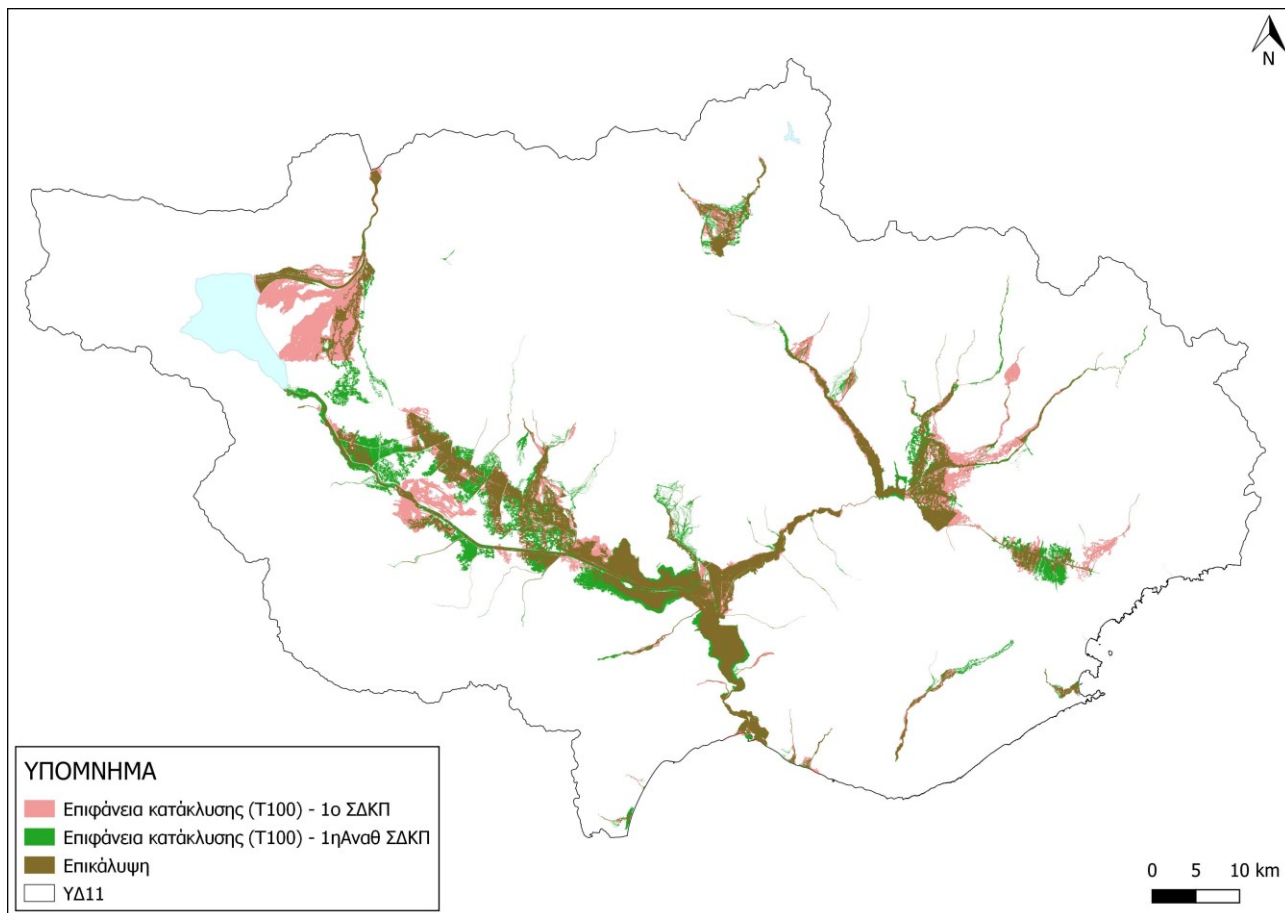
κάποιες αυξομειώσεις να παρατηρούνται εν γένει στα πεδινά τμήματα συγκεκριμένων τμημάτων του π. Στρυμόνα και π. Μπέλιτσα και των ρ. Ξηροπόταμου και Τάφρου Φιλίππων.

Οι διαφοροποιήσεις στα προαναφερόμενα τμήματα είναι πιο έντονες στις μικρότερες περιόδους επαναφοράς ($T=50$) και τείνουν να εξαλείφονται στις μεγαλύτερες περιόδους $T=100, 1000$.

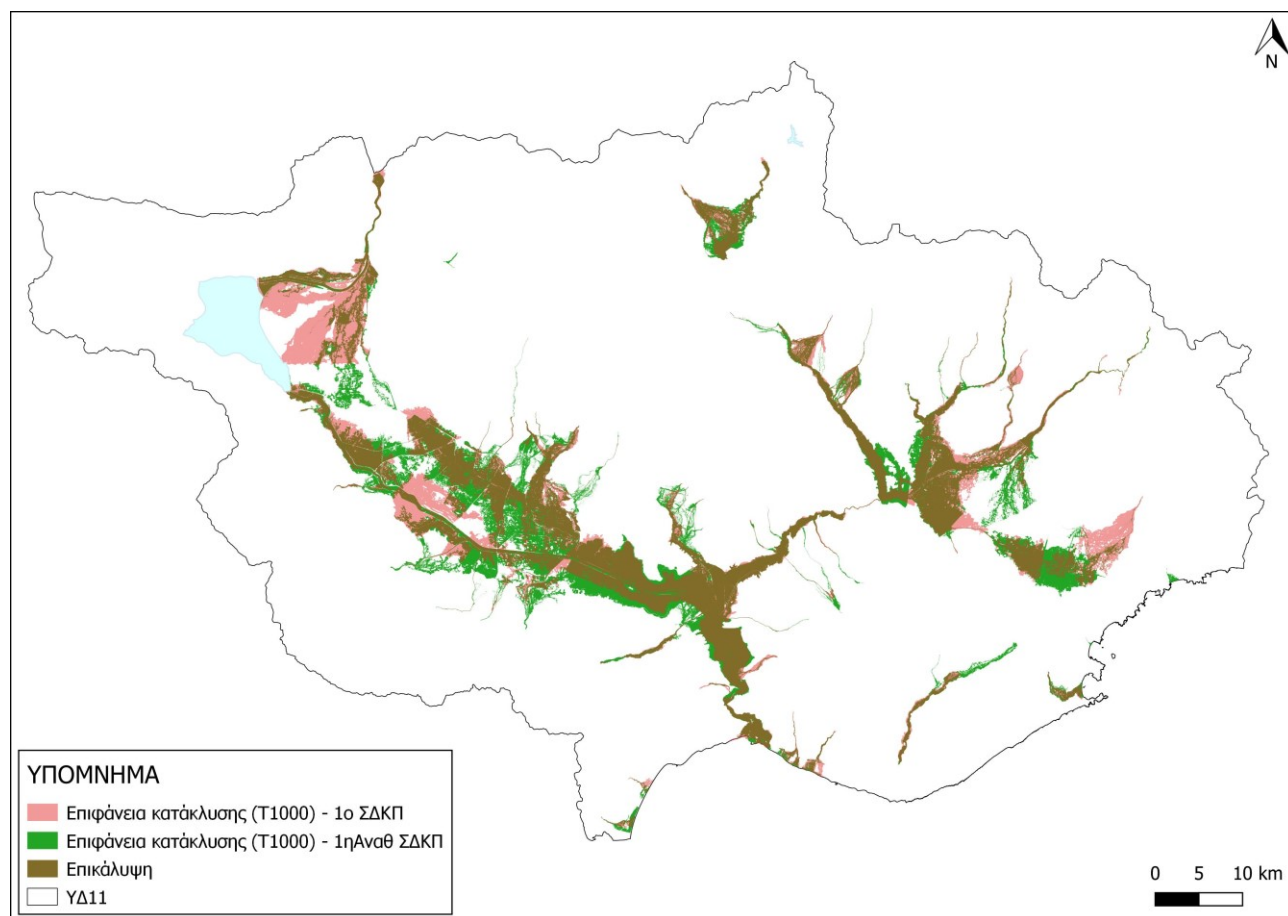
Οι διαφορές σε σχέση με τα αποτελέσματα του 1^{ου} κύκλου αποδίδονται κυρίως στο νέο και μεγαλύτερης ευκρίνειας ψηφιακό μοντέλο εδάφους, στο διαφορετικό λογισμικό προσομοίωσης (Flow-2d, HEC-RAS), στις αποκλίσεις των δεδομένων εισόδου (όπως συντελεστών τραχύτητας, προσομοίωση κτιρίων και άλλων φυσικών εμποδίων ροής, ενσωμάτωση τεχνικών έργων) με κυριότερη την απόκλιση στα πλημμυρογραφήματα, όπως αναλύεται ενδελεχώς στο Παραδοτέο Π04 της παρούσας. Ιδιαίτερη σημασία στη διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων στο τμήμα του π. Στρυμόνα κατάντη της λίμνης Κερκίνης διαδραματίζει και η απόκλιση σε σχέση με το 1^ο ΣΔΚΠ στη λειτουργία του ταμιευτήρα στην υδρολογική προσομοίωση του HEC HMS και ως εκ τούτου στα παραγόμενα υδρογραφήματα εξόδου του υπερχειλιστή (βλ. Κεφ. 5.1.2 του Παραδοτέου Π04).



Σχήμα 5-66: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Μοντελοποίησης T50 (1^{ος} κύκλος/ 1^η Αναθ.)



Σχήμα 5-67: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Μοντελοποίησης T100 (1^{ος} κύκλος/ 1^η Αναθ.)



Σχήμα 5-68: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Μοντελοποίησης T1000 (1ος κύκλος/ 1η Αναθ.)

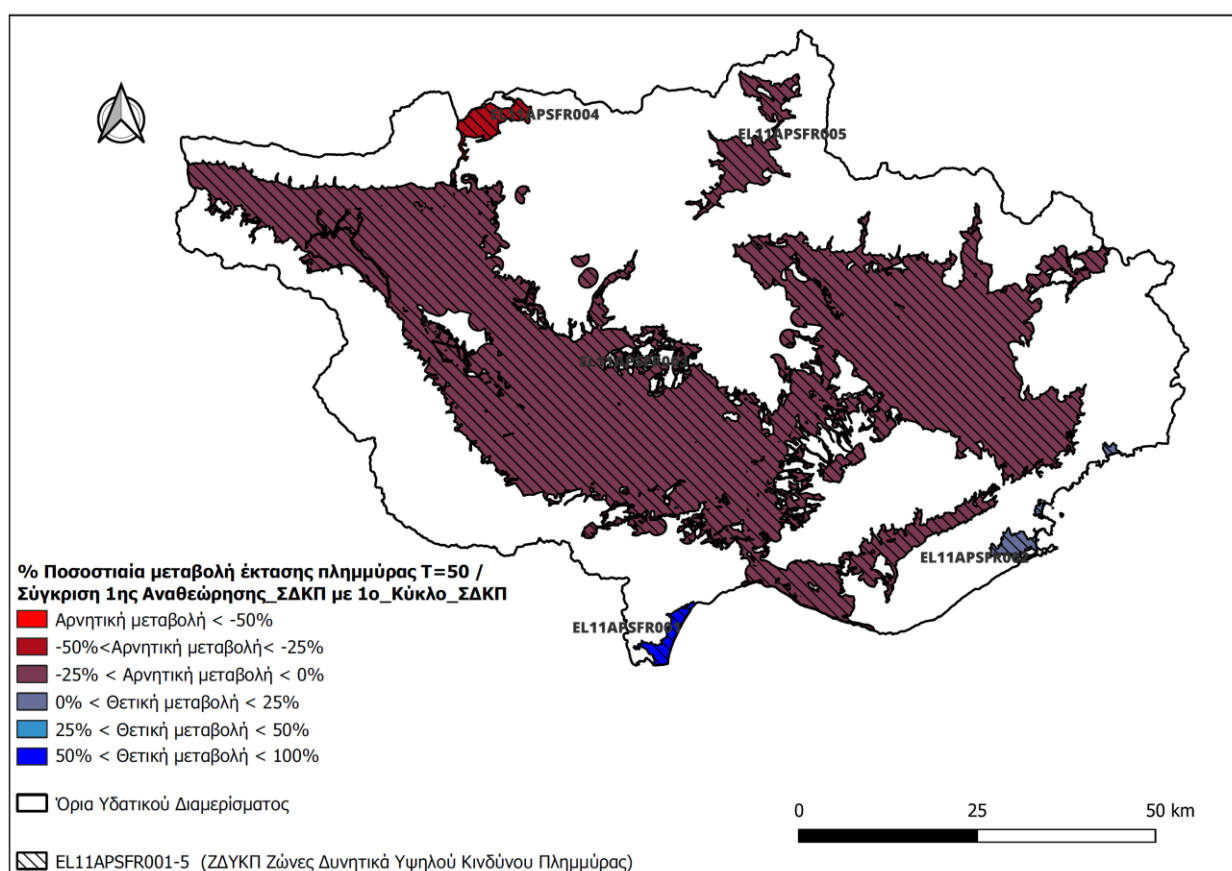
Στη συνέχεια γίνεται μια σύγκριση εκτάσεων πλημμύρας σε επίπεδο ΖΔΥΚΠ. Η μεταβολή της έκτασης της πλημμύρας, παρουσιάζεται ως ποσοστό μεταβολής μεταξύ των αποτελεσμάτων που προέκυψαν κατά την 1^η Αναθεώρηση του Σχεδίου και των αποτελεσμάτων του 1^{ου} κύκλου.

Στόχος είναι να αναδειχθούν και να αιτιολογηθούν οι διαφοροποιήσεις στην παρούσα 1^η Αναθεώρηση ΣΔΚΠ. Οι συγκρίσεις στις εκτάσεις πλημμύρας, ανά ζώνη ΖΔΥΚΠ, γίνονται για περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1000ετών

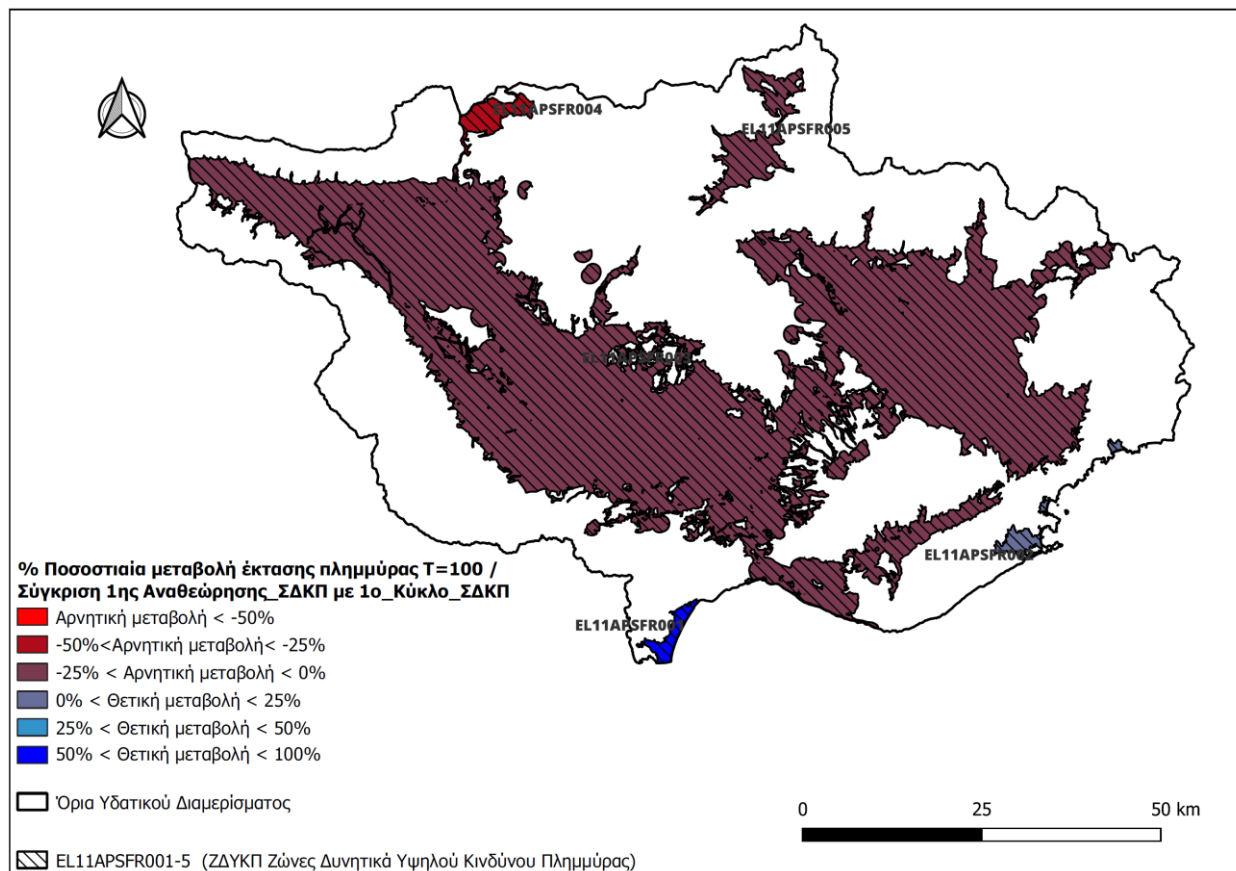
Στη συνέχεια ακολουθούν σχηματικές απεικονίσεις με τις ποσοστιαίες μεταβολές της έκτασης πλημμύρας της 1^{ης} Αναθεώρησης ΣΔΚΠ σε σχέση με εκείνης του 1^{ου} κύκλου του ΣΔΚΠ ανά ζώνη (ΖΔΥΚΠ). Η μεταβολή της έκτασης της πλημμύρας, σε κάθε ζώνη, παρουσιάζεται με χρωματική κλίμακα που αντιπροσωπεύει την % αλλαγή, σε διαβαθμίσεις μεταβαλλόμενης χρωματικής παλέτας που κυμαίνεται από κόκκινο χρώμα για αρνητική μεταβολή δηλαδή για σχετική μείωση του μεγέθους <-50% έως μπλε χρώμα για θετική μεταβολή δηλαδή για σχετική αύξηση του μεγέθους >+50%. Οι ποσοστιαίες μεταβολές της έκτασης πλημμύρας της 1^{ης} Αναθεώρησης ΣΔΚΠ σε σχέση με εκείνης του 1^{ου} κύκλου του ΣΔΚΠ ανά ζώνη, για περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1000 έτη, παρουσιάζονται στα αντίστοιχα Σχήματα: Σχήμα 5-69, Σχήμα 5-70, Σχήμα 5-71.

Σημειώνεται ότι στους παρακάτω χάρτες, οι μεταβολές που προκύπτουν δεν είναι εύκολα διακριτές μεταξύ των διαφορετικών περιόδων επαναφοράς. Αυτό συμβαίνει λόγω του εύρους των κλάσεων που θεσπίστηκαν και των αντίστοιχων χρωματικών διαβαθμίσεων. Για τα ακριβή ποσοστά μεταβολής, ανά ζώνη και ανά περίοδο επαναφοράς, παρατίθεται ο Πίνακας 5.60.

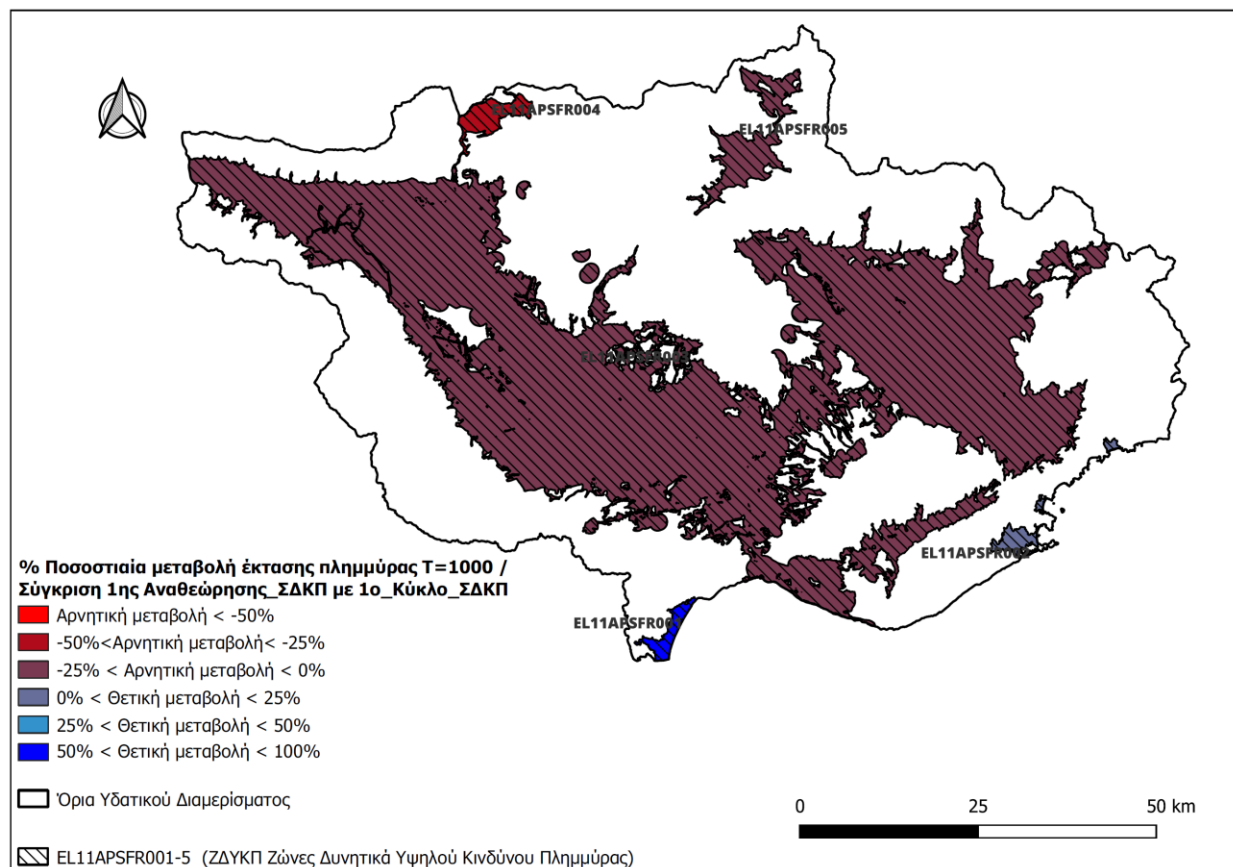
Για την ζώνη EL11APSFR002 δεν λήφθηκαν υπόψιν οι περιοχές κατάκλυσης των μοντέλων "J307_Sink307" & "J308_Sink308", καθώς δεν περιέχονταν στον 1ο Κύκλο ΣΔΚΠ. Για το λόγο αυτό, η σύγκριση των εκτάσεων πλημμύρας πραγματοποιείται μόνο στις περιοχές που μοντελοποιήθηκαν και στους δύο κύκλους ΣΔΚΠ, ώστε να μην προκύπτουν παραπλανητικά αποτελέσματα.



Σχήμα 5-69: Σύγκριση εκτάσεων πλημμύρας (%μεταβολή) (1ος κύκλος/ 1η Αναθ.) σε επίπεδο ΖΔΥΚΠ για T=50 έτη



Σχήμα 5-70: Σύγκριση εκτάσεων πλημμύρας (%μεταβολή) (1ος κύκλος/ 1η Αναθ.) σε επίπεδο ΖΔΥΚΠ για T=100 έτη



Σχήμα 5-71: Σύγκριση εκτάσεων πλημμύρας (%μεταβολή) (1ος κύκλος/ 1η Αναθ.) σε επίπεδο ΖΔΥΚΠ για T=1000 έτη

Πίνακας 5.60: Σύγκριση εκτάσεων πλημμύρας (%μεταβολή) για T=50,100 και 1000 έτη σε επίπεδο ΖΔΥΚΠ (Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας)

ΖΔΥΚΠ	Ποσοστιαία μεταβολή T50	Ποσοστιαία μεταβολή T100	Ποσοστιαία μεταβολή T1000
EL11APSFR001	58.2%	43.9%	27.2%
EL11APSFR002	1.5%	6%	12.8%
EL11APSFR003	-18.4%	-6.7%	2.9%
EL11APSFR004	-33.5%	-32.4%	-29.8%
EL11APSFR005	-3.2%	1.7%	16.2%

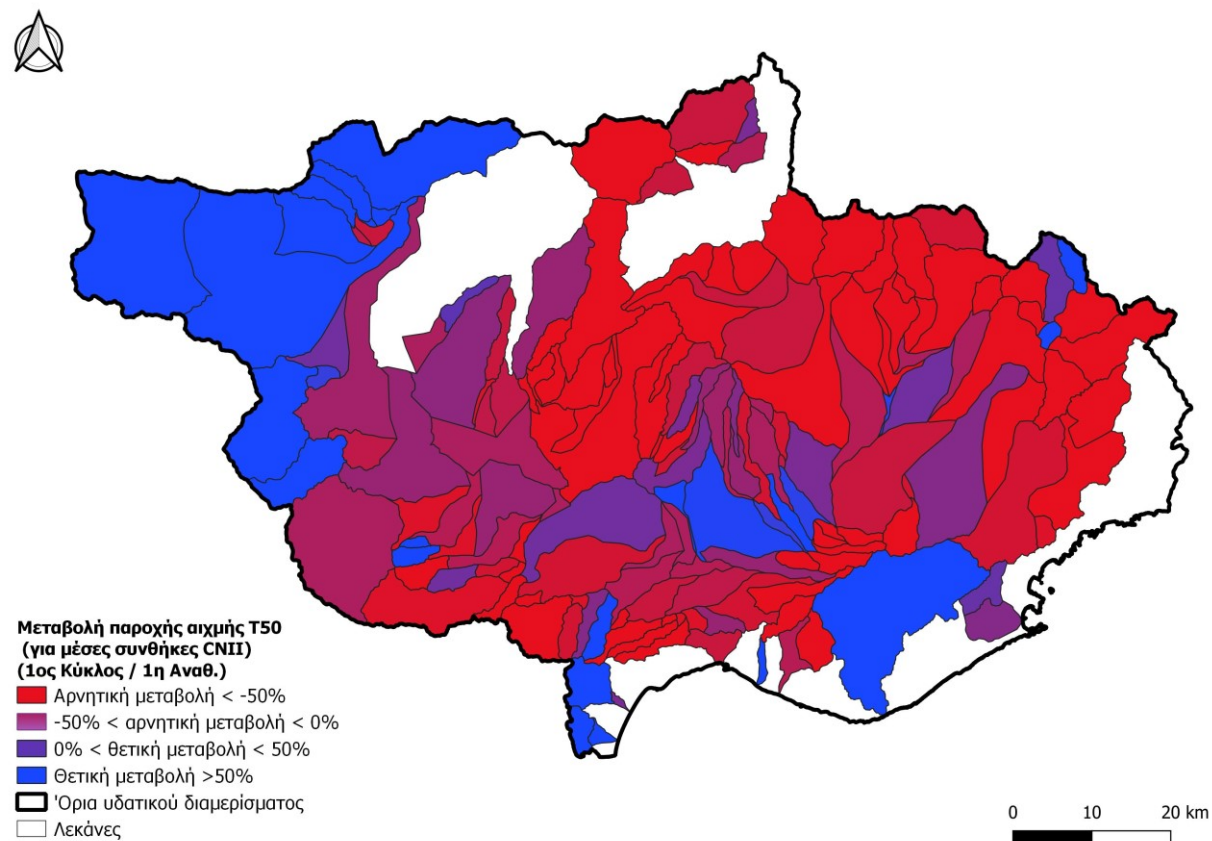
Στα πλαίσια της παρούσας Αναθεώρησης, και για την καλύτερη ερμηνεία των διαφορών που προέκυψαν στην έκταση της πλημμύρας μεταξύ 1ης Αναθεώρησης και 1ου Κύκλου ΣΔΚΠ, παρατίθενται επιπλέον τα αποτελέσματα της Υδρολογικής Ανάλυσης. Συγκεκριμένα παρατίθεται η σύγκριση που αφορά τις παροχές αιχμής (για μέσες συνθήκες CNII) για κάθε υπολεκάνη του υδατικού διαμερίσματος. Σημειώνεται ότι η σύγκριση αφορά τις υπολεκάνες που διατηρήθηκαν ίδιες ή τροποποιήθηκαν ελάχιστα ως προς τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά.

Στους παρακάτω πίνακες και σχήματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μεταβολές για τις εξεταζόμενες τρεις περιόδους επαναφοράς (T50, T100, T1000) και για τις μέσες συνθήκες CNII, σε επίπεδο υπολεκανών.

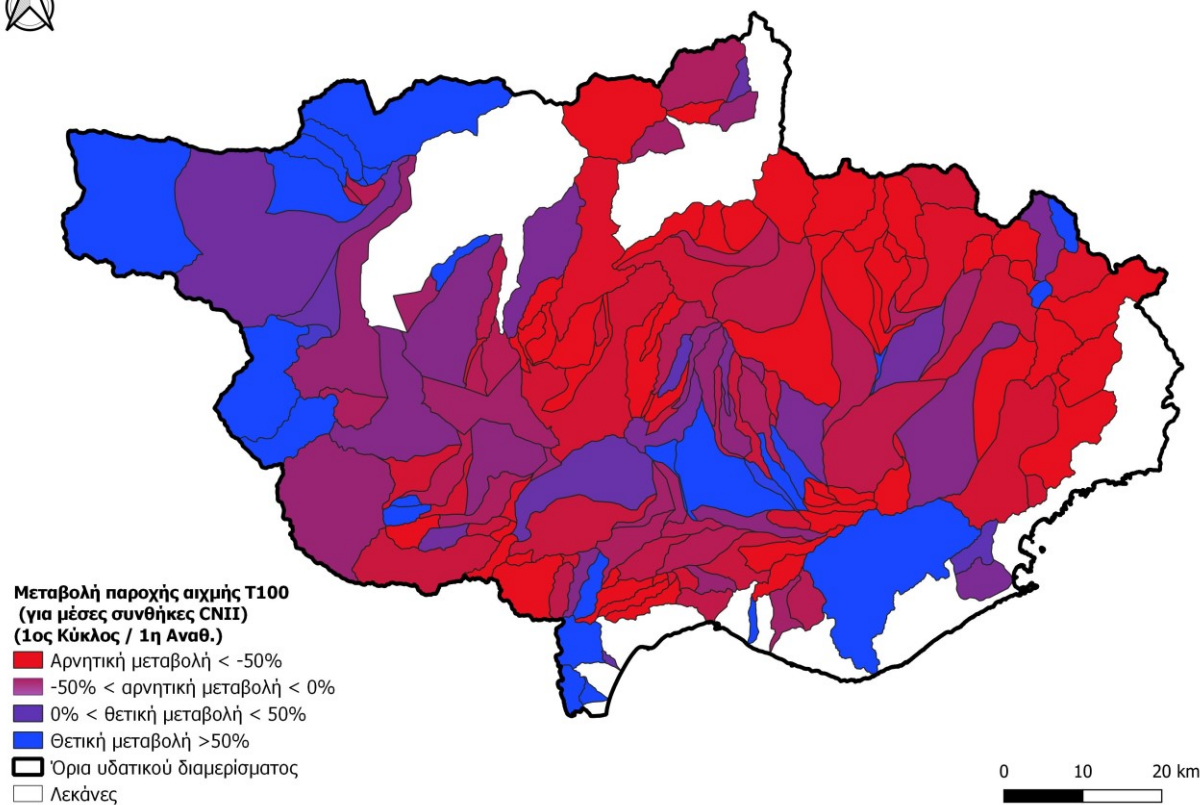
Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων υπολεκανών (τόσο για τα ύψη βροχής όσο και για τις παροχές αιχμής) παρατηρείται μια εν γένει μειωτική τάση στο διάστημα μεταβολής -50% έως 0%. Οι διαφορές σε σχέση με τα αποτελέσματα του 1^{ου} κύκλου αποδίδονται κυρίως στην εφαρμογή των νέων όμβριων καμπυλών, στις διαφοροποιημένες εν μέρει διάρκειες των βροχοπτώσεων σχεδιασμού σε κάποιες λεκάνες, στην διαφορετική προσέγγιση εφαρμογής του μειωτικού συντελεστή που εφαρμόστηκε για την μετατροπή της σημειακής έντασης βροχόπτωσης σε επιφανειακή μέση ένταση της λεκάνης απορροής και (όπως αναλύεται στο Κεφάλαιο 3.4.4) θεωρώντας την έκταση της συνολικής λεκάνης, Α (και όχι τις επιμέρους εκτάσεις των υπολεκανών που είχε υιοθετηθεί στο 1ο κύκλο) αλλά και στις διαφορές του αριθμού CN.

Πίνακας 5.61: Μεταβολή αιχμής πλημμυρογραφήματος / Ποσοστό λεκανών (1^{ος} κύκλος / 1^η Αναθ.)

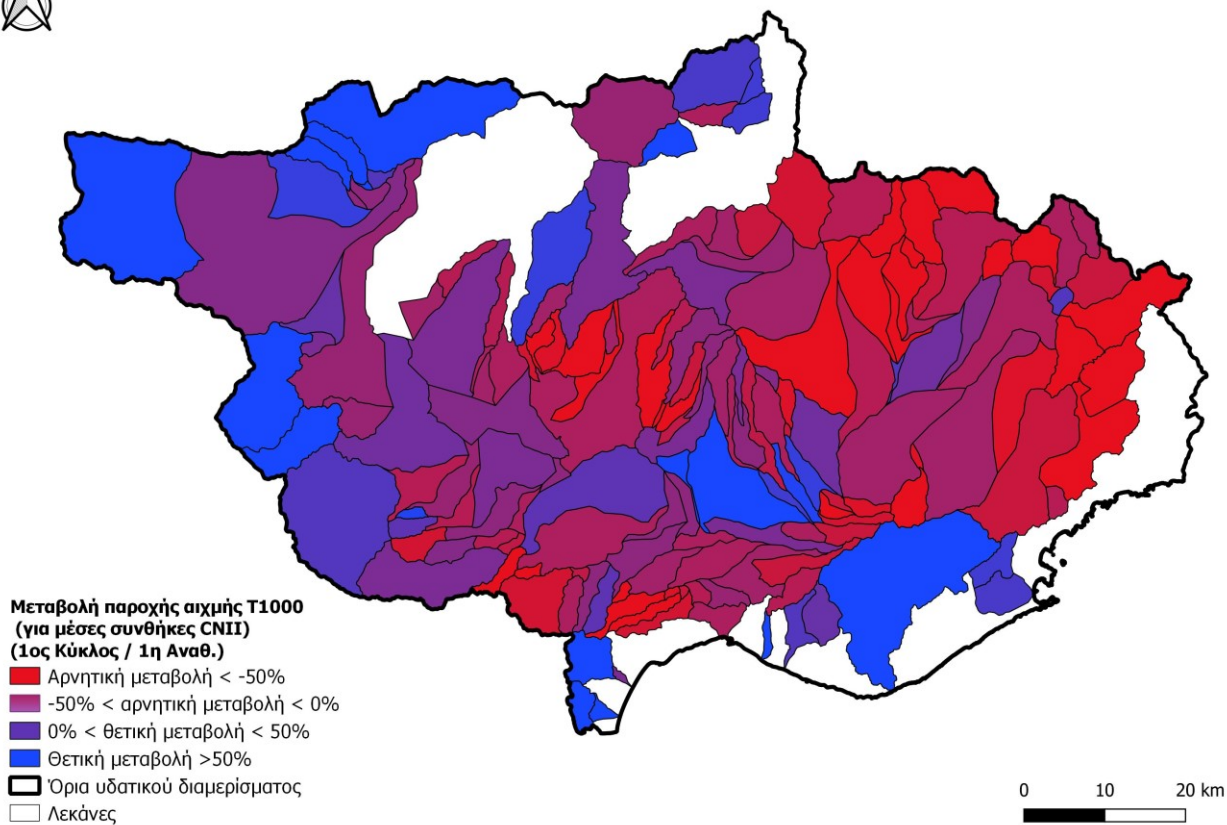
	Ποσοστό του συνόλου των λεκανών		
	T_50	T_100	T_1000
θετική μεταβολή >50%	13%	14%	9%
0% < θετική μεταβολή < 50%	10%	11%	20%
-50% < αρνητική μεταβολή < 0%	40%	45%	54%
αρνητική μεταβολή > -50%	37%	30%	16%



Σχήμα 5-72: Μεταβολή παροχής αιχμής (για μέσες συνθήκες CNII) T50 (1ος κύκλος/1η Αναθ.)



Σχήμα 5-73: Μεταβολή παροχής αιχμής (για μέσες συνθήκες CNII) T100 (1ος κύκλος / 1η Αναθ.)



**Σχήμα 5-74: Μεταβολή παροχής αιχμής (για μέσες συνθήκες CNII) T1000
(1ος κύκλος/ 1η Αναθ.)**

6 ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

6.1 Εισαγωγή

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται οι χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας (Flood Hazard Maps FHM) από ποτάμια ροές/λίμνες που έχουν καταρτιστεί για τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας του ΥΔ EL11 :

EL11APSFR001	Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας
EL11APSFR002	Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα
EL11APSFR003	Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των Τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά
EL11APSFR004	Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων
EL11APSFR005	Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού

Παρατίθενται συνοπτικά οι πληροφορίες που απεικονίζονται σε κάθε περίπτωση και περιγράφεται ο τρόπος απεικόνισής τους.

Οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας από ποτάμια 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.

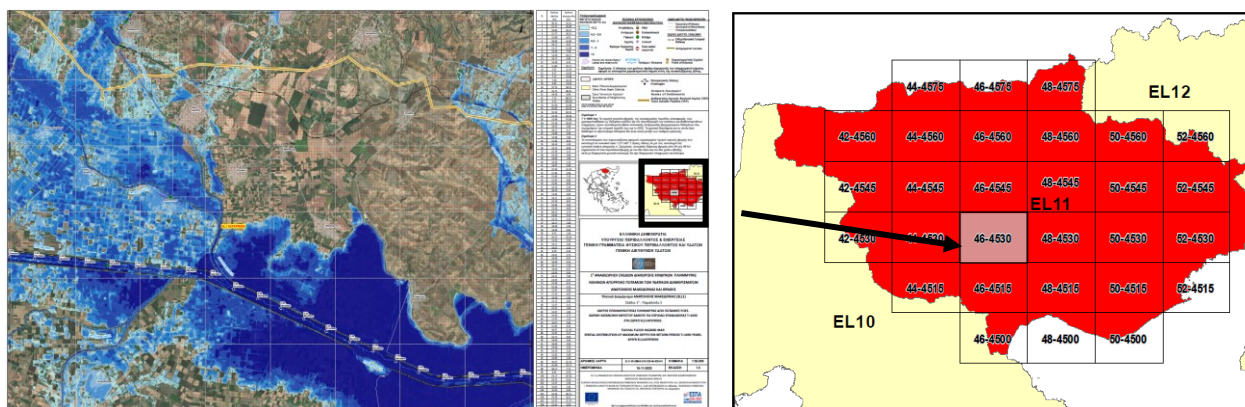
Οι χάρτες έχουν καταρτιστεί στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87).

6.2 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 οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας του Υδατικού Διαμερίσματος της Ανατολικής Μακεδονίας καλύπτεται από **είκοσι εννιά (29) πινακίδες** 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).



Σχήμα 6.1: Επεξήγηση κωδικοποίησης πινακίδων

Το θεσμοθετημένο μέγεθος ενός φύλλου πινακίδας ΕΓΣΑ '87, είναι (πλάτος X ύψος) 80 εκ. X 60 εκ. ανεξάρτητα κλίμακας. Για την κλίμακα 1:25.000 οι διαστάσεις αυτές αντιστοιχούν, αντίστοιχα, σε 20.000 μ. X 15.000 μ. .

Οι πινακίδες της διανομής καλύπτουν συνεχόμενα τον Ελλαδικό χώρο και τοποθετούνται με την μεγάλη διάσταση στην κατεύθυνση Δύση-Ανατολή και την μικρή διάσταση στην κατεύθυνση Νότος-Βορράς, σύμφωνα με το ΕΓΣΑ '87. Η κάθε πινακίδα κατέχει συγκεκριμένη θέση και κωδικοποιείται από την θέση της. Η θέση αυτή ορίζεται από τις συντεταγμένες XXXX-YYYY του σημείου του κάτω αριστερό άκρο της όπου :

XXXX: το τμήμα που αντιστοιχεί στις χιλιάδες του ακέραιο μέρος του ηλίκου της τετμημένες X του κάτω αριστερά άκρου της πινακίδας δια του 10.000

YYYY: το ακέραιο μέρος του ηλίκου της τεταγμένης Y του κάτω αριστερά άκρου της πινακίδας δια του 1000

Με τον τρόπο αυτό η διανομή ΕΓΣΑ '87 διασφαλίζει να γνωρίζουμε σε ποιο φύλλο χάρτη (πινακίδα) βρίσκεται οποιοδήποτε αντικείμενο στην χώρα, αρκεί να ξέρουμε τις συντεταγμένες του στο ΕΓΣΑ '87.

Στα πλαίσια της μελέτης ο κωδικός της κάθε πινακίδας απλοποιήθηκε στην μορφή XX-YYYY ώστε να αποφεύγονται τα πολλά 0. Έτσι μία πινακίδα, της κλίμακας 1:25.000, που, αρχικά, έχει κωδικό 04800 – 45150 κωδικοποιείται σαν 48-4515

Οι 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 συντίθεται από μια κωδική ονομασία η οποία είναι στα πρότυπα του σημειώματος του Τεχνικού Συμβούλου της ΓΔΥ. Έτσι ο τίτλος του τελικού χάρτη είναι της μορφής (βλ. πίνακα που ακολουθεί). Παράδειγμα EL11-05-DMAX-050-025-62-4620-01.

Πίνακας 6.1: Επεξήγηση κωδικοποίησης Αριθμού Χαρτών

Πεδίο	Τίτλος	Περιγραφή	Ψηφία
1	Υδατικό Διαμέρισμα		4
2	Παραδοτέο	Αριθμός παραδοτέου	2
3	Θέμα χάρτη	<u>κωδικοποιημένη αναφορά</u> Μέγιστο Βάθος Ροής: DMAX Μέγιστη Ταχύτητα Ροής: VMAX Θαλάσσιες Πλημμύρες: SFLD	4
4	Περίοδος επαναφοράς		3
	050 για T=50		
	100 για T=100		
	01K για T=1000		
5	Κλίμακα	σε χιλιάδες	3
6	ΘέσηΧ	62= ΕΓΣΑ Χ 620.000 κάτω αριστερά	2
7	ΘέσηΥ	4620= ΕΓΣΑ Υ 4.620.000 κάτω αριστερά	4
11	Έκδοση		2

Οι τίτλοι και οι κωδικοί των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας του ΥΔ 11 παρουσιάζονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 6.2: Τίτλοι και κωδικοί Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας

A/A	Τίτλος	Κωδικός Χάρτη
1	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-DMAX-050-025-01
2	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-DMAX-100-025-01
3	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-DMAX-1K-025-01
4	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-VMAX-050-025-01
5	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-VMAX-100-025-01

A/A	Τίτλος	Κωδικός Χάρτη
6	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSFR001) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-VMAX-1K-025-01
7	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-DMAX-050-025-01
8	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-DMAX-100-025-01
9	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-DMAX-1K-025-01
10	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-VMAX-050-025-01
11	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-VMAX-100-025-01
12	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο έως Καβάλα (EL11APSFR002) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-VMAX-1K-025-01
13	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-DMAX-050-025-01
14	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-DMAX-100-025-01

A/A	Τίτλος	Κωδικός Χάρτη
15	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-DMAX-1K-025-01
16	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-VMAX-050-025-01
17	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-VMAX-100-025-01
18	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων, και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-VMAX-1K-025-01
19	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-DMAX-050-025-01
20	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-DMAX-100-025-01
21	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-DMAX-1K-025-01
22	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-VMAX-050-025-01

A/A	Τίτλος	Κωδικός Χάρτη
23	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSF004) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-VMAX-100-025-01
24	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSF004) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-VMAX-1K-025-01
25	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSF005) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-DMAX-050-025-01
26	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSF005) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-DMAX-100-025-01
27	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSF005) - Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-DMAX-1K-025-01
28	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSF005) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη	EL11-05-VMAX-050-025-01
29	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSF005) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη	EL11-05-VMAX-100-025-01
30	Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές. Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSF005) - Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη	EL11-05-VMAX-1K-025-01

Για κάθε ΖΔΥΚΠ, δημιουργήθηκαν **έξι (6) σειρές χαρτών**: μια για κάθε περίοδο επαναφοράς (T=50, 100, 1000 έτη) επί 2 θέματα (Χωρική κατανομή μέγιστης ταχύτητας πλημμύρας και Χωρική κατανομή μέγιστου βάθους πλημμύρας).

Συνολικά καταρτίστηκαν **εκατόν εβδομήντα τέσσερεις (174) χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές** για τα σενάρια που αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1.000 έτη, δηλαδή σε υψηλή, μέση και χαμηλή πιθανότητα υπέρβασης, ως ακολούθως:

- Η ΖΔΥΚΠ **Χαμηλή ζώνη λεκάνης ρ. Ασπροβάλτας (EL11APSF001)**, καλύπτεται από **έναν (1) χάρτη επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές**.
- Η ΖΔΥΚΠ **Χαμηλές ζώνες ρεμάτων παραλίας Ν. Καβάλας από Νέα Πέραμο ως Καβάλα (EL11APSF002)**, καλύπτεται από **τρεις (3) χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμια ροές**.
- Η ΖΔΥΚΠ **Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Στρυμόνα και παραλίμνια ζώνης της Κερκίνης, χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αγγίτη, συμπεριλαμβανομένου του κάμπου των τεναγών Φιλίππων,**

και ρεμάτων Πηγαδούλι, Πλατανόρεμα και Μαρμαρά (EL11APSFR003), καλύπτεται από είκοσι πέντε (25) χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές (πλέον 4 που αφορούν την ΖΔΥΚΠ EL11APSFR005).

- Η ΖΔΥΚΠ Χαμηλή ζώνη άνω ρου Στρυμόνα αμέσως κατάντη των συνόρων (EL11APSFR004), καλύπτεται από δύο (2) χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές.
- Η ΖΔΥΚΠ Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Οχυρού (EL11APSFR005), καλύπτεται από τέσσερεις (4) χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές.

Πίνακας 6.3: Σειρά κάλυψης πινακίδων ανά ΖΔΥΚΠ

ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΖΔΥΚΠ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΖΔΥΚΠ
EL11APSFR001	1
46-4500	
EL11APSFR002	3
50-4515	
52-4515	
52-4530	
EL11APSFR003	25
48-4545	
50-4545	
52-4545	
42-4560	
48-4500	
50-4500	
44-4515	
46-4515	
48-4515	
50-4515	
52-4515	
42-4530	
44-4530	
46-4530	
48-4530	
50-4530	
52-4530	
42-4545	
44-4545	
46-4545	
44-4560	
46-4560	
48-4560	
50-4560	

ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΖΩΓΚΠ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΑΝΑ ΖΩΓΚΠ
52-4560	
EL11APSFR004	2
44-4560	
44-4575	
EL11APSFR005	4
46-4560	
48-4560	
46-4575	
48-4575	

Για υπόβαθρο των χαρτών έχει επιλεγεί το έτοιμο προς χρήση υπόβαθρο (basemap) World Imagery της εταιρίας ESRI που είναι προ βάσιμο στο διαδίκτυο με την ιδιότητα (proprietary) γεωχωρική διαδικτυακή υπηρεσία (WEB Geospatial Service), image Service (<https://www.arcgis.com/home/group.html?id=702026e41f6641fb85da88efe79dc166#overview>)

Το υπόβαθρο World Imagery αποτελείται από πυραμίδα ορθοφωτοχαρτών κειμενόμενης διακριτικής ικανότητας. Η χωρική ανάλυσή του στην κλίμακα 1:25.000 είναι, περίπου, 0,30 μ. Σύμφωνα με τα μεταδεδομένα που το συνοδεύουν, για το ΥΔ 11, το υπόβαθρο έχει προκύψει από φωτοληψίες η με ημερομηνία λήψης του είναι του έτους 2022.

Στο υπόβαθρο απεικονίζονται επίσης:

- το όριο της Ζώνης Δυσνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας όπως καθορίστηκε στο στάδιο της προκαταρκτικής αξιολόγησης,
- η Χ.Θ. (ανά 500 μέτρα από τα κατάντη προς τα ανάντη)
- οι ονομασίες των οικισμών (κατοικημένες περιοχές),
- οι συνοριακές γραμμές
- όρια των γειτονικών Υδατικών Διαμερισμάτων
- θέσεις σημείων ενδιαφέροντος (Υγειονομικές Μονάδες, Χώροι Αθλητισμού, Χώροι Πολιτιστικής κληρονομιάς, Βιομηχανίες, ΧΥΤΑ, ΧΑΔΑ, ΒΙΟΠΑ, ΒΙΠΕ, Αεροδρόμια), για τις οποίες έχουν εκτιμηθεί χρόνοι άφιξης και παραμονής της πλημμύρας.
- τεχνικά έργα (γέφυρες, αναχώματα, οχετοί, φράγματα, διατομές, αναβαθμοί)

Επιπροσθέτως στους χάρτες περιλαμβάνεται πίνακας με τους χρόνους άφιξης και παραμονής του πλημμυρικού κύματος σε σημεία ενδιαφέροντος.

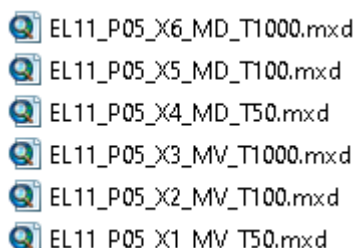
Το μέγιστο βάθος νερού για πλημμύρες από ποτάμια ροές έχει παρασταθεί με κλίμακα μπλε χρώματος, σε πέντε (5) επίπεδα ως ακολούθως:

- 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 ποτάμια 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

Για κάθε σειρά χαρτών έχει δημιουργηθεί ένα αρχείο μορφότυπου .mxd (ESRI ArcMap 10.3.1 file format) που αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό (Βάθος / Ταχύτητα (D/V) και την περίοδο επαναφοράς (T50, T100, T1000) που απεικονίζεται που χρησιμεύει σαν πρότυπο (template) για την δημιουργία της κάθε, αντίστοιχης, πινακίδας.



Με αυτό τον τρόπο έχουν δημιουργηθεί τόσα mxd όσα και οι πινακίδες για κάθε χαρακτηριστικό και περίοδο επαναφοράς. Σύνολο mxd : 180 ομαδοποιημένα σε αντίστοιχους φακέλους.

Η δημιουργία των mxd πραγματοποιήθηκε με διαδικασία μέσω python (2.7.8) script με χρήση της βιβλιοθήκης arcpy (ESRI).

6.3 Επίδραση κλιματικής αλλαγής

Σύμφωνα με τη Ευρωπαϊκή Ένωση αναμένεται αύξηση του κινδύνου πλημμύρας στο μέλλον, λόγω των διαφαινόμενων αλλαγών στην ένταση και την συχνότητα των ακραίων βροχοπτώσεων. Στο πλαίσιο αυτό, η στρατηγική της ΕΕ προσανατολίζεται στη προσαρμογή της διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας στις πιθανές κλιματικές αλλαγές. Σε αυτή την κατεύθυνση και με βάση το Άρθρο 14 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, η πιθανή επίδραση των κλιματικών μεταβολών στη συχνότητα επέλευσης φαινομένων πλημμύρας, λαμβάνεται υπόψη στην επανεξέταση των χαρτών επικινδυνότητας και κινδύνου πλημμύρας και των Σχεδίων Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ), κατά την παρούσα 1η Αναθεώρηση των ΣΔΚΠ.

Στόχος στον παρόντα 2 κύκλο της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ είναι ο προσδιορισμός της επιρροής της κλιματικής αλλαγής στην συχνότητα εμφάνισης των πλημμυρικών φαινομένων. Για τον σκοπό αυτό, γίνεται χρήση δεδομένων κλιματικών προβολών από συνδυασμούς Παγκόσμιων Μοντέλων Κυκλοφορίας (Global Climate Models, GCMs) και Περιοχικών Κλιματικών Μοντέλων (Regional climate models, RCMs) που βασίζονται στο σενάριο ανθρωπογενών εκπομπών RCP4.5 (Jacob et al., 2014), ώστε να αποτιμηθεί η μεταβολή της περιόδου επαναφοράς (δηλ. της συχνότητας εμφάνισης) των πλημμυρικών μεγεθών που προέκυψαν κατά την 1η Αναθεώρηση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ), για τις μελλοντικές κλιματικές περιόδους: α) 2041-01-01 έως 2070-12-31 (ή 2050s), και β) 2071-01-01 έως 2100-12-31 (ή 2080s).

Η ανάλυση βασίζεται :

1) Στην χρήση των χωρικά γενικευμένων σημειακών ομβρίων καμπυλών του παραδοτέου ΣΔΚΠ EL11 Π02 (2023) της 1ης Αναθεώρησης ΣΔΚΠ, για την εκτίμηση εντάσεων βροχόπτωσης με περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη για τις τρέχουσες κλιματικές συνθήκες, και

2) στην συνδυασμένη χρήση συντελεστών επιρροής της κλιματικής αλλαγής και κατάλληλων συναρτησιακών σχέσεων, για την προβολή των περιόδων επαναφοράς των σημειακών εντάσεων βροχής του (1) στις κλιματικές περιόδους 2041-01-01 έως 2070-12-31 (ή 2050s), και β) 2071-01-01 έως 2100-12-31 (ή 2080s).

Τα αποτελέσματα της επιρροής της κλιματικής αλλαγής στην συχνότητα εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων, συνοψίζονται υπό την μορφή χαρτών και διαγραμμάτων. Οι χάρτες παρουσιάζονται ανά μελλοντικό σενάριο (2050s & 2080s) και ανά πλημμύρα σχεδιασμού ($T=50, T=100, T=1000$). Συνεπώς προκύπτουν έξι (6) χάρτες για κάθε ΥΔ που θα δείχνουν, για κάθε μελλοντική περίοδο, ποια είναι η νέα περίοδος επαναφοράς των πλημμυρών που χρησιμοποιήθηκαν στον 1ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60.

Στη συνέχεια γίνεται μια επαναξιολόγηση των αποτελεσμάτων πλημμυρικής κατάκλυσης που προέκυψαν κατά την προετοιμασία των χαρτών επικινδυνότητας (για $T=50, 100$ και 1000 έτη), ώστε σε συνδυασμό με τα πορίσματα της διερεύνησης της επιρροής της κλιματικής αλλαγής, να αποδοθούν νέες περίοδοι επαναφοράς που να αντιστοιχούν στις μελλοντικές κλιματικές περιόδους (2050s & 2080s)

Αυτό υποδηλώνει ότι στο κλιματικό μέλλον οι εντάσεις βροχής που αφορούν δεδομένη συχνότητα εμφάνισης (περίοδο επαναφοράς) θα αυξηθούν ή, ισοδύναμα, θα αυξηθεί η συχνότητα εμφάνισης των ιστορικά παρατηρηθέντων πλημμυρικών φαινομένων. Συνεπώς, το κλιματικό μέλλον αναμένεται δυσμενέστερο ως προς τα παρατηρούμενα πλημμυρικά φαινόμενα σε επίπεδο ΥΔ, και στο βαθμό που αυτά αφορούν μεσαία και μεγάλα υδραυλικά έργα (περίοδοι επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη).

Με βάση τα παραπάνω, οι κατακλύσεις που προσδιορίστηκαν με τα δεδομένα σχεδιασμού από τις αναθεωρημένες όμβριες καμπύλες για βροχοπτώσεις με $T=50$ έτη, 100 και 1000 έτη, θα αντιστοιχούν σε βροχοπτώσεις με διαφορετική πλέον περίοδο επαναφοράς, για τις μελλοντικές περιόδους 2050s και 2080s, σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα.

Επισημαίνεται ότι, στα πλαίσια των υποχρεώσεων κάθε περιφέρειας της Ελληνικής επικράτειας, να εκπονήσει Περιφερειακό Σχέδιο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ), προσδιορίζονται και ιεραρχούνται όλα τα απαραίτητα μέτρα και δράσεις για την προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή. Το σχέδιο αυτό, αναλύει σε βάθος τις αναγκαίες τομεακές πολιτικές και αποφαινεται για τη σκοπιμότητα επιμέρους μέτρων και δράσεων προσαρμογής σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο.

Οι προβλέψεις και τα αποτελέσματα του ΠεΣΠΚΑ της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης, Νόμος 4414/2016 (ΦΕΚ 149/Α/09-08-2016), λαμβάνεται υπόψη κατά την 1η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας και στη συνέχεια κατά την 1η Αναθεώρηση των Χαρτών Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας και την 1η Αναθεώρηση του ΣΔΚΠ.

Αναλυτικά η μεθοδολογία καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης της επιρροής της κλιματικής αλλαγής στη συχνότητα εμφάνισης και τα μεγέθη σχεδιασμού παρουσιάζονται στο Παραδοτέο 13: Έκθεση επίδρασης κλιματικής αλλαγής στην αξιολόγηση και διαχείριση του κινδύνου πλημμύρας.

6.4 Εξέταση πλημμυρών από υπόγεια ύδατα

Εξετάσθηκαν τα πρωτογενή αίτια των πλημμυρικών συμβάντων της 1ης Αναθεώρησης της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (ΠΑΚΠ) και δεν προκύπτουν μηχανισμοί εμφάνισης πλημμύρας από υπόγεια ύδατα στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Μακεδονίας (EL11).

6.5 Αβεβαιότητες – επισημάνσεις

Σε συνέχεια των εγγενών προβλημάτων της Υδραυλικής ανάλυσης στην Ενότητα 3.4, σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα των μοντέλων αυτών που αποτυπώνονται στους Χάρτες Επικινδυνότητας ενέχουν τις αβεβαιότητες της υδραυλικής ανάλυσης που κατηγοριοποιούνται κατά κύριο λόγο ως ακολούθως:

- Στη χαμηλή ανάλυση των τοπογραφικών υποβάθρων (DEM Κτηματολογίου) που επηρεάζεται από τη φυτοκάλυψη, τα δέντρα, κτίρια κλπ.,
- Στις παραδοχές που έγιναν για τον υπολογισμό της πλημμυρικής παροχής (πιθανοτικό χαρακτήρα των μέγιστων βροχοπτώσεων, αβεβαιότητα αριθμού καμψύλης CN) και την προσομοίωση της διόδευσης της πλημμύρας.
- Επαλληλία αποτελεσμάτων επικαλυπτόμενων μοντέλων διόδευσης
- Στην αβεβαιότητα στην εκτίμηση του συντελεστή Manning
- Στην αβεβαιότητα λόγω των αρχικών και οριακών συνθηκών
- Στην αβεβαιότητα στην απεικόνιση τεχνικών έργων υδραυλικού μοντέλου
- Στις παραδοχές στην απόκριση της ελεγχόμενης υπερχειλίσης του ταμιευτήρα Κερκίνης
- Στην αβεβαιότητα στην ενσωμάτωση της αστικής δόμησης στα μοντέλα διόδευσης
- Στην έλλειψη εποχιακών κριτηρίων πλημμυρών

Επισημαίνεται ότι η παρούσα μελέτη αποτελεί μια μακροσκοπική ανάλυση διόδευσης ποταμών/ρεμάτων/χειμάρρων που συντάσσεται στο πλαίσιο κατάρτισης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας για τα Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας σύμφωνα με την Οδηγία 2007/60/ΕΚ.

Για το σκοπό αυτό αξιοποιήθηκαν όλα τα διαθέσιμα στοιχεία υποβάθρων, μελετών, σημειακών και χωρικών πληροφοριών στο επίπεδο που επιτάσσει η κλίμακα ενός Σχεδίου Διαχείρισης και οι προδιαγραφές που το συνοδεύουν.

Συνεπώς η παρούσα δεν διαθέτει την ακρίβεια και την λεπτομέρεια στις υδραυλικές παραμέτρους πλημμύρας που μόνο οι μελέτες οριοθέτησης κάθε υδατορέματος μπορούν να αναδείξουν και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση τεχνικών έργων επί των υδατορεμάτων.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill.
- HEC-RAS 2D User's Manual. Retrieved, 2023, from <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/r2dum/latest>.
- Papaioannou, George & Efstratiadis, Andreas & Vasiliades, Lampros & Loukas, Athanasios & Papalexiou, Simon Michael & Koukouvinos, A. & Tsoukalas, Ioannis & Kossieris, Panagiotis. (2018). An Operational Method for Flood Directive Implementation in Ungauged Urban Areas. Hydrology. 5. 24. 10.3390/hydrology5020024.
- Δόϊκος Κωνσταντίνος, Προσομοίωση της ροής του ποταμού Στρυμόνα και διερεύνηση των πλημμυρών της άνοιξης του 2015», Μεταπτυχιακή Διατριβή, Νοέμβριος 2015, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
- ΥΠΕΝ, ΕΓΥ (2018). Σχέδιο Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας (EL11). Ειδική Γραμματεία Υδάτων, ΥΠΕΝ (Ανάδοχος: Κ/Ξ Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης).
- ΥΠΕΝ, ΓΓΦΠΥ, ΓΔΥ (2019). 1η Αναθεώρηση Προκαταρκτικής αξιολόγησης κινδύνων πλημμύρας, στα πλαίσια του έργου “Τεχνικός Σύμβουλος Υποστήριξης και Υποβοήθησης της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων στην εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ για την Αξιολόγηση και τη Διαχείριση των Κινδύνων Πλημμύρας”. Δ/ση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων ΥΠΕΝ, (Ανάδοχος Κ/Ξ Συμβούλου Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας).

8 ΧΑΡΤΕΣ

9 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α (Χρόνοι άφιξης και παραμονής πλημμύρας στα χαρακτηριστικά σημεία)

9.1 T=1000 έτη

Πίνακας 9.1: Χρόνοι άφιξης και παραμονής πλημμύρας, περιόδου επαναφοράς T=1000, σε χαρακτηριστικά σημεία

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
1	ΣΕΡΚΟ ΑΕ - ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459075.2	4539463.6	39.3	23.7
2	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΑΓΙΑΣ ΕΛΕΝΗΣ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ ΣΕΡΡΩΝ	462745.1	4539504.9	21.2	41.8
3	ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΛΕΥΚΩΝΑ ΣΕΡΡΩΝ	451504.0	4549207.3	29.8	33.2
4	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΓΝΩΣΤΗΡΙΟΥ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ	517541.9	4553143.4	21.8	10.3
5	ΚΤΙΡΙΟ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΒΑΗ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗΣ, ΠΙΤΣΩΚΟΥ ΕΥΜΟΡΦΙΑΣ, ΚΑΖΗ ΙΩΑΝΝΑΣ, ΒΑΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑΣ, ΚΛΗΡΟΝΟΜΩΝ ΒΑΗ ΞΕΝΟΦΩΝΤΑ, ΒΑ	517622.1	4553345.3	21.0	8.8
6	29ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462034.4	4547724.9	20.8	12.8
7	25ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462066.1	4548020.3	18.2	9.3
8	26ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462162.0	4548284.7	15.2	11.0
9	4ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462266.1	4548470.8	15.3	7.5
10	24ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462281.5	4548443.3	13.5	10.2
11	ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΡΦΑΝΙΟΥ ΠΑΓΓΑΙΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ	495963.9	4513620.6	10.2	4.0
12	ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΚΡΑΧΤΙΔΗ ΔΡΑΜΑΣ	513592.0	4554692.1	14.5	6.3
13	16ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462811.5	4549147.6	11.8	22.2
14	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΠΑΓΓΑΙΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ	521793.3	4521723.3	5.7	11.4
15	ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΡΑΜΑ - ΚΥΡΓΕΛΑΝΗ ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΑΣ	509771.1	4552515.9	9.2	12.8
16	11ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462550.5	4549051.8	7.2	15.0
17	ΚΤΗΡΙΟ, ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ 57, ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΙΛ. ΔΟΡΦΑΝΗ	462554.0	4549069.6	7.0	14.3
18	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΩΝ, ΣΥΜΒΟΛΗ ΟΔΩΝ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ, ΟΡΦΕΩΣ ΚΑΙ ΑΜΦΙΠΟΛΕΩΣ, ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ Σ. ΙΩΑΝΝΙΔΗ	462590.5	4549089.9	6.8	13.8
19	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΚΟΙΜΗΣΕΩΣ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ ΣΕΡΡΩΝ	441738.7	4562057.5	37.8	58.3
20	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΚΟΙΜΗΣΗΣ	441595.3	4562322.4	35.8	60.3
21	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΜΑΥΡΟΛΕΥΚΗΣ ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ ΔΡΑΜΑΣ	508643.9	4544709.7	19.5	0.6
22	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΟΧΩΡΙΟΥ ΣΙΝΤΙΚΗΣ ΣΕΡΡΩΝ	443742.1	4567155.6	7.8	88.3
23	ΓΕΦΥΡΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΣΤΡΥΜΟΝΑ, ΒΥΡΩΝΕΙΑ, ΣΕΡΡΕΣ, ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΟΣΕ	443840.8	4569953.2	0.8	164.0
24	1ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459235.5	4540446.7	42.0	21.0
25	2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459235.7	4540458.6	41.7	21.3
26	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΚΑΛΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ	451382.1	4549789.5	35.5	20.3
27	2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461918.9	4547478.7	23.5	10.5
28	ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΠΡΟΒΑΤΑ ΣΕΡΡΩΝ	448128.0	4546256.6	15.0	57.0

ΣΤΑΔΙΟ 1 – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
29	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461760.5	4547983.6	21.3	12.7
30	8ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462039.1	4548022.5	19.3	5.0
31	ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΙΝΗΜΑΤΟΘΕΑΤΡΟΥ ΚΡΟΝΙΟΝ, ΟΔΟΣ ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ Π., ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΕΙΟΥ ΣΤΕΓΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ	461994.2	4548453.3	18.2	4.2
32	AUTO GROUP ΚΑΖΑΝΤΖΙΔΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.	514691.9	4555010.4	15.0	5.5
33	ΕΕΛ ΔΡΑΜΑΣ	509510.0	4551644.0	14.0	7.0
34	2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΟΞΑΤΟΥ	519281.3	4548162.8	11.8	9.3
35	ΕΠΙΤΕΛΕΙΟ Α.Τ.-Τ.Α. ΔΡΑΜΑΣ Τ.Τ.-ΛΕΣΧΗ ΔΡΑΜΑΣ	512477.2	4554444.1	18.2	1.5
36	Α.Τ. ΔΟΞΑΤΟΥ	519380.8	4548619.4	12.2	9.5
37	ΕΚΑΒ ΣΕΡΡΩΝ	462626.0	4549003.1	15.5	2.2
38	ΕΚΑΒ ΡΟΔΟΛΙΒΟΥΣ	497391.2	4530064.8	23.5	3.0
39	17ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462917.0	4548336.3	16.8	1.8
40	19ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	463109.6	4548781.5	16.5	1.3
41	19ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462479.2	4548668.8	16.7	2.0
42	1ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461773.9	4547880.4	22.5	11.3
43	1ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΙΓΡΙΤΑΣ	457552.4	4528226.1	21.0	5.0
44	20ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461851.9	4547860.0	21.8	7.3
45	23ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462056.5	4548515.9	17.7	3.8
46	25ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462028.6	4547519.5	22.8	8.0
47	3ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462385.1	4548931.9	16.3	2.5
48	4ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461482.5	4547697.5	26.3	2.3
49	6ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	463195.3	4548239.4	15.8	4.8
50	6ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	463068.6	4549169.9	16.2	1.3
51	7ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461788.1	4547906.5	22.5	6.7
52	ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΜΑΥΡΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΕΡΡΩΝ	478701.9	4526153.0	24.8	3.8
53	ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΡΟΔΟΛΙΒΟΥΣ ΣΕΡΡΩΝ	497569.8	4530066.8	23.5	4.0
54	ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΚΟΙΜΗΣΗΣ ΣΕΡΡΩΝ	441138.3	4562356.9	48.3	2.8
55	ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΜΑΥΡΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΕΡΡΩΝ	478692.8	4526143.1	24.8	3.3
56	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΔΗΜΗΤΡΙΤΣΙΟΥ	450394.1	4536717.2	25.8	3.5
57	10ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΡΑΜΑΣ	512385.5	4554585.1	18.2	1.0
58	15ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΔΡΑΜΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΒΙΖΥΗΝΟΣ	512717.2	4554671.4	18.0	1.0
59	1ο ΕΙΔΙΚΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΔΡΑΜΑΣ	512766.3	4554686.0	18.0	0.8
60	1ο ΕΚ ΚΑΒΑΛΑΣ (1Ο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΒΑΛΑΣ)	535697.8	4532401.5	8.3	1.0
61	1ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ	488740.0	4576434.6	24.2	12.4
62	1ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΠΕΡΑΜΟΥ	525533.9	4520024.4	13.3	1.3
63	1ο ΟΛΟΗΜΕΡΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΑΓΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ	520315.6	4546447.4	19.2	5.8
64	2ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΑΓΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ	520293.5	4546452.0	19.7	5.3
65	2ο ΕΠ.Α.Λ. ΚΑΒΑΛΑΣ (ΕΣΠΕΡΙΝΟ)	535659.0	4532413.1	8.5	0.5
66	2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ	488523.7	4576825.2	24.7	2.8
67	3ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΔΡΑΜΑΣ	512870.5	4554696.7	18.0	0.7
68	4ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΔΡΑΜΑΣ	512883.0	4554726.4	18.0	0.5

ΣΤΑΔΙΟ 1 – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
69	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Δ.Ε. ΔΡΑΜΑΣ	512435.2	4554622.9	18.2	1.5
70	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Π.Ε. ΔΡΑΜΑΣ	512726.9	4554639.5	18.0	0.7
71	ΕΙΔΙΚΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΡΑΜΑΣ	512768.5	4554687.3	18.0	0.8
72	ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	488739.1	4576321.0	24.3	7.1
73	ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΕΠΑ.Λ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ	488683.4	4576317.1	24.8	2.7
74	ΚΕΝΤΡΟ ΥΓΕΙΑΣ ΡΟΔΟΛΙΒΟΥΣ	497371.5	4529961.4	23.0	4.3
75	ΚΤΙΡΙΟ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ Ε. ΣΑΜΑΡΑ	517600.2	4553384.7	22.5	5.3
76	ΚΤΙΡΙΟ, ΟΔΟΣ ΚΕΝΝΕΝΤΥ 48, ΔΡΑΜΑ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ Α. ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗ	512102.4	4555164.3	15.7	3.0
77	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΕ, ΟΔΟΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΜΥΝΗΣ, ΔΡΑΜΑ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗ	512205.8	4554599.4	17.3	4.7
78	ΥΔΡΟΜΥΛΟΣ ΠΑΝΤΟΥΛΗ, ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ, ΔΡΑΜΑ	511792.5	4554989.1	16.5	1.8
79	ΥΔΡΟΜΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΥ, ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ, ΔΡΑΜΑ	511767.1	4555002.6	15.2	3.8
80	ΥΔΡΟΜΥΛΟΣ ΖΩΝΚΕΣ, ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ, ΔΡΑΜΑ	511636.4	4555004.4	15.7	3.2
81	ΚΤΗΡΙΟ ΠΑΛΑΙΑΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ, ΠΡΩΤΗ, ΣΕΡΡΕΣ, ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΔΗΜΟΥ ΠΡΩΤΗΣ	500009.9	4532258.0	23.3	1.0
82	ΚΤΗΡΙΟ, ΣΥΜΒΟΛΗ ΟΔΩΝ ΟΡΦΕΩΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ, ΣΕΡΡΕΣ, ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΟΜΙΛΟΥ ΟΡΦΕΥΣ	462647.1	4548986.6	15.7	1.8
83	Ι. ΝΑΟΣ ΕΙΣΟΔΙΩΝ ΘΕΟΤΟΚΟΥ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ	517554.1	4553110.4	24.5	2.8
84	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΚΑΑΜΕΑ ΣΕΡΡΩΝ	462155.0	4548738.1	17.7	1.3
85	ΚΕΝΤΡΟ ΨΥΧΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ	461840.7	4548254.9	19.7	3.8
86	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΑΝΩ ΜΗΤΡΟΥΣΙΟΥ	454592.8	4546385.5	41.8	8.5
87	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459579.5	4540492.3	48.7	12.5
88	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΔΟΞΑΤΟΥ	519541.9	4548800.3	12.7	5.2
89	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΦΩΤΟΛΙΒΟΥΣ	503772.0	4544867.5	26.8	8.0
90	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΡΑΜΑΣ	512200.8	4554323.2	19.0	3.0
91	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΠΥΝ ΔΡΑΜΑΣ	512200.8	4554323.2	19.0	3.0
92	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΕΡΡΩΝ	461417.0	4547773.2	26.0	3.5
93	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΒΕΡΓΗΣ ΒΙΣΑΛΤΙΑΣ ΣΕΡΡΩΝ	450005.4	4534050.7	24.5	2.5
94	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΓΑΖΩΡΟΥ ΝΕΑΣ ΖΙΧΝΗΣ ΣΕΡΡΩΝ	481343.4	4540653.6	22.8	2.0
95	ΕΘΝΙΚΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462202.8	4549749.1	16.0	1.0
96	ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΤΩ ΚΑΜΗΛΑΣ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ ΣΕΡΡΩΝ	456313.3	4541500.1	40.7	22.3
97	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑΤΟΥ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ ΣΕΡΡΩΝ	461003.8	4540773.6	41.0	13.2
98	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΠΕΠΟΝΙΑΣ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ ΣΕΡΡΩΝ	459328.3	4536796.6	49.2	7.2
99	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΘΗ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΚΑΒΑΛΑΣ	536565.5	4532697.8	8.8	0.5
100	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΜΕΛΙΣΣΑΣ ΜΕΣΙΑΣ ΠΑΓΓΑΙΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ	516067.1	4523440.0	24.2	24.5
101	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΝΕΡΟΦΡΑΚΤΟΥ ΔΟΞΑΤΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	510857.1	4543878.3	24.8	0.1
102	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΛΑΜΠΑΚΙΟΥ ΔΟΞΑΤΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	515576.1	4544932.4	15.7	2.0
103	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΚΟΥΔΟΥΝΙΩΝ ΔΡΑΜΑΣ	509463.2	4548684.2	16.8	2.7
104	ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗ ΚΑΛΟΥ ΑΓΡΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	507441.9	4550393.0	16.3	4.8
105	ΛΟΦΟΣ ΒΔ ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΑΝΩ ΣΥΜΒΟΛΗ, ΣΕΡΡΕΣ	503252.7	4542425.0	24.5	29.8
106	ΕΛΑΦΙ ΑΓΓΙΣΤΗΣ, ΣΕΡΡΕΣ	492157.4	4537924.0	25.5	8.3
107	ΤΟΥΜΠΑ ΣΙΤΑΓΡΩΝ, ΔΡΑΜΑ	501751.8	4547530.0	25.3	17.8

ΣΤΑΔΙΟ 1 – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
108	ΕΕΛ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ	488008.0	4576066.0	23.4	6.0
109	ΜΙΣΣΙΡΙΑΝ Α.Ε.	529041.2	4535678.9	23.7	6.2
110	ΚΡΙ ΚΡΙ Α.Ε.	465936.8	4548771.2	17.5	0.5

9.2 T=100 έτη

Πίνακας 9.2: Χρόνοι άφιξης και παραμονής πλημμύρας, περιόδου επαναφοράς T=100, σε
χαρακτηριστικά σημεία

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
1	ΣΕΡΚΟ ΑΕ - ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459075.2	4539463.6	39.3	23.7
2	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΑΓΙΑΣ ΕΛΕΝΗΣ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ ΣΕΡΡΩΝ	462745.1	4539504.9	21.2	41.8
3	ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΛΕΥΚΩΝΑ ΣΕΡΡΩΝ	451504.0	4549207.3	29.8	33.2
4	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΓΝΩΣΤΗΡΙΟΥ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ	517541.9	4553143.4	21.8	10.3
5	ΚΤΙΡΙΟ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΒΑΗ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗΣ, ΠΙΤΣΩΚΟΥ ΕΥΜΟΡΦΙΑΣ, ΚΑΖΗ ΙΩΑΝΝΑΣ, ΒΑΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑΣ, ΚΛΗΡΟΝΟΜΩΝ ΒΑΗ ΞΕΝΟΦΩΝΤΑ, ΒΑ	517622.1	4553345.3	21.0	8.8
6	29ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462034.4	4547724.9	20.8	12.8
7	25ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462066.1	4548020.3	18.2	9.3
8	26ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462162.0	4548284.7	15.2	11.0
9	4ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462266.1	4548470.8	15.3	7.5
10	24ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462281.5	4548443.3	13.5	10.2
11	ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΡΦΑΝΙΟΥ ΠΑΓΓΑΙΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ	495963.9	4513620.6	10.2	4.0
12	ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΚΡΑΧΤΙΔΗ ΔΡΑΜΑΣ	513592.0	4554692.1	14.5	6.3
13	16ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462811.5	4549147.6	11.8	22.2
14	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΠΑΓΓΑΙΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ	521793.3	4521723.3	5.7	11.4
15	ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΡΑΜΑ - ΚΥΡΓΕΛΑΝΗ ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΑΣ	509771.1	4552515.9	9.2	12.8
16	11ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462550.5	4549051.8	7.2	15.0
17	ΚΤΗΡΙΟ, ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ 57, ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΙΛ. ΔΟΡΦΑΝΗ	462554.0	4549069.6	7.0	14.3
18	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΩΝ, ΣΥΜΒΟΛΗ ΟΔΩΝ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ, ΟΡΦΕΩΣ ΚΑΙ ΑΜΦΙΠΟΛΕΩΣ, ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ Σ. ΙΩΑΝΝΙΔΗ	462590.5	4549089.9	6.8	13.8
19	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΚΟΙΜΗΣΕΩΣ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ ΣΕΡΡΩΝ	441738.7	4562057.5	37.8	58.3
20	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΚΟΙΜΗΣΗΣ	441595.3	4562322.4	35.8	60.3
21	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΜΑΥΡΟΛΕΥΚΗΣ ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ ΔΡΑΜΑΣ	508643.9	4544709.7	19.5	0.6
22	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΟΧΩΡΙΟΥ ΣΙΝΤΙΚΗΣ ΣΕΡΡΩΝ	443742.1	4567155.6	7.8	88.3
23	ΓΕΦΥΡΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΣΤΡΥΜΟΝΑ, ΒΥΡΩΝΕΙΑ, ΣΕΡΡΕΣ, ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΟΣΕ	443840.8	4569953.2	0.8	164.0
24	1ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459235.5	4540446.7	42.0	21.0
25	2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459235.7	4540458.6	41.7	21.3

ΣΤΑΔΙΟ 1 – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
26	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΚΑΛΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ	451382.1	4549789.5	35.5	20.3
27	2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461918.9	4547478.7	23.5	10.5
28	ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΠΡΟΒΑΤΑ ΣΕΡΡΩΝ	448128.0	4546256.6	15.0	57.0
29	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	461760.5	4547983.6	21.3	12.7
30	8ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462039.1	4548022.5	19.3	5.0
31	ΝΟΤΙΑ ΩΨΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΙΝΗΜΑΤΟΘΕΑΤΡΟΥ ΚΡΟΝΙΟΝ, ΟΔΟΣ ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ Π., ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΕΙΟΥ ΣΤΕΓΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ	461994.2	4548453.3	18.2	4.2
32	ΑΥΤΟ GROUP ΚΑΖΑΝΤΖΙΔΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.	514691.9	4555010.4	15.0	5.5
33	ΕΕΛ ΔΡΑΜΑΣ	509510.0	4551644.0	14.0	7.0
34	2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΟΞΑΤΟΥ	519281.3	4548162.8	11.8	9.3

9.3 T=50 έτη

Πίνακας 9.3: Χρόνοι άφιξης και παραμονής πλημμύρας, περιόδου επαναφοράς T=50, σε
χαρακτηριστικά σημεία

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
1	ΣΕΡΚΟ ΑΕ - ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	459075.2	4539463.6	39.3	23.7
2	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΑΓΙΑΣ ΕΛΕΝΗΣ ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ ΣΕΡΡΩΝ	462745.1	4539504.9	21.2	41.8
3	ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΛΕΥΚΩΝΑ ΣΕΡΡΩΝ	451504.0	4549207.3	29.8	33.2
4	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΓΝΩΣΤΗΡΙΟΥ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ	517541.9	4553143.4	21.8	10.3
5	ΚΤΙΡΙΟ, ΧΩΡΙΣΤΗ, ΔΡΑΜΑ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΒΑΗ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗΣ, ΠΙΤΣΩΚΟΥ ΕΥΜΟΡΦΙΑΣ, ΚΑΖΗ ΙΩΑΝΝΑΣ, ΒΑΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑΣ, ΚΛΗΡΟΝΟΜΩΝ ΒΑΗ ΞΕΝΟΦΩΝΤΑ, ΒΑ	517622.1	4553345.3	21.0	8.8
6	29ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462034.4	4547724.9	20.8	12.8
7	25ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462066.1	4548020.3	18.2	9.3
8	26ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462162.0	4548284.7	15.2	11.0
9	4ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462266.1	4548470.8	15.3	7.5
10	24ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462281.5	4548443.3	13.5	10.2
11	ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΡΦΑΝΙΟΥ ΠΑΓΓΑΙΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ	495963.9	4513620.6	10.2	4.0
12	ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΚΡΑΧΤΙΔΗ ΔΡΑΜΑΣ	513592.0	4554692.1	14.5	6.3
13	16ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462811.5	4549147.6	11.8	22.2
14	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΠΑΓΓΑΙΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ	521793.3	4521723.3	5.7	11.4
15	ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΡΑΜΑ - ΚΥΡΓΕΛΑΝΗ ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΑΣ	509771.1	4552515.9	9.2	12.8
16	11ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΣΕΡΡΩΝ	462550.5	4549051.8	7.2	15.0
17	ΚΤΗΡΙΟ, ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ 57, ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΙΛ. ΔΟΡΦΑΝΗ	462554.0	4549069.6	7.0	14.3
18	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΩΝ, ΣΥΜΒΟΛΗ ΟΔΩΝ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ, ΟΡΦΕΩΣ ΚΑΙ ΑΜΦΙΠΟΛΕΩΣ, ΣΕΡΡΕΣ, ΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ Σ. ΙΩΑΝΝΙΔΗ	462590.5	4549089.9	6.8	13.8
19	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΚΟΙΜΗΣΕΩΣ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ ΣΕΡΡΩΝ	441738.7	4562057.5	37.8	58.3
20	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ ΚΟΙΜΗΣΗΣ	441595.3	4562322.4	35.8	60.3

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 05

Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ID	Όνομα	Χ_ΕΓΣΑ	Υ_ΕΓΣΑ	Χρόνος άφιξης (hr)	Χρόνος παραμονής (hr)
21	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΜΑΥΡΟΛΕΥΚΗΣ ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ ΔΡΑΜΑΣ	508643.9	4544709.7	19.5	0.6
22	ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΟΧΩΡΙΟΥ ΣΙΝΤΙΚΗΣ ΣΕΡΡΩΝ	443742.1	4567155.6	7.8	88.3
23	ΓΕΦΥΡΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΣΤΡΥΜΟΝΑ, ΒΥΡΩΝΕΙΑ, ΣΕΡΡΕΣ, ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΟΣΕ	443840.8	4569953.2	0.8	164.0