

# ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας

## ΣΤΑΔΙΟ Ι 3<sup>η</sup> ΦΑΣΗ – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5 ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ**  
**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**  
**ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ**

**ΕΡΓΟ : ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ :**

**«ΥΠΟΔΟΜΗ - ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε. / ΓΑΜΜΑ - 4 ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΓΕΩΛΟΓΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ / Η. ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ - Ν. ΠΑΓΚΑΣ & ΣΙΑ Ε.Ε. - Δ.Τ. : "ΥΛΗ - Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος" / ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΦΡΑΤΑΙΟΣ του Τριαντάφυλλου / ΜΑΡΙΑ ΟΝΟΥΦΡΙΟΥ - ΑΛΕΞΑΚΗ του Βασιλείου / ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ ΑΝΤΖΟΥΛΑΤΟΣ του Δημητρίου / ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΟΥΚΑΛΑΣ του Κωνσταντίνου»**

**ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΤΑΔΙΟ Ι - Γ' ΦΑΣΗ**

**ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5 : ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ, ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ, ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΤΗΣ ΕΓΥ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΒΑΣΕΙΣ ΤΗΣ Ε.Ε..**

*Αναθεωρήσεις :*

<b>Έκδοση</b>	<b>Ημερομηνία</b>	<b>Παρατηρήσεις</b>
Εκδ. 1	04/2016	Αρχική Έκδοση
Εκδ. 2	11/2017	1 <sup>η</sup> Αναθ. Έκδοση - Ενσωμάτωση των οδηγιών της Υπηρεσίας και του Τεχνικού Συμβούλου
Εκδ. 3	03/2017	2 <sup>η</sup> Αναθ. Έκδοση
Εκδ. 4	07/2017	Τελικά Παραδοτέα 1 <sup>ου</sup> Σταδίου
Εκδ. 5	12/2018	Αλλαγή εξωφύλλου

## Τεύχη και χάρτες που συνοδεύουν το παρόν Παραδοτέο

A/A	Τίτλος		Περιγραφή
	<b>ΤΕΥΧΗ</b>		
1	Τεχνική Έκθεση		GR09_P05
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι		ΣΗΜΕΙΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ - ΧΡΟΝΟΙ ΑΦΙΞΗΣ / ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ		ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ		ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ
	<b>ΧΑΡΤΕΣ</b>		
1	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΜΕΓΙΣΤΑ ΒΑΘΗ - ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ (T=50 ΕΤΗ)	1/25 000	54 χάρτες
2	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΜΕΓΙΣΤΑ ΒΑΘΗ - ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ (T=100 ΕΤΗ)	1/25 000	54 χάρτες
3	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΜΕΓΙΣΤΑ ΒΑΘΗ - ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ (T=1000 ΕΤΗ)	1/25 000	54 χάρτες
4	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ - ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ (T=50 ΕΤΗ)	1/25 000	54 χάρτες
5	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ - ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ (T=100 ΕΤΗ)	1/25 000	54 χάρτες
6	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ - ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ (T=1000 ΕΤΗ)	1/25 000	54 χάρτες
7	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ - ΒΑΘΗ (T=50 ΕΤΗ)	1/25 000 & 1/10 000	10 χάρτες
8	ΧΑΡΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ - ΒΑΘΗ (T=100 ΕΤΗ)	1/25 000 & 1/10 000	10 χάρτες

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

<b><u>1</u></b>	<b><u>Εισαγωγή</u></b>	<b><u>5</u></b>
1.1	Αντικείμενο	5
1.2	Στόχος, Αντικείμενα και Φάσεις της Μελέτης	5
1.3	Αντικείμενο και Δομή της Παρούσας Έκθεσης	6
1.4	Αντικείμενο Έκθεσης	6
1.5	Ομάδα Μελέτης	6
<b><u>2</u></b>	<b><u>Λογισμικό Διόδευσης Πλημμυρικού Κύματος</u></b>	<b><u>9</u></b>
2.1	Γενικά Σχόλια και Θέσπιση Προβλήματος	9
2.2	Μοντέλο Flo-2d	10
<b><u>3</u></b>	<b><u>Δεδομένα Εισόδου για την Προσομοίωση</u></b>	<b><u>17</u></b>
3.1	Μεθοδολογία Προσομοίωσης Διόδευσης Πλημμυρών	17
3.2	Συλλογή Δεδομένων	18
3.3	Διαδικασία Μοντελοποίησης των Δεδομένων	18
3.3.1	Προετοιμασία γεωμετρικού αρχείου	18
3.3.1.1	Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (Digital Elevation Model - DEM)	18
3.3.1.2	Τεχνικά έργα - Δημιουργία διατομών	19
3.3.2	Μοντελοποίηση ποταμών	21
3.3.3	Εκτίμηση συντελεστή Manning	22
3.4	Πλημμυρογραφήματα	25
3.5	Θαλάσσιες Πλημμύρες	26
<b><u>4</u></b>	<b><u>Παρουσίαση Αποτελεσμάτων ανά ΖΔΥΚΠ</u></b>	<b><u>28</u></b>
4.1	Χαμηλή Ζώνη Περιφερειακής Τάφρου και Συμβαλλόντων Ποταμών, Πεδιάδα Λιτοχώρου και Κατερίνης - GR09RAK0001	28
4.1.1	Συνοπτική περιγραφή της ζώνης	28
4.1.2	Αποτελέσματα - Σχολιασμός	29
4.2	Άνω Ρους Περιφερειακής Τάφρου T66 - GR09RAK0011 / Χαμηλή Ζώνη π. Μαυροποτάμου (Περιοχή Αλμωπαίου) και Συμβαλλόντων Ποταμών - GR09RAK0013	44



4.2.1	Συνοπτική περιγραφή της ζώνης	44
4.2.2	Αποτελέσματα – Σχολιασμός	45
<b>4.3</b>	<b>Χαμηλή Ζώνη Λεκάνης Πρεσπών - GR09RAK0010</b>	<b>49</b>
4.3.1	Συνοπτική περιγραφή της ζώνης	49
4.3.2	Αποτελέσματα – Σχολιασμός	50
<b>4.4</b>	<b>Χαμηλή Ζώνη Ποταμού Αξιού στο Ν Φλώρινας (π. Λύγκος) - GR09RAK0012</b>	<b>52</b>
4.4.1	Συνοπτική περιγραφή της ζώνης	52
4.4.2	Αποτελέσματα – Σχολιασμός	53
<b>4.5</b>	<b>Δεξιά Παρόχθια Περιοχή Τεχνητής Λίμνης Πολυφύτου - GR09RAK0003 / Αριστερή Παρόχθια Περιοχή Τεχνητής Λίμνης Πολυφύτου, Χαμηλή Ζώνη Φτελιάς - GR09RAK0004/ Πεδιάδα Κοζάνης - GR09RAK0005</b>	<b>57</b>
4.5.1	Συνοπτική περιγραφή της ζώνης	57
4.5.2	Αποτελέσματα – Σχολιασμός	58
<b>4.6</b>	<b>Χαμηλή Ζώνη Ξηρολίμνης - GR09RAK0006 / Χαμηλή Ζώνη Κλειστής Ζώνης Πτολεμαΐδας, Παραλίμνιες Εκτάσεις Λιμνών Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα, Πετρών και Νότια της Λίμνης Βεγορίτιδας - GR09RAK0008 / Περιοχή Άρνισσα, Αγ. Αθανάσιος Παρόχθιες Εκτάσεις Βόρεια της Λίμνης Βεγορίτιδας - GR09RAK0009</b>	<b>62</b>
4.6.1	Συνοπτική περιγραφή της ζώνης	62
4.6.2	Αποτελέσματα – Σχολιασμός	63
<b>4.7</b>	<b>Χαμηλή Ζώνη Μέσω Ρου ποταμού Αλιάκμονα - GR09RAK0002 / Χαμηλή ζώνη Άνω Ρου Ποταμού Αλιάκμονα και λίμνης Καστοριάς - GR09RAK0007</b>	<b>65</b>
4.7.1	Συνοπτική περιγραφή της ζώνης	65
4.7.2	Αποτελέσματα – Σχολιασμός	66
<b>5</b>	<b><u>Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας</u></b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b><u>Αναφορές</u></b>	<b>74</b>
<b>7</b>	<b><u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (I) - Σημεία Ενδιαφέροντος / Χρόνοι Άφιξης και Παραμονής Πλημμύρας</u></b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b><u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (II) - Κατάλογος Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας</u></b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b><u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (III) - Υδρογραφήματα</u></b>	<b>77</b>

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Αντικείμενο

Στο πλαίσιο της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π.31822/1542/Ε103/21.7.2010 έχει γίνει η Προκαταρκτική Αξιολόγηση των Κινδύνων Πλημμύρας σε όλα τα Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας, με βάση τα άρθρα 4 και 5 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και τα άρθρα 4 (παρ. 2) και 5 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, και έχουν προσδιοριστεί οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες, από πλευράς επιπτώσεων, και οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.

Για την εφαρμογή των επόμενων σταδίων της Οδηγίας έχουν ενταχθεί στο ΕΠΕΡΑΑ και βρίσκεται σε εξέλιξη από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων η εκπόνηση 5 μελετών σε επίπεδο Υδατικού Διαμερίσματος, οι οποίες καλύπτουν το σύνολο της χώρας και περιλαμβάνουν για τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, τους Χάρτες Κινδύνου Πλημμύρας, τους Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας και τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας. Επιπλέον ολοκληρώνεται η πιλοτική μελέτη, με το σύνολο των δράσεων που προβλέπονται από την Οδηγία, για τη λεκάνη απορροής του ποταμού Έβρου με τίτλο «Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκάνης Απορροής π. Έβρου, εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ». Η παρούσα μελέτη αφορά στην εκπόνηση των Χαρτών Κινδύνου Πλημμύρας, των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας για τα Υδατικά Διαμερίσματα Κεντρικής (ΥΔ10) και Δυτικής Μακεδονίας (ΥΔ09).

## 1.2 Στόχος, Αντικείμενα και Φάσεις της Μελέτης

Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης περιλαμβάνει, για τα Υδατικά Διαμερίσματα Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας :

1. Την Κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμυρών, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010.
2. Την Κατάρτιση Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010.
3. Τη σύνταξη Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας για το κάθε Υδατικό Διαμέρισμα, σύμφωνα με το άρθρο 7 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και τα άρθρα 6 και 7 έως 11 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010 με βασικό στόχο την μείωση των δυνητικών αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και την οικονομική δραστηριότητα.

4. Τη σύνταξη της σχετικής Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων σύμφωνα με την ΚΥΑ ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ. 10717/5.8.2006.
5. Τη Διαβούλευση επί του Σχεδίου Διαχείρισης και της ΣΜΠΕ, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας και τη σχετική κείμενη Νομοθεσία αντίστοιχα.
6. Την ανάρτηση των αποτελεσμάτων της μελέτης στη βάση δεδομένων του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, στη βάση δεδομένων της ΕΓΥ και στη σχετική ιστοσελίδα του ΥΠΕΚΑ.

Η μελέτη εκπονείται σε δύο στάδια. Το 1<sup>ο</sup> Στάδιο περιλαμβάνει την Κατάρτιση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και των Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας και το 2<sup>ο</sup> Στάδιο την Κατάρτιση των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ), την Εκπόνηση της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) και τη Διαβούλευση των ΣΔΚΠ..

### 1.3 Αντικείμενο και Δομή της Παρούσας Έκθεσης

Σύμφωνα με τις Προδιαγραφές της μελέτης το παρόν Παραδοτέο 5, περιλαμβάνει την Τεχνική Έκθεση και τους αντίστοιχους Χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας.

### 1.4 Αντικείμενο Έκθεσης

Η παρούσα τεχνική έκθεση αναφέρεται στο Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας (ΥΔ09). Συγκεκριμένα στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται αναλυτική περιγραφή του μεθοδολογικού πλαισίου που αναπτύχθηκε για την παραγωγή των χαρτών επικινδυνότητας (δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, επιλογή του κατάλληλου μοντέλου διόδευσης πλημμύρας, εκτίμηση των κατάλληλων παραμέτρων εισόδου προς μοντελοποίηση, εκτίμηση των πλημμυρικών κατακλύσεων και των χαρακτηριστικών τους) και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των χαρτών στις ΖΔΥΚΠ του ΥΔ Δυτικής Μακεδονίας (GR09).

### 1.5 Ομάδα Μελέτης

Για τη σύνταξη του παρόντος Σχεδίου Διαχείρισης Πλημμυρών συνεργάστηκαν οι ακόλουθοι επιστήμονες :

ΟΝΟΜΑ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
<b>Ηλίας Βασιλόπουλος</b>	Διδάκτωρ Μηχανικός Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. / Κάτοχος Πτυχίου Μ.Sc. σε Υδραυλική & Υδρολογία, University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, U.K. / Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

ΟΝΟΜΑ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
<b>Ζαχαρούλα Μαράντου</b>	Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. / Princeton University, Dept. of Civil Engineering and Operations Research, Water Resources Program
<b>Γεώργιος Τζουρναβέλης</b>	Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.
<b>Ξενοφών Τσιλιμπάρης</b>	Δρ. Μηχανικός / Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.
<b>Χρήστος Κοσμάς</b>	Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.
<b>Αριστοτέλης Τέγος</b>	Πολιτικός Μηχανικός, MSc, Υπ. Δρ. Ε.Μ.Π
<b>Αθανάσιος Ζήρος</b>	Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. / Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης «Επιστήμη Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.
<b>Συμεών Τσιμπίδης</b>	Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.
<b>Ναταλία – Ευαγγελία Μπλάνα</b>	Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π. – Υποψήφια Διδάκτωρ Χαρτογραφίας Σ.Α.Τ.Μ. - Ε.Μ.Π.
<b>Βασιλική Παγάνα</b>	Αγρονόμος - Τοπογράφος Μηχανικός, MSc
<b>Παναγιώτης Δημητριάδης</b>	Πολιτικός Μηχανικός, MSc, Υπ. Δρ Ε.Μ.Π
<b>Μαρία Παπαθανασοπούλου</b>	Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.
<b>Βασιλεία Παπαθανασοπούλου</b>	Αγρονόμος – Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.
<b>Παναγιώτης Αυγερόπουλος</b>	Γεωλόγος (M.Sc) – Περιβαλλοντολόγος Πανεπιστημίου Αθηνών – Πανεπιστήμιο LEEDS Αγγλίας
<b>Γεράσιμος Γιαννάτος</b>	Δρ. Γεωλόγος Πανεπιστημίου Αθηνών
<b>Εύα Παπαδοπούλου</b>	Γεωλόγος Πανεπιστημίου Αθηνών
<b>Λουίζα Αυγεροπούλου</b>	Περιβαλλοντολόγος Πανεπιστημίου Αιγαίου / MSc Sustainability of the Built Environment Πανεπιστημίου Brighton Αγγλίας
<b>Ηλίας Αποστολίδης</b>	Δασολόγος (ΑΠΘ)
<b>Έκτωρ Αποστολίδης</b>	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ / MSc (ΓΠΑ)
<b>Νικόλαος Πάγκας</b>	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ / Δρ. Χωροταξίας Ε.Μ.Π.

ΟΝΟΜΑ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
Ανδριάνα Παπαϊωάννου	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος Α.Π.Θ.
Θεμιστοκλής Αδαμόπουλος	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος Α.Π.Θ.
Γρηγόριος Βασιλόπουλος	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος Α.Π.Θ. / MSc (ΑΠΘ)
Γεώργιος Σουρβάς	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος / MSc Γεωπληροφορικής
Ευθυμία Πούλιου	Δασοπόνος
Ηλέκτρα - Γεωργία Αποστολίδου	Πολιτικός Μηχανικός, Δρ. Υδραυλικός
Άννα Σπηλιωτοπούλου	Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός / MSc Διασφάλιση Ποιότητας
Εμμανουήλ Χαβάκης	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος / MSc Δασική Οικολογία και Διαχείριση
Γεωργία Βαρσάμη	Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος / MSc Υδρολογία
Μαρία Ονουφρίου - Αλεξάκη	Αρχιτέκτων Μηχανικός Ε.Μ.Π. - Χωροτάκτης
Αλκιβιάδης Μπέτσης	Μηχανικός Χωροταξίας / Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης Πανεπ. Θεσσαλίας - MSc στην Πολεοδομία Χωροταξία & Περιφερειακή Ανάπτυξη
Γεράσιμος Αντζουλάτος	Δρ. Γεωπόνος
Ειρήνη Κόντου	Γεωπόνος

## 2 Λογισμικό Διόδευσης Πλημμυρικού Κύματος

### 2.1 Γενικά Σχόλια και Θέσπιση Προβλήματος

Ο όρος διόδευση αφορά τον χωρικό (τρεις διαστάσεις) και χρονικό προσδιορισμό του πλημμυρικού κύματος με βασικές παραμέτρους το βάθος ροής, την ταχύτητα και το χρόνο παραμονής. Στο παρόν κεφάλαιο δίδεται περιγραφή του μοντέλου διόδευσης που χρησιμοποιήθηκε και παρουσιάζεται ο τρόπος εφαρμογής του θεωρητικού πλαισίου διόδευσης στο μοντέλο.

Η γενική μεθοδολογία για την διόδευση πλημμύρας αφορά την επίλυση των 3D εξισώσεων Navier - Stokes. Επειδή και δεν υπάρχει αναλυτική λύση των εξισώσεων αυτών, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι αριθμητικής επίλυσης (π.χ. μέγεθος πεπερασμένων διαφορών), που επίσης εμπεριέχουν διάφορα προβλήματα όπως αυτό της αριθμητικής σύγκλισης των επαναληπτικών μεθόδων διακριτοποίησης. Για τον λόγο αυτό, η περαιτέρω απλοποίηση των εξισώσεων ήταν αναγκαία, με παράλληλη δημιουργία διαφόρων πεδίων εφαρμογής. Συγκεκριμένα, τα σημερινά μοντέλα διόδευσης πλημμύρας επιλύουν την 2 D εξίσωση Saint-Venant, η οποία προκύπτει από την κατά βάθος ολοκλήρωση των αρχικών εξισώσεων Navier-Stokes, με την κύρια παραδοχή ότι η κατά μήκος και πλάτος ορμή υπερτερεί κατά πολύ της αντίστοιχης κατά βάθος. Παρόλο που η παραπάνω απλοποίηση διευκόλυνε την αριθμητική επίλυση της διόδευσης, σε μεγάλες υδρογραφικές λεκάνες η επίλυση των 2 D εξισώσεων Saint-Venant ήταν οικονομικά ασύμφορη και για αυτό τον λόγο περιορίστηκε σε λεκάνες μικρής κλίμακας. Σε λεκάνες μεσαίας και μεγάλης κλίμακας εφαρμόστηκαν τα λεγόμενα ψευδο-δισδιάστατα μοντέλα (quasi-2d) τα οποία εφαρμόζουν την 1 D Saint-Venant σε δύο διαστάσεις με κάποιον αλγόριθμο σύνδεσης μεταξύ της κατά μήκος και κατά πλάτος ορμής. Αυτός ο τρόπος αριθμητικής επίλυσης συνδύασε με βέλτιστο τρόπο την απαιτούμενη μεγάλη κλίμακα πλημμυρικών περιοχών με το απαιτούμενο μικρό υπολογιστικό κόστος (Dimitriadis et al., 2016). Η 1 D εξίσωση συνέχειας και ορμής κατά Saint-Venant μπορεί να γραφτεί ως (Chow et al., 1988, p. 279) :

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{A} \frac{\partial (Q^2/A)}{\partial x} + g \frac{\partial w}{\partial x} = g(S_0 - S_e) \quad (2)$$

όπου  $Q$  είναι η παροχή ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  $A$  είναι το βρεχόμενο εμβαδό ( $\text{m}^2$ ),  $g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας ( $\text{m}/\text{s}^2$ ),  $S_0$  είναι η τοπική κατά μήκος κλίση και  $S_e$  η τοπική κλίση ενέργειας.

Η εφαρμογή της ανωτέρω μεθόδου βασίζεται στις παραδοχές ότι το νερό είναι ασυμπίεστο και ομογενές, οι μεταβολές ταχυτήτων είναι αμελητέες κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και άρα ισχύει η υδροστατική κατανομή πιέσεων, η κλίση του πυθμένα είναι μικρή, δεν υπάρχουν ασυνέχειες στο πεδίο ροής, η τραχύτητα εκφράζεται από εμπειρικές σχέσεις όπως η εξίσωση του Manning.

## 2.2 Μοντέλο Flo-2d

Η επιλογή του μοντέλου προσομοίωσης βασίστηκε :

1. Κατά πρώτο λόγο στις απαιτήσεις των Τεχνικών Προδιαγραφών που προβλέπουν την προσομοίωση των πλημμυρικών πεδίων με συνδιασμό μονοδιάστατης και διδιάστατης ροής.
2. Στην επιλογή ενός αναγνωρισμένου πακέτου/μοντέλου με επιτυχείς διεθνείς εφαρμογές και δημοσιεύσεις σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά (π.χ Journal of Hydrology).
3. Στην επιλογή ενός μοντέλου ανοικτής χρήσης που διασφαλίζει τη δυναμική επικαιροποίηση νέων δεδομένων που αφορούν στο φαινόμενο.

Το μοντέλο Flo2d (flo-2d.com) είναι υδραυλικό μοντέλο τύπου quasi-2d που προσομοιώνει τη διάδοση πλημμυρικού κύματος κατά μήκος ενός καναλιού, καθώς και στην πεδιάδα με δυνατότητα εξάπλωσης της πλημμύρας στα 8 γειτονικά κελιά. Πρόκειται για ένα ψευδο-διδιάστατο υδραυλικό μοντέλο το οποίο επιλύει την εξίσωση διατήρησης της ορμής (1-Δ) μέσω υπολογισμού της μέσης ταχύτητας ροής κατά μήκος κάθε φατνίου του κανάβου με τον οποίο αναπαριστά το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης. Η παροχή υπολογίζεται σε κάθε κύτταρο του κανάβου για κάθε μια από τις 8 δυνατές κατευθύνσεις (Σχήμα 2.1).



**Σχήμα 2.1 : Υπολογισμός ταχύτητας ροής σε κάθε κύτταρο του κανάβου (FLO-2d Software Inc, 2009)**



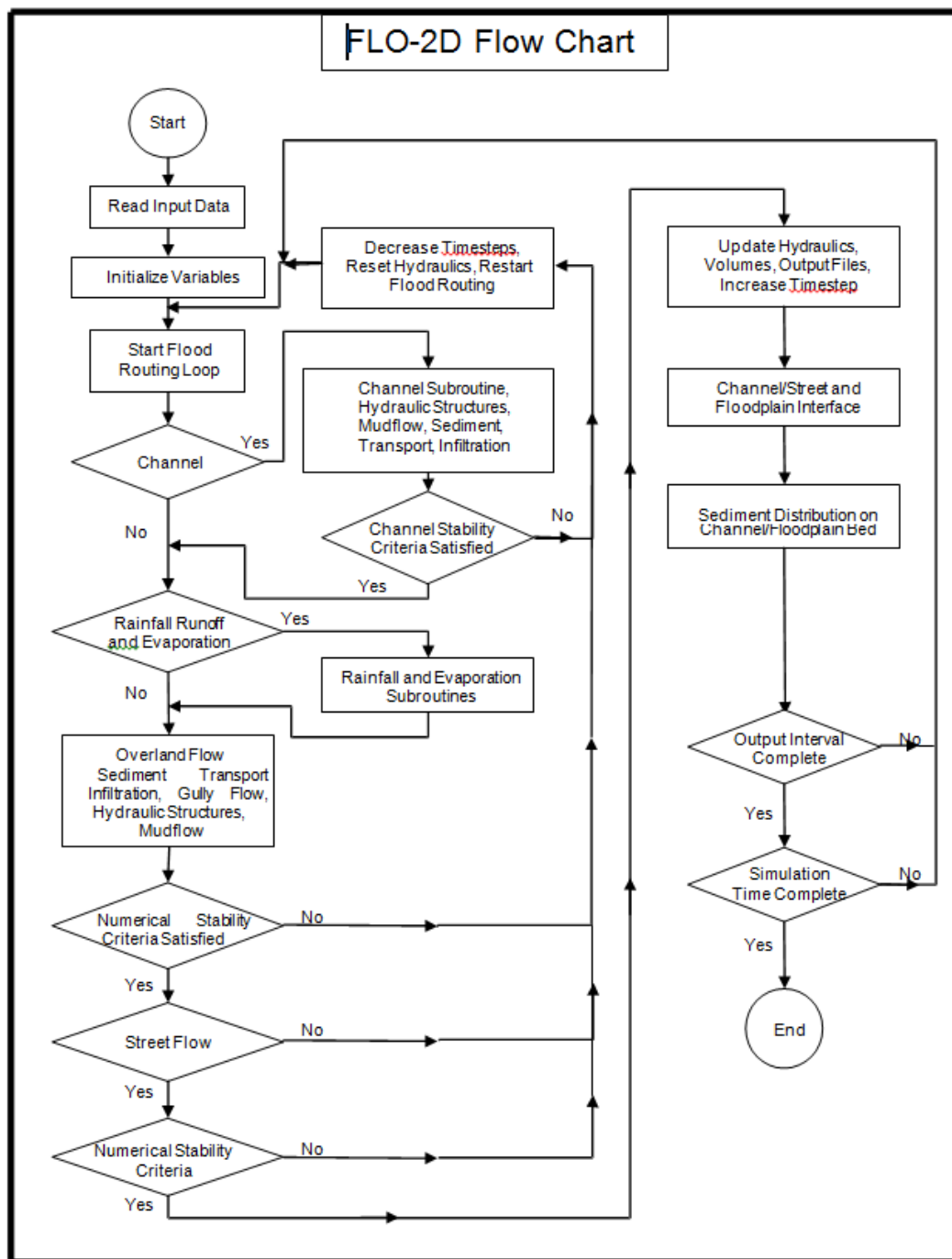
Χρησιμοποιεί τη μέθοδο διακριτοποίησης κεντρικών διαφορών και οι εξισώσεις που διέπουν το μοντέλο μπορούν να γραφτούν ως (FLO-2d Software Inc, 2009) :

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial(wV)}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial w}{\partial x} = g(S_o - S_e) \quad (4)$$

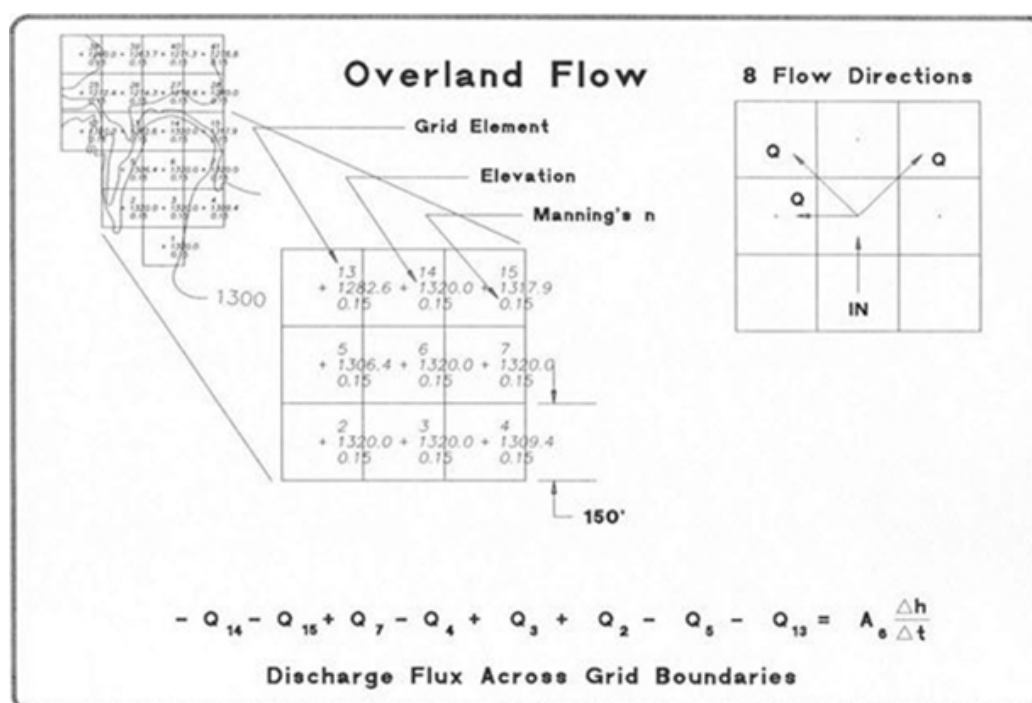
όπου  $V$  είναι η κατά μήκος ταχύτητα της ροής.

Τα δεδομένα εισόδου του μοντέλου είναι ο τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της υδρογραφικής λεκάνης σε μορφή πλέγματος, η γεωγραφική θέση των καναλιών/ποταμών, καθώς και ο γεωμετρικός τύπος των διατομών τους, οι συντελεστές τραχύτητας Manning σε κάθε κελί της περιοχής, τα πλημμυρογραφήματα εισόδου, καθώς και η θέση που εφαρμόζονται, και τέλος υδραυλικές παράμετροι της διακριτοποίησης των εξισώσεων πλημμυρικής διόδευσης, όπως το μέγεθος του κελιού διακριτοποίησης, της συμμετοχής των δυναμικών όρων στην εξίσωση ορμής κ.α. Στην πλημμυρική πεδιάδα τέθηκαν ανοιχτές οριακές συνθήκες, στο κατάντη σημείο του καναλιού συνθήκες ομοιόμορφης ροής. Το διάγραμμα ροής του FLO-2D φαίνεται στο Σχήμα 2.2.



Σχήμα 2.2 : Διάγραμμα ροής FLO-2D (FLO-2dSoftwareInc, 2009)

Η εξίσωση διατήρησης της ορμής διατυπώνεται ως πλήρη δυναμική εξίσωση κύματος και είναι μια δεύτερης τάξης, μη γραμμική, διαφορική εξίσωση. Το βάθος ροής ηπουχρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ταχύτητας σε κάθε όριο του κυττάρου κανάβου για το επόμενο χρονικό βήμα ( $t+1$ ), εκτιμάται από το προηγούμενο βήμα  $t$  χρησιμοποιώντας μια γραμμική εκτίμηση (το μέσο βάθος μεταξύ των δύο κυττάρων). Η πλήρης δυναμική εξίσωση κύματος επιλύεται χρησιμοποιώντας την επαναληπτική μέθοδο Newton-Raphson (Σχήμα 2.3). Στο πρώτο βήμα η ταχύτητα ροής υπολογίζεται από την εξίσωση διάχυσης κύματος (FLO-2d Software Inc, 2009, Οικονομου, 2013).



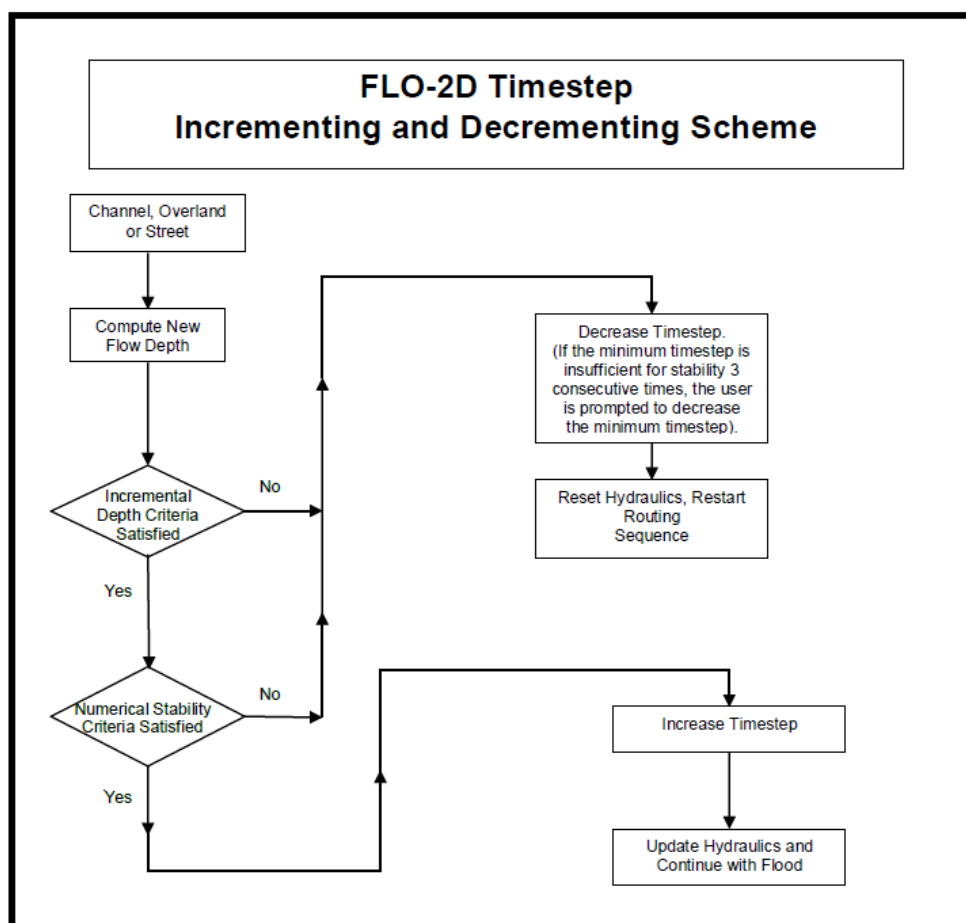
**Σχήμα 2.3 : Παράδειγμα υπολογισμού απορροής σε κάθε κύτταρο του καννάβου (FLO-2d Software Inc, 2009)**

Η μεταβολή του όγκου (παροχή x χρονικό βήμα) κατανέμεται στην επιφάνεια του κανάβου (διαθέσιμος χώρος αποθήκευσης) μέσω του καναλιού ή του καννάβου της πεδιάδας ώστε να καθοριστεί μια σταδιακή αύξηση του βάθους ροής. Στη συνέχεια ελέγχονται τα αριθμητικά κριτήρια σταθερότητας (numerical stability criteria) - τα οποία αποτελούν δεδομένα εισόδου για το κανάλι και την πεδιάδα - για τον καθορισμό του βάθους ροής σε κάθε κύτταρο του κανάβου. Τα αριθμητικά κριτήρια σταθερότητας ελέγχονται σε κάθε κύτταρο του κανάβου και σε κάθε χρονικό βήμα για να εξασφαλιστεί η ευστάθεια της επίλυσης. Εάν καταγραφεί υπέρβαση κάποιου εκ των κριτηρίων σταθερότητας, ο χρόνος προσομοίωσης επανέρχεται στο προηγούμενο βήμα και απορρίπτονται οι υπολογισμοί του συγκεκριμένου χρονικού

βήματος. Η προσομοίωση συνεχίζεται με την αύξηση των χρονικών βημάτων ώστε να ισχύουν τα κριτήρια σταθερότητας. Το FLO-2D χρησιμοποιεί ένα χρονικό βήμα που ποικίλλει ώστε να ικανοποιούνται τα αριθμητικά κριτήρια σταθερότητας (Σχήμα 2.4). Το απαραίτητο χρονικό βήμα των εξισώσεων διακριτότητας του μοντέλου είναι μεταβλητό, ώστε να πληρεί το κριτήριο Courant (FLO-2d Software Inc, 2009), όπου η ταχύτητα του πλημμυρικού κύματος δεν μπορεί να ταξιδέψει περισσότερο από ένα μήκος  $\Delta x$  στο χρονικό βήμα  $\Delta t$  :

$$\frac{\Delta t V}{\Delta x} \leq C \quad (4)$$

όπου  $C$  ο συντελεστής Courant ( $<1$ ),  $\Delta x$  το μήκος του κελιού και  $V$  η μέση ταχύτητα ροής στο σημείο ελέγχου.



Σχήμα 2.4 : Κριτήρια σταθερότητας αλγορίθμου (FLO-2dSoftwareInc, 2009)

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές και με τη μελέτη των Dimitriadisetal. (2016), η ψευδο-δυσδιάστατη ανάλυση της πλημμυρικής διόδευσης υπερτερεί της μονοδιάστατης λόγω αδυναμίας προσομοίωσης της ροής σε πολλαπλές κατευθύνσεις μέσα στην ίδια διατομή ή κελί, καθώς και υπερτερεί έναντι της τρισδιάστατης διόδευσης λόγω κυρίως μεγάλου υπολογιστικού φόρτου. Στην περίπτωση ποτάμιων συστημάτων χρησιμοποιήθηκε μια επιμέρους ανάλυση ευαισθησίας με βάση το CN και τον τύπο της όμβριας καμπύλης καταλήγοντας σε εννέα σενάρια πλημμυρογραφημάτων εισόδου στο μοντέλο (Πίνακας 3.1). Τέλος, η απλή γεωμετρία χειμάρρων επέτρεψε την εφαρμογή μόνο τριών σεναρίων βασιζόμενα μόνο στην ευαισθησία του συντελεστή CN (Πίνακας 2.1).

**Πίνακας 2.1 : Σενάρια σύνθεσης πλημμυρικού υδρογραφήματος**

Σενάριο	Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Όμβρια καμπύλη	CN	Πλημμυρο-γράφημα	Ποταμός/ χειμάρρος
Υψηλή πιθανότητα υπέρβασης	50	Μέση	Πλέον πιθανές τιμές	Μέσο	Ποταμός / χειμάρρος
Υψηλή πιθανότητα υπέρβασης	50	Κάτω όριο εμπιστοσύνης	Ευμενείς τιμές	Ευμενές	Ποταμός
Υψηλή πιθανότητα υπέρβασης	50	Άνω όριο εμπιστοσύνης	Δυσμενείς τιμές	Δυσμενές	Ποταμός
Μέση πιθανότητα υπέρβασης	100	Μέση	Πλέον πιθανές τιμές	Μέσο	Ποταμός / χειμάρρος
Μέση πιθανότητα υπέρβασης	100	Κάτω όριο εμπιστοσύνης	Ευμενείς τιμές	Ευμενές	Ποταμός
Μέση πιθανότητα υπέρβασης	100	Άνω όριο εμπιστοσύνης	Δυσμενείς τιμές	Δυσμενές	Ποταμός
Χαμηλή πιθανότητα υπέρβασης	1000	Μέση	Πλέον πιθανές τιμές	Μέσο	Ποταμός / χειμάρρος
Χαμηλή πιθανότητα υπέρβασης	1000	Κάτω όριο εμπιστοσύνης	Ευμενείς τιμές	Ευμενές	Ποταμός
Χαμηλή πιθανότητα υπέρβασης	1000	Άνω όριο εμπιστοσύνης	Δυσμενείς τιμές	Δυσμενές	Ποταμός

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης δεν απαιτήθηκε να γίνει υδραυλική προσομοίωση σε λεκάνες απορροής κάτω του εμβαδού των 10 km<sup>2</sup>. Το μέγεθος των κελιών της μαθηματικής προσομοίωσης κυμάνθηκε μεταξύ 5 και 25 m, ανάλογα με τις διαθέσιμες τοπογραφικές αναλύσεις και τον υπολογιστικό φόρτο, ο οποίος κυμάνθηκε μεταξύ 1 ώρας και 24 ωρών (σε αναλύσεις με περισσότερα από 100,000 κελιά), ενώ ανάλογος ήταν και ο χρόνος προετοιμασίας του μοντέλου.

## 3 Δεδομένα Εισόδου για την Προσομοίωση

### 3.1 Μεθοδολογία Προσομοίωσης Διόδευσης Πλημμυρών

Το αντικείμενο του παρόντος σταδίου εκπόνησης των χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας που περιλαμβάνει :

1. Την προσομοίωση των πλημμυρικών πεδίων των ποταμιαίων συστημάτων.
2. Την προσομοίωση των πλημμυρικών πεδίων ποταμιαίων συστημάτων καθώς και την ανύψωση στάθμης στις περιπτώσεις των κλειστών λεκάνων απορροής (π.χ λίμνες Πρέσπες, Βεγορίτιδας, Χειμαδίτιδας, Ζάζαρης και Πετρών).
3. Την πλημμυρική κατάκλυση από θαλάσσιες πλημμύρες σε εφαρμογή της εγκεκριμένης μεθοδολογίας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων.

Στην περίπτωση των ποταμιαίων συστημάτων τα διαδοχικά βήματα που ακολουθήθηκαν είναι :

- Προετοιμασία διδιάστατου τοπογραφικού υποβάθρου καθώς και δεδομένων διατομών ποταμών και τεχνικών και εισαγωγή τους στο διδιάστατο υδραυλικό μοντέλο.
- Επιλογή κατάλληλου μεγέθους κανάβου υδραυλικής προσομοίωσης με βάση το μέγεθος του πλημμυρικού πεδίου και τις φορτίσεις των πλημμυρογραφημάτων.
- Προετοιμασία και εισαγωγή πλημμυρογραφημάτων διαφόρων περιόδων επαναφοράς.
- Εισαγωγή συντελεστών τραχύτητας στο διδιάστατο πλημμυρικό πεδίο καθώς και στα μονοδιάστατα στοιχεία των ποταμών.
- Εκτέλεση υδραυλικών προσομοιώσεων μετά από κατάλληλη επιλογή των παραμέτρων της προσομοίωσης του αριθμητικού σχήματος του υδραυλικού μοντέλου. Η εκτέλεση των προσομοιώσεων για κάθε περίοδο επαναφοράς έγινε για τα μέσα υδρογραφήματα και για μέσους συντελεστές τραχύτητας ενώ για σημαντικά ποτάμια έγινε για τρία σενάρια (ευμενές, μέσο, δυσμενές).

Στην περίπτωση των κλειστών λεκάνων των φυσικών λιμνών των Πρεσπών, Βεγορίτιδας, Χειμαδίτιδας, Ζάζαρης και Πετρών εκτός από την προσομοίωση των πλημμυρικών πεδίων από ποταμιαίες πλημμύρες εξετάστηκε περαιτέρω και η ανύψωση της σταθμής που προκαλείται από την φόρτιση των πλημμυρογραφημάτων στις εκβολές των ποταμών στις λίμνες. Για αυτό το λόγο και πρόσθετα στα παραπάνω μεθοδολογικά στοιχεία που παρατέθηκαν κατασκευάστηκε καμπύλη στάθμης- παροχής από τη σύνθεση των τοπογραφικών δεδομένων της λεκάνης και μέσω κατάλληλων παραδοχών (π.χ αρχικής στάθμης λίμνης) εξετάστηκε σε μακροσκοπικό επίπεδο η ανύψωση της στάθμης των λιμνών για τις τρεις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς.



Τέλος, στην περίπτωση των θαλασσίων πλημμυρών εφαρμόστηκαν τα συμπεράσματα της μελέτης της Ε.Γ.Υ για την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας για περιόδους επαναφοράς 50 και 100 ετών.

## 3.2 Συλλογή Δεδομένων

Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν και επεξεργάστηκαν για το στήσιμο του μοντέλου διόδευσης πλημμυρών στο Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας (Υ.Δ09) είναι τα ακόλουθα :

- Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους.
- Διαθέσιμα τοπογραφικά δεδομένα-χάρτες σε κατάλληλες κλίμακες.
- Συλλογή πληροφοριών και μελετών που έχουν γίνει για την περιοχή και επηρεάζουν τη ροή των ποταμών.
- Εντοπισμός θέσεων ενδιαφέροντος (π.χ. σημεία μέτρησις παροχών, τεχνικά έργα κτλ).
- Χάρτης χρήσεων γης.
- Επεξεργασία δεδομένων ιστορικών πλημμυρών.
- Στοιχεία από την εγκεκριμένη προκαταρκτική μελέτη του πλημμυρικού κινδύνου σε ότι αφορά τη χωροθέτηση των ΖΔΥΚΠ.
- Επιλεγμένα στοιχεία από την εγκεκριμένη μελέτη της Ε.Γ.Υ για τις θαλάσσιες πλημμύρες.
- Αποτελέσματα τοπογραφικών εργασιών παρούσας μελέτης.

## 3.3 Διαδικασία Μοντελοποίησης των Δεδομένων

### 3.3.1 Προετοιμασία γεωμετρικού αρχείου

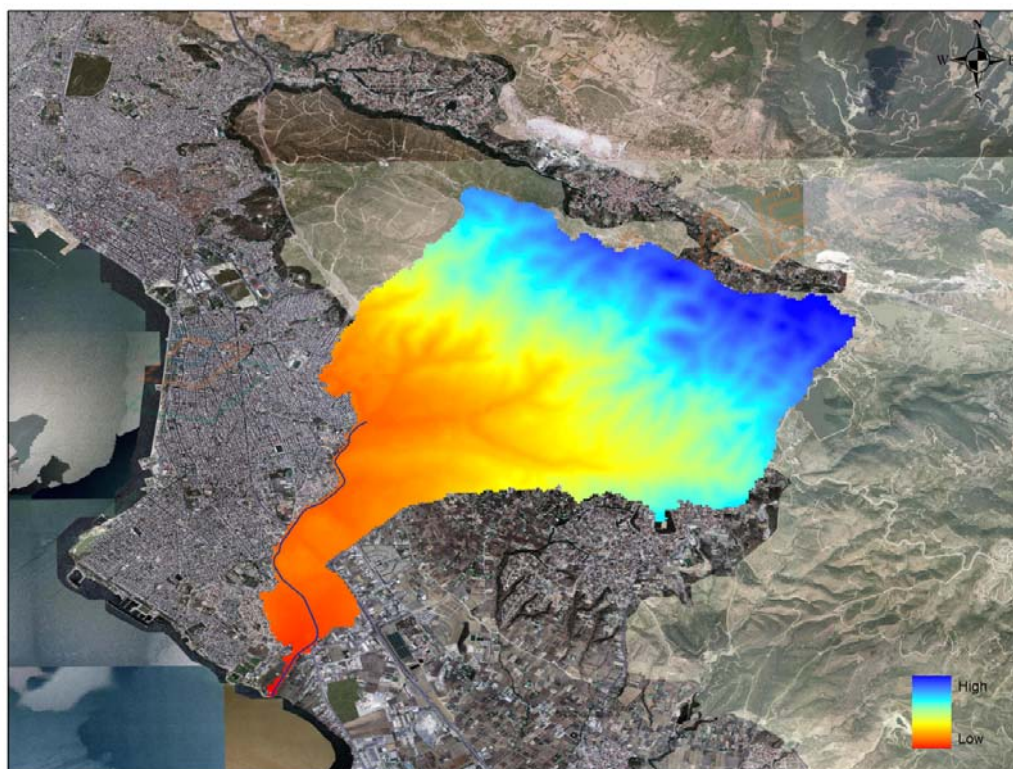
#### 3.3.1.1 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (Digital Elevation Model - DEM)

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα τοπογραφικά υπόβαθρα του Κτηματολογίου Α.Ε. – DEM ανάλυσης 5x5 m<sup>2</sup>. Επιπλέον στην ακτογραμμή των ΖΔΥΚΠ αξιοποιήθηκαν υπόβαθρα του Κτηματολογίου Α. Ε. ανάλυσης 1x1 m<sup>2</sup>. Το τελικό ψηφιακό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε υπέστη κάποιες διορθώσεις σύμφωνα με πραγματικές επιτόπιες τοπογραφικές μετρήσεις στις περιοχές γύρω από τα υδατορεύματα καθώς και στις περιοχές όπου υπάρχουν τεχνικά έργα (Εικόνα 3.1).

Σε τελικό στάδιο για τη χρήση του ψηφιακού μοντέλου στη διόδευση της πλημμύρας, έγινε αναδημιουργία αυτού με χρήση διαφορετικού μεγέθους κελιού που ποικίλλει ανά περίπτωση ώστε να διασφαλίζεται αφενός η σταθερότητα του μοντέλου και αφετέρου να υπάρχει επαρκής χωρική ανάλυση που να προσομοιώνει στο βέλτιστο δυνατό βαθμό τις υδρολογικές διαδικασίες και την χωροχρονική εξέλιξη της πλημμυρικής απορροής. Τέλος για τον έλεγχο

επάρκειας μεγέθους του καννάβου σε σχέση με την πραγματικότητα έγινε σύγκριση αυτού με διαθέσιμο υπόβαθρο-αεροφωτογραφίες και πραγματοποιήθηκαν κατάλληλες προσαρμογές όπου ήταν δυνατόν.

Αρχικό DEM σε περιβάλλον ArcGIS



**Εικόνα 3.1 : Αρχικό DEM μιας ενδεικτικής υπολεκάνης,  
πριν την αλλαγή μεγέθους καννάβου**

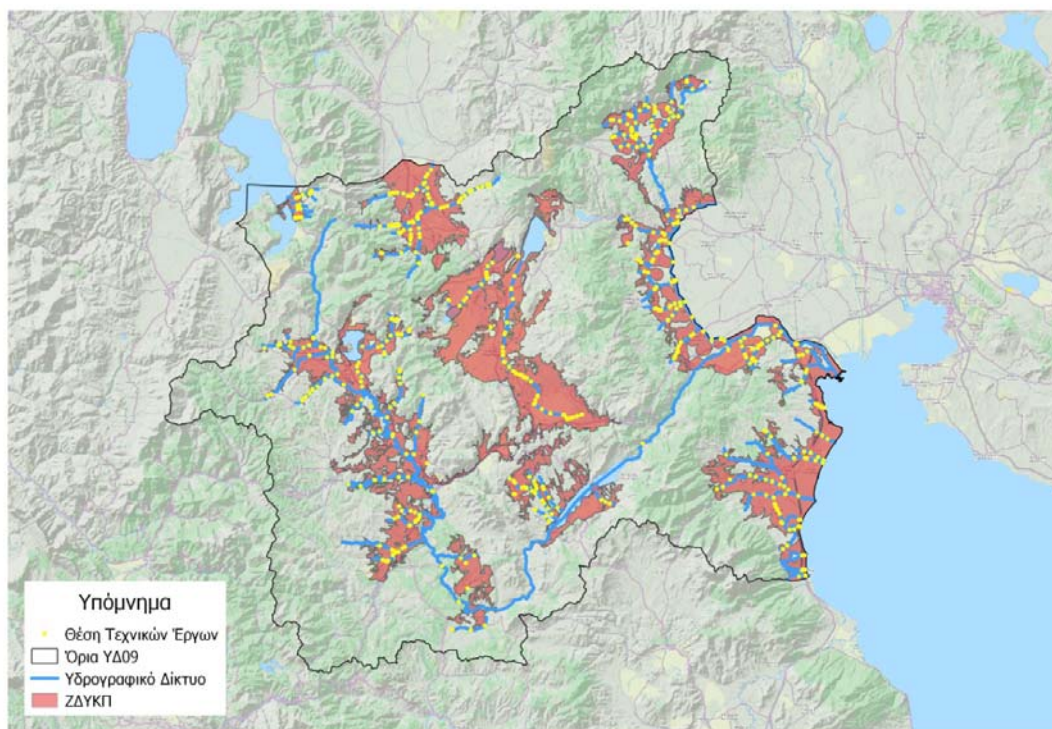
### *3.3.1.2 Τεχνικά έργα – Δημιουργία διατομών*

Σε προηγούμενο στάδιο της μελέτης πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες τοπογραφικές αποτυπώσεις, μετρήσεις τεχνικών έργων και κατασκευών που μπορεί να επηρεάζουν τη ροή των υδάτινων σωμάτων. Συγκεκριμένα, οι τοπογραφικές μετρήσεις περιλαμβάνουν :

- ✓ Αποτύπωση της βαθιάς κοίτης του ποταμού
- ✓ Αποτύπωση των εγκάρσιων τεχνικών έργων στη ροή του ποταμού
- ✓ Προσδιορισμό υψομέτρων σημείων της γύρω περιοχής

Στο Υδατικό Διαμέρισμα 09 – Δυτικής Μακεδονίας αποτυπώθηκαν πάνω από 550 τεχνικά έργα (Εικόνα 3.2) συμπεριλαμβανομένων γέφυρες, οχετούς, φράγματα, αναβαθμούς, υπερχειλιστές, ιρλανδικές διαβάσεις. Κατά την αποτύπωση των τεχνικών έγινε ταυτόχρονη

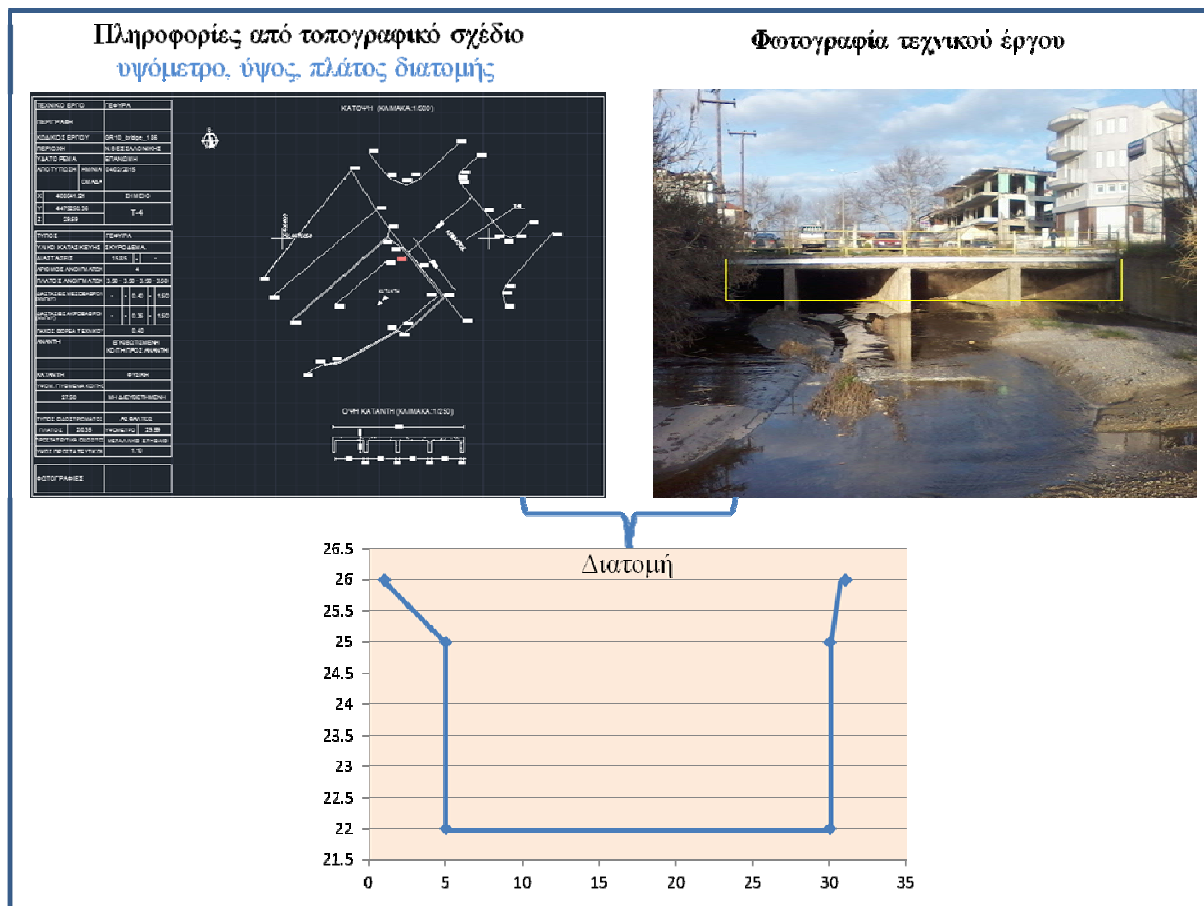
αποτύπωση της κοίτης και προσδιορισμός του υψομέτρου της βαθιάς γραμμής, δεδομένα που βοήθησαν στη διόρθωση και συμπλήρωση του υφιστάμενου ψηφιακού υποβάθρου. Αναλυτικά στοιχεία για κάθε τεχνικό είναι διαθέσιμα σε προηγούμενο παραδοτέο της 1<sup>ης</sup> φάσης της παρούσας μελέτης.



**Εικόνα 3.2 : Θέση τεχνικών έργων στις ΖΔΥΚΠ του ΥΔ09**

Αξιοποιώντας δεδομένα από τις αποτυπώσεις των τεχνικών έργων, δημιουργήθηκαν κατάλληλες διατομές που εισήχθησαν στο μοντέλο διόδευσης πλημμύρας για την ολοκλήρωση της προσομοίωσης. Στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 3.3) παρουσιάζεται η διαδικασία δημιουργίας διατομών. Οι διατομές δημιουργήθηκαν στις θέσεις όπου υπήρχαν μετρήσεις και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε πύκνωση αυτών μέσα στο λογισμικό FLO-2D.





**Εικόνα 3.3 : Διαδικασία δημιουργίας διατομών από τα σχέδια των τεχνικών έργων**

### 3.3.2 Μοντελοποίηση ποταμών

Το υδρογραφικό δίκτυο του Υδατικού Διαμερίσματος υπάρχει σε μορφή shapefile, όπως αυτό προέκυψε από την υδρολογική ανάλυση της προηγούμενης φάσης. Επιπλέον υπάρχουν διαθέσιμα τα σημεία βαθιάς γραμμής όπως αυτά αποτυπώθηκαν από την τοπογραφική μελέτη. Για τη μοντελοποίηση των ποταμών μέσα στο πρόγραμμα FLO-2D, πρέπει αρχικά να γίνει εντοπισμός της θέσης του ποταμού σε συνάρτηση με το κελί του καννάβου που δημιουργήθηκε στο βήμα 4.2.1.1. Έπειτα ορίζεται ο συντελεστής τραχύτητας Manning και εισάγονται οι διατομές για τις θέσεις που έχουν δημιουργηθεί. Τέλος για την καλύτερη αναπαράσταση της υφιστάμενης κατάστασης, γίνεται πύκνωση των διατομών σε όλο το μήκος του ποταμού. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η κλίση του ποταμού εκτιμάται ως η μέση διαφορά των υψομέτρων του πυθμένα μεταξύ των εκάστοτε διατομών του ποταμού.

### 3.3.3 Εκτίμηση συντελεστή Manning

Η εκτίμηση του συντελεστή Manning έγινε σε συνάρτηση με τις κατηγορίες κάλυψης γης. Τα διαθέσιμα δεδομένα που υπάρχουν σήμερα για τον ελληνικό χώρο με στοιχεία κάλυψης-χρήσεων γης είναι το CORINE Land Cover 2000 και τα ilot του ΟΠΕΚΕΠΕ 2008.

Συγκεκριμένα το υπόβαθρο κάλυψης γης που χρησιμοποιήθηκε προέρχεται από τα δεδομένα «ilot» του ΟΠΕΚΕΠΕ 2008. Τα ilot του ΟΠΕΚΕΠΕ 2008 βασίζονται σε πιο πρόσφατη χαρτογράφηση, έχουν μεγαλύτερη χωρική ακρίβεια από τα πολύγωνα του CORINE LC 2000 και είναι πολύ πιο αναλυτικά. Κάθε ilot περιλαμβάνει μια σχετικά ομοιόμορφη κατάσταση κάλυψης ή χρήσης γης, παρέχοντας τη δυνατότητα της κατάταξής τους στις υποκατηγορίες κάλυψης με απλή ομαδοποίηση.

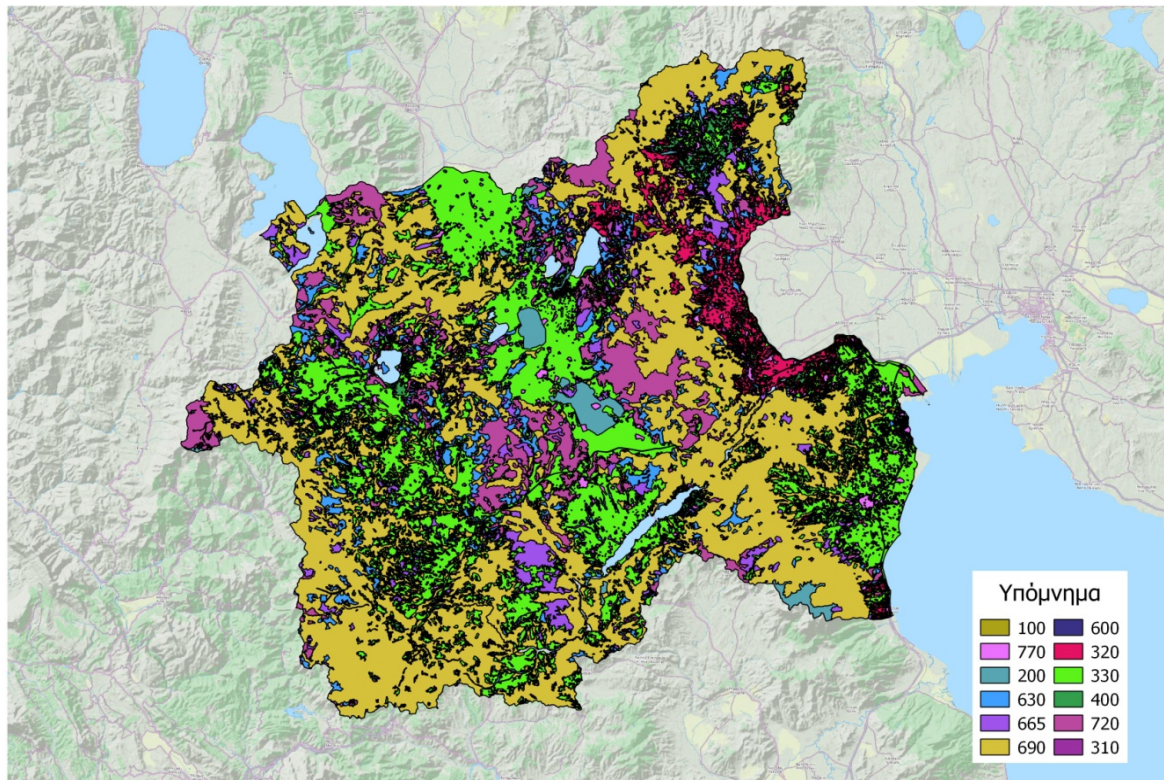
Τελικά, οι καλύψεις γης ομαδοποιήθηκαν σε 12 κατηγορίες (Πίνακας 3.1) και έγινε αντιστοίχιση των κατηγοριών αυτών με τιμές συντελεστή Manning, έπειτα από εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση (YanHuang, 2005), (Land cover updated report, 2004), (Chow 1959). Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται αναλυτικά ο χαρακτηριστικός συντελεστής manning που αντιστοιχήθηκε για κάθε κάλυψη.

Για τις ανάγκες προσομοίωσης ο συντελεστής Manning μετατράπηκε σε μορφή raster αρχείου - «απόδοση τιμής Manning σε κάθε κελί του καννάβου» με τη χρήση του περιβάλλοντος Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ArcGIS (Εικόνα 3.4).

**Πίνακας 3.1 : Απόδοση Συντελεστή Manning για κάθε κατηγορία κάλυψης γης**

Κωδικός	Κατηγορία κάλυψης γης	Περιγραφή της κατηγορίας	Τιμή Συντελεστή Manning
100	Αδιαπέρατες επιφάνειες	Κάθε αδιαπέρατη επιφάνεια, ύδατα ή κορεσμένα με νερό εδάφη	0.03
770	Αστικές περιοχές με πυκνή δόμηση (αδιαπέρατες επιφάνειες >40%)		0.2
200	Γυμνό έδαφος	Κάθε φυσική επιφάνεια που είναι ακάλυπτη από βλάστηση ή καλύπτεται από πολύ αραιά βλάστηση. Όπως θίνες, σάρες, διαβρωσιγενείς επιφάνειες, λατομεία, μεταλλεία, χωματόδρομοι κ.λπ.	0.03
630	Δάση με συγκόμωση 10-50%	Στην κατηγορία αυτή εκτός από τα δάση κωνοφόρων και φυλλοβόλων πλατύφυλλων υπάγονται και τα δάση και οι θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων	0.1
665	Δάση με συγκόμωση 50-80%		0.15
690	Δάση με συγκόμωση >80%		0.25
600	Δενδρόκηποι ή δενδροκαλλιέργειες	Οπωρώνες, Αμυγδαλεώνες, Ελαιώνες και άλλες δενδροκομικές καλλιέργειες	0.07
320	Καλλιέργειες σιτηρών	Αροτραίες καλλιέργειες με σχετικά πυκνές γραμμές που καλύπτουν το έδαφος πλήρως. Οι καλλιέργειες αυτές είναι συνήθως μη αρδευόμενες σε κεκλιμένο έδαφος. Λαμβάνονται οι αντίστοιχοι αριθμοί καμπύλης για κεκλιμένο έδαφος	0.07
330	Πυκνές καλλιέργειες	Πυκνές καλλιέργειες μηδικής και λειμώνες. Οι καλλιέργειες αυτού του τύπου είναι συνήθως αρδευόμενες σε πεδινό έδαφος. Λαμβάνονται οι αντίστοιχοι αριθμοί καμπύλης απορροής για πεδινό έδαφος	0.08

400	Χορτολιβαδικές εκτάσεις	Περιλαμβάνει όλες τις χορτολιβαδικές εκτάσεις και ποσοστό κάλυψης με δέντρα και θάμνους <10%.	0.06
720	Χωριά και οικισμοί με αραιά δόμηση (αδιαπέρατες επιφάνειες <40%)		0.1
310	Ευρείες γραμμικές καλλιέργειες	Γραμμικές καλλιέργειες με μεγάλη απόσταση μεταξύ των γραμμών καλλιέργειας που αφήνουν λωρίδες εδάφους ακάλυπτες όπως βαμβάκι, καπνός, πατάτες, αμπέλια κλπ. Οι καλλιέργειες αυτού του τύπου είναι συνήθως πεδινές και λαμβάνονται οι αντίστοιχοι αριθμοί καμπύλης απορροής	0.04
	Κοίτη ποταμών/ρεμάτων		



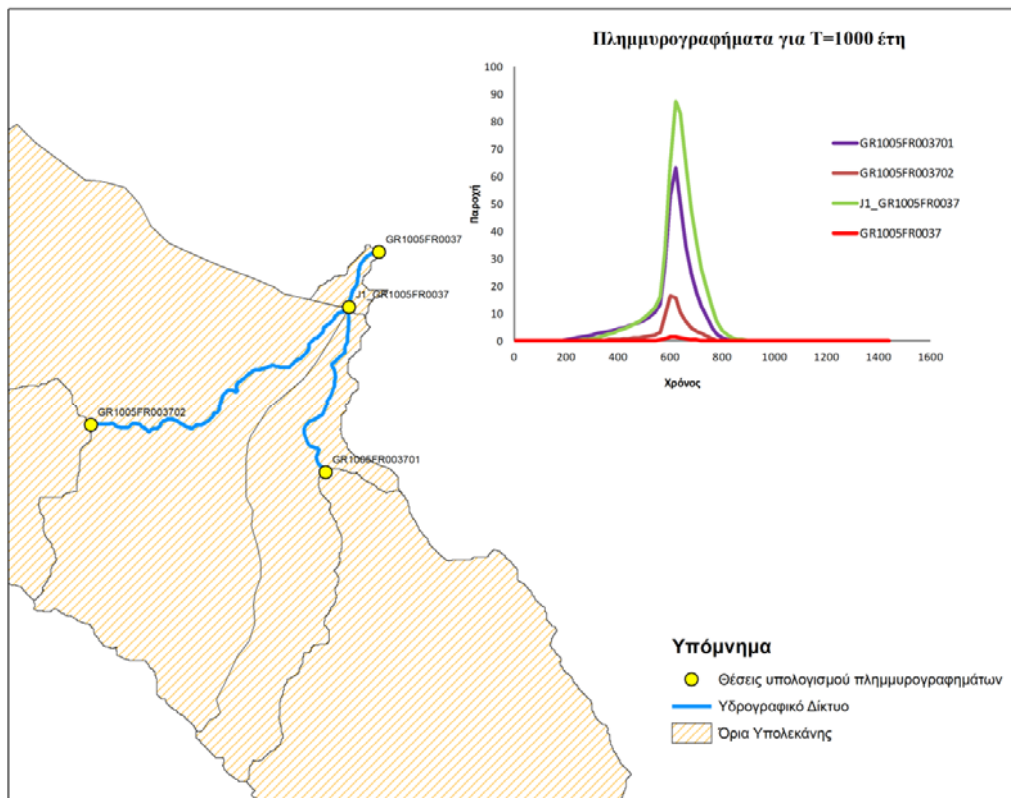
**Εικόνα 3.4 : Raster αρχείο με τιμές του συντελεστή Manning, ΥΔ09**



### 3.4 Πλημμυρογραφήματα

Μέσα πλημμυρογραφήματα για περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 έτη χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου σε συγκεκριμένες θέσεις των ποταμιαίων συστημάτων (Εικόνα 3.5) για την ολοκλήρωση της προσομοίωσης της υδραυλικής διόδευσης πλημμύρας, όπως αυτά παρουσιάζονται στο Παραδοτέο 4 της 2<sup>ης</sup> φάσης του Σταδίου Ι «Πλημμυρικά υδρογραφήματα Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας». Λόγω των ισχυρών αβεβαιότητων εκτίμησης του φαινομένου σε σημαντικές λεκάνες και ποτάμια (π.χ. περίπτωση ποταμού Αξιού), υπολογίστηκαν 9 πλημμυρογραφήματα (ευμενές, μέσο και δυσμενές για κάθε περίοδο επαναφοράς).

Το χρονικό βήμα των υπολογισμών ελήφθη  $D=20$  min, για την καλύτερη προσέγγιση της αιχμής του πλημμυρογραφήματος.



Εικόνα 3.5 : Πλημμυρογραφήματα ( $T = 1000$  έτη) στις θέσεις υπολογισμού μιας τυχαίας υπολεκάνης

### 3.5 Θαλάσσιες Πλημμύρες

Για την αξιολόγηση της επικινδυνότητας πλημμύρας από τη θάλασσα εφαρμόστηκε το μεθοδολογικό πλαίσιο που υιοθετήθηκε στην Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας. Οι βασικοί παράγοντες που ελήφθησαν υπόψη για την εκτίμηση των πλημμυρών από τη θάλασσα είναι οι προβλέψεις αστρονομικής και μετεωρολογικής παλίρροιας και οι εκτιμήσεις ανύψωσης της ΜΣΘ λόγω κυματισμών. Η συνολική ανύψωση της στάθμης της θάλασσας εκτιμήθηκε ως το άθροισμα ανυψώσεων από αστρονομική και μετεωρολογική παλίρροια και από την ανύψωση της μέσης στάθμης θάλασσας λόγω κυματισμών ως εξής :

- Η αστρονομική παλίρροια εκτιμήθηκε για περιόδους διάρκειας 12 ωρών και υπολογίστηκε ότι δίνει ανυψώσεις της τάξης των 0.1 m από την Μέση Στάθμη της Θάλασσας (ΜΣΘ).
- Η μετεωρολογική παλίρροια εκτιμήθηκε, κατά τις οκτώ κύριες διευθύνσεις ανέμου, από στατιστική επεξεργασία μαθηματικών μοντέλων προσομοίωσης, για περίοδο επαναφοράς 50 ετών. Τα αποτελέσματα δεν διαφοροποιούνται ουσιαστικά για περίοδο επαναφοράς 100 ετών.
- Η ανύψωση της ΜΣΘ λόγω κυματισμών υπολογίστηκε ως το 7% του ύψους κύματος ανοιχτού πελάγους. Το μέγιστο ύψος κύματος προκύπτει από τον υπολογισμό των τιμών του ύψους για κάθε μία από τις οκτώ κύριες διευθύνσεις ανέμου και υπολογίζεται, σύμφωνα με την απλουστευμένη μέθοδο Jonswar, από το ανάπτυγμα πελάγους, την ταχύτητα ανέμου και τη διάρκεια ανέμου. Για τον άνεμο θεωρήθηκε ταχύτητα 28 m/s και διάρκεια 15 h, για όλες τις διευθύνσεις. Οι τιμές αυτές εκτιμήθηκαν ως μέγιστες για περίοδο επαναφοράς 50 ετών.
- Για τον υπολογισμό της συνολικής ανύψωσης της μέσης στάθμης θάλασσας αθροίστηκαν, για κάθε διεύθυνση, η μέγιστη αστρονομική και μετεωρολογική παλίρροια, με τους μέγιστους κυματισμούς από την ίδια διεύθυνση. Οι παραπάνω τιμές αντιστοιχούν πρακτικά σε πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς 50 ετών. Για περίοδο επαναφοράς 100 ετών αναμένεται ότι η μετεωρολογική παλίρροια δεν θα διαφοροποιηθεί ιδιαίτερα, ενώ η πλημμύρα από κυματισμούς θα είναι 10-20% μεγαλύτερη. Έτσι, για την εκτίμηση της ανύψωσης της στάθμης με περίοδο επαναφοράς 100 ετών αθροίζεται η αστρονομική παλίρροια με τη μετεωρολογική παλίρροια και την πλημμύρα από κύματα προσυζητημένα κατά 15%. Δεν είναι στην παρούσα φάση δυνατή η αξιόπιστη εκτίμηση της πλημμύρας που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1.000 ετών.

Στην πρώτη φάση των διαχειριστικών σχεδίων εξετάζονται μόνο οι παράκτιες περιοχές των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ). Οι περιοχές αυτές έχουν κλίση μικρότερη από 2%, και εμφανίζουν διάφορες χρήσεις (οικιστικές, οικονομικές, κ.λπ.) - κατά συνέπεια είναι οι περισσότερο ευάλωτες και για πλημμύρα από θάλασσα.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι :

- Οι παράκτιες αστικές περιοχές έχουν κατά κανόνα κάποιας μορφής κρηπιδώματα ή προστασία από τους κυματισμούς ύψους 0.8 – 1.0 m από την ΜΣΘ.
- Οι αρδευτικές χρήσεις βρίσκονται κατά κανόνα 0.7 – 1.0 m πάνω από την ΜΣΘ, και – οι βιότοποι βρίσκονται περί την ΜΣΘ αλλά υφίστανται περιοδικά πλημμύρες εκτιμάται ότι οι παράκτιες περιοχές θα εμφανίσουν αισθητή επικινδυνότητα για αύξηση της στάθμης κατά τουλάχιστον 1.0 m.

θεωρήθηκε ότι, μέσα στις ΖΔΥΚΠ, οι περιοχές που εμφανίζουν δυνητικά υψηλό κίνδυνο είναι αυτές όπου συμβαίνει ανύψωση Μέσης Στάθμης Θάλασσας μεγαλύτερη από 1 m στην 100ετία. Έτσι για τον προσδιορισμό των ΖΔΥΚΠ που έχουν σημαντικό κίνδυνο από τη θάλασσα απομονώθηκαν αυτές που συνορεύουν με τα παράκτια ύδατα και παρουσιάζουν συνολική ανύψωση Μ.Σ.Θ. μεγαλύτερη από 1 m. Στο ΥΔ Δυτικής Μακεδονίας η εκτιμώμενη ανύψωση στάθμης στις περιοχές των ΖΔΥΚΠ ανέρχεται σε +1.17 m.

Η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας διαφοροποιεί την κατάντη συνοριακή συνθήκη ροής των ποταμών, με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης ροής τους. Επειδή όμως δεν τεκμαίρεται σύνδεση των φαινομένων μεγάλων βροχοπτώσεων, που θα έχουν ως αποτέλεσμα την πλημμυρική παροχή των ποταμών, και άλλων μετεωρολογικών συνθηκών (πιέσεων και ανέμων) που θα έχουν ως αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης θάλασσας λόγω μετεωρολογικής πλημμύρας ή/και ανύψωσης λόγω κυματισμών θεωρείται στην παρούσα ότι η πιθανότητα σύγχρονης εμφάνισής τους είναι περιορισμένη.

## 4 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων ανά ΖΔΥΚΠ

### 4.1 Χαμηλή Ζώνη Περιφερειακής Τάφρου και Συμβαλλόντων Ποταμών, Πεδιάδα Λιτοχώρου και Κατερίνης – GR09RAK0001

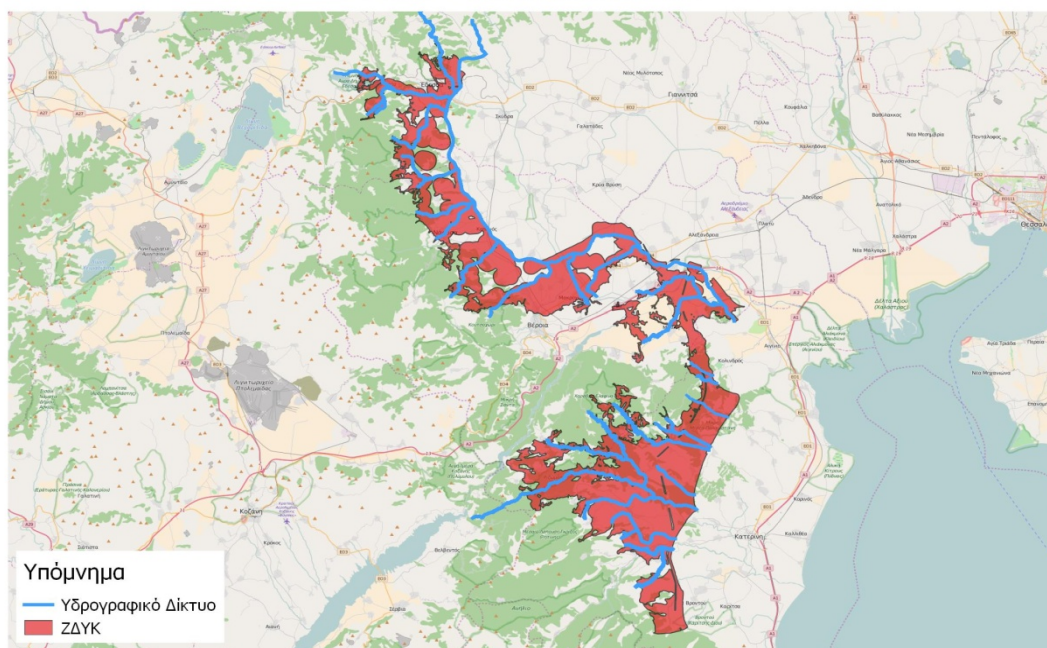
#### 4.1.1 Συνοπτική περιγραφή της ζώνης

Η ζώνη GR09RAK0001 βρίσκεται στην Περιφερειακή Ενότητα Πιερίας. Το μεγαλύτερο υδατόρευμα αυτής είναι ο ποταμός Μαυρονέρι. Η ζώνη καλύπτει μεγάλη έκταση του υδατικού διαμερίσματος και είναι ίση με 880 km<sup>2</sup> (Εικόνα 4.1). Για την υδρολογική και υδραυλική προσομοίωση της ζώνης αυτής δημιουργήθηκαν 13 λεκάνες απορροής και το συνολικό υδρογραφικό δίκτυο όλων των λεκανών έχει μήκος περίπου 170 km.

Στην περιοχή αυτή ανήκουν οι προστατευόμενες περιοχές «Πιέρια Όρη» και «Αλυκή του Κίτρους» που έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα Natura 2000.

Τέλος, στην περιοχή έχουν καταγραφεί περιορισμένης έκτασης καταστροφές σε αγροτικές εκτάσεις και υποδομές από πλημμύρες.

#### ΖΔΥΚ - GR09RAK0001



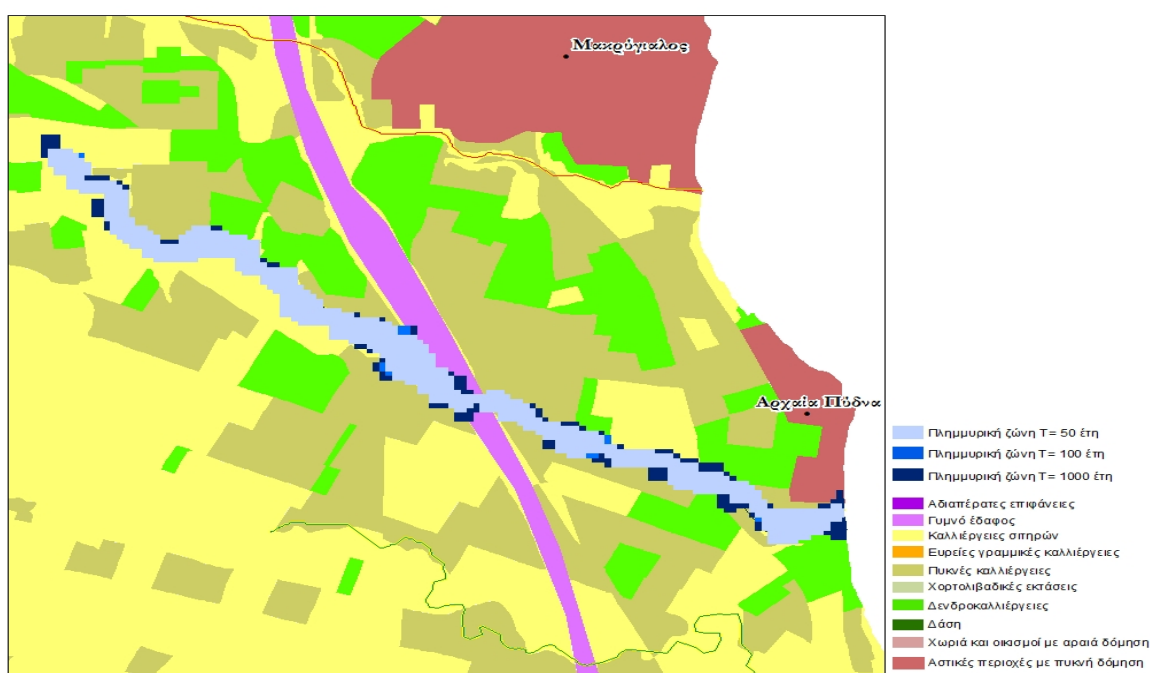
Εικόνα 4.1 : ΖΔΥΚ – GR09RAK0001

#### 4.1.2 Αποτελέσματα - Σχολιασμός

##### Ρέμα Οικισμού Αρχαίας Πύδνας

Το ρέμα οικισμού της Αρχαίας Πύδνας μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 58 786, με μήκος προσομοιωμένου ποταμού 3 653 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (379588.09, 2474388.83) και του πλέον κατάντη (382678.09, 2472438.83). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία εισόδου στη θαλάσσια περιοχή, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.2 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει όμοια εικόνα πλημμυρικής κατάκλυσης για τις περιόδους επαναφοράς T=50 (πλημμυρικός όγκος 0.82 hm<sup>3</sup>) και T=100 (πλημμυρικός όγκος 1 hm<sup>3</sup>) χρόνια. Συγκεκριμένα η ροή περιορίζεται εντός της κοίτης του ποταμού με εξαίρεση κάποια σημεία που την υπερβαίνει. Επιπλέον για περίοδο επαναφοράς 1000 έτη (πλημμυρικός όγκος 1.11 hm<sup>3</sup>), η πλημμύρα παρουσιάζει χωρική επέκταση στα κατάντη καλύπτοντας σχεδόν όλο το χωρίο της Αρχαίας Πύδνας (Εικόνα 4.2). Σημαντικά προβλήματα που έχουν προκληθεί από πλημμύρες, έχουν επισημανθεί από το Τμήμα Πολιτικής Προστασίας της Περιφερειακής Ενότητας Πιερίας.



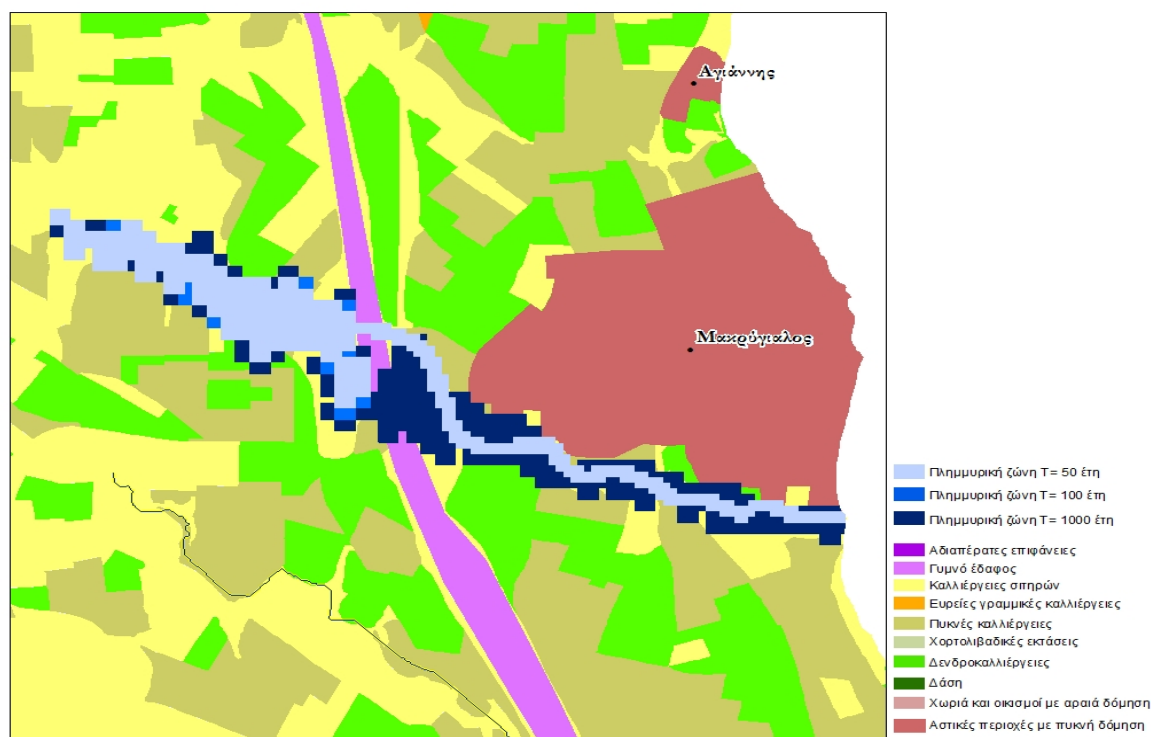
**Εικόνα 4.2 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ρέμα Οικισμού Αρχαίας Πύδνας**



### Ποταμός Τρανός Λάκκος

Ο ποταμός Τρανός Λάκκος μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 30 492, με μήκος προσομοιωμένου ποταμού 2 975 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (379448.09, 2475406.86) και του πλέον κατάντη (382148.09, 2474156.86). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.2 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει όμοια εικόνα πλημμυρικής κατάκλυσης για τις περιόδους επαναφοράς T=50 (πλημμυρικός όγκος 0.71 hm<sup>3</sup>) και T=100 (πλημμυρικός όγκος 0.92 hm<sup>3</sup>) χρόνια. Συγκεκριμένα η πλημμυρική κατάκλυση περιορίζεται στο ανάντη τμήμα και διοδεύεται μέχρι την Εθνική Οδό Κατερίνης-Αλεξάνδρειας. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στις ήπιες κλίσεις που επικρατούν και στις μικρές ταχύτητες ροής. Ωστόσο, διαφορετική εικόνα αποτυπώνεται για περίοδο T=1000 χρόνια (πλημμυρικός όγκος 1.56 hm<sup>3</sup>), όπου παρατηρείται μεγαλύτερη πλημμυρική κατάκλυση, η οποία διοδεύεται μέχρι τα κατάντη, καλύπτοντας ένα μικρό τμήμα του οικισμού «Μακρύγιαλος» (Εικόνα 4.3).

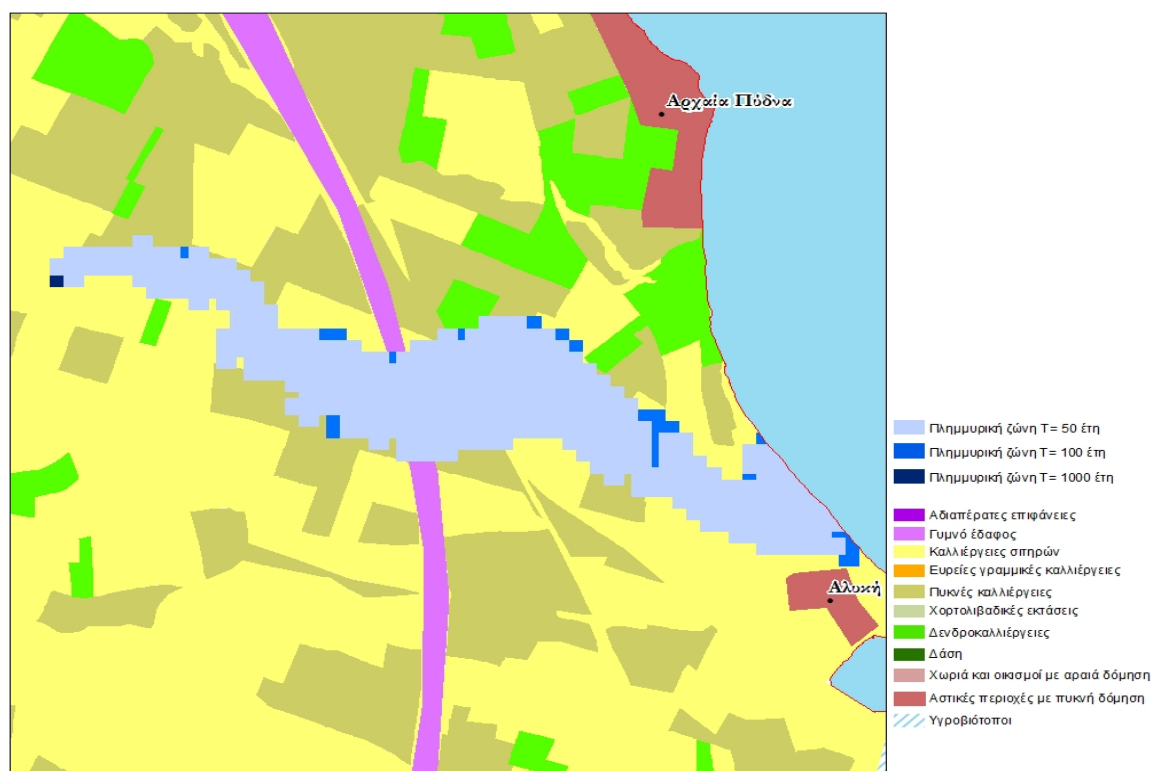


**Εικόνα 4.3 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Τρανός Λάκκος**

### Ρέμα Οικισμού Αλυκών

Το ρέμα του οικισμού των Αλυκών μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος  $25 \times 25 \text{ m}^2$  σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 40 912, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 3 073km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (380395.59, 2472306.86) και του πλέον κατάντη (383245.59, 2471156.86). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, το σημείο (381695.59, 2471556.86) ως επιπλέον σημείο εισροής παραποτάμου, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν από την τιμή 0.03 έως 0.04 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.08 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτουν όμοια αποτελέσματα πλημμυρικής κατάκλυσης και για τις τρεις περιόδους επαναφοράς 50 (πλημμυρικός όγκος  $0.64 \text{ hm}^3$ ), 100 (πλημμυρικός όγκος  $0.65 \text{ hm}^3$ ) και 1000 (πλημμυρικός όγκος  $0.66 \text{ hm}^3$ ) ετών. Συγκεκριμένα η πλημμύρα εμφανίζεται εκατέρωθεν του ρέματος (Εικόνα 4.4), όπου κατά κύριο λόγο επικρατούν οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Οι ταχύτητες και τα βάθη ροής κυμαίνονται στις ίδιες τιμές για όλες τις περιόδους επαναφοράς.



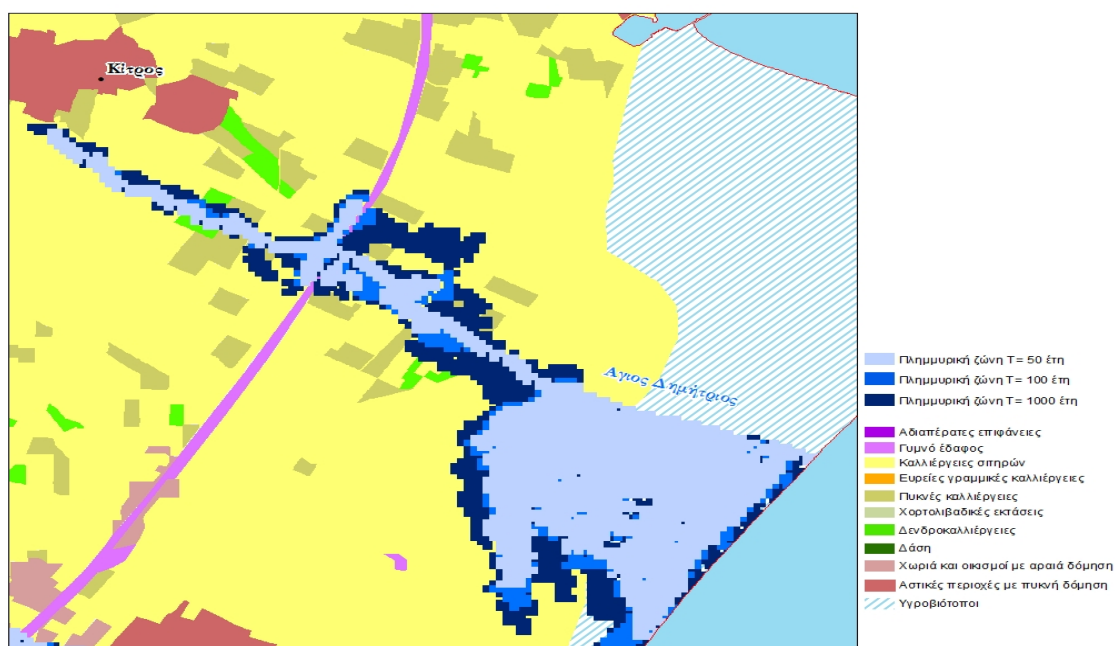
**Εικόνα 4.4 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ρέμα Οικ. Αλυκής**



### Ποταμός Αγίου Δημητρίου

Ο ποταμός Αγίου Δημητρίου μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 78 360, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 6 749 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (378903.09, 2469464.36) και του πλέον κατάντη (384703.09, 2466014.36). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, το σημείο (382853.09, 2466614.36) ως επιπλέον σημείο εισροής παραποτάμου, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν από την τιμή 0.03 έως 0.04 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.08 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει όμοια εικόνα πλημμυρικής κατάκλυσης για τις περιόδους επαναφοράς T=50(πλημμυρικός όγκος 1.24 hm<sup>3</sup>) και T=100 (πλημμυρικός όγκος 1.43 hm<sup>3</sup>) χρόνια. Πλημμύρα εμφανίζεται στο κατάντη κομμάτι και κυρίως προς τα δυτικά του ποταμού με κατεύθυνση προς τον Κορινό. Το μεγαλύτερο μέρος των κατακλυζομένων εκτάσεων καλύπτεται από καλλιέργειες σιτηρών. Η εικόνα γίνεται δυσμενέστερη για περίοδο επαναφοράς 1000 (πλημμυρικός όγκος 2.15 hm<sup>3</sup>) χρόνια (Εικόνα 4.5). Η πλημμύρα αυξάνεται χωρικά. Αύξηση παρουσιάζουν και τα ποσοτικά στοιχεία αυτής, βάθη και ταχύτητες ροής. Επίσης από την πλημμύρα επηρεάζεται και η προστατευόμενη περιοχή «Αλυκή Κίτρους».

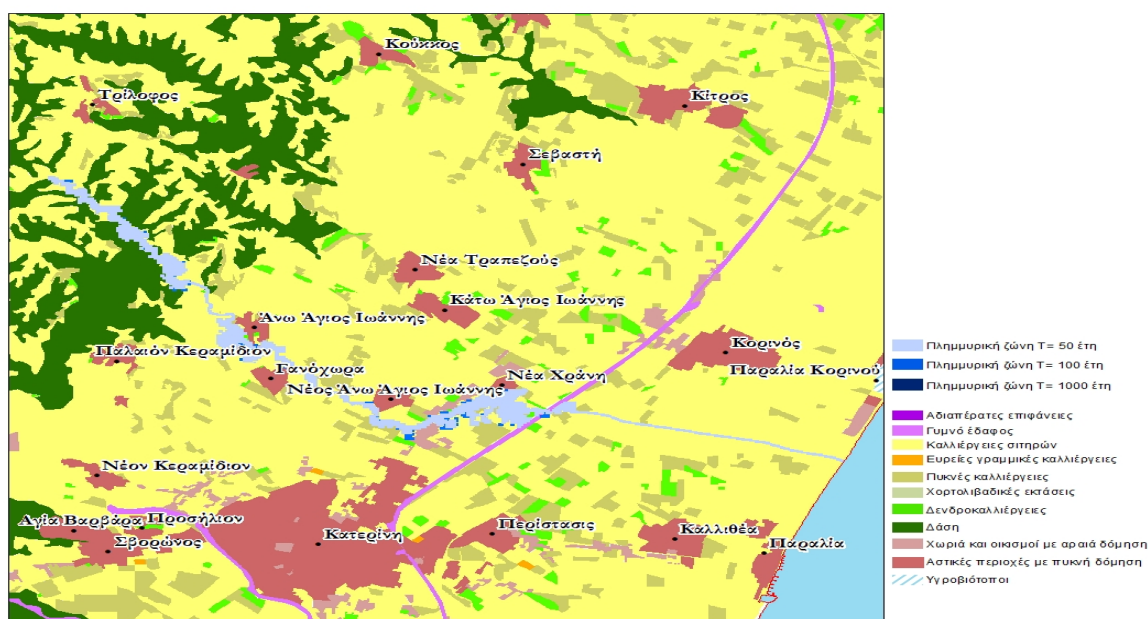


**Εικόνα 4.5 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Άγιος Δημήτριος**

### Ποταμός Σμίξη

Ο ποταμός Σμίξη μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 140 720, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 12 906 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (368518.09, 2468224.76) και του πλέον κατάντη (379668.09, 2461724.76). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (371518.09, 2464624.76) και (373518.09, 2462674.76) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν από την τιμή 0.03 έως 0.04 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης μικρή πλημμυρική κατάκλυση παρουσιάζεται για περίοδο επαναφοράς 50 έτη (πλημμυρικός όγκος 1.31 hm<sup>3</sup>). Ειδικότερα, μικρά τμήματα των οικισμών Άνω Άγιος Ιωάννης, Γανόχωρα και Νέα Χράνη καλύπτονται από την πλημμύρα. Παρόμοια χωρική εικόνα αποτυπώνεται και για τις 2 άλλες περιόδους 100 (πλημμυρικός όγκος 1.62 hm<sup>3</sup>) και 1000 (πλημμυρικός όγκος 1.94 hm<sup>3</sup>) έτη (Εικόνα 4.6). Ομοίως οι ταχύτητες και τα βάθη ροής δε διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα να μην προκύπτουν σημαντικές συνέπειες στις κατακλυζόμενες εκτάσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η πλημμύρα δε διοδεύεται μέχρι τα κατάντη. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στις μικρές κλίσεις που επικρατούν στην περιοχή και έτσι το πλημμυρικό κύμα δεν φτάνει τελικά στα κατάντη, ή στη μεγάλη ικανότητα για διήθηση του εδάφους.

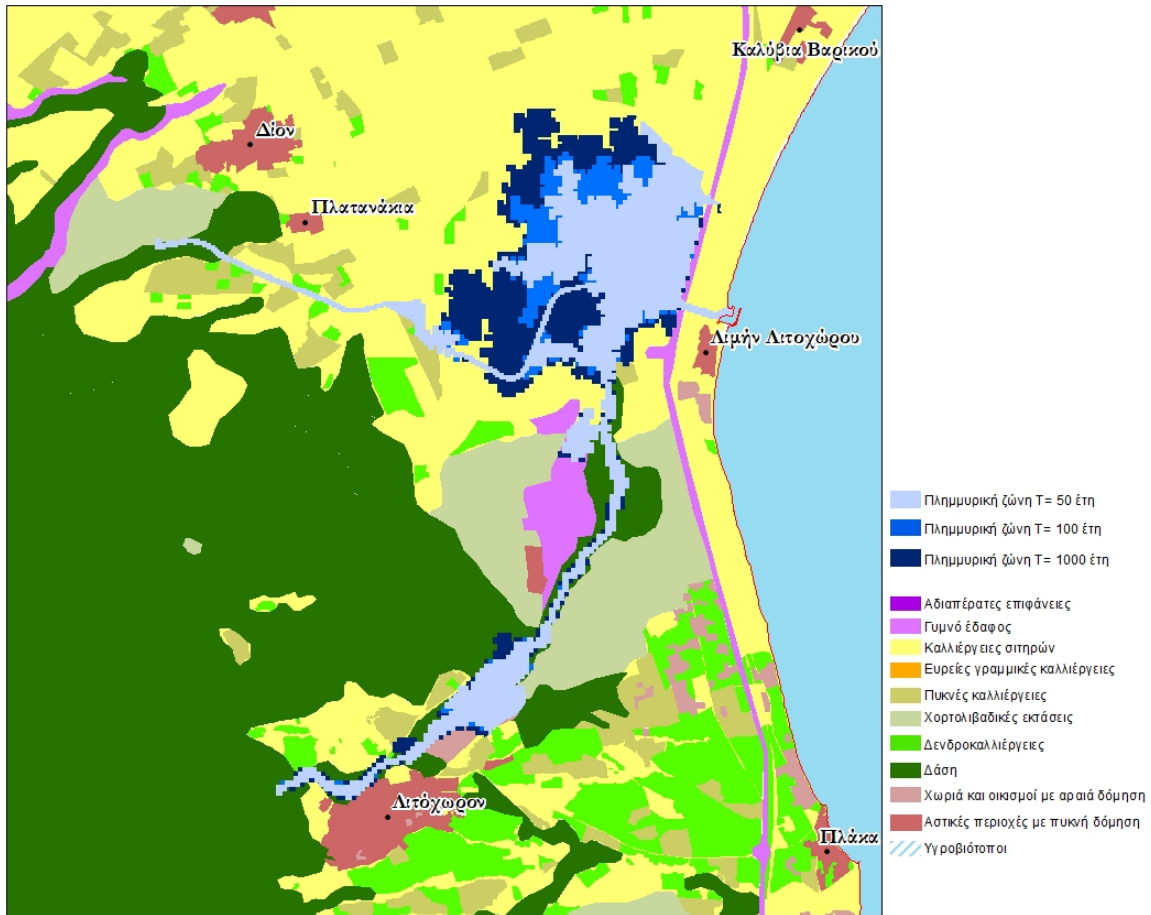


Εικόνα 4.6 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Σμίξη

### Ποταμός Πλατανάκια

Ο ποταμός Πλατανάκια μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος  $25 \times 25 \text{ m}^2$  σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 177 740, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 6 637 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (369873.7, 2446745.46) και του πλέον κατάντη (376473.7, 2446045.46). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (371273.7, 2440445.46), (372873.7, 2446095.46) και (375223.7, 2446295.46) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03-0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης. Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, παρατηρείται σημαντική πλημμυρική κατάκλυση για  $T=50$  (πλημμυρικός όγκος  $2.32 \text{ hm}^3$ ).

Ειδικότερα η πλημμύρα επικεντρώνεται στο δυτικό κλάδο που ξεκινάει από το χωριό Λιτόχωρο και καταλήγει στον παραλιακό οικισμό αυτού με σημαντική επέκταση προς τα ανατολικά. Ο κλάδος που ξεκινάει από τον οικισμό Πλατανάκια δεν παρουσιάζει πλημμυρική κατάκλυση. Η πλημμύρα επεκτείνεται χωρικά για  $T=100$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $2.63 \text{ hm}^3$ ) καλύπτοντας το στρατόπεδο Λιτοχώρου καθώς και το λατομείο (Εικόνα 4.7). Ωστόσο τα ποσοτικά χαρακτηριστικά αυτής παραμένουν στα ίδια επίπεδα. Όσον αφορά τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για  $T=1000$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $3.63 \text{ hm}^3$ ), η πλημμύρα επεκτείνεται σημαντικά στον παραλιακό ιστό επηρεάζοντας πολλές καλλιεργήσιμες εκτάσεις καθώς και «ευαίσθητες περιοχές» όπως camping, ξενοδοχεία και χώρους μαζικής εστίασης.

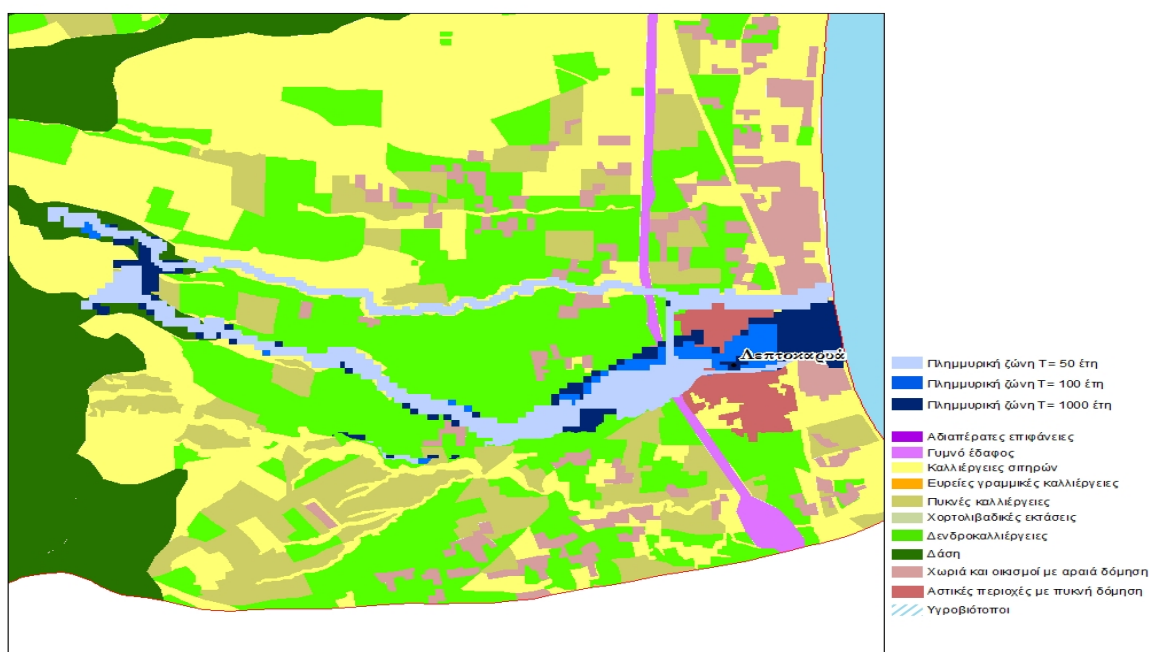


Εικόνα 4.7 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Ποταμός Πλατανάκια

### Ποταμός Λεπτοκαρυά

Ο ποταμός Λεπτοκαρυά μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 55 716, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 4 745 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (373198.20, 2436563.49) και του πλέον κατόντη (377898.20, 2435913.49). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (373498.20, 2435863.49) και (377048.2, 2435813.49) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατόντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, παρατηρείται μικρή πλημμυρική κατάκλυση για T=50 (πλημμυρικός όγκος 0.18 hm<sup>3</sup>). Συγκεκριμένα εμφανίζεται στο δυτικό ανάντη και κατόντη τμήμα του ποταμού, φτάνοντας μέχρι τον παραλιακό οικισμό της Λεπτοκαρυάς. Η πλημμύρα στο κατόντη κομμάτι εξαπλώνεται για T=100 χρόνια (πλημμυρικός όγκος 0.23 hm<sup>3</sup>), καλύπτοντας σχεδόν το 50% της έκτασης του οικισμού (Εικόνα 4.8). Ωστόσο οι ταχύτητες και τα βάθη ροής δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές με τις τιμές που προκύπτουν από την προσομοίωση των 50 ετών. Η εικόνα γίνεται δυσμενέστερη για περίοδο επαναφοράς 1000 έτη (πλημμυρικός όγκος 0.33 hm<sup>3</sup>), καθώς η πλημμύρα καλύπτει σχεδόν όλο τον οικισμό παρουσιάζοντας σχεδόν διπλάσιες τιμές βαθών και ταχυτήτων ροής.



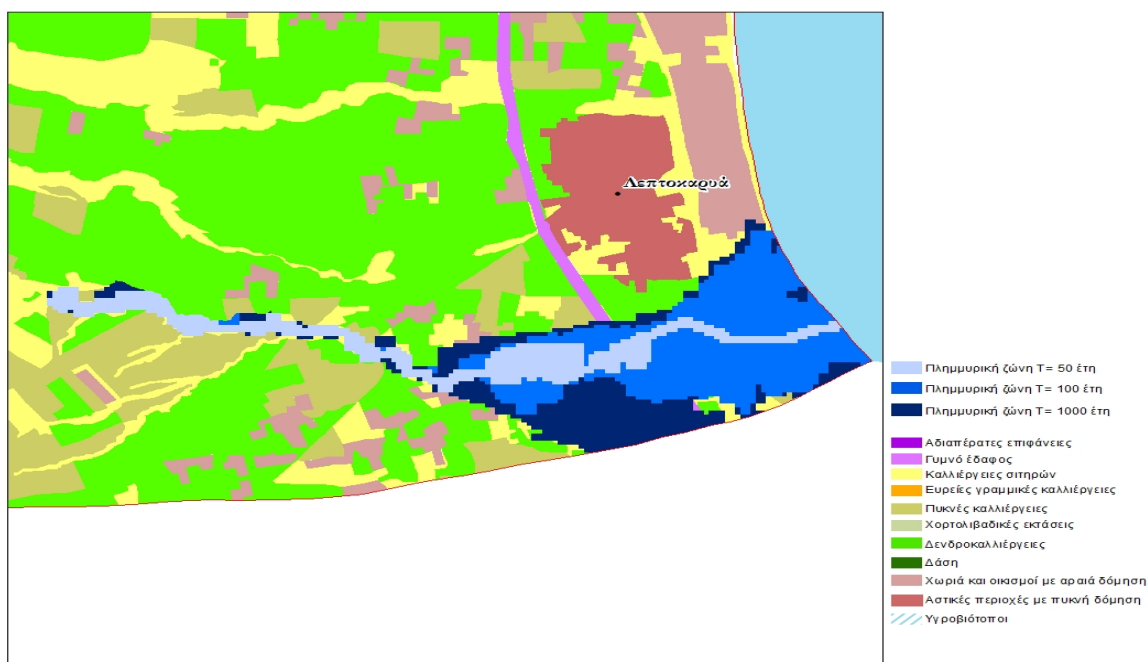
**Εικόνα 4.8 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Λεπτοκαρυά**



### Ποταμός Πυξάρι

Ο ποταμός Πυξάρι μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος  $25 \times 25 \text{ m}^2$  σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 51 904, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 3 724 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (374628.09, 2434571.46) και του πλέον κατάντη (378348.09, 2434391.46). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.2 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, η πλημμυρική κατάκλυση για περίοδο επαναφοράς 50 έτη (πλημμυρικός όγκος  $0.39 \text{ hm}^3$ ) περιορίζεται στο ανάντη κομμάτι μέχρι την επαρχιακή οδό Λεπτοκαρυάς - Λάρισας. Η εικόνα δυσχεραίνει για περίοδο επαναφοράς 100 χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $0.45 \text{ hm}^3$ ). Συγκεκριμένα μεγάλη πλημμυρική κατάκλυση εμφανίζεται στο κατάντη τμήμα καλύπτοντας κατά το μεγαλύτερο ποσοστό δενδροκαλλιέργειες. Οι ταχύτητες και τα βάθη ροής κυμαίνονται στις ίδιες τιμές. Για περίοδο επαναφοράς 1000 χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $0.48 \text{ hm}^3$ ) η χωρική κατάκλυση παρουσιάζει την ίδια εικόνα (Εικόνα 4.9), αλλά τα βάθη και οι ταχύτητες ροής παρουσιάζουν σημαντική αύξηση.



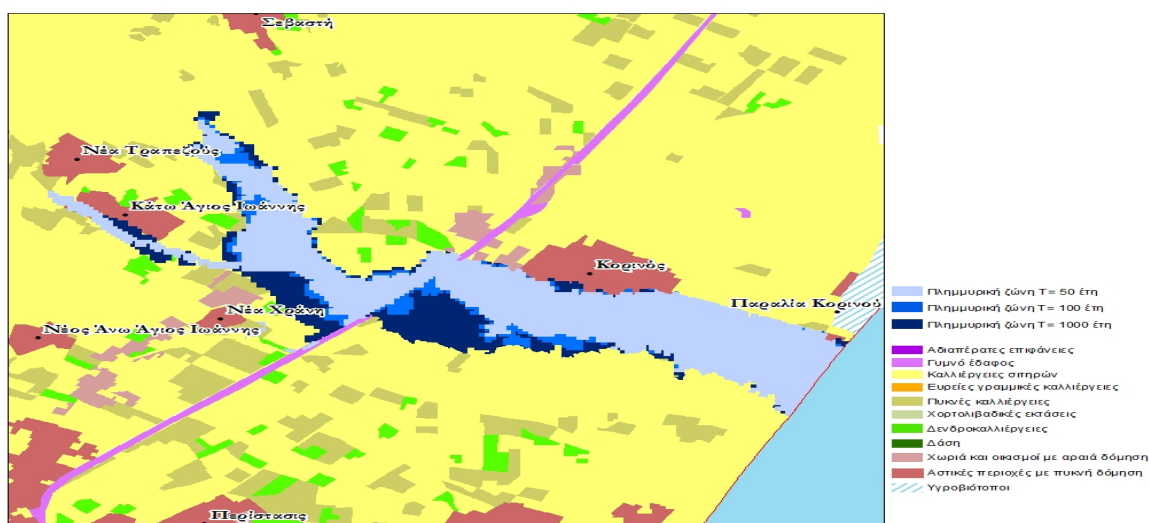
**Εικόνα 4.9 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Πυξάρι**



### Ποταμός Καλόγηρος

Ο ποταμός Καλόγηρος μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 113 848, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 8 521 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (374428.09, 2465228.82) και του πλέον κατάντη (382128.09, 2461578.82). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (375928.09, 2465928.82) και (376928.09, 2464028.82) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα νοτιο-ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.2 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, παρατηρείται εικόνα έντονης πλημμυρικής κατάκλυσης για περίοδο επαναφοράς T=50 (πλημμυρικός όγκος 2 hm<sup>3</sup>). Συγκεκριμένα πλημμυρίζει τμήμα του οικισμού «Κάτω Άγιος Ιωάννης», καθώς και μεγάλες εκτάσεις δυτικά αυτού που καλύπτονται κυρίως από πυκνές καλλιέργειες. Επιπλέον από την πλημμύρα πλήττεται ένα μέρος του οικισμού Κορινού, καθώς και το σιδηροδρομικό δίκτυο που υπάρχει στην περιοχή. Παρόμοια εικόνα αποτυπώνεται για περίοδο T=100 χρόνια (πλημμυρικός όγκος 2.26 hm<sup>3</sup>), παρατηρώντας μια μικρή αύξηση στις ταχύτητες ροής. Η κατάσταση επιδεινώνεται αρκετά για T=1000 (πλημμυρικός όγκος 2.93 hm<sup>3</sup>) καθώς η πλημμύρα παρουσιάζει μεγαλύτερη χωρική εξάπλωση κυρίως κατάντη του οικισμού «Αγίου Ιωάννη» και δυτικά του Κορινού (Εικόνα 4.10). Τέλος, τα βάθη και οι ταχύτητες ροής αυξάνονται σημαντικά.

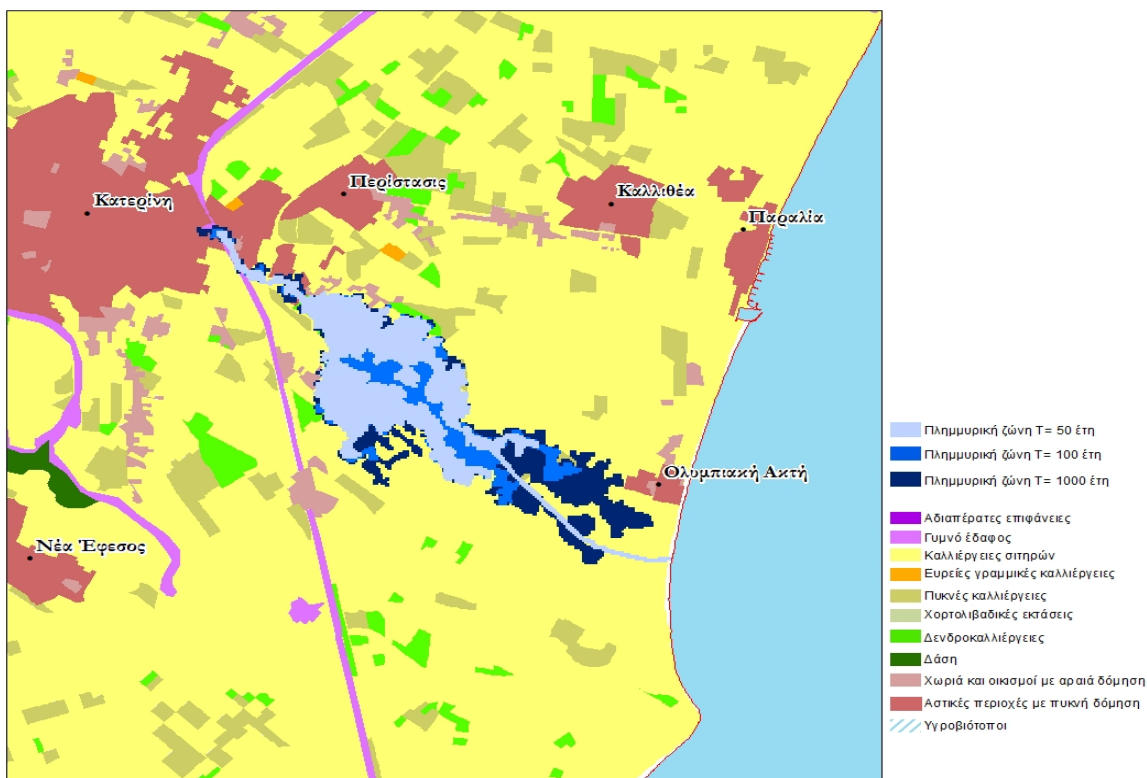


**Εικόνα 4.10 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Ποταμός Καλόγηρος**

### Ρέμα Ολυμπιακής Ακτής

Το ρέμα Ολυμπιακής Ακτής μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 136 444, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 6 788 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (374580.59, 2458674.36) και του πλέον κατάντη (379740.59, 2454264.36). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα νοτιο-ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.2 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης (Εικόνα 4.11) προκύπτει ότι για περίοδο επαναφοράς T=50 χρόνια (πλημμυρικός όγκος 1.84 hm<sup>3</sup>), πλημμυρική κατάκλυση εμφανίζεται στο τμήμα ανάμεσα στο Δήμο Κατερίνης και την Ολυμπιακή Ακτή. Ωστόσο τα βάθη και οι ταχύτητες ροής παρουσιάζουν χαμηλές τιμές. Η πλημμυρική κατάκλυση επεκτείνεται για περίοδο επαναφοράς T=100 χρόνια (πλημμυρικός όγκος 2.22 hm<sup>3</sup>) προς τα κατάντη και στα 1000 χρόνια (πλημμυρικός όγκος 3.4 hm<sup>3</sup>) φτάνει μέχρι την Ολυμπιακή Ακτή, με ταυτόχρονη μικρή αύξηση του βάθους και ταχύτητας ροής.

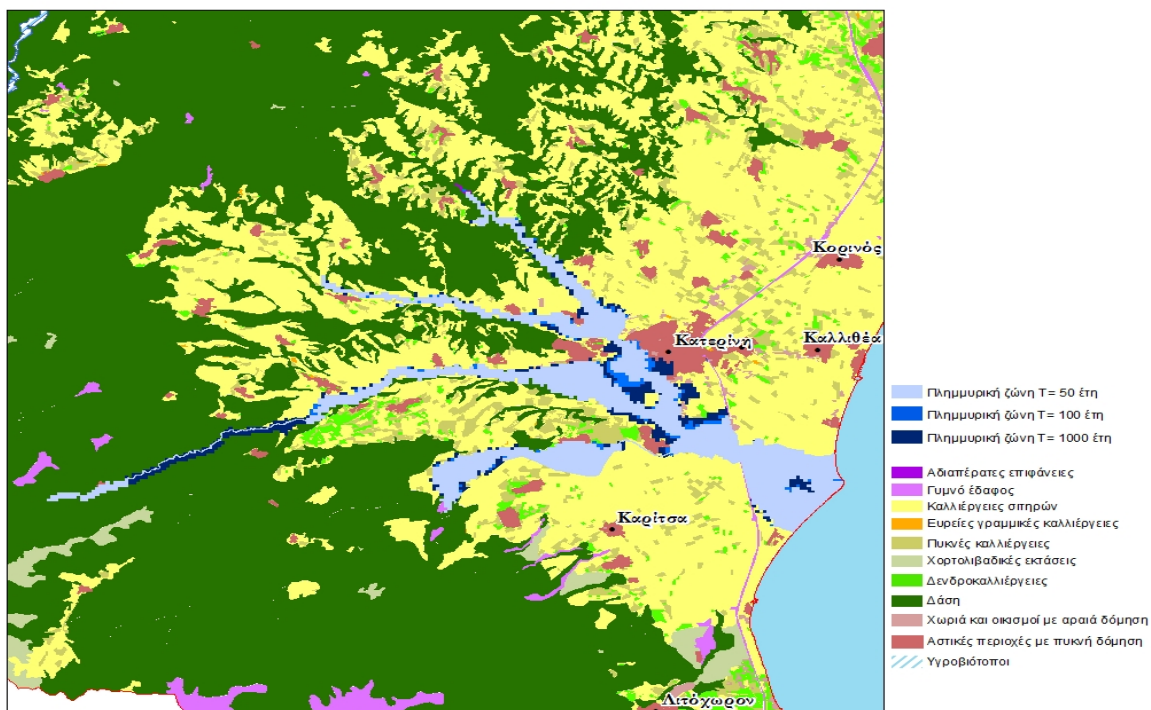


**Εικόνα 4.11 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ρέμα Ολυμπιακής Ακτής**

### Ποταμός Μαυρονέρι

Ο ποταμός Μαυρονέρι μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος  $25 \times 25 \text{ m}^2$  σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 136 624, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 31 959 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (348096.90, 2451355.49), και του πλέον κατάντη (380046.90, 2452105.49). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (358596.90, 2455555.49), (359046.90, 2462905.49), (361446.90, 2457355.49), (364146.90, 2451055.49), (364896.90, 2467105.49), (365346.90, 2466655.49), (372546.90, 2455555.49) και (374196.90, 2453905.49) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα νοτιο-ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν από την τιμή 0.03 έως 0.04 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, παρατηρείται εικόνα πλημμυρικής κατάκλυσης για περίοδο επαναφοράς  $T=50$  (πλημμυρικός όγκος  $3.07 \text{ hm}^3$ ). Ειδικότερα παρουσιάζονται μεγάλη βάθη και ταχύτητες ροής με αποτέλεσμα να πλήττονται σε μεγάλο ποσοστό οι οικισμοί «Νέο Κεραμίδι», «Ανδρομάχη», «Σβορώνου» και «Κονταριώτισσα» και ένα μικρό ποσοστό του Δήμου Κατερίνης. Όμοια εικόνα πλημμυρικής κατάκλυσης παρατηρείται για περίοδο επαναφοράς  $T=100$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $3.3 \text{ hm}^3$ ) με μια μικρή εξάπλωση της πλημμυρικής κατάκλυσης δυτικά του Δήμου Κατερίνης. Η πλημμυρική κατάκλυση γίνεται πιο έντονη για  $T=1000$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $3.94 \text{ hm}^3$ ) όπου υπάρχει μεγάλη αύξηση του εμβαδού της πλημμυρικής επιφάνειας (Εικόνα 4.12) με ταυτόχρονη αλλά μικρή αύξηση των βαθών και ταχυτήτων ροής. Στην περίπτωση αυτή επηρεάζεται και τμήμα από τα «Πιέρια Όρη» που αποτελούν προστατευόμενη περιοχή.

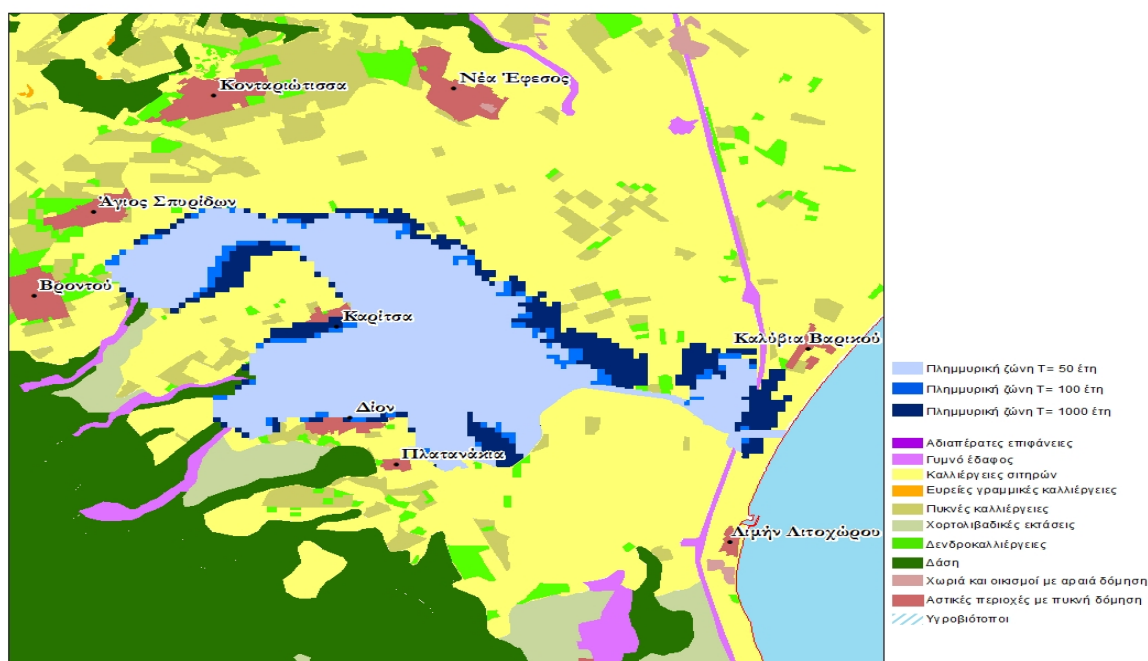


Εικόνα 4.12 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Μαυρονέρι

### Ποταμός Ξηρολάκκι

Ο ποταμός Ξηρολάκκι μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 159 708, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 8 760 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (367973.09, 2450279.36) και του πλέον κατάντη (376323.09, 2447629.36). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (369273.09, 2447829.36), (369623.09, 2448629.36), (370323.09, 2448429.36), (370373.09, 2451379.36), (371573.09, 2448979.36), (372373.09, 2447229.36) και (376173.09, 2447629.36) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, παρατηρείται εκτεταμένη πλημμυρική κατάκλυση για περίοδο επαναφοράς T=50. Το μεγαλύτερο μέρος του οικισμού Καρίτσας καλύπτεται. Ωστόσο, τα βάθη και οι ταχύτητες ροής κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα με αποτέλεσμα να μη δημιουργούνται σημαντικές ζημιές στο αστικό κομμάτι αλλά ούτε και στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Όμοια εικόνα αποτυπώνεται και για περιόδους επαναφοράς T=100 και T=1000 χρόνια, όπου η επιφάνεια κατάκλυσης, τα βάθη και οι ταχύτητες ροής παρουσιάζουν μικρή αύξηση της τάξης του 10% (Εικόνα 4.13).



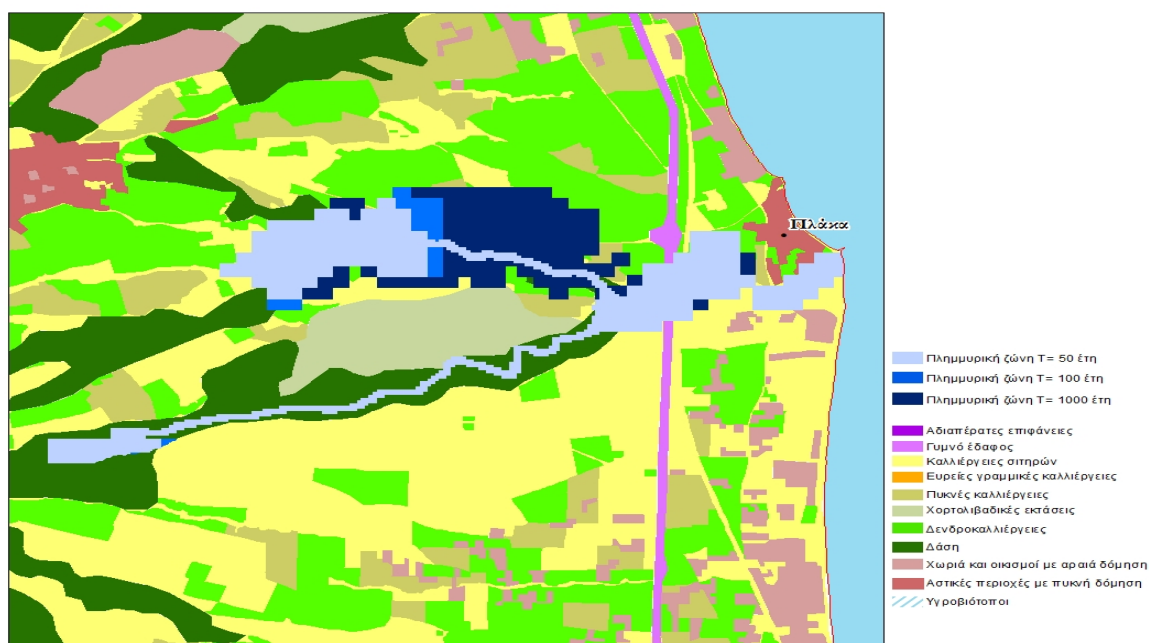
**Εικόνα 4.13 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Ξηρολάκκι**



### Ποταμός Τοπολιανή

Ο ποταμός Τοπολιανή μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 17 076, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 5 281 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (372928.09, 2437844.36) και του πλέον κατάντη (377928.09, 2439544.36). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (374028.09, 2439444.36), (374628.09, 2439744.36) και (376728.09, 2439044.36) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.04 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, όμοια εικόνα αποτυπώνεται για τις περιόδους επαναφοράς T=50 (πλημμυρικός όγκος 0.15 hm<sup>3</sup>) και T=100 (πλημμυρικός όγκος 0.18 hm<sup>3</sup>) χρόνια. Συγκεκριμένα αποτυπώνεται πλημμυρική κατάκλυση στα ανάντη του ποταμού η οποία καταλήγει στον παραλιακό οικισμό «Πλάκα Λιτοχώρου» (Εικόνα 4.14) στον οποίο έχουν σημειωθεί στο παρελθόν πλημμυρικά επεισόδια σύμφωνα με το Τμήμα Πολιτικής Προστασίας της Περιφερειακής Ενότητας Πιερίας. Η πλημμυρική κατάκλυση για T=1000 χρόνια (πλημμυρικός όγκος 0.27 hm<sup>3</sup>) παρουσιάζει μεγάλη χωρική αύξηση της τάξης του 35%, ενώ οι ταχύτητες και τα βάθη ροής αυξάνονται σε μικρότερο ποσοστό.



**Εικόνα 4.14 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Τοπολιανή**



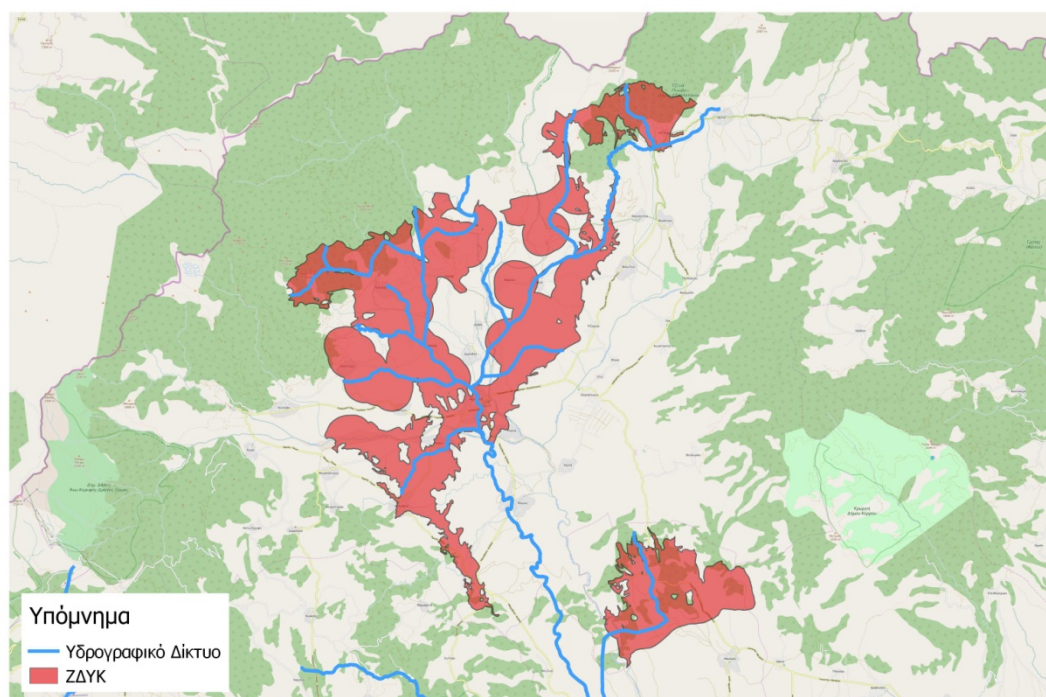
## 4.2 Άνω Ρους Περιφερειακής Τάφρου Τ66 - GR09RAK0011 / Χαμηλή Ζώνη π. Μαυροποτάμου (Περιοχή Αλμωπαίου) και Συμβαλλόντων Ποταμών - GR09RAK0013

### 4.2.1 Συνοπτική περιγραφή της ζώνης

Οι ζώνες GR09RAK00011 και GR09RAK00013 βρίσκονται στην Περιφερειακή Ενότητα Πέλλας. Η πρώτη ζώνη καλύπτει έκταση του υδατικού διαμερίσματος ίση με 34 km<sup>2</sup> και η δεύτερη ίση με 177 km<sup>2</sup> (Εικόνα 4.15). Για την υδρολογική και υδραυλική προσομοίωση της ζώνης αυτής δημιουργήθηκαν 2 λεκάνες απορροής και το συνολικό υδρογραφικό δίκτυο όλων των λεκανών έχει μήκος περίπου 404 km.

Στην περιοχή αυτή ανήκουν οι προστατευόμενες περιοχές «Όρος Πάικο», «Όρη Τζένα και Πίνοβο» και «Στενά Αψάλου/Μογλενίτσας» που έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα Natura 2000.

### **ΖΔΥΚ - GR09RAK0011/ GR09RAK0013**



**Εικόνα 4.15 : ΖΔΥΚ - GR09RAK0011/ GR09RAK0013**

## 4.2.2 Αποτελέσματα - Σχολιασμός

### Έξοδος Αλιάκμονα

Η έξοδος Αλιάκμονα μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 161 036, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 76 660 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (354948.08, 2551226.86) και του πλέον κατάντη (385748.08, 2481026.86). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία του Πίνακα 4.1 ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα νοτιο-ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

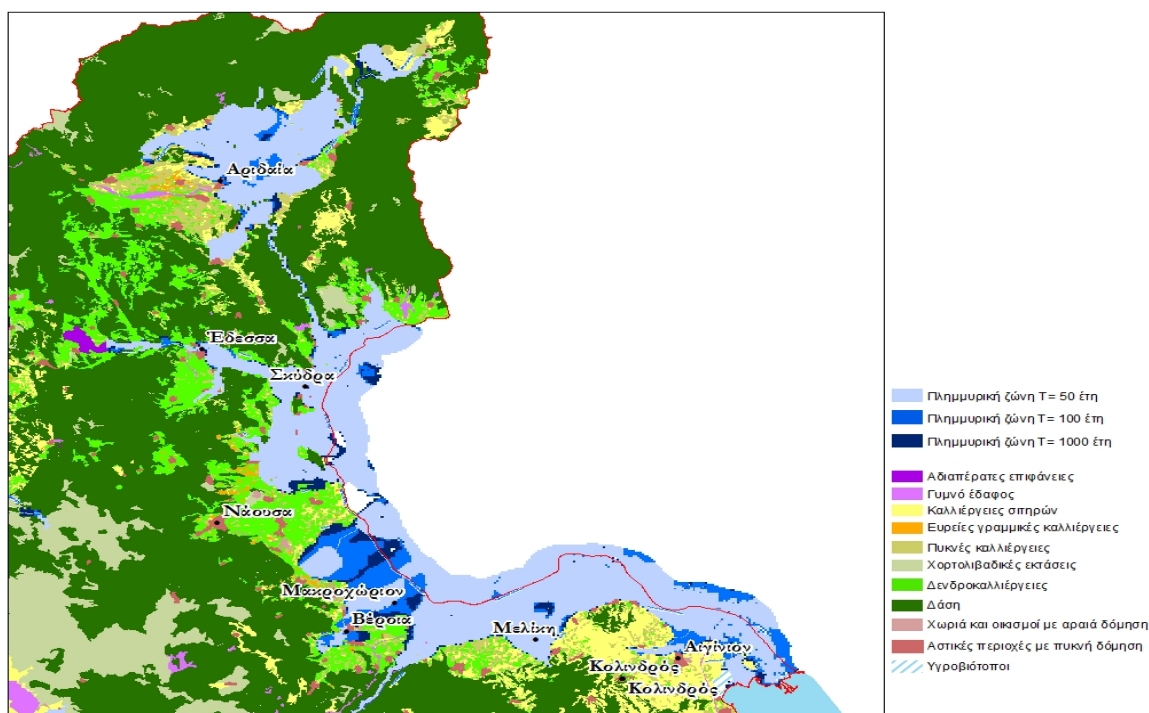
**Πίνακας 4.1 : Πρόσθετα σημεία εισροής στη μοντελοποίηση της Εξόδου Αλιάκμονα**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
329948.1	2541027	337548.1	2538027	342148.1	2544827	347548.1	2488827	365148.1	2483627
332148.1	2542427	337548.1	2542827	342548.1	2538827	347948.1	2520827	372148.1	2485427
333748.1	2519027	337548.1	2543627	343548.1	2540027	348148.1	2543627	372548.1	2485227
333748.1	2539027	337748.1	2539227	343948.1	2494027	348748.1	2499027	372548.1	2492027
333948.1	2538827	337948.1	2509227	344348.1	2524027	348748.1	2547627	375348.1	2489427
334348.1	2542027	337948.1	2516827	345548.1	2513027	349348.1	2499227	379148.1	2487227
334548.1	2512827	339348.1	2506427	345548.1	2537627	349548.1	2526827	380148.1	2488827
334948.1	2518827	339548.1	2506427	345748.1	2485027	349548.1	2552627	381148.1	2484027
335348.1	2518827	339548.1	2532827	345748.1	2518827	351148.1	2549027	384348.1	2483227
335548.1	2541427	339548.1	2535827	346148.1	2515027	351348.1	2521827		
335748.1	2513227	340148.1	2535427	346148.1	2548027	352548.1	2493427		
335948.1	2529427	340348.1	2547427	346348.1	2542827	353148.1	2484427		
336548.1	2536027	340548.1	2544827	346548.1	2517827	354948.1	2551227		
336748.1	2515027	340748.1	2532627	346548.1	2551227	359348.1	2489827		
336748.1	2538427	340948.1	2536027	346948.1	2504427	363148.1	2491227		
337348.1	2545827	341948.1	2515627	346948.1	2515827	364948.1	2484027		

Η λεκάνη απορροής της εξόδου του Αλιάκμονα καλύπτει τμήμα των ζωνών GR09RAK0001, GR09RAK0011 και GR09RAK0013. Ξεκινάει από το Νομό Πέλλας καλύπτει τμήμα του νομού Ημαθίας και καταλήγει στο Νομό Ημαθίας.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης μεγάλη πλημμυρική κατάκλυση αποτυπώνεται για  $T=50$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 9.17, 26.84 και 34.40 hm<sup>3</sup> αντίστοιχα). Συγκεκριμένα πλήττονται οι οικισμοί Νότια, Αετοχώρι, Θηριόπετρα, Φούστανη, Φιλώτεια, Πρόδρομος, Νερόμυλοι, Νεοχώρι, Βορεινό, Ριζοχώρι, Μηλιά, Κωσταντία, Αγαθή, τμήμα του οικισμού Δωροθέα, τμήμα του δήμου Αριδαίας, Εξαπλάτανο, Υδραία, Χρυσή, Ξιφιανή, Άψαλος, Μάγδαλο, Άνυδρο, Δροσερό, Προφήτης Ηλίας, τμήμα της Έδεσσας, Ριζάρι, Μαυροβούνι, Σκύδρα, Ριζό, Πλεύρωμα, Πετραία, Αρσένι, Επισκοπή, Αγγελοχώρι, Ταγαροχώρι, μικρό τμήμα της Βέροιας κα πηγαίνοντας πιο κατάντη τους οικισμούς Μελίκη, Πρόδρομος, Αγία Τριάδα, Πρασινάδα, Κυδωνιά και Πλάτανος. Παρόμοια εικόνα αποτυπώνεται για τις περιόδους επαναφοράς  $T=100$  (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 12.456, 28.548, 34.734 hm<sup>3</sup> αντίστοιχα) και  $T=1000$  (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 24.401, 45.047, 56.346 hm<sup>3</sup> αντίστοιχα) χρόνια παρατηρώντας σημαντική χωρική αύξηση από τη μία περίοδο στην άλλη με ταυτόχρονη αύξηση των βαθών και ταχυτήτων ροής (Εικόνα 4.16).

Τέλος πολλές προστατευόμενες περιοχές «Δέλτα Αλιάκμονα», «Όρη Τζένα και Πίνοβο», «Όρος Βόρας», «Στενά Αψάλου / Μογλενίτσας» επηρεάζονται από την πλημμυρική κατάκλυση.

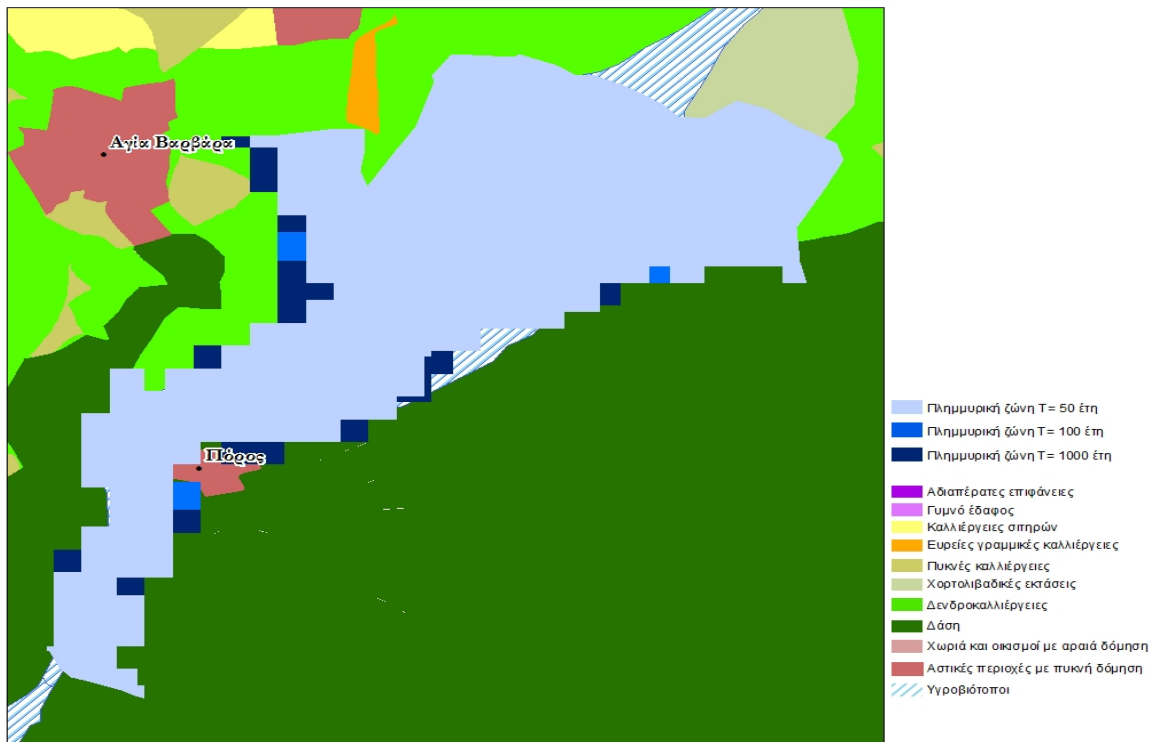


Εικόνα 4.16 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Έξοδος Αλιάκμονα

### **Ταμιευτήρας Αγίας Βαρβάρας**

Ο ταμιευτήρας της Αγίας Βαρβάρας μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος  $25 \times 25 \text{ m}^2$  σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 7 604, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 3.28 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (351165.59, 2481904.36) και του πλέον κατόντη (353165.59, 2484504.36). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα σημεία (351365.59, 2482704.36), (351465.59, 2483004.36) και (352765.59, 2483904.36) ως επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμων, και το πλέον κατόντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα νοτιο-ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, αποτυπώνεται όμοια πλημμυρική κατάκλυση για όλες τις περιόδους επαναφοράς 50 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 0.762, 1.393 και 1.439 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα), 100 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 0.762, 1.209 και 1.209 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) και 1000 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 1.553, 2.339 και 2.767 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) ετών. Συγκεκριμένα η πλημμυρική ροή φαίνεται να περιορίζεται εντός του ποταμού Αλιάκμονα με μικρή κατάκλυση εκατέρωθεν, δεδομένου ότι η κατάσταση ροής είναι ελεγχόμενη, λόγω του αναρρυθμιστικού έργου της Αγίας Βαρβάρας (Εικόνα 4.17). Η λεκάνη απορροής της Αγίας Βαρβάρας περιλαμβάνει και την προστατευόμενη περιοχή «Στενά Αλιάκμονα» σύμφωνα με το Πρόγραμμα Natura 2000.



Εικόνα 4.17 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Φράγμα Αγία Βαρβάρα



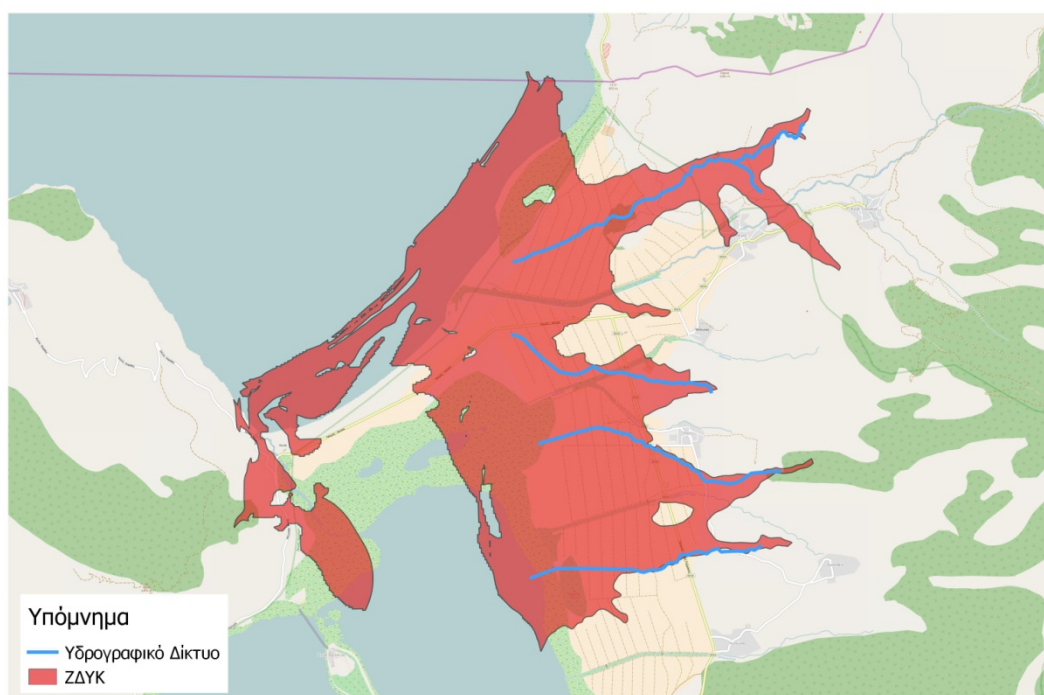
## 4.3 Χαμηλή Ζώνη Λεκάνης Πρεσπών - GR09RAK0010

### 4.3.1 Συνοπτική περιγραφή της ζώνης

Η ζώνη GR09RAK0010 βρίσκεται στην Περιφερειακή Ενότητα Φλώρινας και περιλαμβάνει τη λεκάνη απορροής των Πρεσπών, που αποτελεί μία από τις κύριες υδρολογικές λεκάνες του διαμερίσματος. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η Μικρή Πρέσπα μοιράζεται ανάμεσα στην Ελλάδα και την Αλβανία, ενώ η Μεγάλη Πρέσπα ανάμεσα στην Ελλάδα, την Αλβανία και την πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας. Η έκταση της ζώνης είναι 26 km<sup>2</sup> (Εικόνα 4.18).

Στην περιοχή αυτή ανήκουν οι προστατευόμενες περιοχές «Εθνικός Δρυμός Πρεσπών» και τα «Όρη Βαρνούντα».

#### **ΖΔΥΚ - GR09RAK0010**



**Εικόνα 4.18 : ΖΔΥΚ - GR09RAK0010**



### 4.3.2 Αποτελέσματα - Σχολιασμός

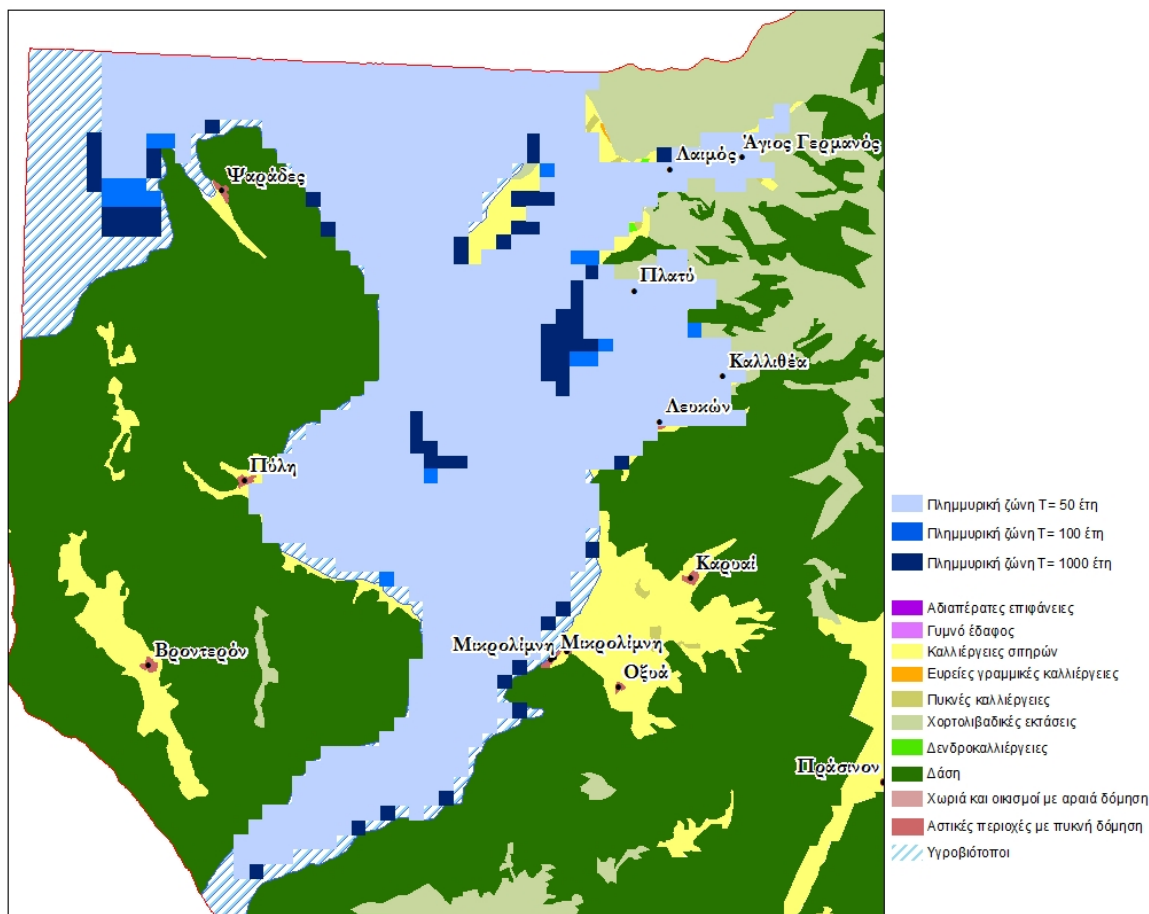
#### Λίμνες Πρεσπών

Οι λίμνες Πρεσπών μοντελοποιήθηκαν στο FLO-2D με συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 7 604. Τα σημεία που καθορίστηκαν ως σημεία εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού φαίνονται στον Πίνακα 4.2. Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning κυμαίνονταν από 0.06 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

**Πίνακας 4.2 : Πρόσθετα σημεία εισροής στη μοντελοποίηση στις Λίμνες Πρεσπών**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
243157.2	2529918	250357.2	2511018	256957.2	2527218	260857.2	2524518
245257.2	2506818	250357.2	2517918	259657.2	2522118	261157.2	2525718
246457.2	2508618	250357.2	2543418	260257.2	2519418		
248257.2	2543118	253057.2	2520918	260257.2	2525118		
250057.2	2543418	254857.2	2533518	260557.2	2520618		

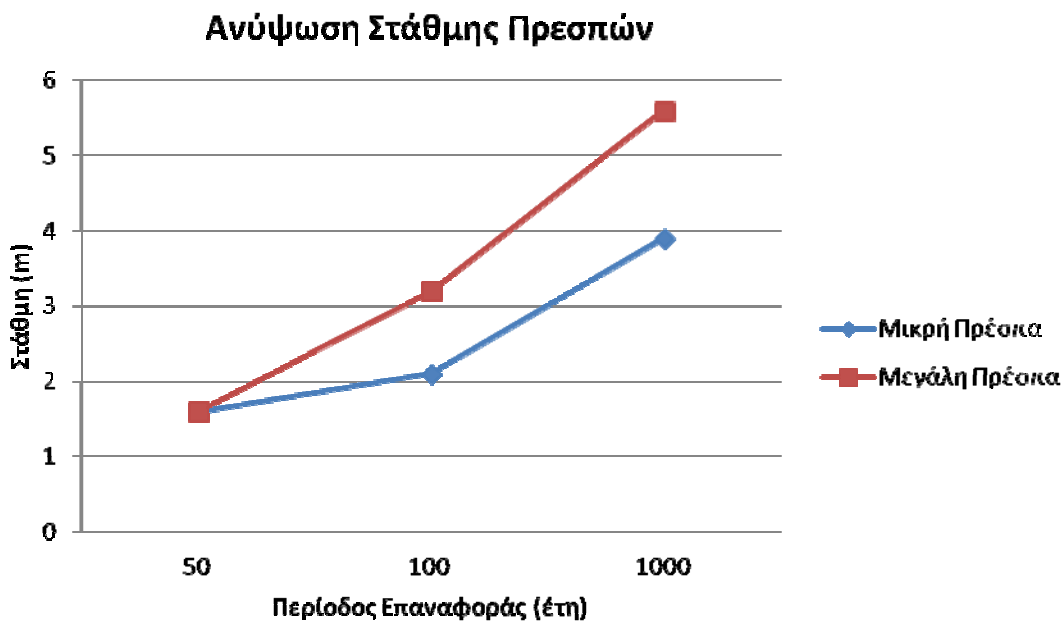
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για τις περιόδους επαναφοράς  $T=50$  (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 1.877, 3.416 και 6.079 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα),  $T=100$  (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 2.258, 4.178 και 7.643 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα εκατέρωθεν των ρεμάτων Συράκιου, Λευκώνα, Αγίου Γερμανού και Καλλιθέα, με αποτέλεσμα να πλήττονται και οι αντίστοιχοι οικισμοί Λαιμός, Άγιος Γερμανός, Πλατύ, Καλλιθέα και Λευκώνας. Η ίδια εικόνα αποτυπώνεται και για περίοδο επαναφοράς  $T=1000$  (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 4.0, 7.451 και 12.314 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) με μια μικρή αύξηση στην ταχύτητα και βάθος ροής (Εικόνα 4.19).



Εικόνα 4.19 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Λίμνες Πρεσπών

Όσον αφορά τη στάθμη των λιμνών Πρεσπών παρατηρείται αύξηση αυτής για κάθε περίοδο επαναφοράς. Συγκεκριμένα η στάθμη της Μικρής Πρέσπας για T=50 αυξάνεται 1.6m, για T=100 αυξάνεται 2.1 m και για T=1000 έτη υπάρχει αύξηση 3.9 m. Αντιστοίχως για τη Μεγάλη Πρέσπα η στάθμη ανυψώνεται 1.6 m για T=50, 3.2 m για T=100 και 5.6 m για T=1000 χρόνια. (Διάγραμμα 4.1).

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι μεγάλο ποσοστό της λεκάνης απορροής ανήκει στο πρόγραμμα Natura 2000.



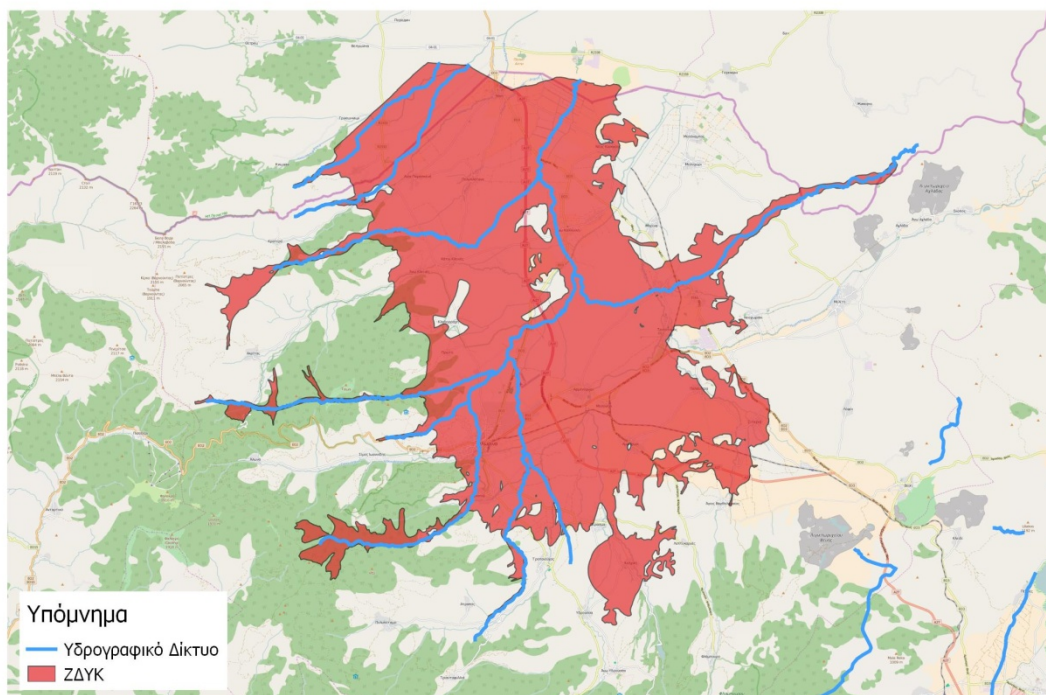
**Διάγραμμα 4.1 : Ανύψωση της στάθμης των Λιμνών Πρεσπών για κάθε περίοδο επαναφοράς**

#### 4.4 Χαμηλή Ζώνη Ποταμού Αξιού στο Ν Φλώρινας (π. Λύγκος) - GR09RAK0012

##### 4.4.1 Συνοπτική περιγραφή της ζώνης

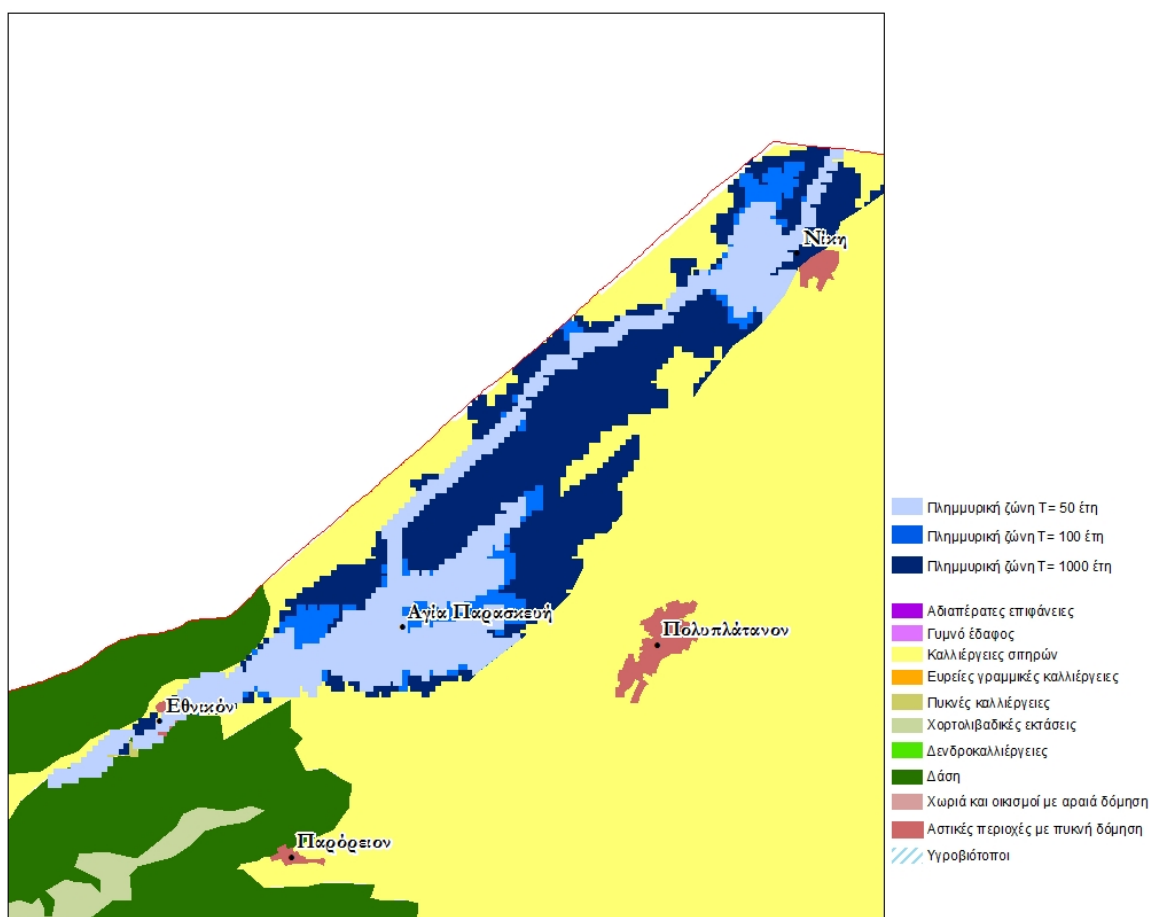
Η ζώνη GR09RAK0012 βρίσκεται στην Περιφερειακή Ενότητα Φλώρινας και περιλαμβάνει τη λεκάνη απορροής του ποταμού Λύγκου καθώς και τη λεκάνη απορροής του ρέματος που διέρχεται από τον οικισμό Νίκη. Το συνολικό υδρογραφικό δίκτυο είναι περίπου 145 km (132 km – ποταμός Λύγκος) (Εικόνα 4.20).

Στην περιοχή αυτή ανήκουν οι προστατευόμενες περιοχές «Όρος Βέρνος» και «Όρος Βόρας».

**ΖΔΥΚ - GR09RAK0012****Εικόνα 4.20 : ΖΔΥΚ - GR09RAK0012****4.4.2 Αποτελέσματα - Σχολιασμός****Ρέμα Οικισμού Νίκης**

Το ρέμα οικισμού Νίκης χωρίσθηκε σε δύο κομμάτια και μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Για το πρώτο κομμάτι, ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 112 216, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 8.89 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (276093.09, 2527256.86) και του πλέον κατάντη (283043.09, 2532806.86). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, το σημείο (280043.09, 2530306.86) ως επιπλέον σημείο εισροής παραποτάμου, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα νοτιο-ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίσθηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.06 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, για  $T=50$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $0.61 \text{ hm}^3$ ) εμφανίζεται πλημμυρική κατάκλυση που καλύπτει μέρος του οικισμού Αγίας Παρασκευής, καθώς και τμήμα του οικισμού Νίκης. Στον οικισμό Νίκης έχουν καταγραφεί αρκετά πλημμυρικά συμβάντα, τα οποία όμως δεν προκάλεσαν σημαντικές ζημιές. Η πλημμύρα επεκτείνεται για  $T=100$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $0.92 \text{ hm}^3$ ) παρουσιάζοντας χωρική αύξηση 25%, ενώ για περίοδο 1000 χρόνια παρουσιάζει αύξηση 50% σε σχέση με την πλημμυρική έκταση των 100 ετών (Εικόνα 4.21). Οι ταχύτητες και τα βάθη ροής παρουσιάζουν ίδιες τιμές για 50 και 100, ενώ για  $T=1000$  έτη (πλημμυρικός όγκος  $2.74 \text{ hm}^3$ ) παρουσιάζουν αύξηση 20%.

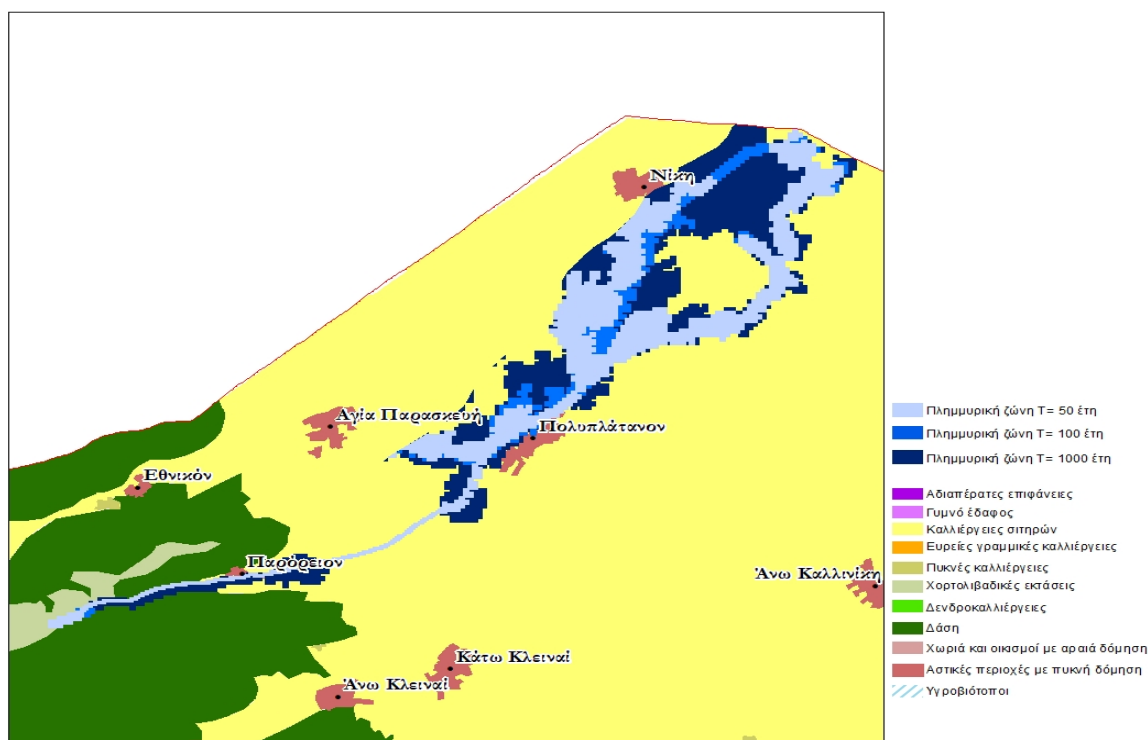


Εικόνα 4.21 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ρέμα Οικ. Νίκης

### Ρέμα Οικισμού Νίκης 2

Το δεύτερο κομμάτι του ρέματος οικισμού Νίκης μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος  $25 \times 25 \text{ m}^2$  σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 112 216, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 10.66 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (276143.09, 2525906.86) και του πλέον κατάντη (284393.09, 2532656.86). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, το σημείο (280593.09, 2527506.86) ως επιπλέον σημείο εισροής παραποτάμου, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα νοτιο-ανατολικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.06 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, για  $T=50$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $0.68 \text{ hm}^3$ ) εμφανίζεται πλημμυρική κατάκλυση που καλύπτει μέρος του οικισμού Πολυπλάτανου, του οικισμού Παρόρειο, καθώς και ένα μικρό τμήμα του οικισμού Νίκης. Η πλημμύρα επεκτείνεται για  $T=100$  χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $0.69 \text{ hm}^3$ ) παρουσιάζοντας χωρική αύξηση 10%, ενώ για περίοδο 1000 χρόνια (πλημμυρικός όγκος  $1.2 \text{ hm}^3$ ) παρουσιάζει αύξηση 39% σε σχέση με την πλημμυρική έκταση των 100 ετών (Εικόνα 4.22). Οι ταχύτητες και τα βάθη ροής παρουσιάζουν μικρή αύξηση.



**Εικόνα 4.22 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ρέμα Οικ. Νίκης 2**



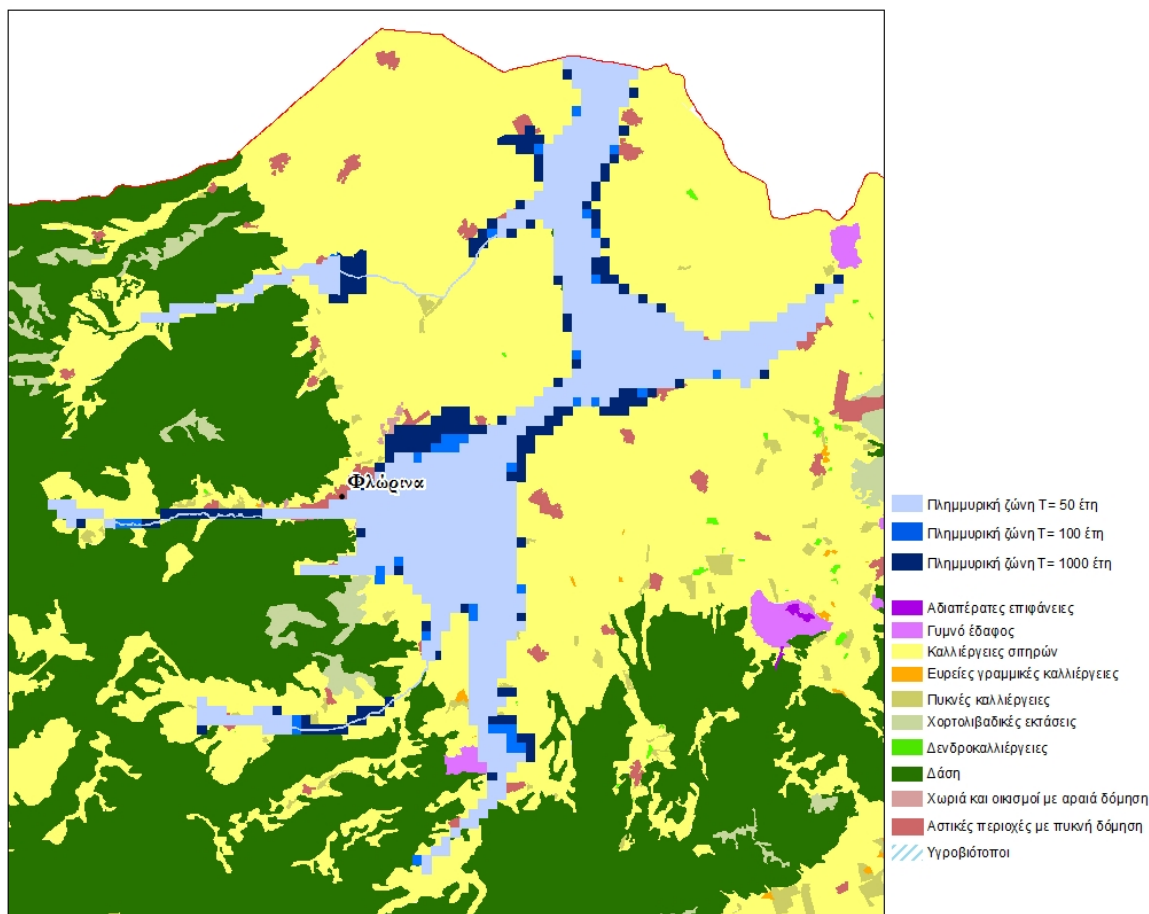
**Ποταμός Λύγκος**

Ο ποταμός Λύγκος μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 37 004, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 16.01 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (289388.09, 2531686.86) και του πλέον κατάντη (304988.09, 2528086.86). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμου όπως φαίνονται στον Πίνακα 4.3, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα βόρεια σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίστηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

**Πίνακας 4.3 : Πρόσθετα σημεία εισροής στη μοντελοποίηση του ποταμού Λύγκου**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
274988.1	2523587	283988.1	2505887	285788.1	2510387	289088.1	2522987
276788.1	2510687	283988.1	2512787	285788.1	2519087	289688.1	2531687
278888.1	2517287	283988.1	2516987	286388.1	2514587	291488.1	2521487
279788.1	2525087	285188.1	2518187	287588.1	2527487	297188.1	2524487
280088.1	2515487	285488.1	2510987	288788.1	2521487		

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, προκύπτει πως για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη (πλημμυρικός όγκος 0.64 hm<sup>3</sup>) παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα εκατέρωθεν των ρεμάτων του ποταμού με μεγαλύτερη χωρική εξάπλωση στο τμήμα μεταξύ του Δήμου Φλώρινας και του οικισμού Αρμενοχώρι. Η πλημμύρα καλύπτει και τμήμα αυτών. Ειδικότερα ο Δήμος Φλώρινας καλύπτεται σε μεγάλο ποσοστό με αποτέλεσμα να «απειλούνται» «ευαίσθητες περιοχές», όπως ο σιδηροδρομικός σταθμός, το αρχαιολογικό μουσείο, το 2<sup>ο</sup> γυμνάσιο και λύκειο της πόλης. Συνεχίζοντας κατάντη επηρεάζονται οι οικισμοί Τριπόταμος, Παπαγιάννης, Ιτέα, Μαρίνα, Νεοχωράκι και Μελίτης. Επιπλέον θα πρέπει να επισημανθεί ότι η πλημμυρική κατάκλυση πλήττει και τη βιομηχανική περιοχή της Φλώρινας (Εικόνα 4.23). Η ίδια εικόνα αποτυπώνεται και για περιόδους επαναφοράς T=100 (πλημμυρικός όγκος 0.68 hm<sup>3</sup>) και T=1000 (πλημμυρικός όγκος 1.1 hm<sup>3</sup>) έτη κατά τις οποίες παρατηρείται αύξηση στη χωρική εξάπλωση της πλημμύρας, αλλά και στα βάθη και στις ταχύτητες ροής.

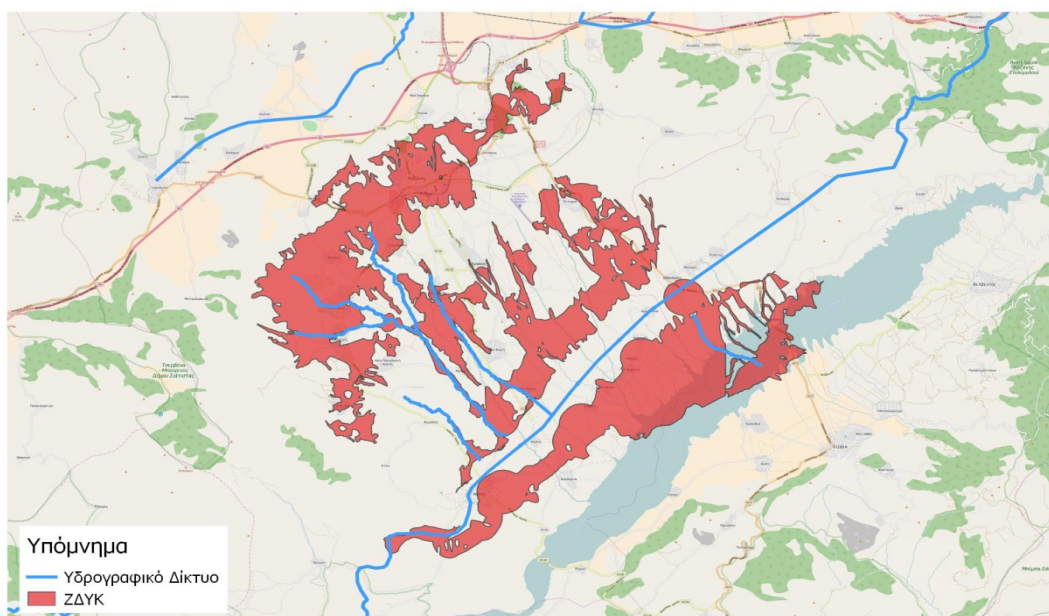


Εικόνα 4.23 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Λύγκος

#### 4.5 Δεξιά Παρόχθια Περιοχή Τεχνητής Λίμνης Πολυφύτου - GR09RAK0003/Αριστερή Παρόχθια Περιοχή Τεχνητής Λίμνης Πολυφύτου, Χαμηλή Ζώνη Φτελιάς - GR09RAK0004/ Πεδιάδα Κοζάνης - GR09RAK0005

##### 4.5.1 Συνοπτική περιγραφή της ζώνης

Οι ζώνες καταλαμβάνουν τμήμα των περιφερειακών ενοτήτων Κοζάνης και Ημαθίας. Για την εξαγωγή υδραυλικών προσομοιώσεων δημιουργήθηκαν 3 υδρολογικές λεκάνες. Το συνολικό υδρογραφικό δίκτυο των ζωνών αυτών είναι περίπου ίσο με 100 km (Εικόνα 4.24).

**ΖΔΥΚ - GR09RAK0003/ GR09RAK0004/ GR09RAK0005****Εικόνα 4.24 : ΖΔΥΚ - GR09RAK0003/ GR09RAK0004/ GR09RAK0005****4.5.2 Αποτελέσματα - Σχολιασμός****Φράγμα Πολυφύτου**

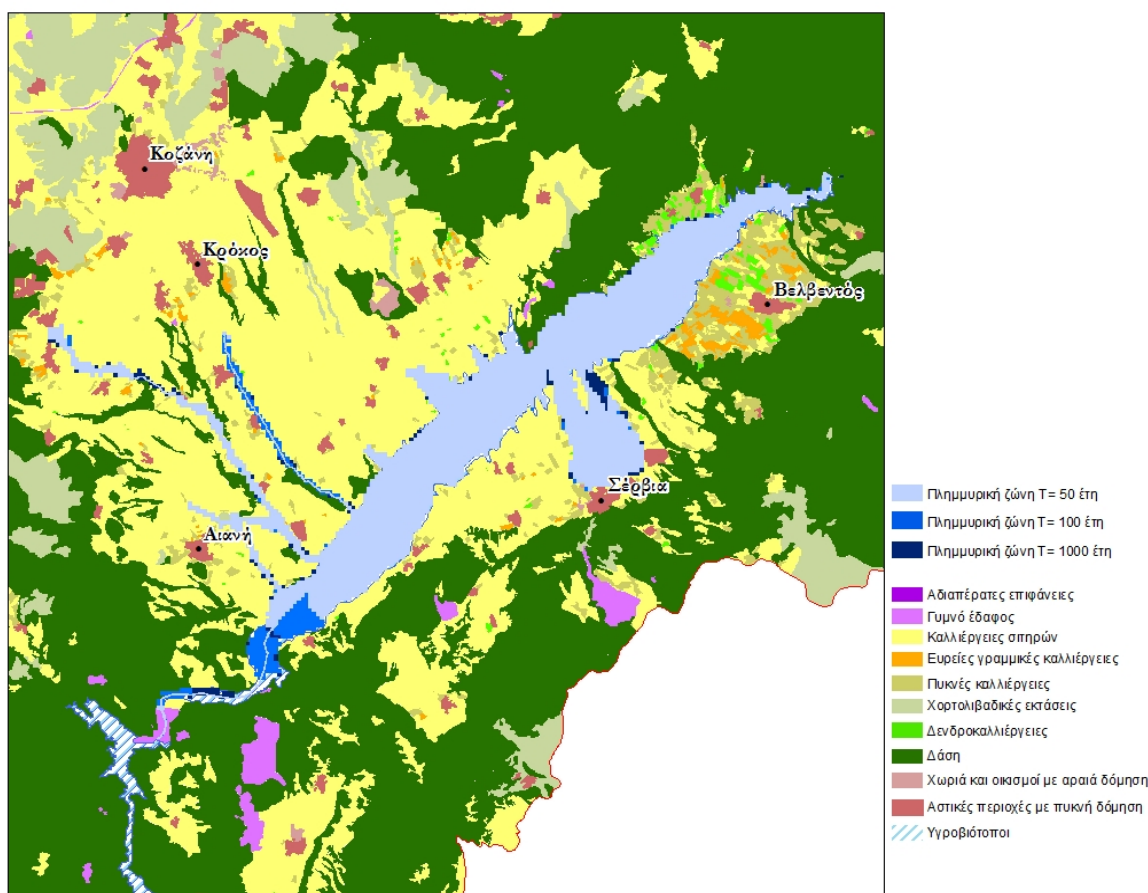
Το φράγμα Πολυφύτου μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 86 620. Τα σημεία που καθορίστηκαν ως σημεία εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού φαίνονται στον Πίνακα 4.4. Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

**Πίνακας 4.4 : Πρόσθετα σημεία εισροής στη μοντελοποίηση του φράγματος Πολυφύτου**

X	Y	X	Y	X	Y
308945.6	2456540	315345.6	2456740	321145.6	2451940
312945.6	2441940	316945.6	2444740	322945.6	2455140
313145.6	2454340	319945.6	2449940	323145.6	2455140
313945.6	2450140	320745.6	2452340	331345.6	2451540
314545.6	2453740	320945.6	2452140		

Η προσομοίωση της λεκάνης απορροής «Φράγμα Πολυφύτου» γίνεται με τη μοντελοποίηση των ρεμάτων Βίντσα, Κώμη, Βοϊδολάκι και Αιάνη.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, η πλημμύρα για  $T=50$  περιορίζεται εντός της κοίτης για τα ρέματα Βίντσα, Κώμη και Αιάνη, ενώ το ρέμα Βοϊδολάκι υπερχειλίζει με αποτέλεσμα να πλήττονται τμήματα των οικισμών Πλατανόρρεμα και Νέα Λάβα (Εικόνα 4.25). Η ίδια εικόνα παρατηρείται για τις άλλες δύο περιόδους επαναφοράς 100 και 1000 ετών με μια μικρή χωρική αύξηση και ταυτόχρονη αύξηση των ταχυτήτων και βαθών ροής.

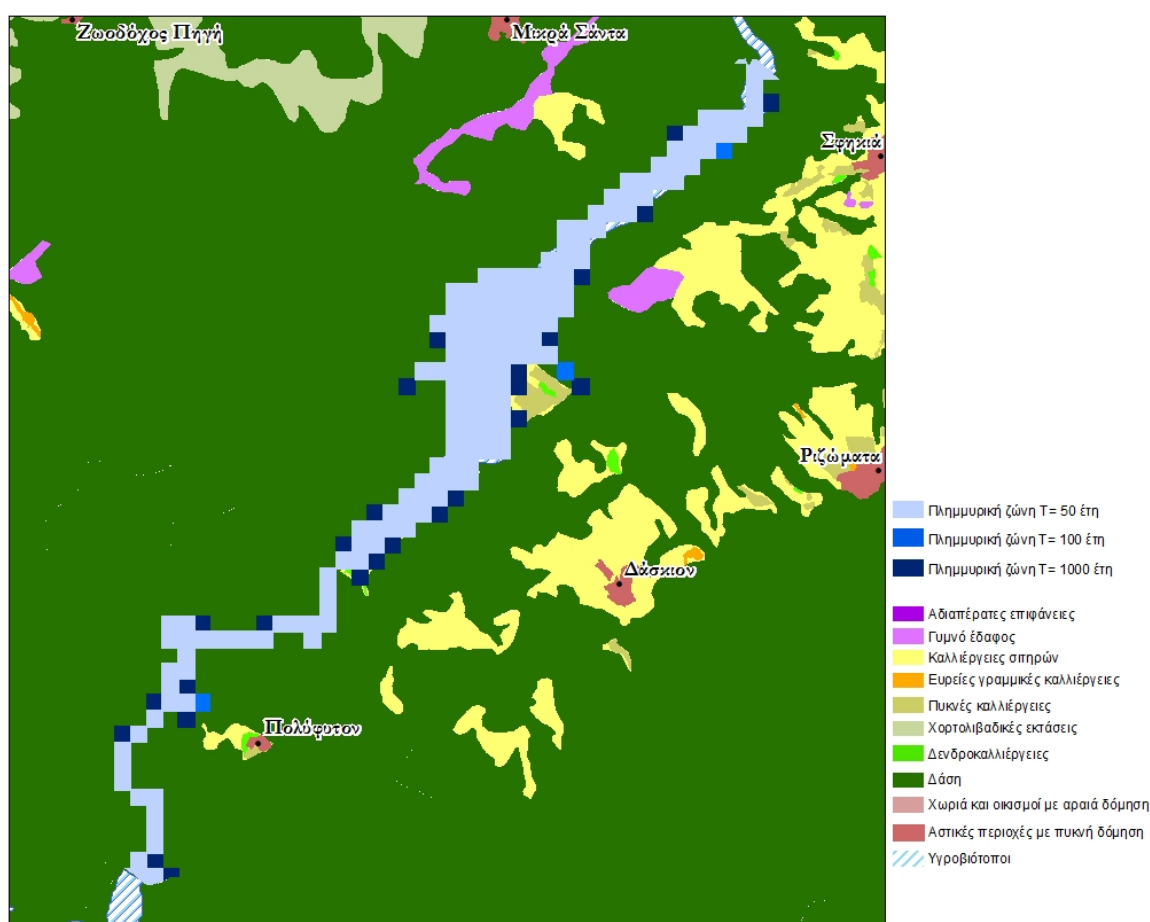


Εικόνα 4.25 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Φράγμα Πολυφύτου

### Φράγμα Σφηκιάς

Το φράγμα Σφηκιάς μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 18 380. Τα σημεία που καθορίστηκαν ως σημεία εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού είναι τα  $(X, Y)$  :  $(341263.09, 2467036.86)$ ,  $(341463.09, 2467236.86)$ ,  $(342263.09, 2467836.86)$ ,  $(342863.09, 2469436.86)$ ,  $(343463.09, 2470236.86)$  και  $(344263.09, 2471036.86)$ . Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning κυμαίνονταν από 0.07 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, αποτυπώνεται όμοια πλημμυρική κατάκλυση για όλες τις περιόδους επαναφοράς 50 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 2.746, 7.653 και 7.681 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα), 100 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 3.747, 6.690 και 7.482 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) και 1000 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 7.947, 11.402 και 13.195 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) ετών. Συγκεκριμένα η πλημμυρική ροή φαίνεται να περιορίζεται εντός του ποταμού Αλιάκμονα (Εικόνα 4.26) με μικρή κατάκλυση εκατέρωθεν, δεδομένου ότι η κατάσταση ροής είναι ρυθμιζόμενη λόγω της τεχνητής λίμνης Σφηκιά που έχει κατασκευαστεί στην περιοχή με πρωταρχικό σκοπό την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 4.26 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Φράγμα Σφηκιάς

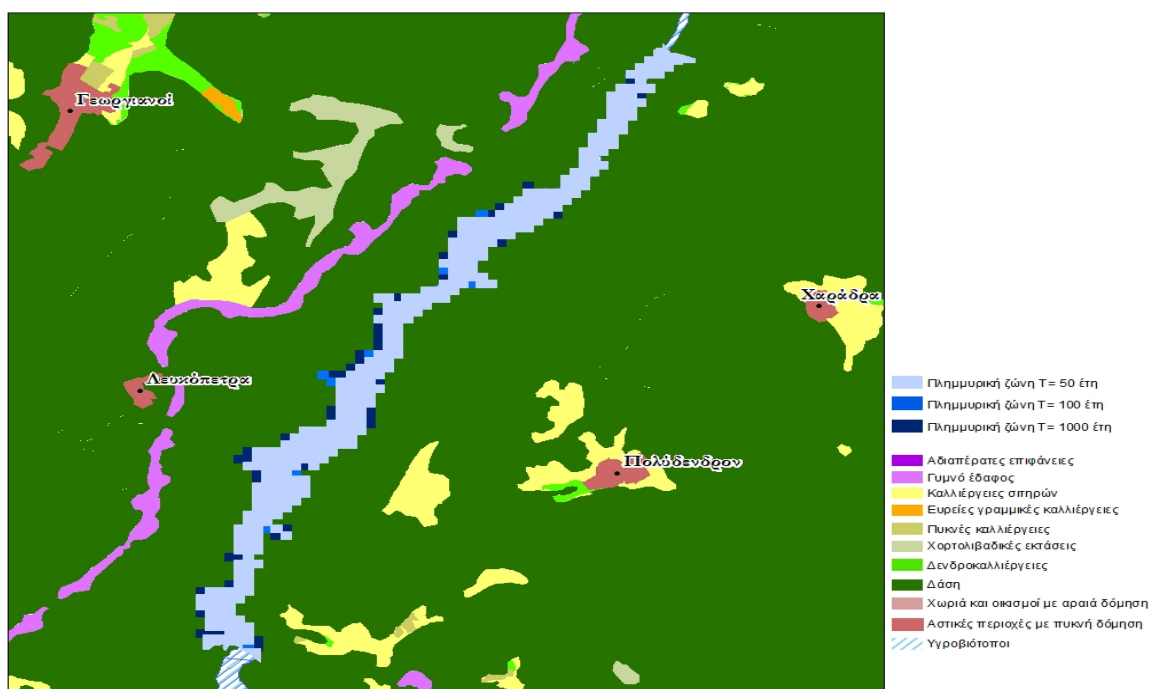


### Φράγμα Ασωμάτων

Το φράγμα Ασωμάτων μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 27 928. Τα σημεία που καθορίστηκαν ως σημεία εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού είναι τα (X, Y): (346535.59, 2473581.86), (346735.59, 2475281.86), (346935.59, 2475981.86), (347835.59, 2477081.86), (348335.59, 2478281.86), (348835.59, 2478681.86), (349135.59, 2479281.86), (349835.59, 2479781.86), (350235.59, 2480281.86) και (350635.59, 2481081.86). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning κυμαίνονταν από 0.07 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, αποτυπώνεται όμοια πλημμυρική κατάκλυση για όλες τις περιόδους επαναφοράς 50 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 7.565, 9.499 και 9.795 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα), 100 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 7.650, 8.594 και 9.213 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) και 1000 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 10.206, 14.636 και 17.095 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) ετών. Συγκεκριμένα η πλημμυρική ροή φαίνεται να περιορίζεται εντός του ποταμού Αλιάκμονα με μικρή κατάκλυση εκατέρωθεν (Εικόνα 4.27). Το φράγμα Ασωμάτων βρίσκεται ανάντη του φράγματος Σφηκιάς και έχουν κατασκευαστεί στην περιοχή για τον έλεγχο της ροής του Αλιάκμονα και την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος στην περιοχή του Φράγματος Ασωμάτων βρίσκεται η προστατευόμενη περιοχή «Στενά Αλιάκμονα».



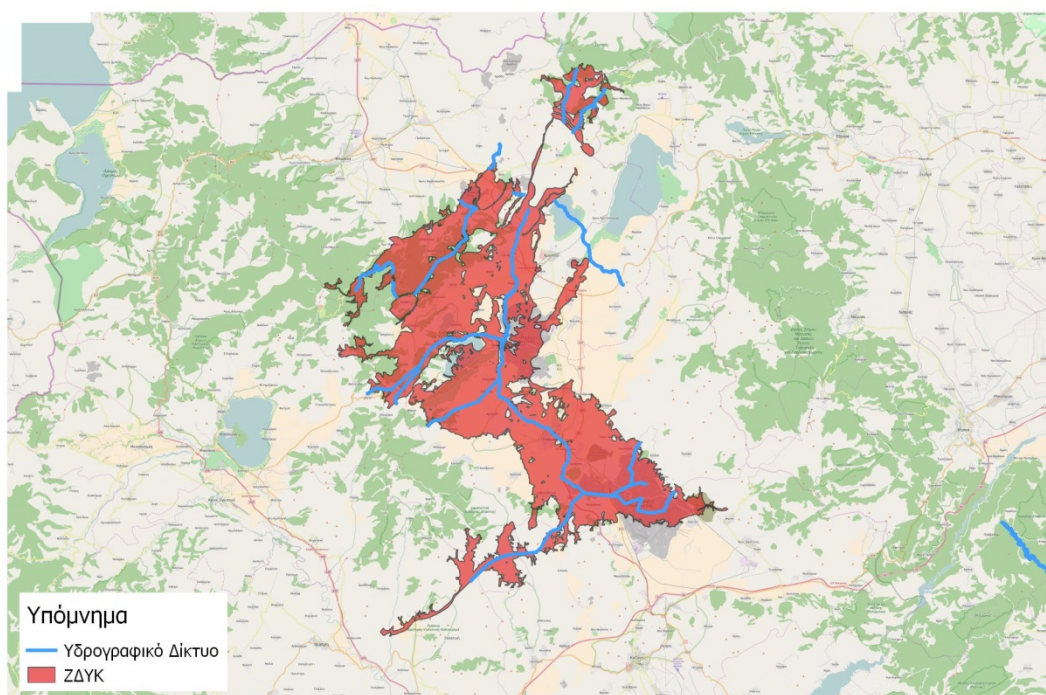
**Εικόνα 4.27 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Φράγμα Ασωμάτων**

#### 4.6 Χαμηλή Ζώνη Ξηρολίμνης - GR09RAK0006 / Χαμηλή Ζώνη Κλειστής Ζώνης Πτολεμαΐδας, Παραλίμνιες Εκτάσεις Λιμνών Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα, Πετρών και Νότια της Λίμνης Βεγορίτιδας - GR09RAK0008 / Περιοχή Άρνισσα, Αγ. Αθανάσιος Παρόχθιες Εκτάσεις Βόρεια της Λίμνης Βεγορίτιδας - GR09RAK0009

##### 4.6.1 Συνοπτική περιγραφή της ζώνης

Οι ζώνες αυτές ανήκουν στις περιφερειακές ενότητες Φλώρινας, Πέλλας και Κοζάνης. Η ζώνη GR09RAK0006 έχει έκταση 36 km<sup>2</sup>, η GR09RAK0008 698 km<sup>2</sup> και η GR09RAK0009 έχει έκταση 34 km<sup>2</sup>. Η υδραυλική τους προσομοίωση έγινε μέσω μιας λεκάνης απορροής και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που πρόέκυψαν για κάθε λίμνη ξεχωριστά (Εικόνα 4.28).

#### **ΖΔΥΚ - GR09RAK0006/ GR09RAK0008/ GR09RAK0009**



**Εικόνα 4.28 : ΖΔΥΚ - GR09RAK0006 / GR09RAK0008 / GR09RAK0009**

#### 4.6.2 Αποτελέσματα - Σχολιασμός

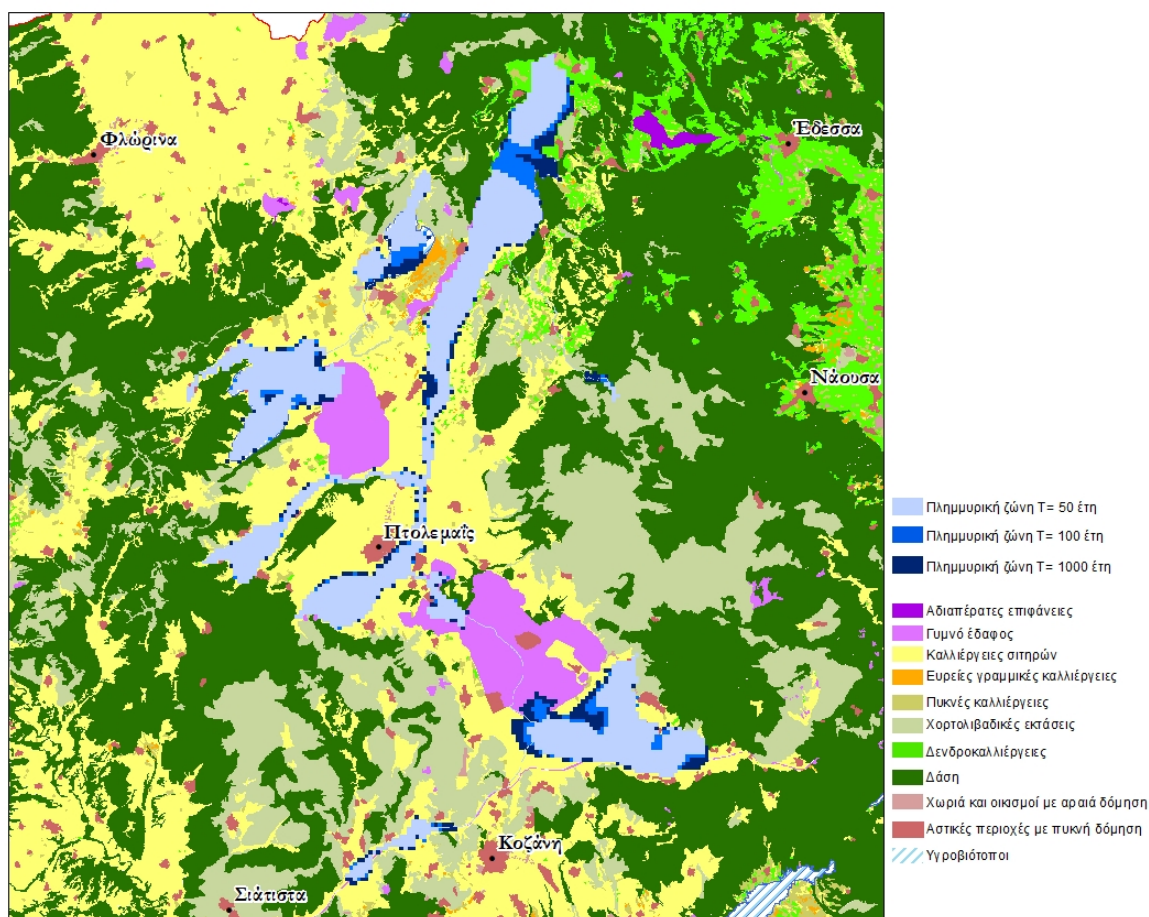
Οι ζώνες αυτές περιέχουν μόνο μία λεκάνη απορροής που περιλαμβάνει τη λίμνη Βεγορίτιδα, τη λίμνη Χειμαδίτιδα, τη λίμνη Πετρών και τη λίμνη Ζάζαρη.

Η λίμνη Βεγορίτιδας μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 96 536. Τα σημεία που καθορίστηκαν ως σημεία εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού είναι στον Πίνακα 4.5. Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

**Πίνακας 4.5 : Πρόσθετα σημεία εισροής στη μοντελοποίηση του φράγματος Πολυφύτου**

X	Y	X	Y	X	Y		
289843.1	2486189	297643.1	2500589	307243.1	2484389	321643.1	2498789
291343.1	2486489	297943.1	2500889	307243.1	2497289	322243.1	2473889
292843.1	2486489	301843.1	2509589	308443.1	2483189	322543.1	2475389
293143.1	2484689	302143.1	2462489	309343.1	2482289	323143.1	2471789
293143.1	2499689	302443.1	2463089	309943.1	2481989	323443.1	2478989
295843.1	2498189	306043.1	2487689	316243.1	2472989	324043.1	2473889
296143.1	2489189	306643.1	2491889	316543.1	2525189	326143.1	2470589
296743.1	2490389	306943.1	2492189	316843.1	2525489	327643.1	2472689
297043.1	2481989	306943.1	2516189	318643.1	2472689		
297343.1	2481989	306943.1	2516489	319843.1	2472689		

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης (Εκόνα 4.29) για την περίοδο επαναφοράς 50 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 0.713, 1.085 και 4.087 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα), 100 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 1.513, 5.148 και 9.800 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) και 1000 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 3.438, 9.664 και 15.607 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) ετών, αλλά και τα αποτελέσματα ανύψωσης της στάθμης των λιμνών (Διάγραμμα 4.2).



Εικόνα 4.29 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης –  
Λεκάνη απορροής λίμνης Βεγορίτιδας

### Λίμνη Βεγορίτιδα

Η στάθμη της λίμνης Βεγορίτιδας αυξάνεται για T=50, 2.2 m, για T=100, 2.8 m και για T=1000 έτη υπάρχει αύξηση 5.3 m (Διάγραμμα 4.2).

### Λίμνη Χειμαδίτιδα

Η στάθμη της λίμνης Χειμαδίτιδας αυξάνεται για T=50, 0.1 m, για T=100, 0.2 m και για T=1000 έτη υπάρχει αύξηση 0.3 m (Διάγραμμα 4.2).

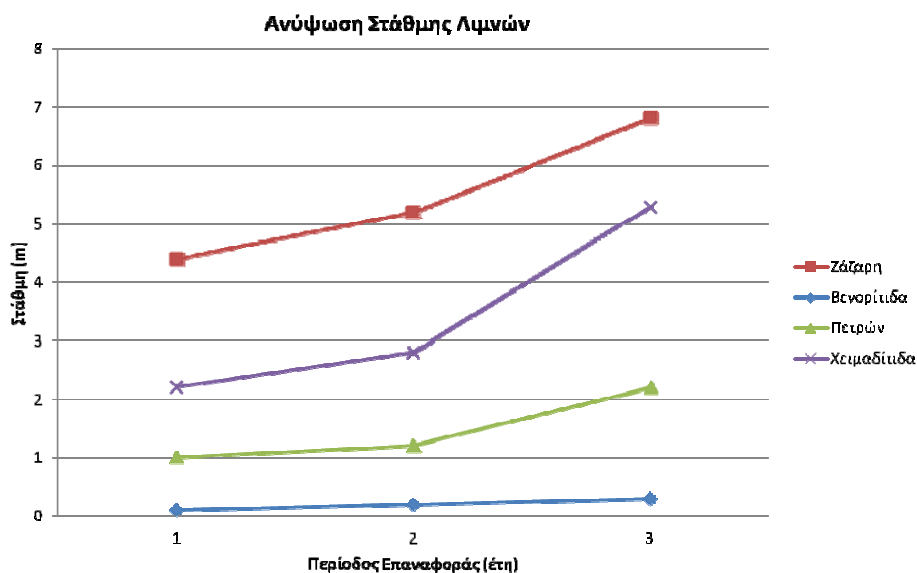
### Λίμνη Ζάζαρη

Η στάθμη της λίμνης Ζάζαρης αυξάνεται για T=50, 4.4m, για T=100, 5.2 m και για T=1000 έτη υπάρχει αύξηση 6.8 m (Διάγραμμα 4.2).

### Λίμνη Πετρών

Η στάθμη της λίμνης Πετρών αυξάνεται για T=50, 1 m, για T=100, 1.2 m και για T=1000 έτη υπάρχει αύξηση 2.2 m (Διάγραμμα 4.2).





**Διάγραμμα 4.2 : Ανύψωση της στάθμης των λιμνών Βεγορίτιδας, Χειμαδίτιδας, Ζάζαρης και Πετρών, για κάθε περίοδο επαναφοράς**

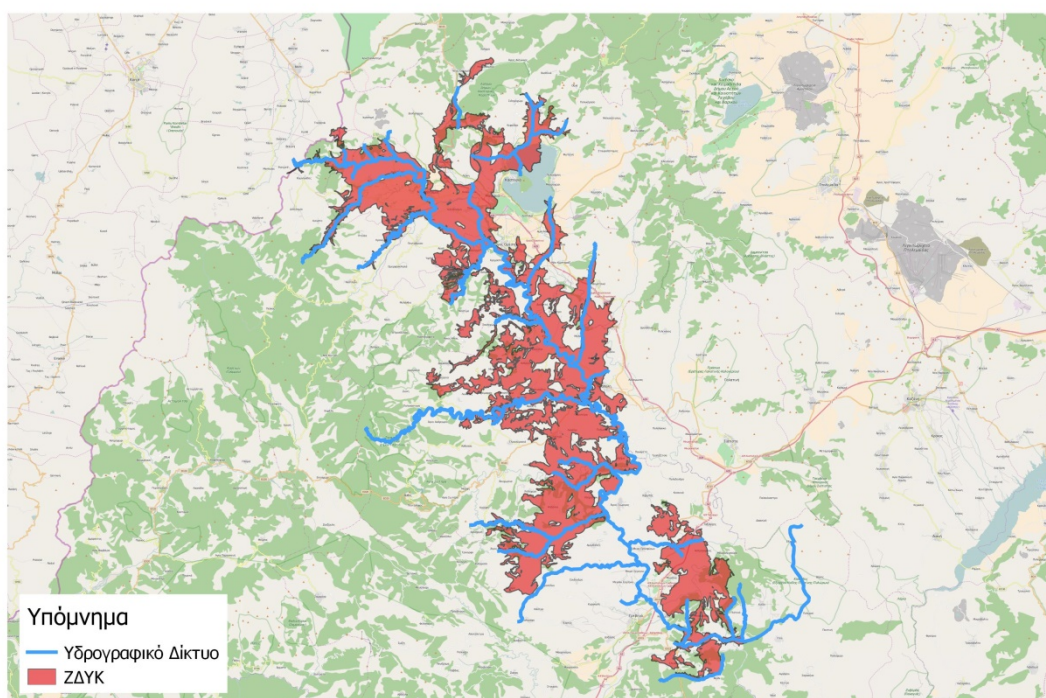
Όσον αφορά το υπόλοιπο υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής παρατηρείται μικρή πλημμυρική κατάκλυση στο κατάντη κομμάτι κάτω από το Λιγνιτωρυχείο Πτολεμαΐδας. Μικρές διαφοροποιήσεις εντοπίζονται μεταξύ των συγκεκριμένων τιμών των περιόδων επαναφοράς.

#### 4.7 Χαμηλή Ζώνη Μέσω Ρου ποταμού Αλιάκμονα - GR09RAK0002 / Χαμηλή ζώνη Άνω Ρου Ποταμού Αλιάκμονα και λίμνης Καστοριάς - GR09RAK0007

##### 4.7.1 Συνοπτική περιγραφή της ζώνης

Οι ζώνες καταλαμβάνουν τμήμα των περιφερειακών ενοτήτων Καστοριάς, Κοζάνης και Ημαθίας. Για την εξαγωγή υδραυλικών προσομοιώσεων δημιουργήθηκαν 2 υδρολογικές λεκάνες, εκ των οποίων η λεκάνη απορροής του ποταμού Αλιάκμονα περιλαμβάνει και τη λίμνη Καστοριάς (Εικόνα 4.30).



**ΖΔΥΚ - GR09RAK0002/GR09RAK0007****Εικόνα 4.30 : ΖΔΥΚΠ - GR09RAK0002/ GR09RAK0007****4.7.2 Αποτελέσματα – Σχολιασμός****Ποταμός Αλιάκμονας**

Ο ποταμός Αλιάκμονας αποτελεί το κυριότερο υδατικό σώμα του ΥΔ09 αλλά και ένα από τα πιο σημαντικά υδάτινα σώματα ολόκληρης της χώρας. Η ροή του ρυθμίζεται από τις τεχνητές λίμνες Ιλαρίωνα, Πολυφύτου, Σφηκιάς, Ασωμάτων και Αγίας Βαρβάρας που έχουν κατασκευαστεί με σκοπό την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Για καθεμία από αυτές έχει πραγματοποιηθεί ξεχωριστή υδραυλική προσομοίωση.

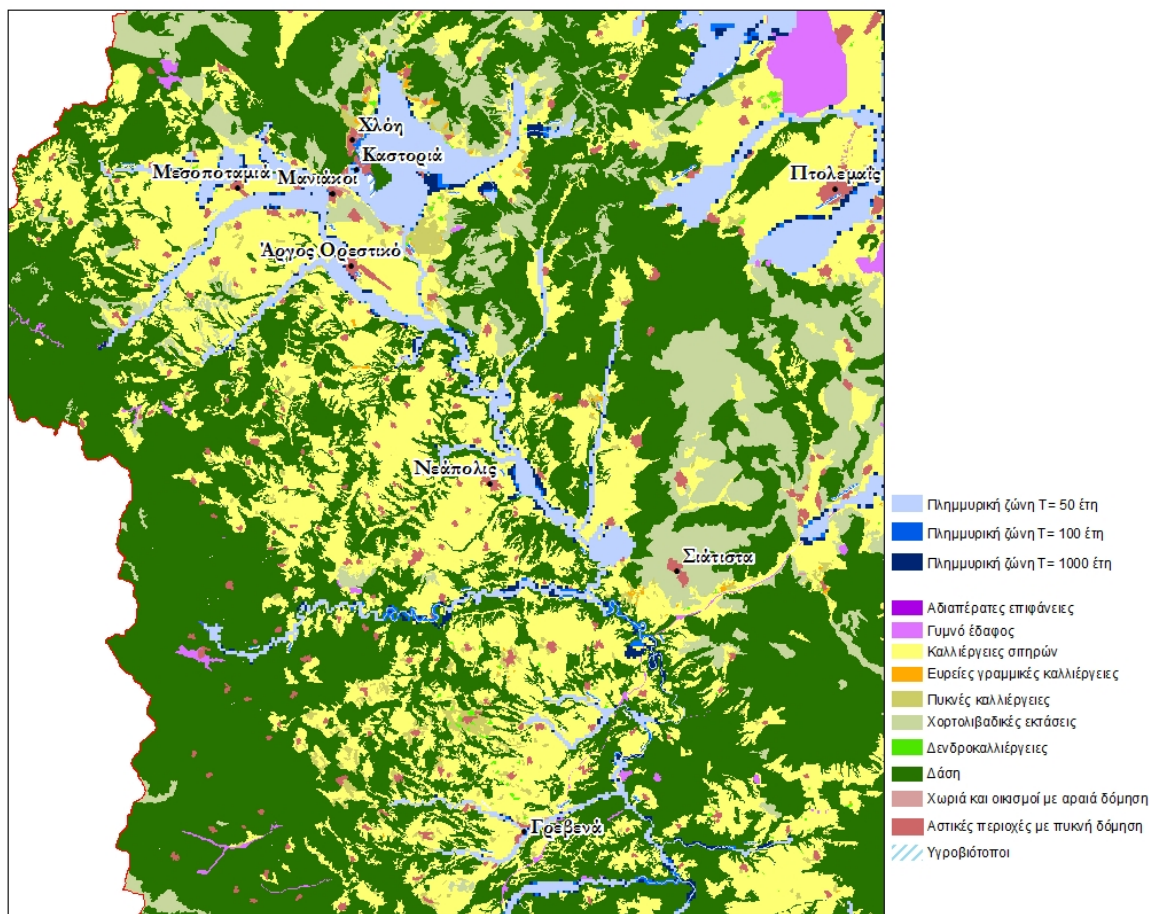
Το κομμάτι του ποταμού Αλιάκμονα που μελετήθηκε μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με ανάλυση πλέγματος 25x25 m<sup>2</sup> σε συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 174 808, με μήκος προσομοιωμένου κύριου ποταμού 70 856 km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (X, Y) του πλέον ανάντη σημείου του ποταμού ήταν (249365.58, 2489011.86) και του πλέον κατάντη (299965.58, 2439411.86). Το πλέον ανάντη σημείο του ποταμού καθορίστηκε ως σημείο εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, τα επιπλέον σημεία εισροής παραποτάμου όπως φαίνονται στον Πίνακα 4.6, και το πλέον κατάντη σημείο του ποταμού, καθώς και τα βόρειο-

δυτικά σημεία της περιοχής, ως σημεία πλημμυρικής εξόδου (outflows). Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning ορίσθηκαν στην τιμή 0.03 για την περιοχή της κοίτης και 0.12 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

**Πίνακας 4.6 : Πρόσθετα σημεία εισροής στη μοντελοποίηση του ποταμού Αλιάκμονα**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
246765.6	2488212	246565.6	2488212	246365.6	2488812	246765.6	2490612
247565.6	2475012	246565.6	2488412	246565.6	2489612	246765.6	2490812
246365.6	2488012	246565.6	2488612	246365.6	2488212	246965.6	2475612
246365.6	2488212	246365.6	2489012	246765.6	2488212	246965.6	2475612
246365.6	2488412	246765.6	2488412	246765.6	2488412	246365.6	2488012
246365.6	2488612	246765.6	2490812	246765.6	2488612	246965.6	2476212
246365.6	2488812	246565.6	2489412	246565.6	2487612	246965.6	2476412
247365.6	2476212	246565.6	2489612	246565.6	2488812	246965.6	2476612
247165.6	2476412	246565.6	2489812	246365.6	2488012	246965.6	2486612
246365.6	2489412	246365.6	2489012	246765.6	2489412	246965.6	2486812
246365.6	2489612	246765.6	2487012	246765.6	2489612	246965.6	2487012
246365.6	2489812	246365.6	2488412	246765.6	2489812	246965.6	2487212
246565.6	2488412	246765.6	2487012	246965.6	2486812	246965.6	2487412
246565.6	2489812	246765.6	2487212	246365.6	2489412	246965.6	2487612
246365.6	2488212	246765.6	2487412	246365.6	2488012		

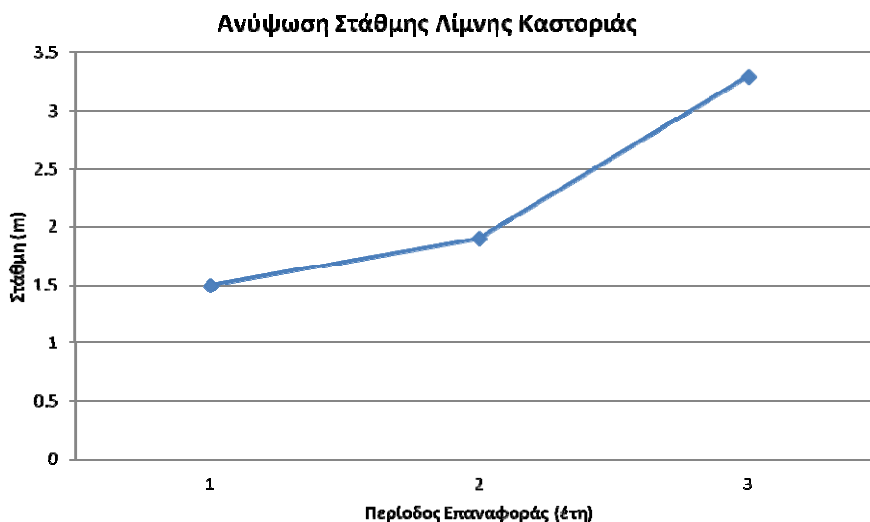
Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, αποτυπώνεται παρόμοια χωρική πλημμυρική κατάκλυση και για τις τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς 50 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 3.532, 15.243 και 29.942 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα), 100 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 4.827, 18.765 και 35.389 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) και 1000 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 10.625, 33.311 και 55.994 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) ετών. Ειδικότερα, η πλημμύρα περιορίζεται εκατέρωθεν της πλημμυρικής κοίτης, με εξαίρεση ένα σημείο προς τα κατάντη, όπου η πλημμύρα επεκτείνεται ανατολικά με αποτέλεσμα να κατακλύζεται ο οικισμός Μικρόκαστρο (Εικόνα 4.31). Ωστόσο όμοια αποτελέσματα προκύπτουν και για τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της πλημμύρας (βάθη, ταχύτητες).



Εικόνα 4.31 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Ποταμός Αλιάκμονας

### Λίμνη Καστοριάς

Η λίμνη της Καστοριάς συμπεριλαμβάνεται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Αλιάκμονα. Όσον αφορά τη στάθμη της λίμνης παρατηρείται αύξηση αυτής για κάθε περίοδο επαναφοράς. Συγκεκριμένα η στάθμη για T=50 αυξάνεται 1.5 m, για T=100 αυξάνεται 1.9 m και για T=1000 έτη υπάρχει αύξηση 3.3 m (Διάγραμμα 4.3).



**Διάγραμμα 4.3 : Ανύψωση της στάθμης της Λίμνης Καστοριάς για κάθε περίοδο επαναφοράς**

### Φράγμα Ιλαρίονα

Το φράγμα Ιλαρίονα μοντελοποιήθηκε στο FLO-2D με συνθήκες μη μόνιμης ροής. Ο συνολικός αριθμός υπολογιστικών κελιών του πλέγματος ήταν 288 768. Τα σημεία που καθορίστηκαν ως σημεία εισροής (inflow) των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού είναι στον Πίνακα 4.7. Οι συντελεστές τραχύτητας κατά Manning κυμαίνονταν από 0.03 έως 0.25 για την περιοχή του πλημμυρικού πεδίου βάσει των χρήσεων γης.

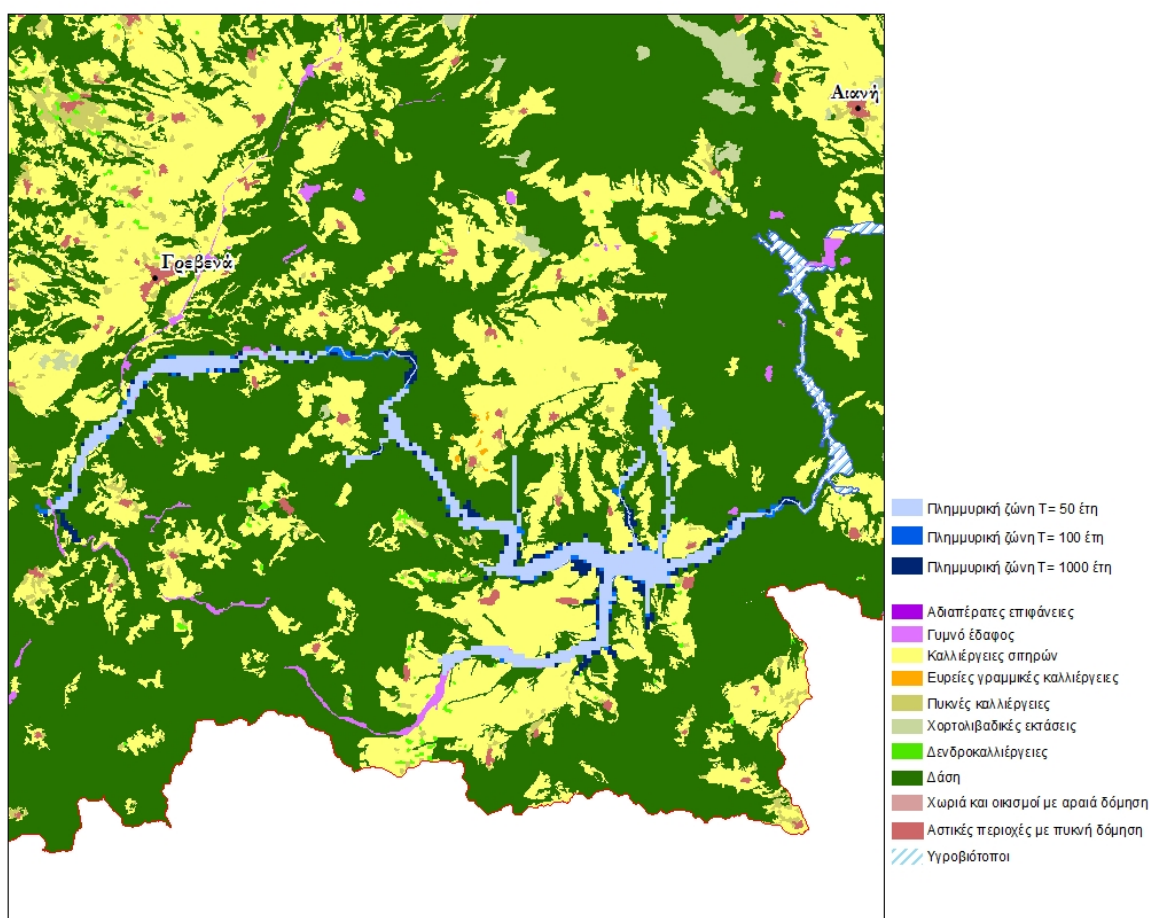
**Πίνακας 4.7 : Πρόσθετα σημεία εισροής στη μοντελοποίηση του ποταμού Αλιάκμονα**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
286175.3	2436407	294175.3	2421607	297975.3	2427607	303575.3	2427007
287575.3	2436207	294975.3	2421607	301575.3	2422207	303775.3	2431807
289575.3	2431607	296175.3	2426207	302175.3	2424407	304775.3	2426607
291975.3	2432607	297175.3	2426007	302175.3	2426407	304775.3	2433407
292175.3	2433007	297775.3	2431407	303175.3	2426807	304775.3	2433807

Με βάση τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, αποτυπώνεται όμοια πλημμυρική κατάκλυση για όλες τις περιόδους επαναφοράς 50 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 4.072, 19.945 και 45.360 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα), 100 (πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 5.820, 24.945 και 53.460 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) και 1000



(πλημμυρικός όγκος για το τυπικό, μέσο και ακραίο σενάριο 13.250, 43.606 και 76.628 hm<sup>3</sup>, αντίστοιχα) ετών. Συγκεκριμένα η πλημμυρική ροή φαίνεται να περιορίζεται εντός του ποταμού Αλιάκμονα με μικρή κατάκλυση εκατέρωθεν (Εικόνα 4.32). Η τεχνητή λίμνη του Ιλαρίονα έχει κατασκευαστεί για τη ρύθμιση της ροής του Αλιάκμονα αλλά και για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.



**Εικόνα 4.32 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης – Ποταμός Αλιάκμονας  
(Φράγμα Ιλαρίονα)**



## 5 Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας

Οι χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας συντάχθηκαν σε κλίμακα 1/25 000 με σύστημα αναφοράς το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87). Ως υπόβαθρο των χαρτών χρησιμοποιήθηκαν οι ορθοφωτοχάρτες της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.. Στους χάρτες απεικονίζονται τα μέγιστα βάθη και οι μέγιστες ταχύτητες των υδατορεμάτων για το μέσο πλημμυρικό σενάριο, για τις τρεις περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 έτη, καθώς και οι πλημμυρικές ζώνες για τα ευμενή και δυσμενή σενάρια όπου αυτά εξετάστηκαν. Απεικονίζονται επίσης, τα τεχνικά έργα σε κάθε υδατόρεμα, τα σημεία λήψης επιπρόσθετων διατομών και τα αναχώματα.

Η κατανομή των πινακίδων ακολουθεί τη φορά του ρέματος ώστε σε κάθε πινακίδα να περιλαμβάνεται όσο το δυνατόν περισσότερη χρήσιμη πληροφορία που αφορά στην πλημμυρική ζώνη και να μειώνεται η πληροφορία εκτός ζώνης. Επιχειρήθηκε επίσης η ορθή τοποθέτηση των ρεμάτων εντός της πινακίδας ώστε να αποφεύγεται η διακοπή των ρεμάτων σε κρίσιμα σημεία όπως διασταυρώσεις ρεμάτων. Γι' αυτό και επιλέχθηκε πολλές φορές η ύπαρξη αλληλοεπικάλυψης μεταξύ των πινακίδων ώστε να εξασφαλίζεται η συνέχεια της πληροφορίας σε κάθε πινακίδα και κάθε πινακίδα να παρουσιάζει μία σαφή και συνεκτική εικόνα της περιοχής που απεικονίζει. Ο κωδικός της κάθε πινακίδας διαμορφώνεται ως εξής :

- Υδατικό Διαμέρισμα (GR09)\_Παραδοτέο (P05)\_Χαρακτηρισμός χάρτη (DEPTH\_MAP ή VELOCITY\_MAP)\_Περίοδος επαναφοράς (T50, T100, T1000)\_Ζώνη δυνητικού κινδύνου (apsfr0001-apsfr0013)\_Αύξον αριθμός\_Π.χ.  
GR09\_P05\_DEPTH\_MAP\_T50\_apsfr0001\_1 ή  
GR09\_P05\_VELOCITY\_MAP\_T50\_apsfr0001\_1.

Για τις θαλάσσιες πλημμύρες η κωδικοποίηση των πινακίδων είναι :

- Υδατικό Διαμέρισμα (GR09)\_Παραδοτέο (P05)\_Χαρακτηρισμός χάρτη (DEPTH\_MAP)\_Περίοδος επαναφοράς (T50,T100,T1000)\_Ζώνη δυνητικού κινδύνου (apsfr0001-apsfr0013)\_Αύξον αριθμός\_Π.χ.  
GR09\_P05\_DEPTH\_MAP\_T50\_SeaFloods\_apsfr0001\_1.

Για κάθε ΖΔΥΚΠ, δημιουργήθηκαν έξι σειρές χαρτών: μια για κάθε περίοδο επαναφοράς (T=50, 100, 1000 έτη) για 2 θέματικά επίπεδα- Μέγιστες ταχύτητες πλημμύρας και Μέγιστα βάθη Πλημμύρας.

Συνολικά καταρτίστηκαν 324 χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας από ποτάμιες ροές για τα σενάρια που αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς T=50, 100 και 1.000 έτη, και 20 χάρτες για τις θαλάσσιες πλημμύρες (βάθη) που αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς T=50, 100.

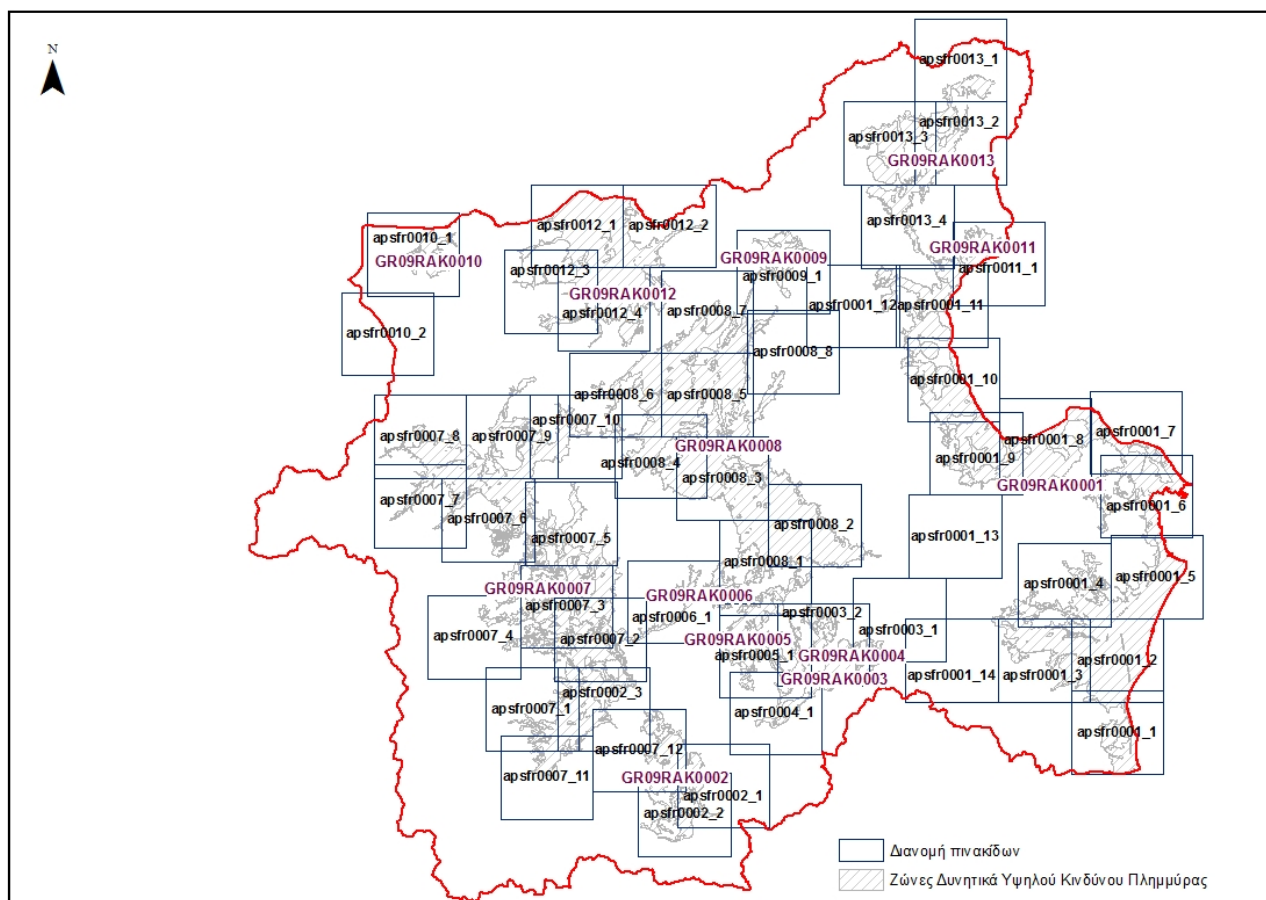
Το μέγιστο βάθος νερού για πλημμύρες από ποτάμιες ροές έχει παρασταθεί με κλίμακα μπλε χρώματος, σε πέντε (5) επίπεδα ως ακολούθως :

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

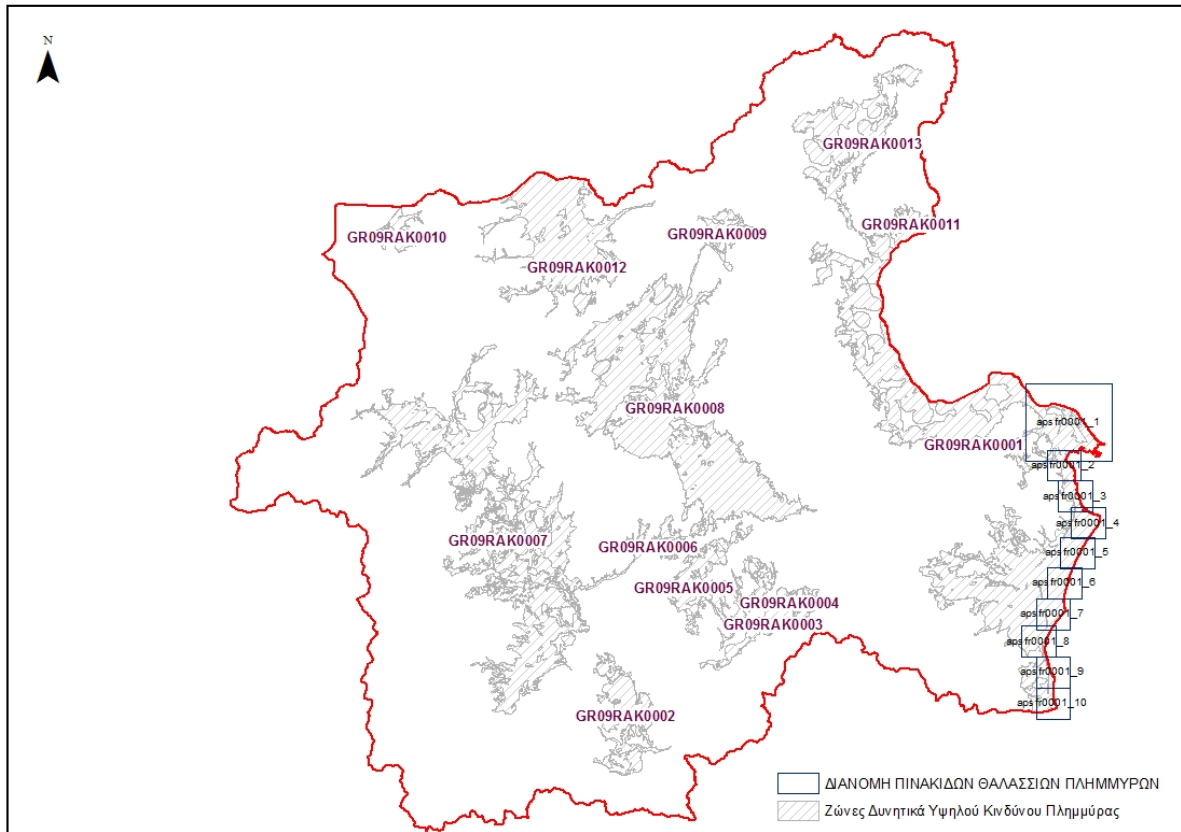
Η μέγιστη ταχύτητα ροής για πλημμύρες από ποτάμιες ροές έχει παρασταθεί με κλίμακα κόκκινου χρώματος, σε τέσσερα κατηγορίες :

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

### Διανομή πινακίδων χαρτών επικινδυνότητας



**Διανομή πινακίδων χαρτών επικινδυνότητας (θαλάσσιες πλημμύρες)**



## 6 Αναφορές

---

- Chow V. (1959), Open Channel Hydraulics, McELaw – Hill.
- Corine 2000 – Ireland (2004), Land Cover Update Report (ERA-Maptec Ltd).
- FLO-2D Software Inc., 2009. FLO-2D Reference User's manual, Arizona, USA.
- Dimitriadis, P., A. Tegos, A. Oikonomou, V. Pagana, A. Koukouvinos, N. Mamassis, D. Koutsoyiannis, and A. Efstratiadis, Comparative evaluation of 1D and quasi-2D hydraulic models based on benchmark and real-world applications for uncertainty assessment in flood mapping, Journal of Hydrology, 534, 478–492, doi : 10.1016 / j.jhydrol.2016.01.020, 2016.
- Oikonomou, A., *Investigation of hydraulic simulation software function in the evolution of flood plains. Apply to a study area located at Thessaly*, Postgraduate Thesis, 99 pages, Department of Water Resources and Environmental Engineering – National Technical University of Athens, Athens, June 2013.
- Yan Huang (2005) Appropriate modeling for inteELated flood risk assessment, PhD Dissertation University of Twente.
- ΕΓΥ (2012), Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας.
- Κουτσογιάννης Δ., Ξανθόπουλος Θ. (1999), Τεχνική Υδρολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Τσακίρης Γ. (1995), Υδατικοί Πόροι: Τεχνική Υδρολογία, Εκδόσεις Συμμετρία.
- ΗΛΙΑΣ ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ : “Πως αντιμετωπίζονται οι κίνδυνοι από τις πλημμύρες”, στο περιοδικό “Οικονομικός Ταχυδρόμος”, Δεκέμβριος 2002.

## **7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (Ι) - Σημεία Ενδιαφέροντος / Χρόνοι Άφιξης και Παραμονής Πλημμύρας**



## 8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΙΙ) - Κατάλογος Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας

---

## 9 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΙΙΙ) - Υδρογραφήματα

---

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ** : *Ο κωδικός της χώρας "GR" αντικαθίσταται πλέον με τον κωδικό "EL".*



ΕΙΔΙΚΗ  
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ  
ΥΔΑΤΩΝ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
& ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ειδική Γραμματεία Υδάτων,  
Αμαλιάδος 17, 4ος όροφος  
115 23 Αθήνα  
Τηλ: 210 6475101  
Φαξ: 210 699 4357  
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: [info.egy@prv.ypeka.gr](mailto:info.egy@prv.ypeka.gr)



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ταμείο Συνοχής



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης