



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

- 1. Αναγκαιότητα
- 2. Θεσμικό Πλαίσιο
- 3. Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας
- 4. Κατάρτιση και χαρτών κινδύνου πλημμύρας
- 5. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
- 6. ΣΔΚΠ - Στόχοι
- 7. ΣΔΚΠ-Μέτρα
- 8. Παραδείγματα Μέτρων

Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

Αναγκαιότητα

Θεσμικό Πλαίσιο

Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας

Κατάρτιση χαρτών κινδύνου πλημμύρας

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας

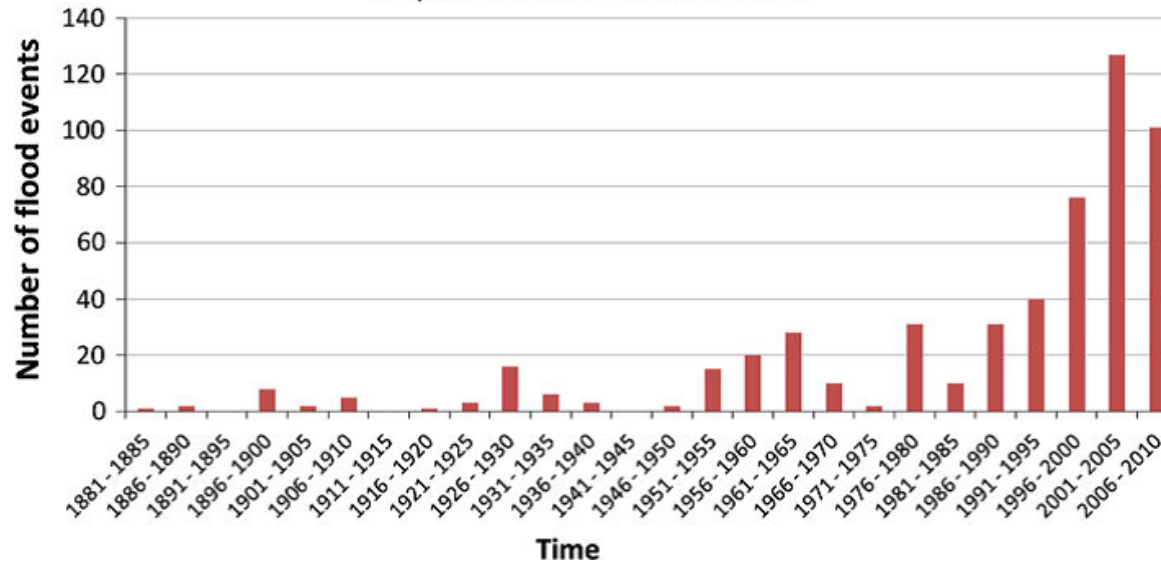
ΣΔΚΠ - Στόχοι

ΣΔΚΠ-Μέτρα

Παραδείγματα Μέτρων

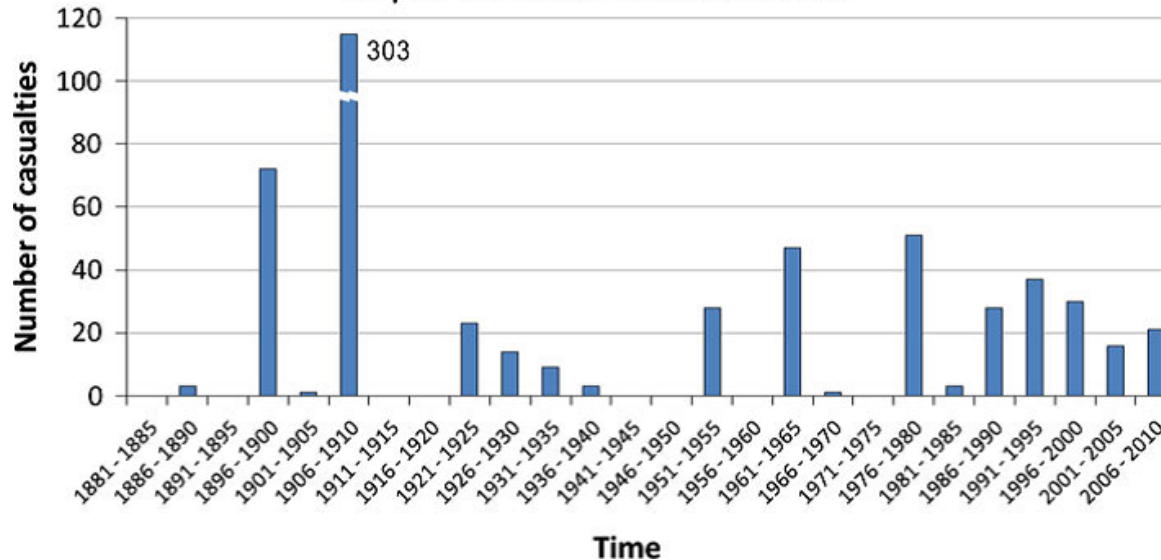
Αναγκαιότητα

Temporal distribution of flood events



Χρονική κατανομή πλημμυρικών επεισοδίων και ανθρώπινες απώλειες λόγω πλημμυρών μεταξύ 1881 και 2010 (Diakakis et al., 2012)

Temporal distribution of flood casualties



Πηγή:
Diakakis, M., Mavroulis, S. and Deligiannakis, G., 2012. Floods in Greece, a statistical and spatial approach. *Natural Hazards*, 62, 485-500.



Αναγκαιότητα

Επιπτώσεις

Ελλάδα

Παρά τις εντυπώσεις, οι πλημμύρες των τελευταίων 40 ετών έχουν προκαλέσει πολύ περισσότερα θύματα σε ανθρώπινες ζωές από ότι οι σεισμοί στο ίδιο διάστημα. Οι συγκρίσεις σε ότι αφορά την καταστροφή περιουσιών και υποδομών δεν είναι δυνατές λόγω απουσίας στατιστικών στοιχείων

Απώλειες σε ανθρώπινες ζωές τα τελευταία 120 χρόνια

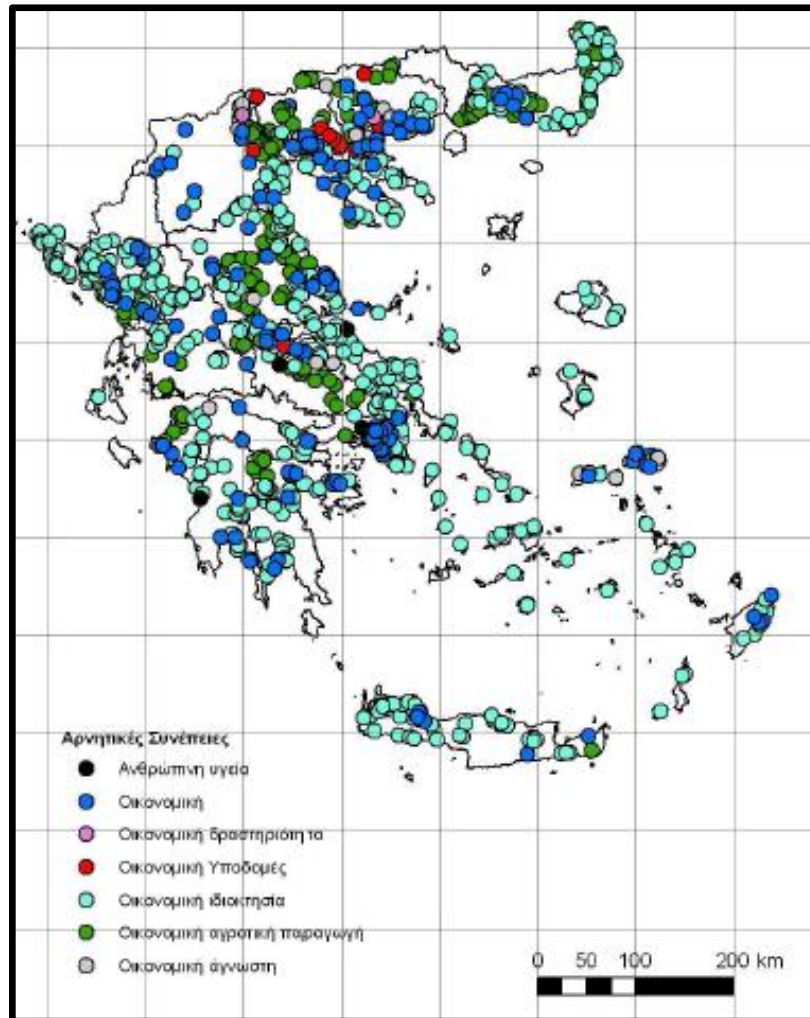
Ημερομηνία	Περιοχή	Νεκροί	Ημερομηνία	Περιοχή	Νεκροί
10/1887	Αθήνα	1	11/1979	Θεσσαλονίκη	4
11/1896	Αθήνα	21	11/1979	Πελοπόννησος	1
11/1896	Πειραιάς	40	10/1980	Αθήνα	1
11/1924	Καλαμάτα	15	11/1985	Λάρισα	2
11/1925	Αθήνα	8	10/1989	Αθήνα	7
10/1930	Αθήνα	2	8/1990	Εύβοια	5
10/1933	Αθήνα	1	10/1990	Πελοπόννησος	1
10/1933	Πειραιάς	2	1/1991	Αθήνα	1
11/1934	Πειραιάς	6	11/1992	Καβάλα	4
11/1936	Πειραιάς	2	10/1994	Ρόδος	4
10/1938	Αθήνα	1	11/1994	Αθήνα	9
11/1961	Αθήνα	40	12/2001	Πάτρα	2
11/1977	Αθήνα	21	2/2003	Πρέβεζα	2
11/1977	Πειραιάς	17			
		Σύνολο: 220			Σύνολο Αθήνας-Πειραιά: 180

Σύμφωνα με την βάση δεδομένων EM-DAT, την περίοδο 1900–2017, παρατηρήθηκαν στην Ελλάδα 26 μεγάλες πλημμύρες στις οποίες έχασαν τη ζωή τους 113 άνθρωποι, επηρεάστηκαν 23.000 άνθρωποι και το συνολικό κόστος των ζημιών ανήλθε σε \$2.0 billion



Αναγκαιότητα

Ειδική Γραμματεία Υδάτων - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2012.
Εφαρμογή Οδηγίας 2007/60/ΕΚ. Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας

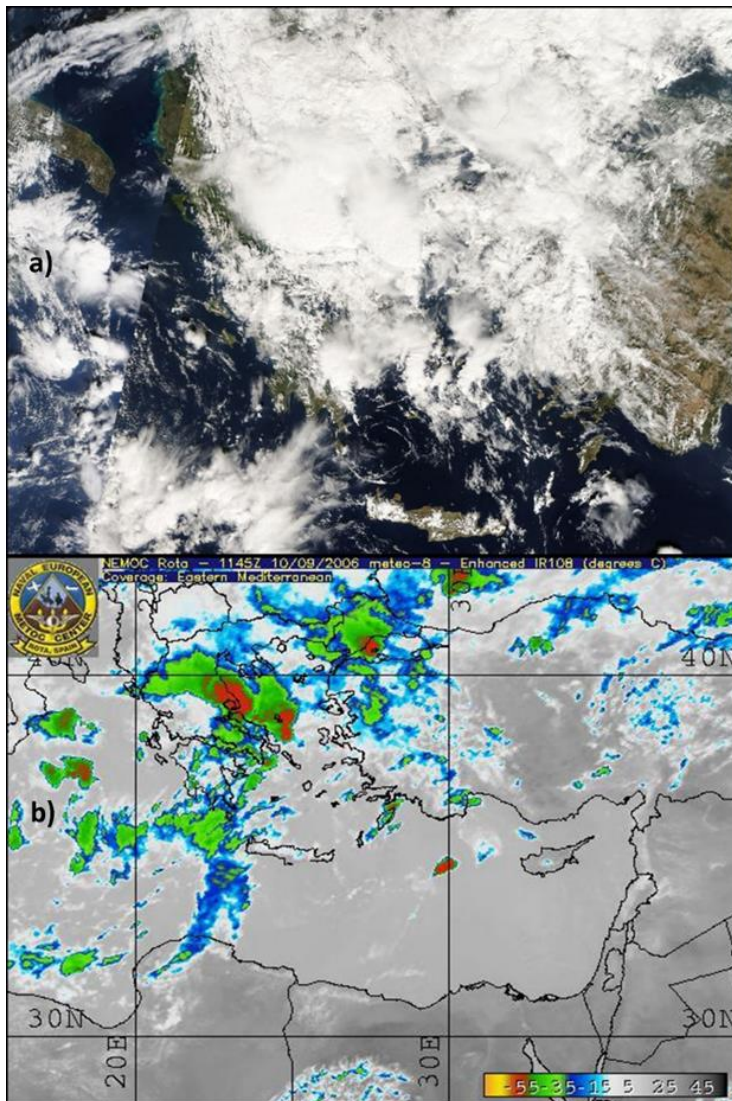


Κατηγορίες ανά Τύπο
Καταστροφής

Πηγή: ΕΓΥ – ΥΠΕΚΑ, 2012

Αναγκαιότητα

Πλημμυρικό Γεγονός – 9 Οκτωβρίου 2006, Βόλος



Time (Eastern European Summer Time / UTC/GMT +3 hours)	Time interval	Total time	Total rainfall (mm)	Rainfall intensity (mm)
9:18:02	0	0	0.20	0.20
10:18:23	1:00:21	1:00:21	27.07	26.87
11:18:12	0:59:49	2:00:10	45.05	17.98
12:18:25	1:00:13	3:00:23	69.08	24.04
13:18:27	1:00:02	4:00:25	96.15	27.07
14:19:28	1:01:01	5:01:26	118.98	22.83
15:18:43	0:59:15	6:00:41	150.49	31.51
16:19:03	1:00:20	7:01:00	174.73	24.24
17:18:52	0:59:49	8:00:50	186.85	12.12
18:28:30	1:09:39	9:10:28	191.90	5.05
19:25:33	0:57:03	10:07:31	193.11	1.21
20:19:04	0:53:31	11:01:02	200.59	7.47
21:20:08	1:01:04	12:02:06	210.08	9.49
21:42:05	0:21:57	12:24:03	211.29	1.21

Αναγκαιότητα

Πλημμυρικό Γεγονός – 9 Οκτωβρίου 2006, Βόλος



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

Αναγκαιότητα

Θεσμικό Πλαίσιο

Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας

Κατάρτιση χαρτών κινδύνου πλημμύρας

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας

ΣΔΚΠ - Στόχοι

ΣΔΚΠ-Μέτρα

Παραδείγματα Μέτρων

Θεσμικό Πλαίσιο

- **Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο 2007/60/ΕΚ** αποσκοπεί στη θέσπιση για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας με στόχο τη μείωση των αρνητικών συνεπειών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες.
- **Σύμφωνα με την Οδηγία τα Κράτη Μέλη** θα πρέπει να προβούν στις ακόλουθες δράσεις:
 - Προκαταρκτική αξιολόγηση κινδύνου πλημμύρας για κάθε Περιοχή Λεκάνης Απορροής Ποταμού (ΠΛΑΠ)
 - Κατάρτιση χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας και χαρτών κινδύνων πλημμύρας
 - Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) σε επίπεδο ΠΛΑΠ
- **Εφαρμογή της Οδηγίας στην Ελλάδα.** Ολοκλήρωση της διαδικασίας εφαρμογής της Οδηγίας για όλες της ΠΛΑΠ μέχρι το τέλος 2017.

Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

- Αναγκαιότητα
- Θεσμικό Πλαίσιο
- Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας**
- Κατάρτιση χαρτών κινδύνου πλημμύρας
- Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
- ΣΔΚΠ - Στόχοι
- ΣΔΚΠ-Μέτρα
- Παραδείγματα Μέτρων

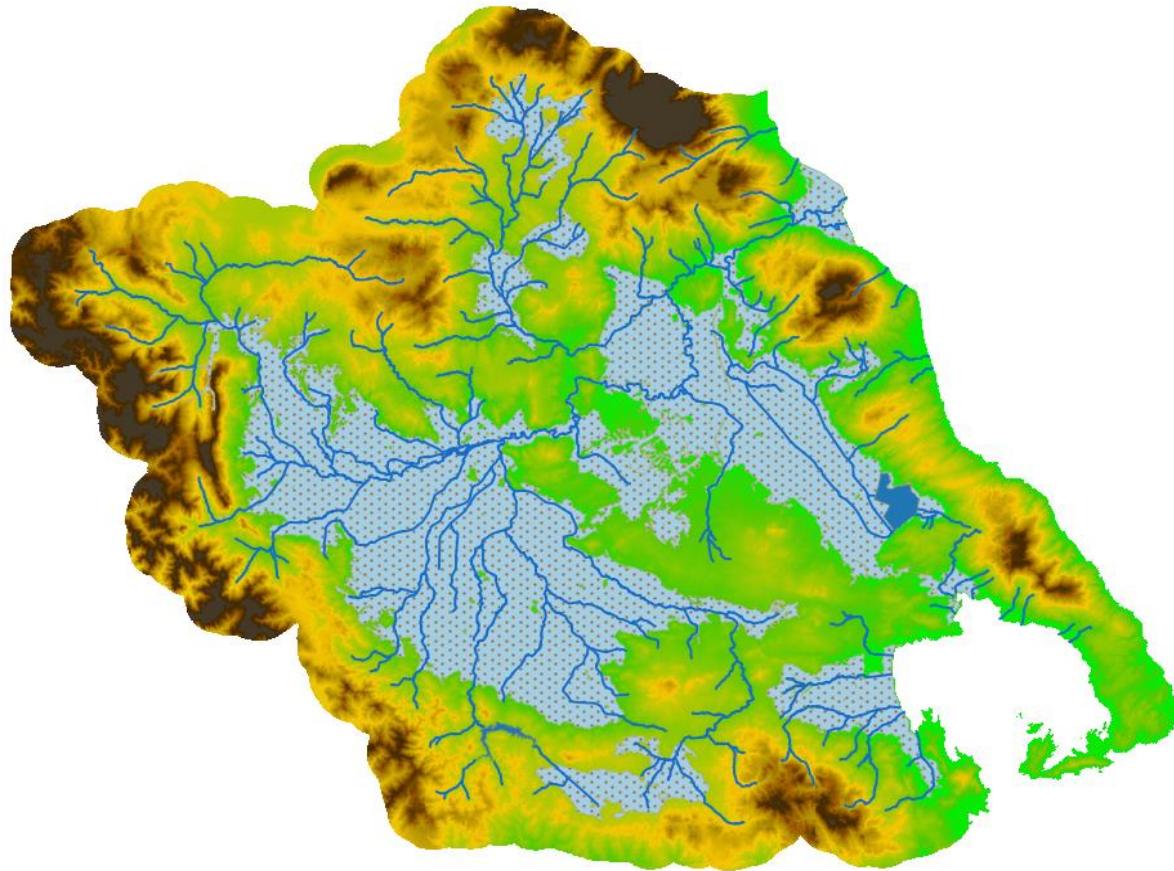
Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας

- ❑ Καταγραφή ιστορικών και επιλογή σημαντικών ιστορικών πλημμυρών (που προκαλούνται από πλημμύρες υδατορευμάτων)
- ❑ Προσδιορισμός Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας
 - Περιοχές όπου είναι δυνατόν να σημειωθεί πλημμύρα
 - ❑ Σε θέσεις προσχωματικών αποθέσεων
 - ❑ Σε έδαφος με κλίση $< 2\%$
 - Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας-Γεωγραφική Τομή:
 - ❑ Περιοχών με δυνητικά σημαντικές συνέπειες από μελλοντικές πλημμύρες
 - ❑ Περιοχών που είναι πιθανό να σημειωθεί πλημμύρα
- ❑ Πλημμύρες από ανύψωση μέσης στάθμης θάλασσας (αύξηση στάθμης $> 1 \text{ m}$)
 - Παράκτιες αστικές περιοχές έχουν προστασία από κυματισμούς $0,8-1,0 \text{ m}$ πάνω από την ΜΣΘ
 - Οι αρδευτικές χρήσεις βρίσκονται κατά κανόνα $0,7-1,0 \text{ m}$ πάνω από την ΜΣΘ
 - Οι βιότοποι βρίσκονται περί την ΜΣΘ αλλά υφίστανται περιοδικές πλημμύρες



Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας

Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ)



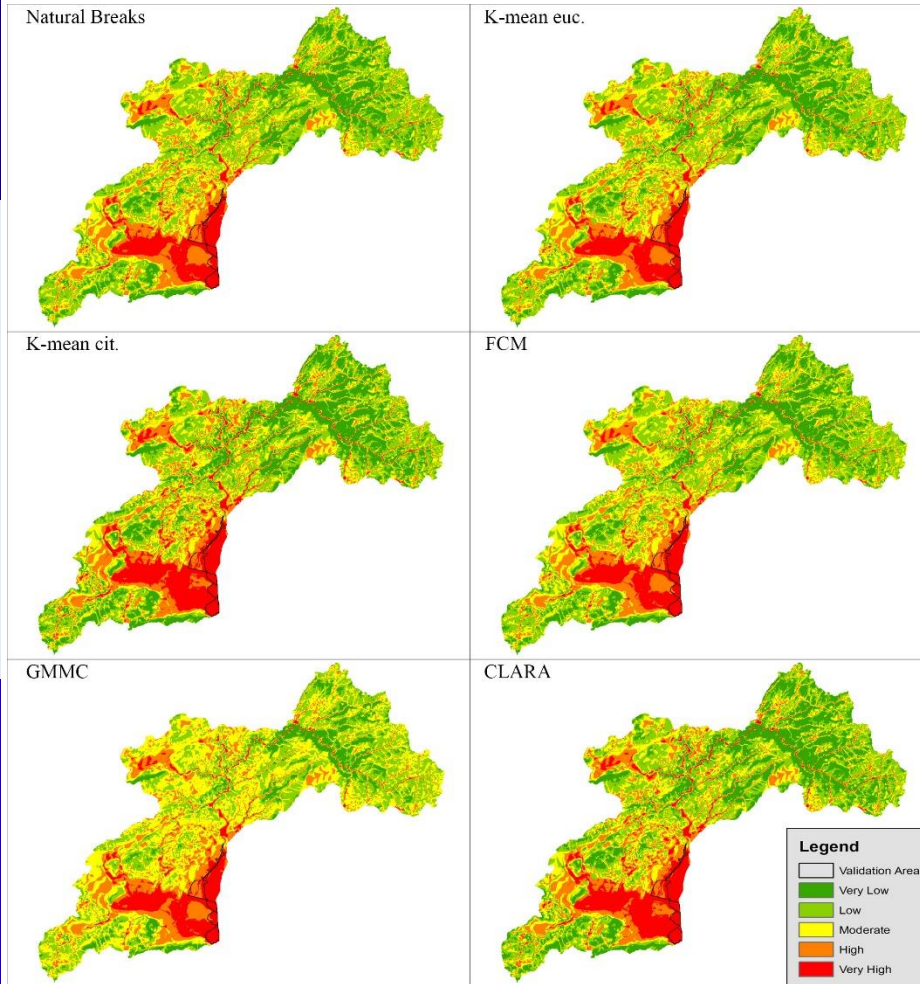
Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)

- Χρήση Multi-Criteria Analysis και GIS για τον προσδιορισμό Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας
- Χρήση γεωμορφολογικών και τοπογραφικών δεικτών και δεικτών χρήσης γης
- Χρήση διαφορετικών μεθόδων Clustering για την ταξινόμηση των περιοχών σε πέντε κατηγορίες (πολύ υψηλού – πολύ μικρού κινδύνου)
- Ανάπτυξη και εφαρμογή στην λεκάνη απορροής του χειμάρρου Ξηριά (Βόλος)

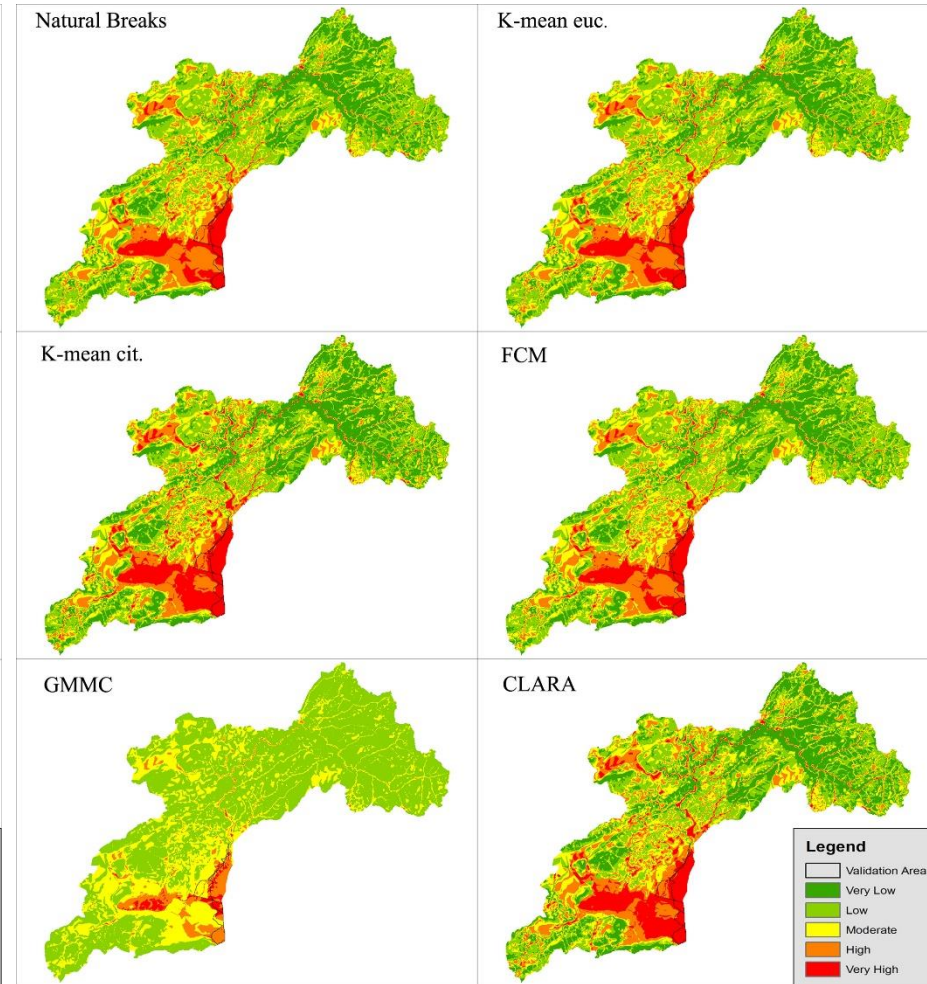


Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)

AHP - Group of Experts



FAHP - Group of Experts



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

- Αναγκαιότητα
- Θεσμικό Πλαίσιο
- Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας
- Κατάρτιση χαρτών κινδύνου πλημμύρας**
- Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
- ΣΔΚΠ - Στόχοι
- ΣΔΚΠ-Μέτρα
- Παραδείγματα Μέτρων

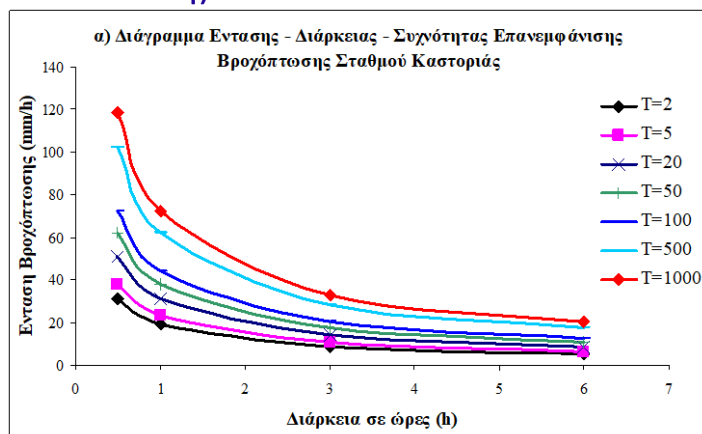
Κατάρτιση χαρτών κινδύνου πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)

- Με την δημιουργία των χαρτών πλημμυρικού κινδύνου και επικινδυνότητας μπορούν να αναδειχθούν οι ενδεχόμενες αρνητικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες. Σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για τις πλημμύρες (ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ) οφείλεται να διερευνηθούν σενάρια με πλημμύρες χαμηλής, μέσης και υψηλής πιθανότητας (πχ: T = 50, 100, 1000 χρόνων).
- **Μεθοδολογικό πλαίσιο προσομοίωσης πλημμυρών:**
 - Ανάλυση μεμονωμένου υδρολογικού γεγονότος με την χρήση των εξής βασικών στοιχείων:
 - (α) Δημιουργία συνθετικών βροχοπτώσεων
 - (β) Μοντέλο βροχής απορροής και
 - (γ) Μοντέλο υδραυλικής προσομοίωσης 2D
 - **Βασικές υποθέσεις:** Ο πλημμυρικός κίνδυνος καθορίζεται από την περίοδο επαναφοράς της βροχόπτωσης (δηλαδή, $T_{rain}=T_{flood}$).
 - **Τελικό αποτέλεσμα:** Χάρτες κινδύνου πλημμύρας (ένας για κάθε περίοδο επαναφοράς) που αντιστοιχούν στο σενάριο πλημμύρας μέσης πιθανότητας καθώς και τα όρια αβεβαιότητας (άνω και κάτω όριο).



Μεθοδολογικό πλαίσιο προσομοίωσης πλημμυρών:

- Ανάλυση μεμονωμένου υδρολογικού γεγονότος με την χρήση των εξής βασικών στοιχείων:
 - (α) Δημιουργία συνθετικών βροχοπτώσεων
 - Χρήση των όμβριων καμπυλών (Intensity-Duration-Frequency, IDF, curves). Συνδέουν την ένταση της βροχής, τη διάρκεια και την περίοδο επαναφοράς. Οι όμβριες καμπύλες αναφέρονται στην κλίμακα της κάθε υπολεκάνης και έχουν αναπτυχθεί μέσω στατιστικής/πιθανοθεωρητικής ανάλυσης μετρήσεων βροχόπτωσης (Koutsoyiannis, 2004; Papalexiou & Koutsoyiannis, 2013).
 - Δημιουργία του συνθετικού υετογραφήματος της καταιγίδας σχεδιασμού γίνεται από τις όμβριες καμπύλες με τη μέθοδο των Εναλλασσόμενων Υψών Βροχόπτωσης (Alternating Block Method, ABM) και τη μέθοδο του Δυσμενέστερου Σχεδιασμού (για T=1000 έτη).

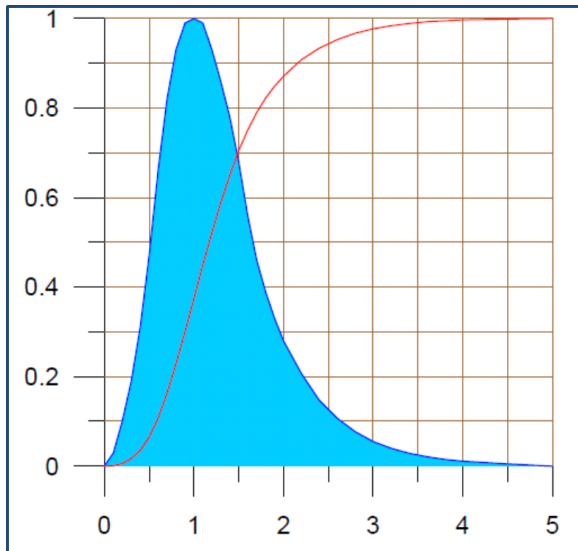


$$i = \frac{kT^\alpha}{(D + b)^m}$$

Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)

Μεθοδολογικό πλαίσιο προσομοίωσης πλημμυρών:

- Ανάλυση μεμονωμένου υδρολογικού γεγονότος με την χρήση των εξής βασικών στοιχείων:
 - (β) Μοντέλο βροχής απορροής και
 - Υδρολογική Προσομοίωση για κάθε υπολεκάνη με το μοντέλο HEC-HMS (και η μέθοδος της U.S. Soil Conservation Service (SCS)-CN)
 - Εκτίμηση του υδρογραφήματος πλημμύρας για κάθε περίοδο επαναφοράς. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Clark για την εκτίμηση του Στιγμιαίου Μοναδιαίου Υδρογραφήματος ή κάποια άλλη μέθοδος Συνθετικού Μοναδιαίου Υδρογραφήματος (π.χ. Sierra Nevada, Snyder).



$$Q_d = Q / Q_p$$

όπου:

Q_d = αδιάστατη παροχή

Q_p = παροχή αιχμής (m^3/s)

$$t_d = t / t_p$$

όπου:

t_d = αδιάστατος χρόνος

t_p = χρόνος αιχμής (h)

$$Q_p = 0.75 * A * P_e / 3600 * t_p$$

$$t_L = 0.756 * c_t * (L * L_m)^{0.3}$$

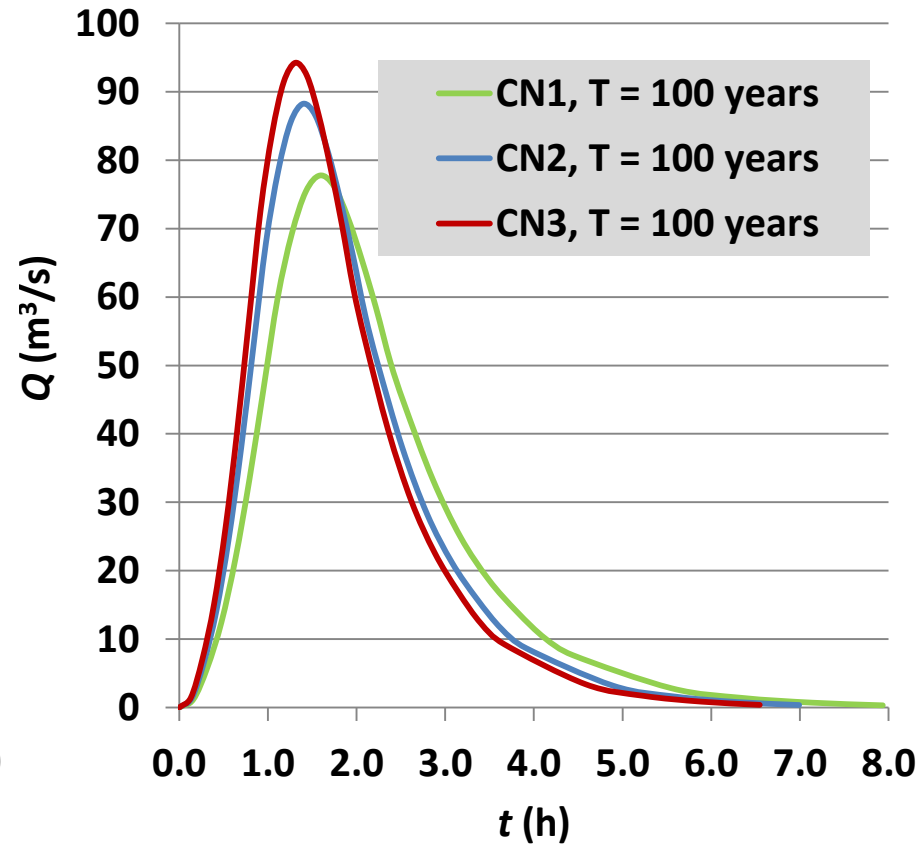
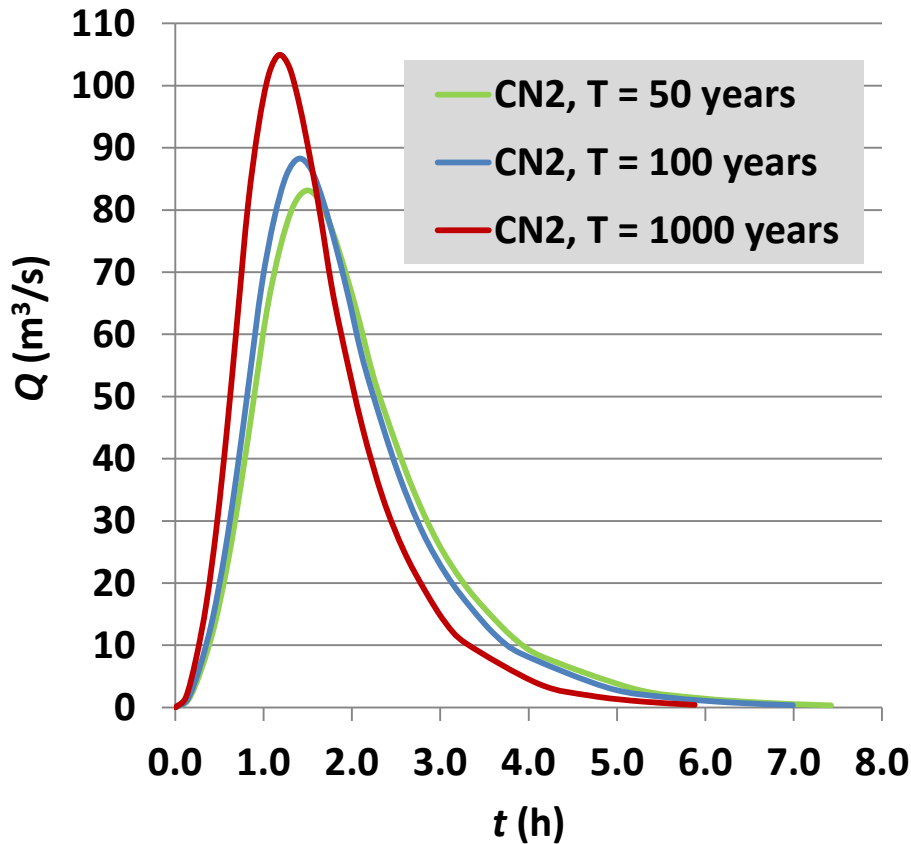
$$t_p = t_L + t_o / 2$$

Μεθοδολογικό πλαίσιο προσομοίωσης πλημμυρών:

- Ανάλυση μεμονωμένου υδρολογικού γεγονότος με την χρήση των εξής βασικών στοιχείων:
 - Χρησιμοποιείται η μέθοδος **SCS-CN** για την εκτίμηση της **καθαρής βροχόπτωσης**, θεωρώντας **τρία υδρολογικά σενάρια** για κάθε **περίοδο επαναφοράς**. Τα **σενάρια** καθορίζονται συνδυάζοντας **τρία (3) σενάρια** συνθηκών πρότερης εδαφικής υγρασίας (δηλ., ξηρό-CNI, μέσο-CNII, υγρό-CNIII) (AMC), τα οποία διαμορφώνουν διαφορετικά σενάρια υδρολογικών απωλειών και εντάσεων βροχόπτωσης/υετογραφήματος. Οι αρχικές εντάσεις βροχόπτωσης εκτιμούνται από τις όμβριες καμπύλες και τα Διαστήματα Εμπιστοσύνης (Δ.Ε.) 80%, τα οποία αποτελούν μέτρο της αβεβαιότητας της βροχόπτωσης.
 - Το Δ.Ε. κατώτερο 20% αντιστοιχίζεται με το CNI, το διάμεσο (50%) αντιστοιχίζεται με το CNII και το ανώτερο 80% αντιστοιχίζεται με το CNIII, έτσι αναπαρίσταται η συνδυασμένη αβεβαιότητα λόγω της εκτιμημένης βροχόπτωσης και της πρότερης εδαφικής υγρασίας, η οποία στην πραγματικότητα είναι τυχαία μεταβλητή (Efstratiadis et al., 2014).
- Οι εισροές στο δίκτυο υδατορευμάτων είναι τα υδρογραφήματα που εκτιμώνται στην κάθε υπολεκάνη.
- Εφαρμόζεται το αδιάστατο Συνθετικό Μοναδιαίο Υδρογράφημα (dimensionless synthetic unit hydrograph - SUH) της SCS, η οποία χρησιμοποιεί ως δεδομένο εισόδου τον χρόνο συγκέντρωσης της απορροής, t_c , για κάθε υπολεκάνη.
 - Λαμβάνεται υπόψη η εξάρτηση της ταχύτητας ροής με την παροχή θεωρώντας το χρόνο συγκέντρωσης αντίστροφη συνάρτηση της βροχόπτωσης.

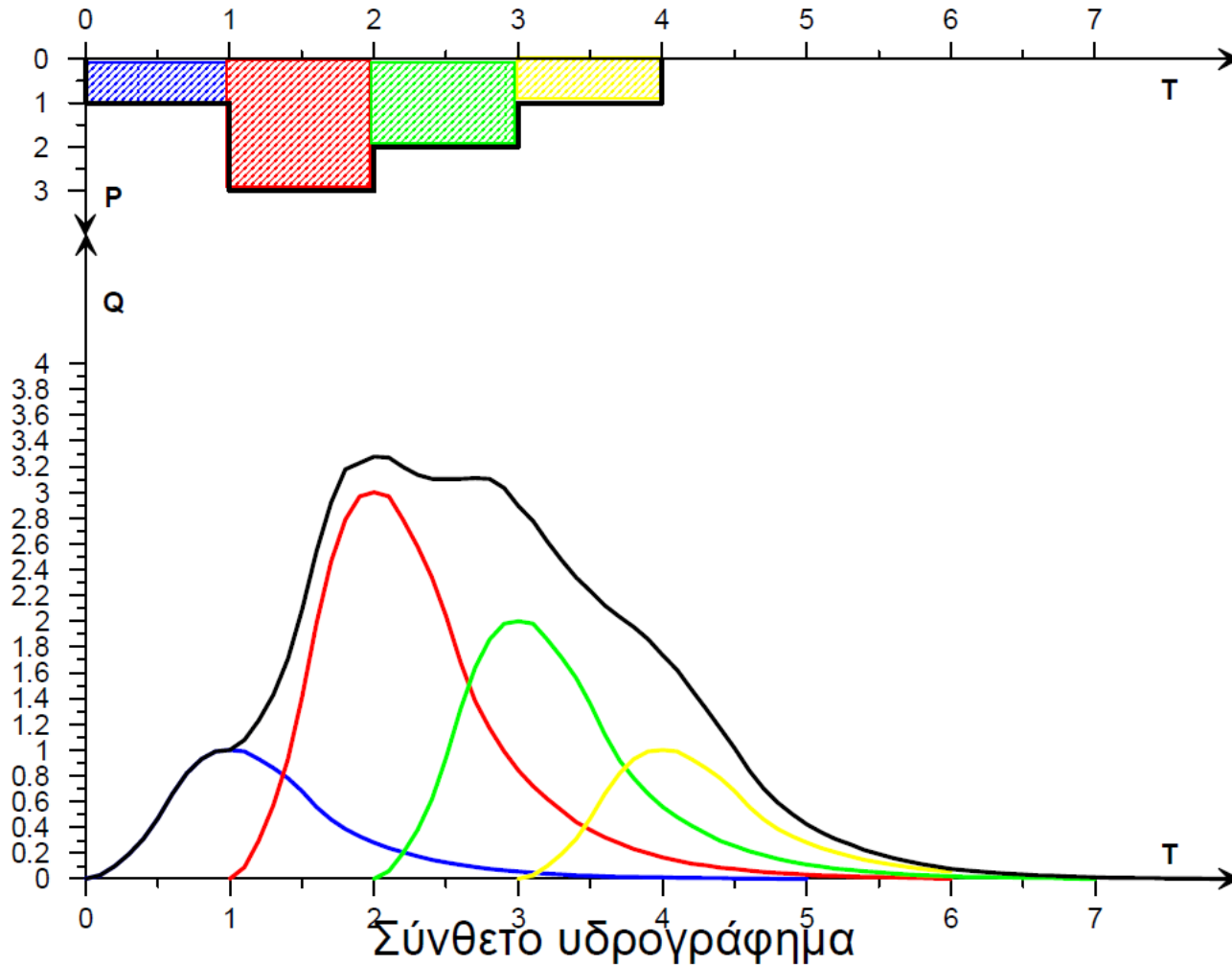
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)

Προσαρμογές του μοναδιαίου υδρογραφήματος για διαφορετικές περιόδους επαναφοράς (αριστερά) και διαφορετικές τιμές CN, σε σχέση με τα διαφορετικά υδρολογικά σενάρια (δεξιά).



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)

Μεθοδολογικό πλαίσιο προσομοίωσης πλημμυρών:



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)

Μεθοδολογικό πλαίσιο προσομοίωσης πλημμυρών:

- Ανάλυση μεμονωμένου υδρολογικού γεγονότος με την χρήση των εξής βασικών στοιχείων:

(γ) Η προσομοίωση/διόδευση του πλημμυρικού υδρογραφήματος που εκτιμάται για κάθε υπολεκάνη γίνεται διαμέσου του υδρογραφικού δικτύου με το μοντέλο υδραυλικής προσομοίωσης 2D HEC-RAS (2D), το οποίο επιλύει τις μη-γραμμικές διαφορικές εξισώσεις κίνησης της ροής (δηλαδή, α) την αρχή διατήρησης της μάζας και β) την αρχή της διατήρησης της γραμμικής ορμής) και την εξίσωση Manning $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_f^{1/2}$.



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής) – Αστικό Περιβάλλον

- Το βασικότερο **πρόβλημα** στην προσομοίωση της πλημμυρικής ροής σε **αστικό περιβάλλον** είναι ο **τρόπος αναπαράστασης των κτιρίων και οικοδομικών τετραγώνων**
- **Μεθοδολογικό πλαίσιο προσομοίωσης:**
 - Οι κύριοι τρόποι αναπαράστασης των κτιρίων και με βάση τη σχετική βιβλιογραφία είναι οι εξής:
 - (α) το κάθε κελί του υπολογιστικού πλέγματος που βρίσκεται εντός των ορίων του εκάστοτε κτιρίου ορίζεται στο αριθμητικό μοντέλο ως στερεό όριο ή αυξάνεται τοπικά το υψόμετρο του εδάφους. Και στις δύο περιπτώσεις τα κτίρια είναι αδιαπέραστα
 - (β) στο κάθε κελί του υπολογιστικού πλέγματος που βρίσκεται εντός των ορίων του εκάστοτε κτιρίου ορίζεται στο αριθμητικό μοντέλο το ποσοστό συμμετοχής της πλημμύρας στο κάθε κελί ή block κτιρίου.
 - (γ) στο κάθε κελί του υπολογιστικού πλέγματος που βρίσκεται εντός των ορίων του εκάστοτε κτιρίου αυξάνονται τοπικά οι τριβές πυθμένα.
 - Ο πρώτος τρόπος της **τοπικής αύξησης του υψομέτρου εδάφους** χρησιμοποιήθηκε στην προσομοίωση των πλημμυρών σε αστικό περιβάλλον με βάση το κριτήριο των παραμέτρων του μοντέλου, τον υπολογιστικό χρόνο και την κλίμακα των προσομοιώσεων. Επιπλέον έγινε **προσαρμογή του συντελεστή τραχύτητας** για την αποφυγή υπερβολικής αύξησης βάθους νερού στα αστικά τμήματα λόγω της εμπόδισης της ροής μέσω των πολεοδομικών τετράγωνων.
 - **Υδραυλική επίλυση** με τη μέθοδο της κεντρικής διαφοράς για τη διακριτοποίηση του όρου των κλίσεων πυθμένα.



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)-

Υδραυλική Προσομοίωση υδατορευμάτων

Για κάθε υδατόρευμα εισάγονται ή/και δημιουργούνται στο διδιάστατο μοντέλο HEC-RAS τα παρακάτω δεδομένα:

- ❑ Δημιουργία **Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους** (GRID) για την ευρύτερη περιοχή κάθε κλάδου του υδατορεύματος/χειμάρρου/ποταμού ξεχωριστά
- ❑ Ψηφιοποίηση της κοίτης και των οχθών κάθε κλάδου του υδατορεύματος/χειμάρρου/ποταμού ξεχωριστά
- ❑ Ψηφιοποίηση και δημιουργία έκτασης υδραυλικής προσομοίωσης (2-D flow area)
- ❑ Ψηφιοποίηση και δημιουργία διανυσματικών αρχείων πολυγωνικής μορφής για τον συντελεστή Manning
- ❑ Ψηφιοποίηση και εισαγωγή διανυσματικών αρχείων πολεοδομικών τετραγώνων μόνο για υδατορεύματα με σημαντικές αστικές περιοχές
- ❑ Ψηφιοποίηση και εισαγωγή αναχωμάτων (levees) και των τεχνικών έργων από τοπογραφικές αποτυπώσεις ή υφιστάμενες μελέτες
- ❑ Μέγεθος πεπερασμένων στοιχείων για την ανάλυση (mesh generation)
- ❑ Οριακές συνθήκες στα ανάντη (υδρογραφήματα εισόδου) και στα κατόντη (ομοιόμορφο βάθος, κλπ.)
- ❑ Ενδιάμεσες θέσεις εισροών σε θέσεις συμβολών ή κόμβων του υδρολογικού ομοιώματος
- ❑ Οριακή συνθήκη εκβολής (εκβολή στη θάλασσα)
- ❑ Χρονική διάρκεια επίλυσης, Χρονικό βήμα επίλυσης, Χρονικό βήμα εξαγωγής αποτελεσμάτων
- ❑ Αρχική και τελική χρονική στιγμή επίλυσης



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)-

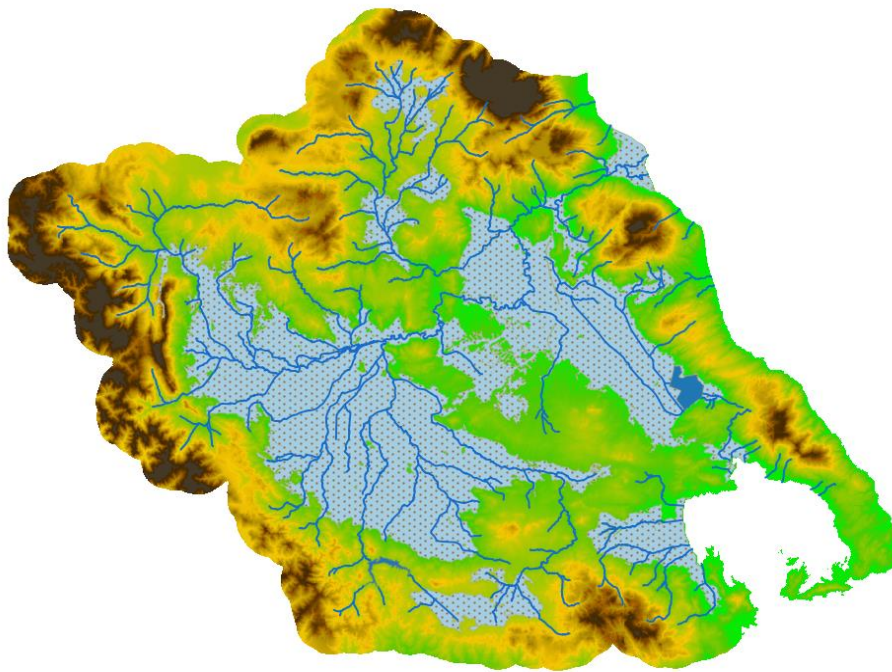
Υδραυλική Προσομοίωση υδατορευμάτων

- ❑ Για **αστικές χρήσεις γης κατά Corine 2000 με μικρή έκταση** γίνεται προσαρμογή του συντελεστή τραχύτητας για την εκάστοτε περιοχή μελέτης. Επομένως, δίνεται ένας σταθμισμένος συντελεστής αντιπροσωπευτικός της αστικής περιοχής. (Ενδεικτική τιμή Manning's $n = 0.030-0.040$).
- ❑ Για **υδατορεύματα με σημαντικές αστικές περιοχές** π.χ. πυκνοδομημένες περιοχές, πολεοδομικά συγκροτήματα (**Λάρισας, Βόλου, Τρικάλων**) εισάγονται τα πολεοδομικά τετράγωνα (διανυσματικά αρχεία πολυγωνικής μορφής) και ορίζονται ως αδιαπέραστες επιφάνειες αυξάνοντας το ύψος τους (π.χ. κατά 30 μ.). Επίσης, γίνεται προσαρμογή των φατνίων για την επίλυση της ροής στους δρόμους. Ο συντελεστής Manning's n στην περίπτωση αυτή επιλέγεται να είναι $n=0.013-0.015$. Η τιμή αυτή αποτελεί τη σταθμισμένη τιμή λόγω ροής μέσω των δρόμων.
- ❑ Το **μέγεθος των κελιών** της υδραυλικής προσομοίωσης για όλα τα υδατορεύματα που βρίσκονται εντός των ΖΔΥΚΠ κυμάνθηκε μεταξύ 20 και 600 m², ανάλογα με την πυκνότητα των διακυμάνσεων του υποβάθρου.
 - Η μοντελοποίηση και η υδραυλική προσομοίωση πραγματοποιήθηκε σε συνολικό μήκος που ξεπερνά τα 1173 km ποταμών, ρεμάτων και χειμάρρων.
 - Ο χρόνος που απαιτήθηκε για το «στήσιμο» του κάθε σεναρίου ανά τμήμα ποταμού ή χειμάρρου, κυμάνθηκε μεταξύ 6 έως 24 ώρες ανά μοντελοποίηση (εξαρτάται από αριθμό τεχνικών έργων, διόρθωση DEM, κ.α.) για περιοχές χωρίς σημαντικές αστικές περιοχές ενώ για τις αστικές περιοχές το «στήσιμο» διήρκεσε πολύ περισσότερο λόγω της απεικόνισης των πολεοδομικών τετραγώνων και της ενσωμάτωσης των τεχνικών έργων στο μοντέλο εδάφους.
 - Οι υπολογιστικοί χρόνοι κυμάνθηκαν από 1 ώρα έως και πάνω από 900 ώρες ανά κλάδο υδατορευμάτων για κάθε «τρέξιμο» και για κάθε μία περίοδο επαναφοράς (εξαρτάται από υπολογιστικές δυνατότητες, αριθμός φατνίων, αστικές περιοχές κ.α.).

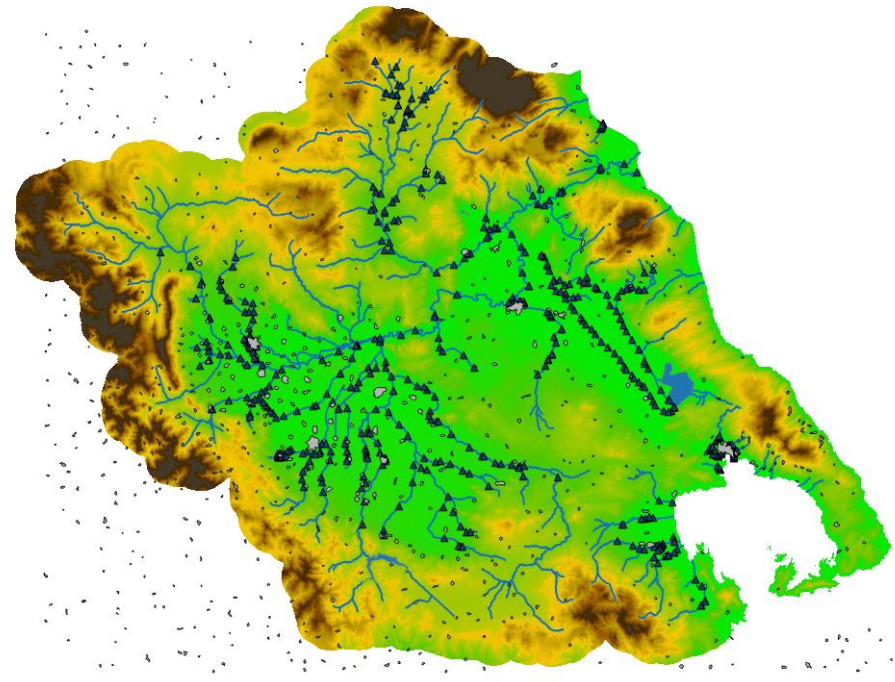


Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Υδραυλική Προσομοίωση υδατορευμάτων

**Ζώνες Δυνητικά Υψηλού
Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ)**



**Δομημένες περιοχές και θέσεις
σημαντικών τεχνικών έργων**



**Συντελεστές Manning για
κάθε χρήση γης κατά Corine
2000**

1ο επίπεδο	2ο επίπεδο	3ο επίπεδο	Manning n
	1.1 ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	1.1.1 Συνεχής αστικός ιστός 1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός	0.013
	1.2 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ-ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες 1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα 1.2.3 Ζώνες λιμένων 1.2.4 Αεροδρόμια	0.013
	1.3 ΟΡΥΧΕΙΑ, ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΕΩΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΟΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗΣ	1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών 1.3.2 Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων 1.3.3 Χώροι οικοδόμησης	0.013
	1.4 ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΜΗ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου 1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	0.025
	2.1 ΑΡΩΣΙΜΗ ΓΗ	2.1.1 Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη 2.1.3 Ορυζώνες	0.03
	2.2 ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	2.2.1 Αμπελώνες 2.2.2 Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς 2.2.3 Ελαιώνες	0.08
	2.3 ΛΙΒΑΔΙΑ	2.3.1 Λιβάδια	0.035
		2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που σχετίζονται με μόνιμες καλλιέργειες	0.04
		2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες	0.04
		2.4.3 Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης	0.05
		2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές	0.06
	3.1 ΔΑΣΗ	3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων 3.1.2 Δάσος κωνοφόρων 3.1.3 Μικτό δάσος	0.1
		3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι	0.04
		3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι	0.05
		3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση	0.05
		3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις	0.06
		3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές	0.025
		3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι	0.035
		3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	0.027
		3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις	0.025
		3.3.5 Παγετώνες και αέναο χιόνι	0.01
	4.1 ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΕΝΔΟΧΩΡΑΣ	4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα 4.1.2 Τυρφώνες	0.04
	4.2 ΠΑΡΑΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι 4.2.2 Αλυκές 4.2.3 Ζώνες που καλύπτονται από παλιρροιακά ύδατα	0.04
	5.1 ΧΕΡΣΑΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.1.1 Υδατορεύματα 5.1.2 Επιφάνειες στάσιμου ύδατος	0.05
	5.2 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες 5.2.2 Εκβολές ποταμών 5.2.3 Θάλασσες και ωκεανοί	0.07

Φωτογραφίες του τεχνικού έργου BR_46 στο υδατόρευμα Ξηριάς Βόλου (GR0817FR00700)



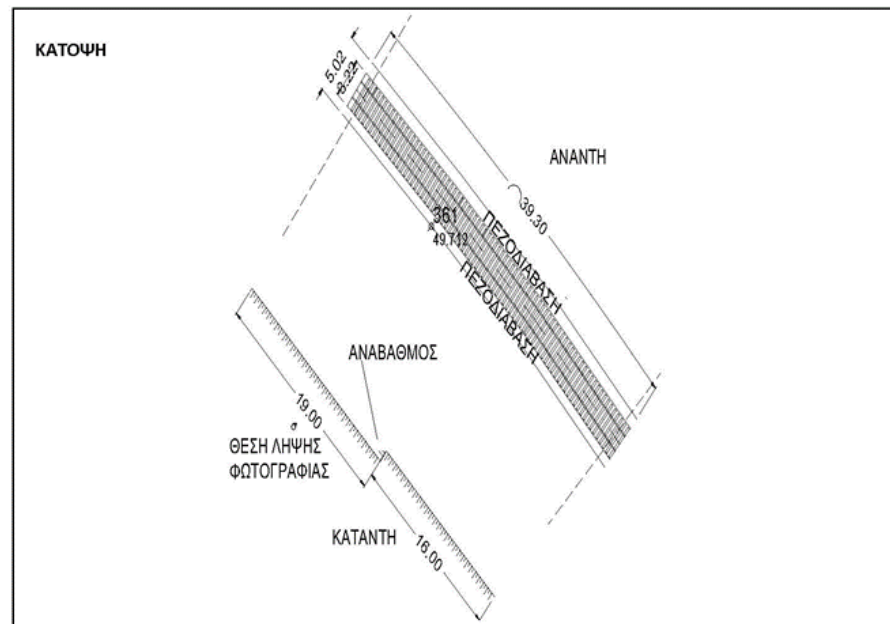
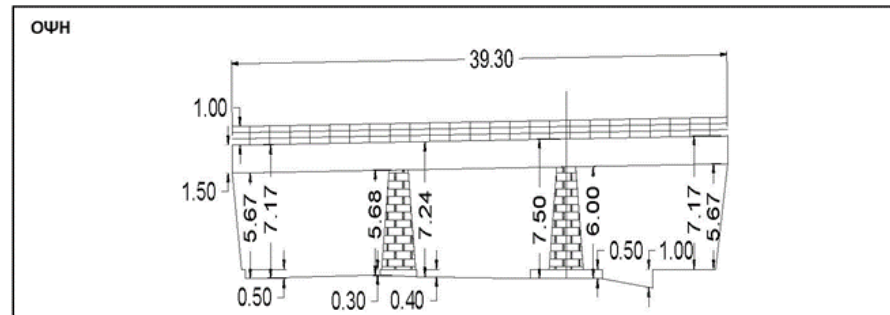
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Υδραυλική Προσομοίωση υδατορευμάτων

Παράδειγμα αποτύπωσης τεχνικού έργου BR_46 στο υδατόρευμα Ξηριάς Βόλου

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ	ΓΕΦΥΡΕΣ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΓΕΦΥΡΑ (BR)	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: BR_46	
ΠΕΡΙΟΧΗ: GR08 ΒΟΛΟΣ	
ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑ: ΞΗΡΙΑΣ	
ΗΜ/ΝΙΑ ΑΠΟΤ.: 16/02/2016	
ΟΜΑΔΑ ΑΠΟΤ.: ΧΡΗΣΤΟΣ ΣΑΛΟΓΙΑΝΝΟΣ	

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΣΗΜΕΙΟ
X	407289,914
Y	4360132,898
Z	49,712

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
ΤΥΠΟΣ	
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΧΑΛΥΒΑΣ καὶ ΠΕΤΡΑ
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (ΜxΠ)	
ΚΑΘΑΡΟ ΠΛΑΤΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ/ΩΝ	ΑΝΑΝΤΗ: ΚΑΤΑΝΤΗ:
ΥΨΟΜ.ΠΥΘΜ. ΚΟΙΤΗΣ:	
ΥΨΟΜ. ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ / ΑΡΧΗ ΓΕΡΦΥΡΑΣ	
ΤΥΠΟΣ ΡΟΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΗ / ΜΗ ΣΤΑΘΕΡΗ
ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ	
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	
ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	
ΥΠΑΡΕΧ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΡΟΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	ΝΑΙ / ΟΧΙ
ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤ/ΤΟΣ:
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΟΔΟΣ/ΤΟΣ:
ΥΨΟΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ:	1,00 m
ΠΑΧΟΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ:	
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ:	P2160096, P2160097, P2160098, P2160099



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)-

Υδραυλική Προσομοίωση υδατορευμάτων

Οι χάρτες Κινδύνου Πλημμύρας (flood hazard maps) συντάσσονται 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 και απεικονίζουν την έκταση και ένταση των πλημμυρών που αντιστοιχούν στις κάτωθι πιθανότητες υπέρβασης:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς $T=50$ χρόνια
 - πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς $T=100$ χρόνια
 - πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, που ορίζονται ως πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς $T=1.000$ χρόνια.
- Σύμφωνα με τις προδιαγραφές, για κάθε περίοδο επαναφοράς εξετάζονται τρία σενάρια, που αναφέρονται σε ευνοϊκές ή ευμενείς, μέσες και δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες. Στην πράξη, τα σενάρια αυτά λαμβάνουν υπόψη το εύρος αβεβαιότητας στις εκτιμήσεις της βροχόπτωσης σχεδιασμού, αλλά και στις υποθέσεις που γίνονται σχετικά με τις συνθήκες αρχικής υγρασίας του εδάφους.
- Από τους συνδυασμούς των τριών υδρολογικών συνθηκών με τις τρεις περιόδους επαναφοράς προκύπτουν, τελικά, $3 \times 3 = 9$ σενάρια, για τα οποία παράγονται τα αντίστοιχα πλημμυρικά υδρογραφήματα σε κάθε θέση ενδιαφέροντος.
- Τέλος, για το συντελεστή n του Manning χρησιμοποιούνται τιμές $\pm 50\%$ της πλέον πιθανής τιμής για τις παραμετρικές αναλύσεις στις αντίστοιχες περιόδους επαναφοράς των σεναρίων «ευμενών» και «δυσμενών» συνθηκών

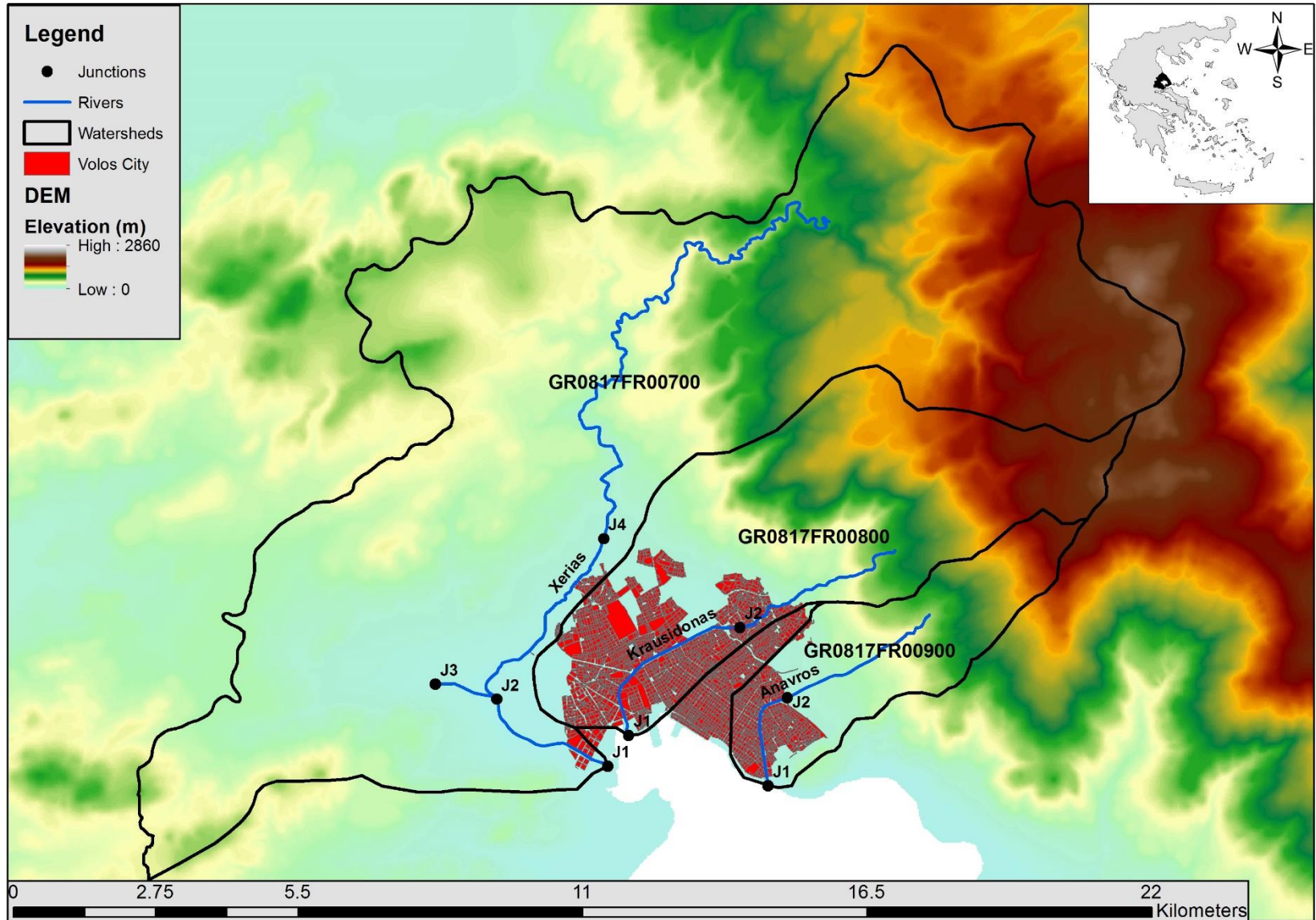


Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου

- Η **περιοχή μελέτης** χωρίστηκε σε 3 λεκάνες απορροής όπου για κάθε μια από αυτές έγινε διερεύνηση των βασικών υδρολογικών χαρακτηριστικών (χωρισμός υπο-λεκανών, διαχωρισμός κόμβων, διαχωρισμός κεντρικών τμημάτων ροής) χρησιμοποιώντας ένα ημι-κατανεμημένο υδρολογικό μοντέλο.
- Η υδρολογική ανάλυση της κάθε υπολεκάνης έγινε με την χρήση του λογισμικού HEC-HMS.
- Η υδραυλική επίλυση συγκεκριμένων τμημάτων ποταμού έγινε με την χρήση του λογισμικού HEC-RAS (2D).
 - Ως δεδομένο εισόδου στο μοντέλο βροχής-απορροής ορίστηκε το συνθετικό υετογράφημα της εκάστοτε λεκάνης απορροής για συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς.
 - Ως δεδομένο εισόδου για το υδραυλικό μοντέλο χρησιμοποιήθηκε το προσομοιωμένο υδρογράφημα που αντιστοιχεί στον άνω κόμβο της εκάστοτε περιοχής μελέτης.
 - Η παραγωγή των συνθετικών υετογραφημάτων στηρίχθηκε σε σχέσεις Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχών (IDF analysis) μετά από στατιστική ανάλυση των παρατηρημένων ακραίων βροχοπτώσεων των μελετούμενων λεκανών απορροής.

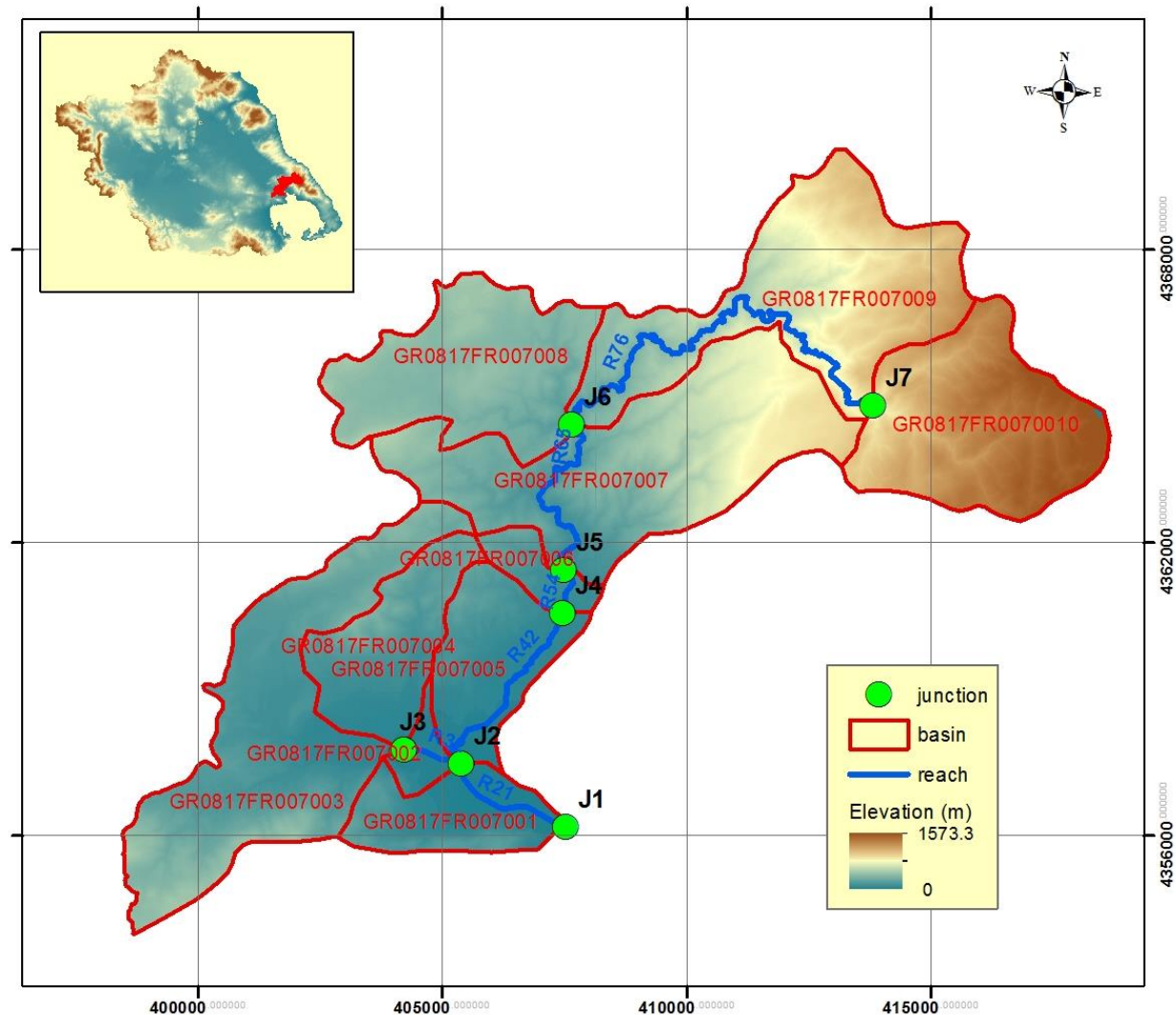


Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου



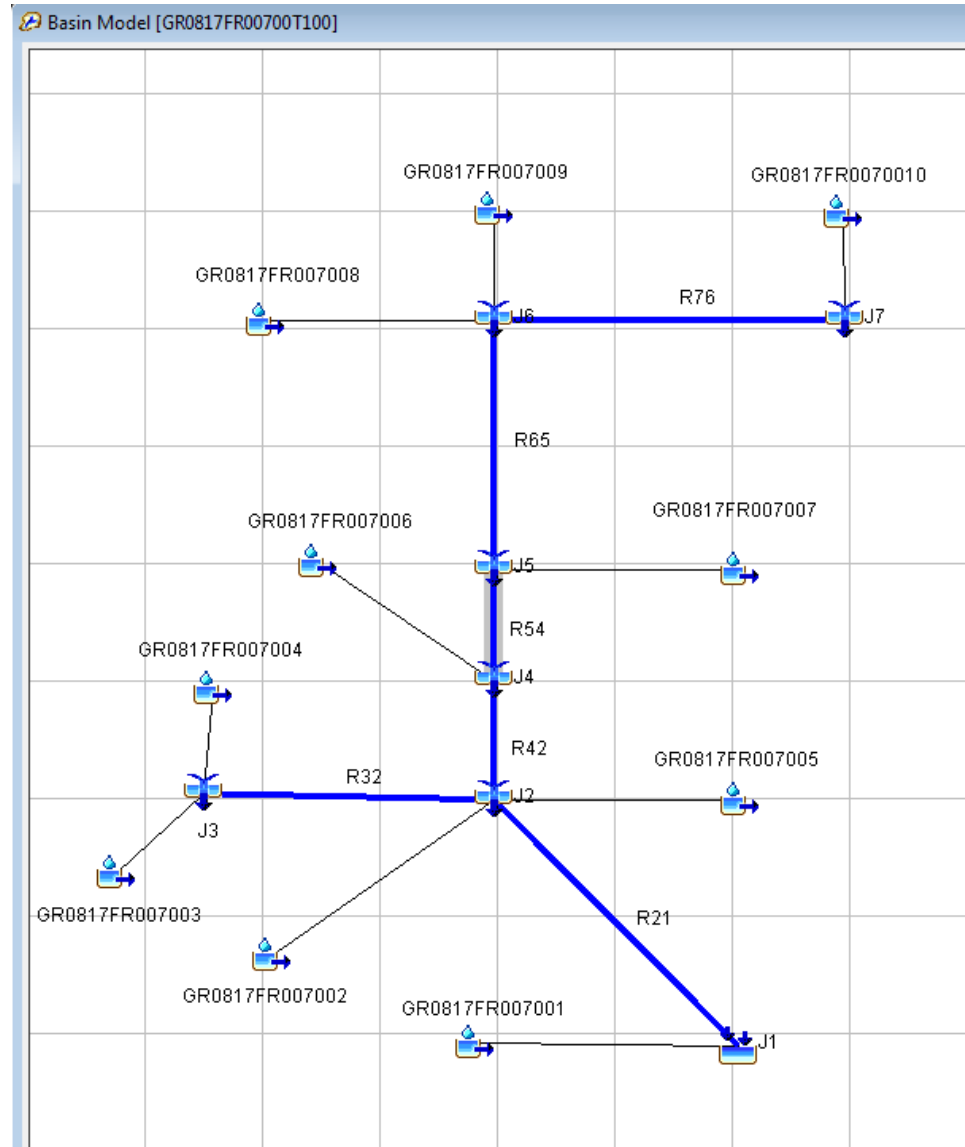
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογή)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου

*Χάρτης υψομέτρου της
λεκάνης απορροής του
Ξηριά μαζί με τα στοιχεία
του μοντέλου βροχής
απορροής (υπο-λεκάνες,
κόμβοι, κύρια τμήματα
ποταμού).*



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου

**Απεικόνιση των βασικών
στοιχείων της λεκάνης
απορροής του Ξηριά στο
περιβάλλον του
ημικαταναμημένου
υδρολογικού μοντέλου HEC-
HMS.**



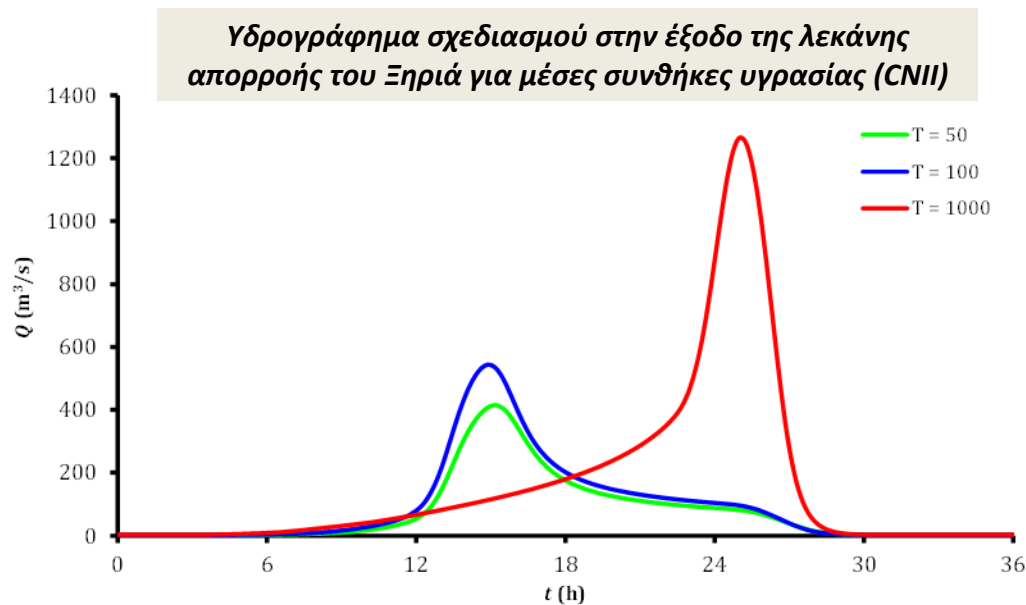
Συνοπτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης για την λεκάνη απορροής του Ξηριά για τα 3×3 = 9 σενάρια.

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ξηριάς Βόλου			
Έκταση (km ²)	116.81	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.09
Μέγιστο μήκος ροής (km)	29.75	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	465.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες :	Μέσες συνθήκες :	Δυσμενείς συνθήκες :
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	162.6	189.3	213.1
T = 100	177.9	215.5	251.7
T = 1000	222.9	315.2	431.3
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	20.7	79.7	146.9
T = 100	26.3	99.4	182.9
T = 1000	45.9	181.0	355.8
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.127	0.421	0.689
T = 100	0.148	0.461	0.727
T = 1000	0.206	0.574	0.825
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	79.5	412.0	818.2
T = 100	106.0	540.6	1061.1
T = 1000	354.1	1262.6	2284.6
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	2.419	9.304	17.161
T = 100	3.071	11.607	21.366
T = 1000	5.357	21.147	41.558
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	81.8	414.2	820.4
T = 100	108.4	543.1	1063.6
T = 1000	357.4	1265.9	2287.9
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	3.859	10.744	18.602
T = 100	4.663	13.199	22.958
T = 1000	7.479	23.270	43.681

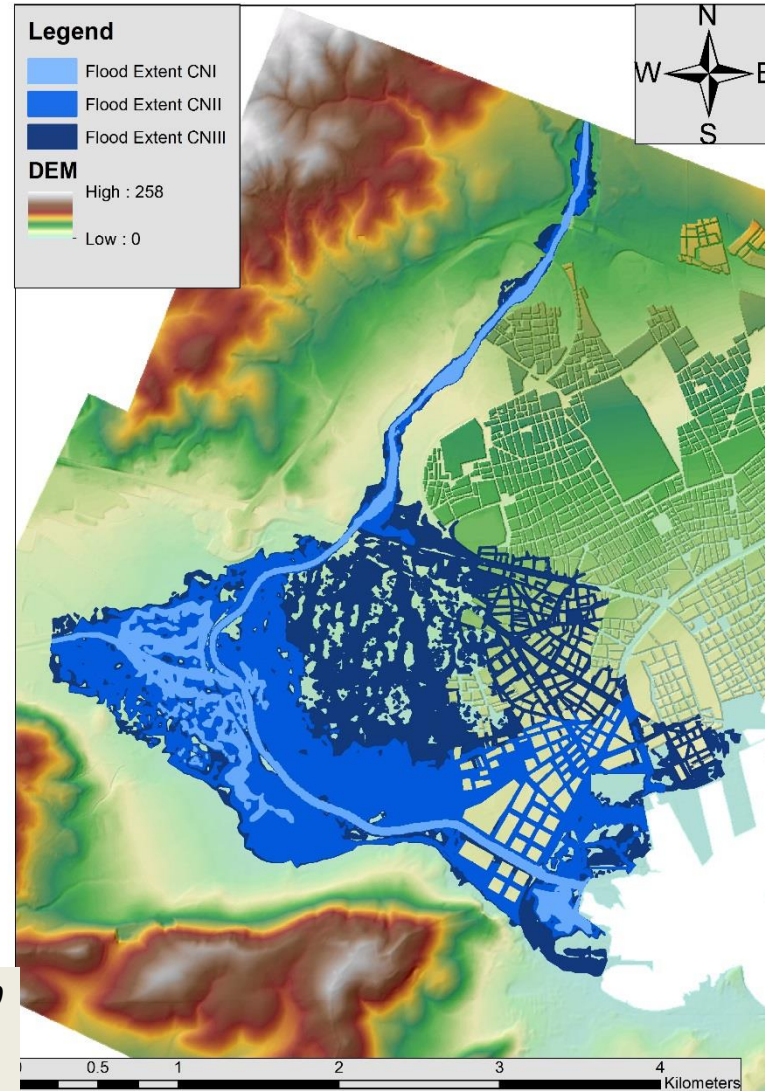
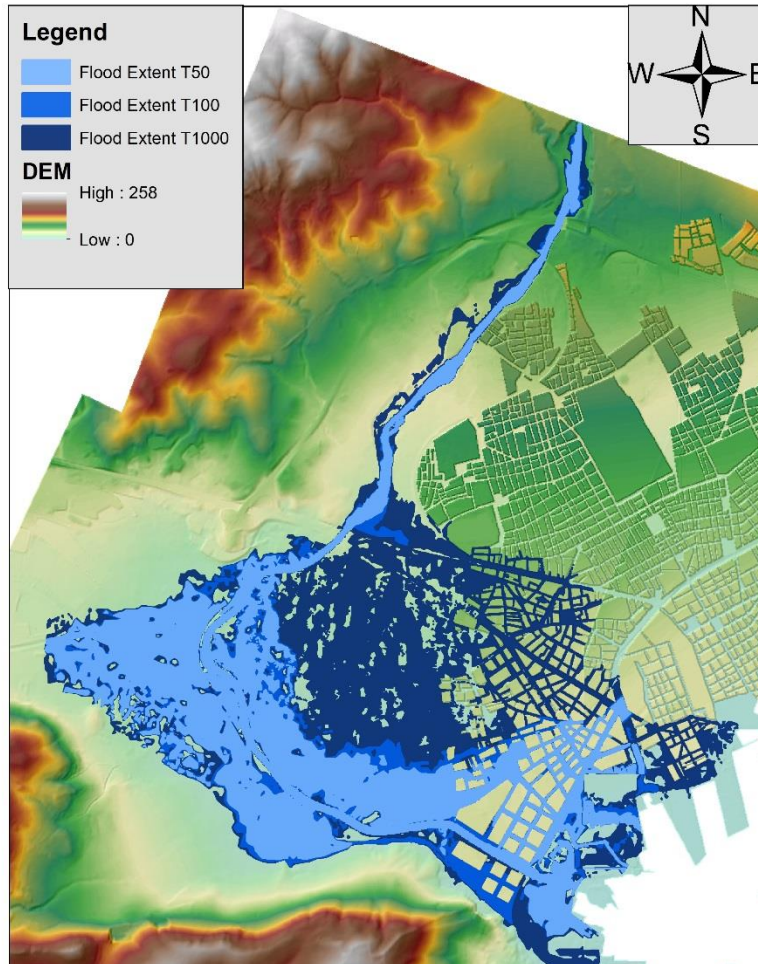


Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου (Χείμαρρος Ξηριάς)

- ❑ Τα δεδομένα εισόδου στο υδραυλικό μοντέλο για το βασικό σενάριο είναι τα εκτιμημένα υδρογράφηματα για μέσες συνθήκες υγρασίας, για όλες τις περιόδους επαναφορά και ο μέσος συντελεστής τραχύτητας όπου υπολογίστηκε σύμφωνα με τις χρήσεις Γης CORINE 2000.
- ❑ Επιπλέον, για όλες τις περιόδους επαναφοράς εκτιμήθηκαν τα υδρογράφηματα εισόδου για χαμηλές και υψηλές συνθήκες υγρασίας, με συντελεστή τραχύτητας μειωμένο και αυξημένο κατά 50% αντίστοιχα. Έτσι υπολογίζεται η συνολική αβεβαιότητα των πλημμυρικών περιοχών και σχετίζεται με τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης όπως πχ: ύψος νερού και ταχύτητα.

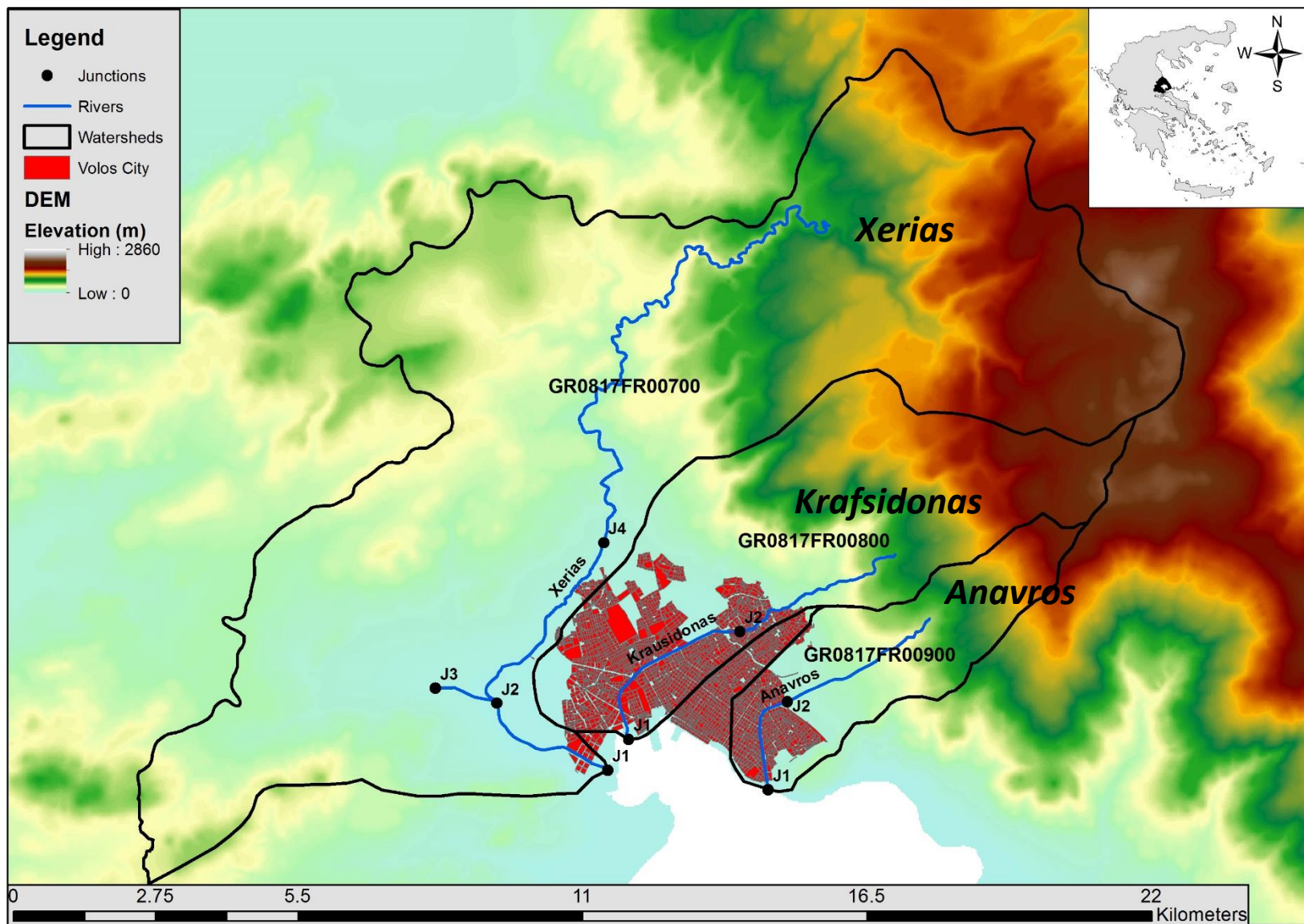


Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου (Χείμαρρος Ξηριάς)

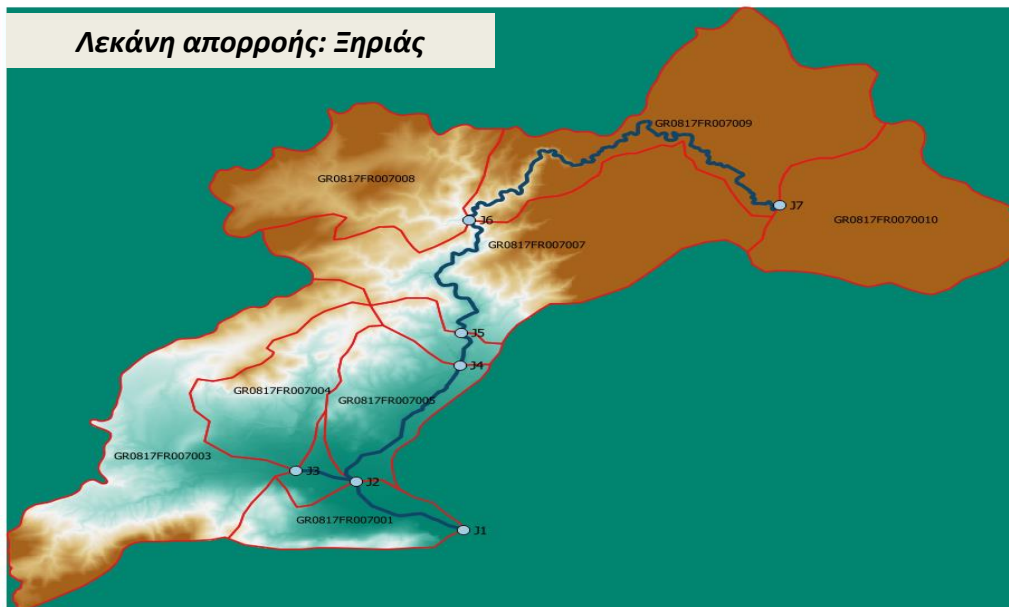


Πλημμυρική έκταση για όλες τις περιόδους επαναφοράς ($T = 50, 100$ και 1000 χρόνια) σύμφωνα με το βασικό σενάριο (αριστερά), και εκτίμηση της συνολικής αβεβαιότητας στην πλημμυρική έκταση για $T=100$ λαμβάνοντας υπόψη χαμηλές και υψηλές συνθήκες βροχόπτωσης, υγρασίας και συντελεστή τραχύτητας (δεξιά)

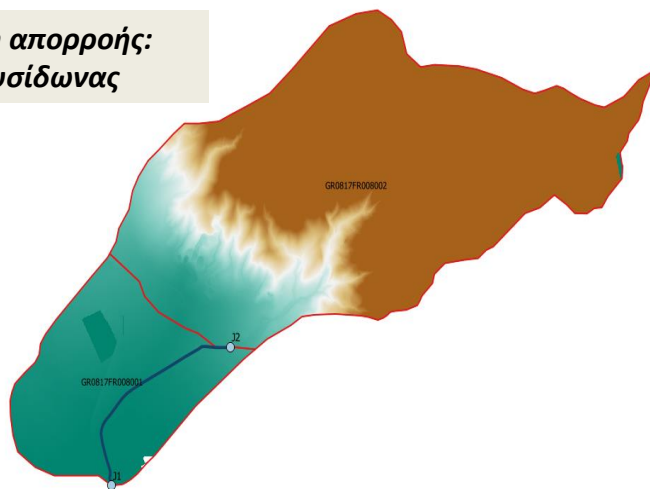
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου



**Λεκάνη απορροής:
Κραυσίδωνας**

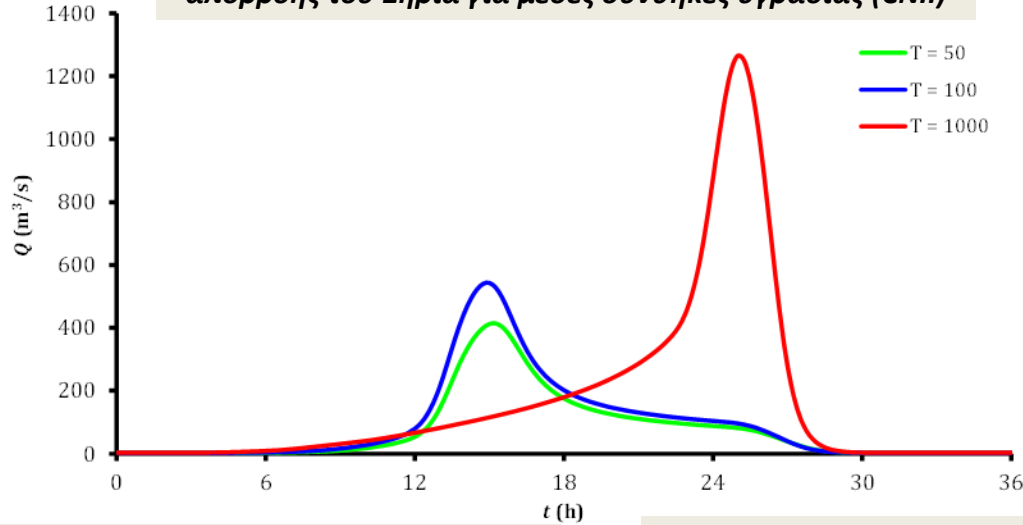


**Λεκάνη απορροής:
Άναβρος**

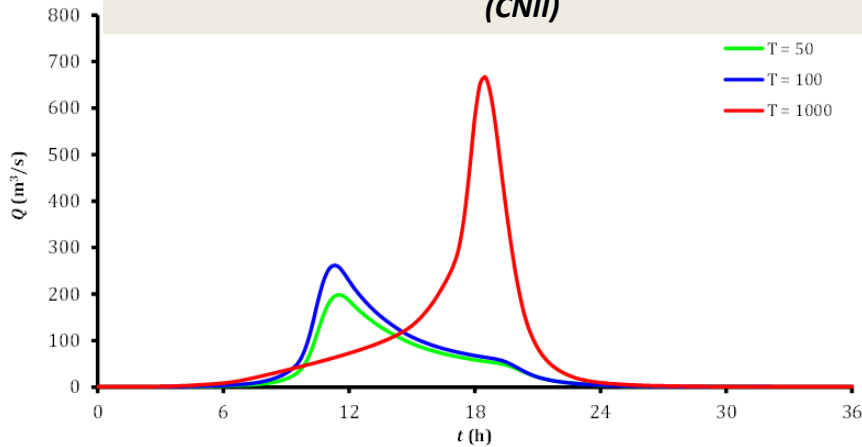


Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογή)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου

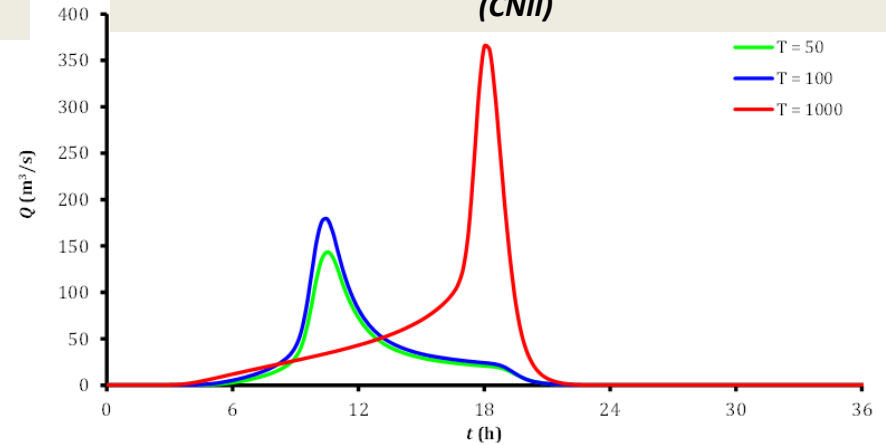
Υδρογράφημα σχεδιασμού στην έξοδο της λεκάνης
απορροής του Ξηριά για μέσες συνθήκες υγρασίας (CNII)



Υδρογράφημα σχεδιασμού στην έξοδο της λεκάνης
απορροής του Κραυσίδωνα για μέσες συνθήκες υγρασίας
(CNII)



Υδρογράφημα σχεδιασμού στην έξοδο της λεκάνης
απορροής του Άναυρου για μέσες συνθήκες υγρασίας
(CNII)



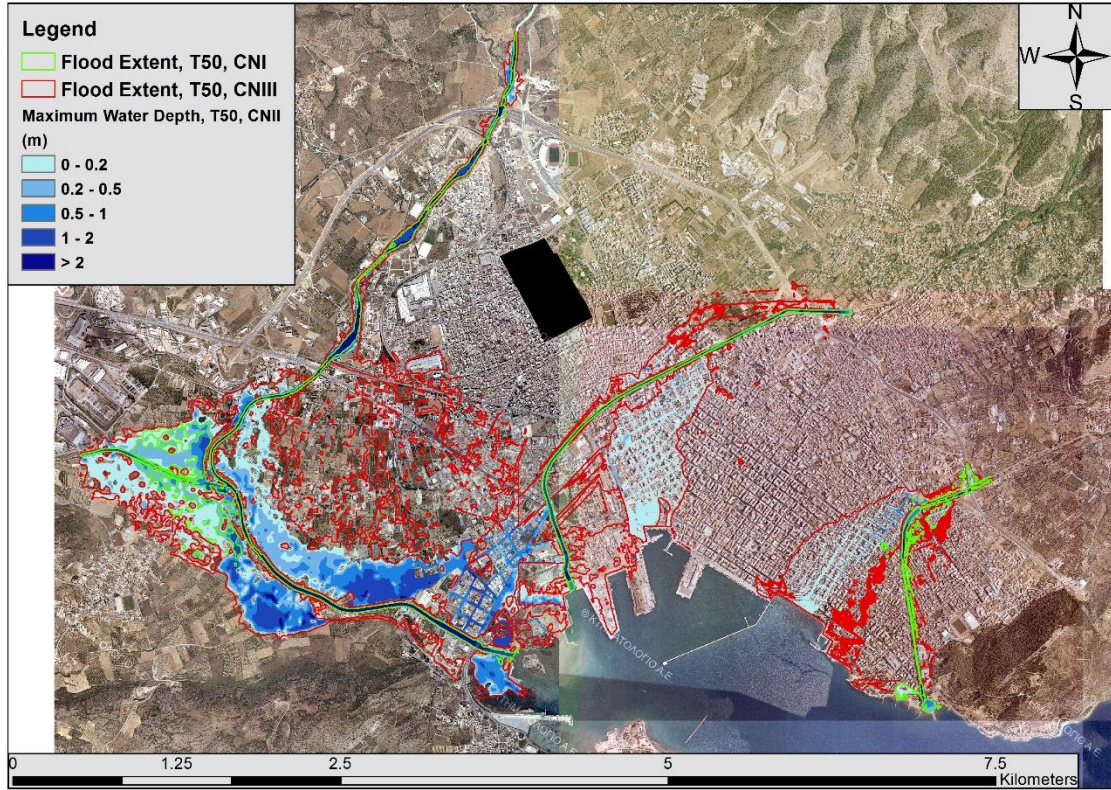
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου

Υδραυλική προσομοίωση κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

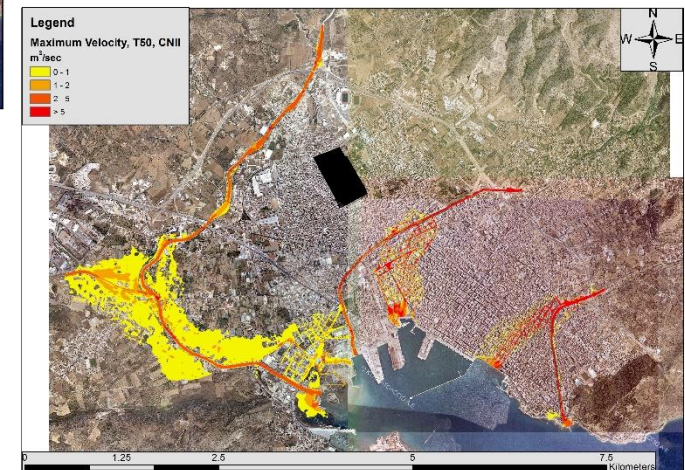
Υδραυλική προσομοίωση ρέματος Ξηριά Βόλου				
Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάπτυξη	Κατάπτυξη	Αριθμός Τεχνικών έργων - Σχόλια
GR0817FR007005	R42	J4	J2	6 [(GR08_BR_50+GR08_BR_49+GR08_BR_48+GR08_BR_47/GR08_BR_46/GR08_BR_45/GR08_BR_44/GR08_BR_43/GR08_BR_41] - Έγινε επέμβαση στο DEM ώστε να περαστούν σωστά οι γέφυρες
GR0817FR007002	R32	J3	J2	0 - Για λόγους προσομοίωσης αστικής πλημμύρας η περιοχή προσομοίωσης επεκτάθηκε προς την κατάπτυξη μεριά + 2.8 km
GR0817FR007001	R21	J2	J1	5 [GR08_BR_41/GR08_BR_40/GR08_BR_29/(GR08_BR_38+GR08_BR_37)/GR08_BR_37A] - Έγινε επέμβαση στο DEM ώστε να περαστούν τα αντιπλημμυρικά έργα στην κατάπτυξη μεριά
Υδραυλική προσομοίωση ρέματος Κραυσίδα				
Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάπτυξη	Κατάπτυξη	Αριθμός Τεχνικών έργων - Σχόλια
GR0817FR008001	R21	J2	J1	21 [(GR08_BR_71+ GR08_BR_70)/ GR08_BR_69/ GR08_BR_68/ GR08_BR_67/GR08_BR_66/ GR08_BR_65/ GR08_BR_64/GR08_BR_63/ GR08_BR_63 ^A /GR08_BR_62/GR08_BR_61/ GR08_BR_60/GR08_BR_59/GR08_BR_58/GR08_BR_57 /GR08_BR_56/GR08_BR_55/GR08_BR_54/ GR08_BR_53/GR08_BR_52/GR08_BR_51] - Έγινε επέμβαση στο DEM ώστε να περαστούν τα αντιπλημμυρικά έργα
Υδραυλική προσομοίωση ρέματος Ανάβρου				
Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάπτυξη	Κατάπτυξη	Αριθμός Τεχνικών έργων - Σχόλια
GR0817FR009001	R21	J2	J1	9 [(GR08_BR_81+GR08_BR_80)/GR08_BR_79/ GR08_BR_78/GR08_BR_77/GR08_BR_76/GR08_BR_75/GR08_BR_74/ GR08_BR_73/GR08_BR_72] - Έγινε επέμβαση στο DEM ώστε να περαστούν τα αντιπλημμυρικά έργα



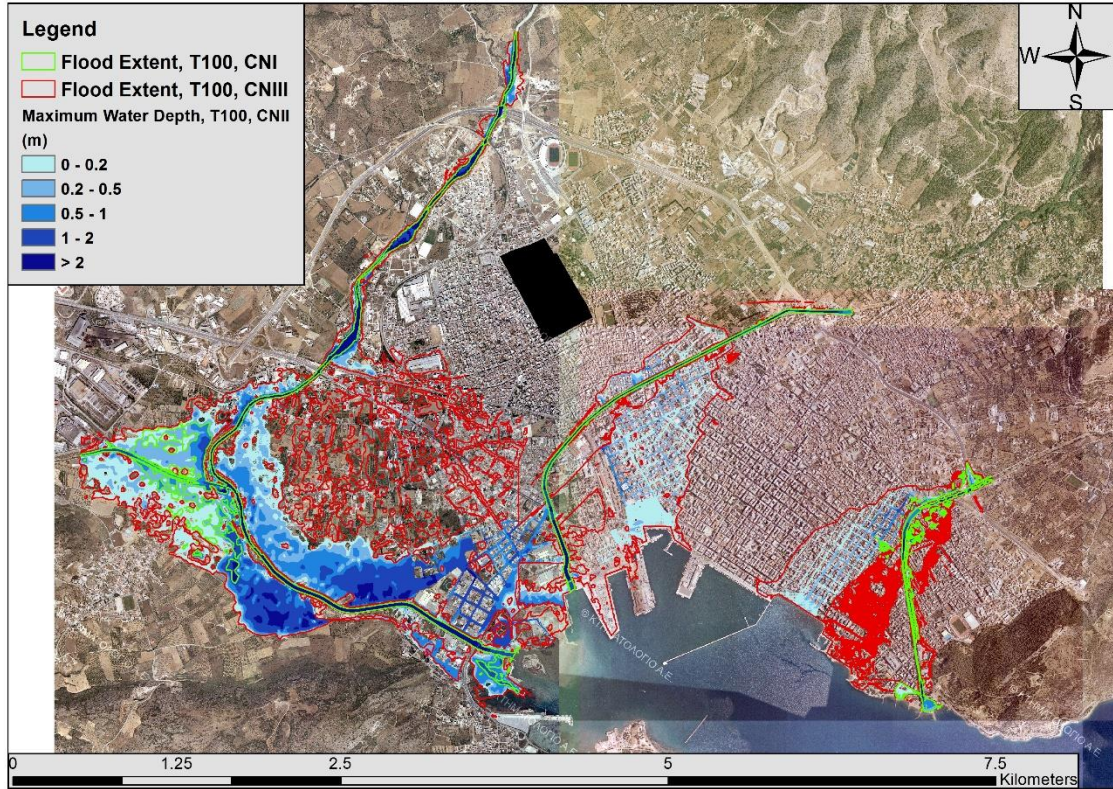
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογή)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου



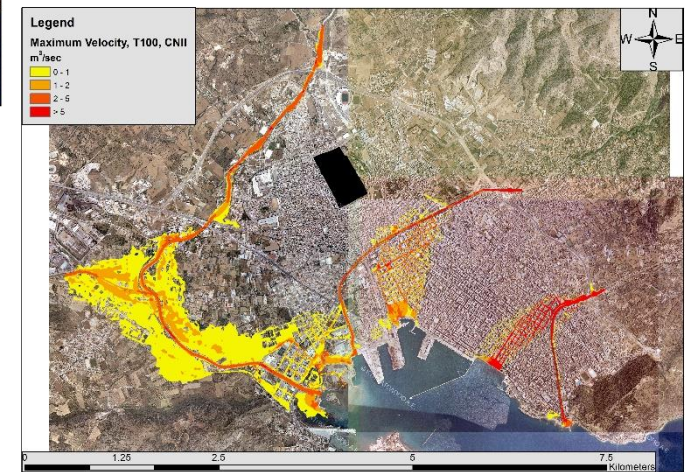
Μέγιστη πλημμυρική έκταση και μέγιστο ύψος νερού για περίοδο επαναφοράς $T = 50$ χρόνια για όλα τα σενάρια βροχόπτωσης, συνθηκών υγρασίας και συντελεστή τραχύτητας (πάνω) και απεικόνιση της μέγιστης ταχύτητας για το βασικό σενάριο (CNII)



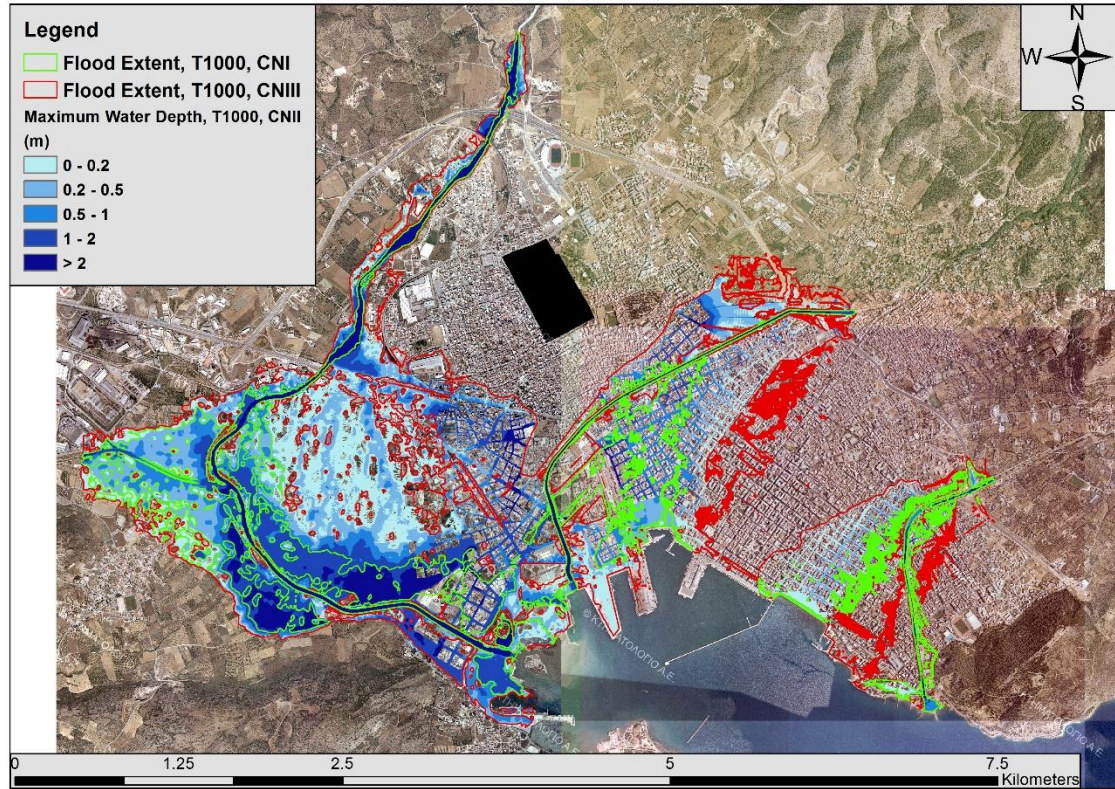
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου



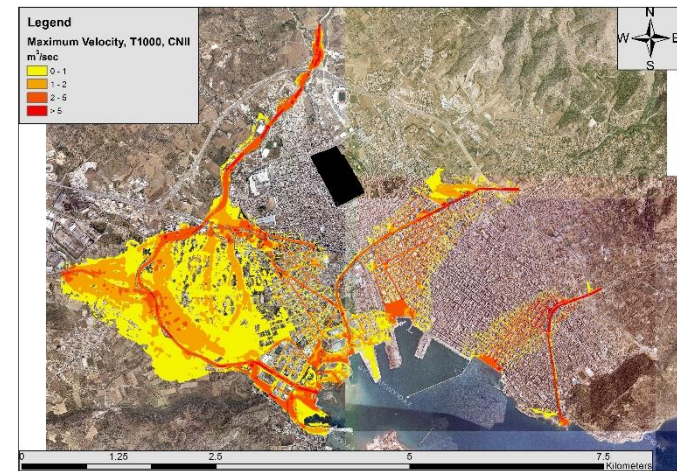
Μέγιστη πλημμυρική έκταση και μέγιστο ύψος νερού για περίοδο επαναφοράς $T = 100$ χρόνια για όλα τα σενάρια βροχόπτωσης, συνθηκών υγρασίας και συντελεστή τραχύτητας (πάνω) και απεικόνιση της μέγιστης ταχύτητας για το βασικό σενάριο (CNI)



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου



Μέγιστη πλημμυρική έκταση και μέγιστο ύψος νερού για περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ χρόνια για όλα τα σενάρια βροχόπτωσης, συνθηκών υγρασίας και συντελεστή τραχύτητας (πάνω) και απεικόνιση της μέγιστης ταχύτητας για το βασικό σενάριο (CNII)



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή στην πόλη του Βόλου

Μέγιστη πλημμυρική έκταση (km²) ανά ποτάμι και συνολικά για την πόλη του Βόλου για όλα τα σενάρια και περιόδους επαναφοράς.

Κωδικός	Ονομασία	Συνθήκες	T=50 έτη	T=100 έτη	T=1000 έτη
GR0817FR00700	Ξηριάς	Ευμενείς (CNI)	0.42	0.49	1.79
		Μέσες (CNII)	2.15	2.63	4.84
		Δυσμενείς (CNIII)	3.69	4.49	6.33
GR0817FR00800	Κραυσίδωνας	Ευμενείς (CNI)	0.085	0.087	0.75
		Μέσες (CNII)	0.34	0.45	0.99
		Δυσμενείς (CNIII)	0.93	1.34	2.91
GR0817FR00900	Άναβρος	Ευμενείς (CNI)	0.068	0.081	0.21
		Μέσες (CNII)	0.21	0.25	0.33
		Δυσμενείς (CNIII)	0.77	0.82	1.2
Πόλη του Βόλου	Ξηριάς & Κραυσίδωνας & Άναβρος	Ευμενείς (CNI)	0.57	0.66	2.76
		Μέσες (CNII)	2.68	3.32	6.01
		Δυσμενείς (CNIII)	5.3	6.34	9.7

Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

- Αναγκαιότητα
- Θεσμικό Πλαίσιο
- Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας
- Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας
- **Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας**
- ΣΔΚΠ - Στόχοι
- ΣΔΚΠ-Μέτρα
- Παραδείγματα Μέτρων

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας

Το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) καταρτίζεται σε επίπεδο ΠΛΑΠ για τις περιοχές στις οποίες υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας ή είναι πιθανόν να σημειωθεί πλημμύρα σύμφωνα με τα οριζόμενα της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για τις πλημμύρες (ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ).

- ❑ Στο ΣΔΚΠ τίθενται οι στόχοι για τη διαχείριση πλημμύρας εστιάζοντας στη μείωση των δυνητικών αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες καθώς και στην εφαρμογή μη διαρθρωτικών πρωτοβουλιών και/ή στην μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης πλημμύρας.
- ❑ Το ΣΔΚΠ περιλαμβάνει όλα τα προηγούμενα στοιχεία καθώς και τους στόχους και τα μέτρα αντιμετώπισης πλημμυρών ανά ΠΛΑΠ λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες και καταστάσεις.



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

- Αναγκαιότητα
- Θεσμικό Πλαίσιο
- Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας
- Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας
- Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
- **ΣΔΚΠ - Στόχοι**
- ΣΔΚΠ-Μέτρα
- Παραδείγματα Μέτρων

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Στόχοι

Στόχοι του Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας εστιάζουν σε:

- ❑ Στη μείωση των δυνητικών αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών:
 - Στην ανθρώπινη υγεία,
 - Στο περιβάλλον,
 - Στην πολιτιστική κληρονομιά και
 - Στις οικονομικές δραστηριότητες
- ❑ Σε μη κατασκευαστικές παρεμβάσεις και/ή
- ❑ Στην μείωση των πιθανοτήτων πλημμύρας

Ειδικότερα για τη Θεσσαλία οι στόχοι είναι:

- ❑ Μετριασμός της έκθεσης στην πλημμύρα (Σ1-Πρόληψη)
- ❑ Μείωση πιθανότητας πλημμύρας (Σ2-Προστασία)
- ❑ Ενίσχυση της ετοιμότητας για την αντιμετώπιση των πλημμυρών (Σ3-Ετοιμότητα)
- ❑ Βελτίωση των μηχανισμών αποκατάστασης των πληγισών περιοχών (Σ4-Αποκατάσταση)



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

- Αναγκαιότητα
- Θεσμικό Πλαίσιο
- Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας
- Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας
- Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
- ΣΔΚΠ - Στόχοι
- ΣΔΚΠ-Μέτρα**
- Παραδείγματα Μέτρων

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Μέτρα

Μέτρα Πρόληψης:

- **Αποφυγή:** Μέτρα για την αποφυγή εγκατάστασης νέων ή επιπρόσθετων αποδεκτών πλημμυρικού κινδύνου, όπως
 - Πολιτικές χρήσεων γης,
 - Χωροταξία,
 - Θεσμικό και κανονιστικό πλαίσιο, κ.α.
- **Μετεγκατάσταση:** Μέτρα για την απομάκρυνση αποδεκτών πλημμυρικού κινδύνου από πλημμυρικές ζώνες,
 - Μετεγκατάσταση οικιστικών περιοχών,
 - Μετεγκατάσταση οικονομικών δραστηριοτήτων.

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Μέτρα

Μέτρα Πρόληψης:

- Μείωση επιπτώσεων (Flood proofing): Μέτρα για την προσαρμογή των αποδεκτών πλημμυρικού κινδύνου ώστε να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις από πλημμύρες
 - Κτήρια
 - Δίκτυα κοινής ωφέλειας, κ.α.
- Άλλα μέτρα πρόληψης: Μέτρα για την αναβάθμιση της πρόληψης πλημμυρικού κινδύνου, όπως:
 - Προσομοίωση και εκτίμηση τρωτότητας στην πλημμύρα,
 - Προγράμματα-πολιτικές συντήρησης αντιπλημμυρικών έργων και υποδομών,
 - Ενσωμάτωση της Οδηγίας σε άλλες πολιτικές και στρατηγικές του κράτους (κυρίως χωρικής διευθέτησης).



Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Μέτρα

Μέτρα Προστασίας:

- **Διαχείριση Πλημμύρας: Μέτρα για τη μείωση της ροής σε φυσικά ή/και τεχνητά συστήματα αποστράγγισης, διατάξεις αποστράγγισης/ανασχεσης, όπως:**
 - Έργα διαμόρφωσης/διαχείρισης κεντρικής και πλημμυρικής κοίτης,
 - Έργα φύτευσης όχθης υδατορρευμάτων,
 - Έργα αποθήκευσης πλημμυρικής αιχμής, κ.α.
- **Ρύθμιση Ροής: Μέτρα για την ρύθμιση/ανάσχεση ροής, όπως:**
 - Κατασκευή/τροποποίηση/αφαίρεση έργων συγκράτησης νερού,
 - Φράγματα,
 - Λεκάνες κατακράτησης/αποθήκευσης,
 - Ανάπτυξη κανόνων διαχείρισης ροής, κ.α.



Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Μέτρα

Μέτρα Προστασίας :

- **Αντιπλημμυρικά Έργα: Μέτρα παρεμβάσεων σε κοίτες υδατορευμάτων, ορεινά υδατορεύματα, δέλτα ποταμών, παράκτια ύδατα και πλημμυρικά πεδία, όπως:**
 - Κατασκευή/τροποποίηση/αφαίρεση κατασκευών,
 - Διευθέτηση κοίτης υδατορευμάτων,
 - Αντιπλημμυρικά αναχώματα,
 - Έργα διαχείρισης φερτών υλών, κ.α.
- **Διαχείριση Όμβριων Υδάτων: Μέτρα παρεμβάσεων για τον έλεγχο του όγκου απορροής και για τη μείωση της πλημμύρας (κυρίως σε αστικές περιοχές), όπως:**
 - Έργα αύξησης διαπερατότητας του εδάφους,
 - Αναβάθμιση τεχνητών συστημάτων αποχέτευσης,
 - Διαχείριση συστημάτων αποχέτευσης ομβρίων.



Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Μέτρα

Μέτρα Προστασίας:

- Άλλα Μέτρα Προστασίας: Άλλα μέτρα παρεμβάσεων προστασίας, όπως:
 - Προγράμματα και πολιτικές συντήρησης υποδομών αντιπλημμυρικής προστασίας,
 - Προστασία ιδιωτικών κατασκευών (π.χ. απομόνωση εισόδων ιδιοκτησιών, κ.α.

Μέτρα Ετοιμότητας:

- Πρόγνωση και έγκαιρη προειδοποίηση: Μέτρα για την ανάπτυξη ή αναβάθμιση συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης ή πρόγνωσης πλημμυρών (Σημείωση: Διαφορετικά συστήματα για πλημμύρες μεγάλων ποταμών και χειμαρρικών υδατορευμάτων-αιφνίδιες πλημμύρες).
- Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης: Μέτρα για την ανάπτυξη ή την αναβάθμιση του σχεδιασμού έκτακτης ανταπόκρισης σε πλημμυρικά γεγονότα.



Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Μέτρα

Μέτρα Ετοιμότητας:

- Ενημέρωση και ετοιμότητα των πολιτών: Μέτρα για την ανάπτυξη ή αναβάθμιση της ενημέρωσης και της ετοιμότητας των πολιτών σε πλημμυρικά γεγονότα, όπως:
 - Ενημέρωση/ευαισθητοποίηση πολιτών μέσω διαφημιστικής καμπάνιας, ημερίδες, κ.α.
 - Υποστήριξη/συνεργασία φορέων από ομάδες εθελοντών εμπλοκής σε συνθήκες πλημμύρας
- Άλλα Μέτρα Ετοιμότητας: Άλλα μέτρα ετοιμότητας σε πλημμυρικά γεγονότα, όπως:
 - Προγραμματισμούς δράσεων,
 - Ασκήσεις ετοιμότητας, κ.α.



Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας - Μέτρα

Μέτρα Αποκατάστασης:

- **Ατομική και Κοινωνική Αποκατάσταση: Μέτρα για την αποκατάσταση των συνεπειών πλημμυρικών γεγονότων, όπως:**
 - Καθαρισμός και αποκατάστασης κτηρίων, ιδιοκτησιών και υποδομών.
 - Δράσεις υποστήριξης της σωματικής και ψυχικής υγείας πληγέντων πολιτών (και διαχείρισης άγχους-φοβίας),
 - Οικονομική βοήθεια/αποζημιώσεις έναντι φυσικών καταστροφών,
 - Νομική υποστήριξη πληγέντων πολιτών,
 - Επίδομα ανεργίας πληγέντων πολιτών,
 - Προσωρινή ή μόνιμη μετεγκατάσταση πληγέντων πολιτών, κ.α.
- **Περιβαλλοντική Αποκατάσταση: Μέτρα καθαρισμού και αποκατάστασης κτηρίων και υποδομών, όπως:**
 - Αποκατάσταση ποιότητας υδάτων και πόσιμου νερού,
 - Διασφάλιση επικίνδυνων υλικών, κ.α.
- **Άλλα Μέτρα Αποκατάστασης: Αποτίμηση εμπειριών από πλημμυρικά γεγονότα, συμβόλαια ασφάλισης, κλπ.**



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές

- Αναγκαιότητα
- Θεσμικό Πλαίσιο
- Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας
- Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας
- Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας
- ΣΔΚΠ - Στόχοι
- ΣΔΚΠ-Μέτρα
- **Παραδείγματα Μέτρων**

Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων

Κατασκευή προστατευτικών τοιχίων



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων

Κατασκευή αναχωμάτων ποταμού

Τα αναχώματα κατασκευάζονται αφού ληφθεί υπόψη η κατάσταση του υπεδάφους και η ποιότητα του χώματος που χρησιμοποιείται. Ακόμη απαιτείται κατάλληλη συμπύκνωση του υλικού, ενίσχυση των όψεων.

Η αστοχία των αναχωμάτων οφείλεται σε:

- υπερπήδηση
- κακή συντήρηση
- διάβρωση ή υποσκαφή από μεγάλη πλημμύρα



Πηγή: *Early Warning Systems in the Framework of the Cologne Flood Protection Scheme, Städtewasserversorgungsbetriebe Köln, AoR*

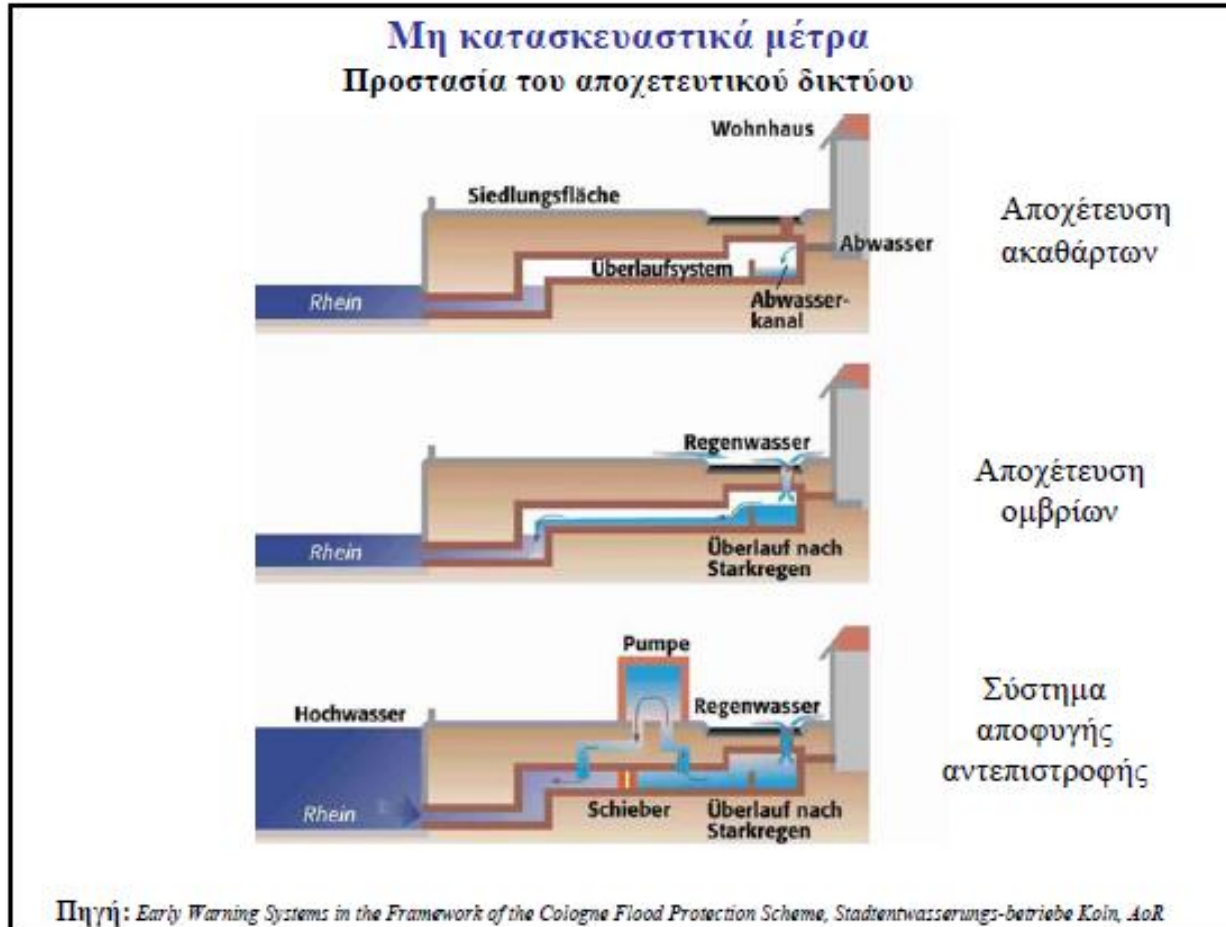
Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων

Κατασκευαστικά μέτρα
Θυροφράγματα για πλημμυρικά νερά



Πηγή: *Early Warning Systems in the Framework of the Cologne Flood Protection Scheme, Stadtentwässerungs-betriebe Köln, AoR*

Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων



Περατά Πεζοδρόμια (Permeable Pavements)



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων

Ταφροί απορροής (grass swales)



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων



Τεχνητές λεκάνες και λίμνες συγκράτησης ομβρίων



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων



Flood Proofing



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Παραδείγματα Μέτρων

Αστικοί Υγροβιότοποι



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Βιβλιογραφία

- Diakakis, M., Mavroulis, S. and Deligiannakis, G. Floods in Greece, a statistical and spatial approach. *Natural Hazards*, 62, 485-500, 2012.
- 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.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Summarized Table of Natural Disasters in Greece from 1900 to 2017, EM-DAT: The CRED/OFDA International Disaster Database–www.emdat.be–Université Catholique de Louvain–Brussels–Belgium. Available online: <http://www.emdat.be>
- Efstratiadis, A., A. D. Koussis, D. Koutsoyiannis, and N. Mamassis, Flood design recipes vs. reality: can predictions for ungauged basins be trusted?, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 1417–1428, doi:10.5194/nhess-14-1417-2014, 2014.
- Koutsoyiannis, D., Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall, 1, Theoretical investigation, *Hydrological Sciences Journal*, 49(4), 575–590, 2004.
- Papaioannou, G. A. Flood Hazard and Risk Modelling Framework for Ungauged Streams and Watersheds. Ph.D. Dissertation, Dept. of Civil Engineering, University of Thessaly, 2017.
- Papaioannou, G., A. Loukas, L. Vasiliades, and G. T. Aronica, Flood inundation mapping sensitivity to riverine spatial resolution and modelling approach, *Natural Hazards*, 83, S117–S132, 2016.
- Papaioannou, G., L. Vasiliades, and A. Loukas, Multi-criteria analysis framework for potential flood prone areas mapping, *Water Resources Management*, 29, 399-418, doi:10.1007/s11269-014-0817-6, 2015.
- Papalexiou, S.M., and D. Koutsoyiannis, Battle of extreme value distributions: A global survey on extreme daily rainfall, *Water Resources Research*, 49(1), 187–201, doi:10.1029/2012WR012557, 2013.
- <http://floods.ypeka.gr/>



Σχεδιασμός και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές- Βιβλιογραφία

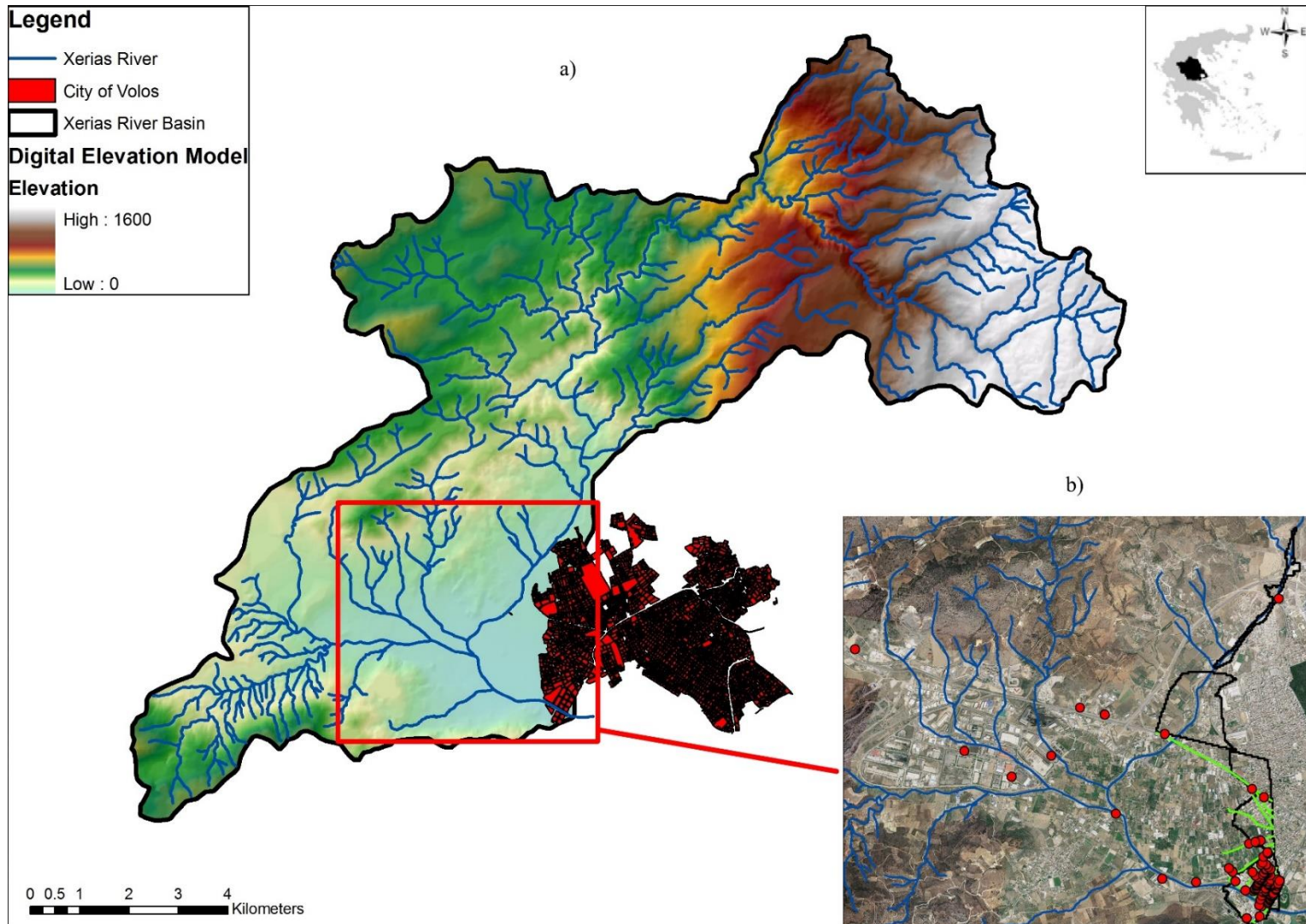
Papaioannou, G., A. Efstratiadis, L. Vasiliades, A. Loukas, S.M. Papalexiou, A. Koukouvinos, I. Tsoukalas and P. Kossieris (2018). “An Operational Method for Floods Directive Implementation in Ungauged Urban Areas”, *Hydrology*, **5** (24), doi:10.3390/hydrology5020024.



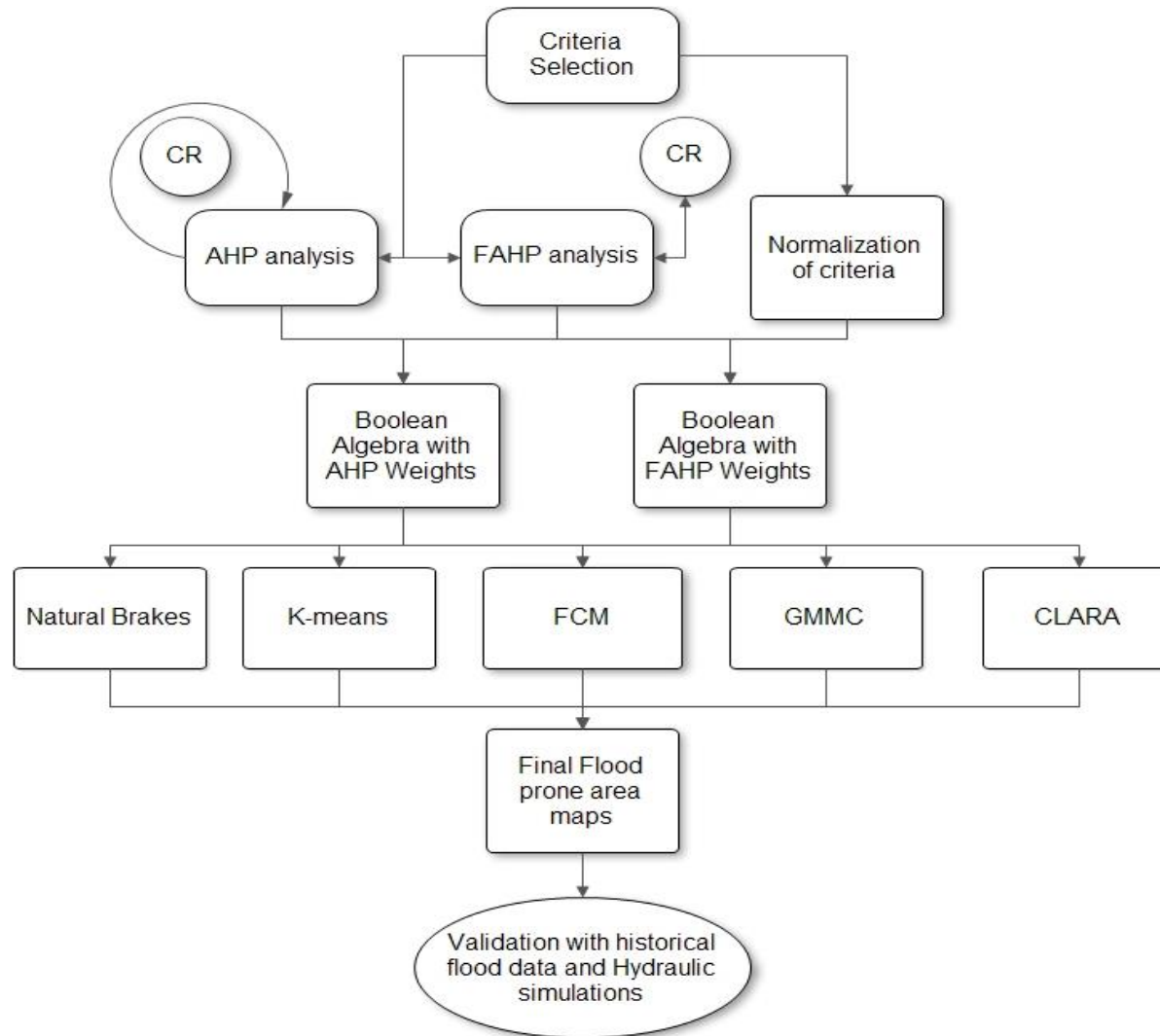
**ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!**



Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)

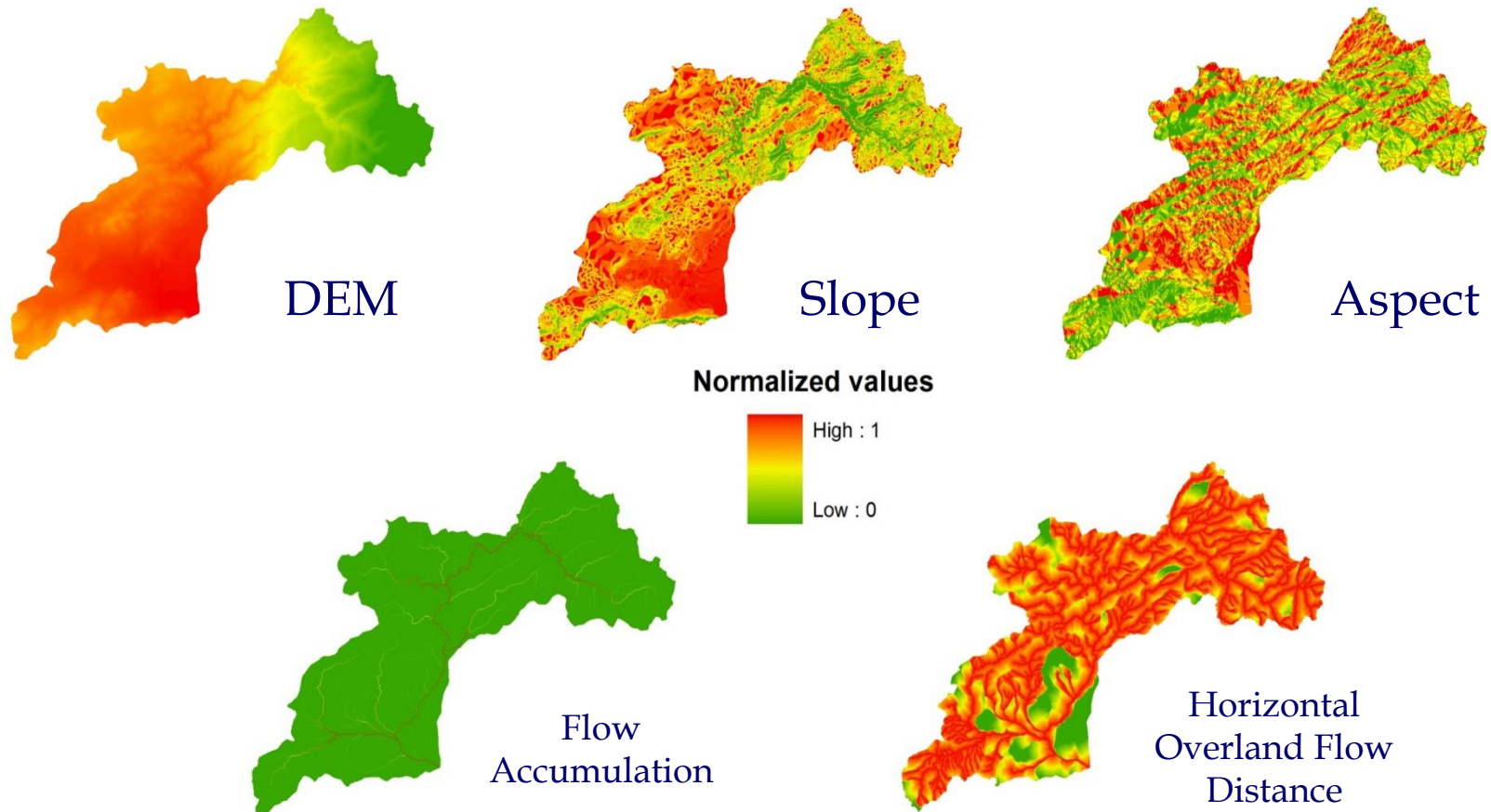


Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)

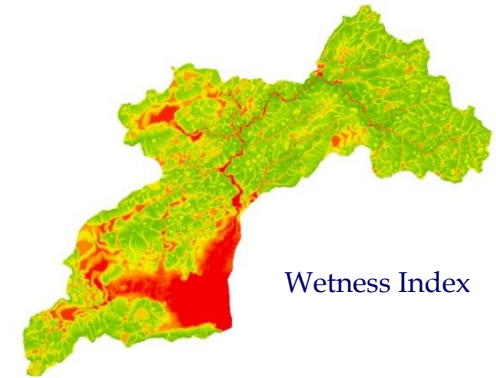
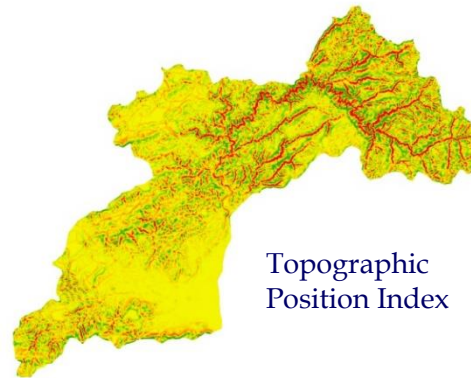
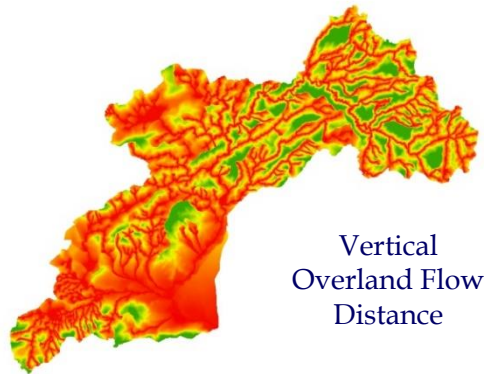


Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)

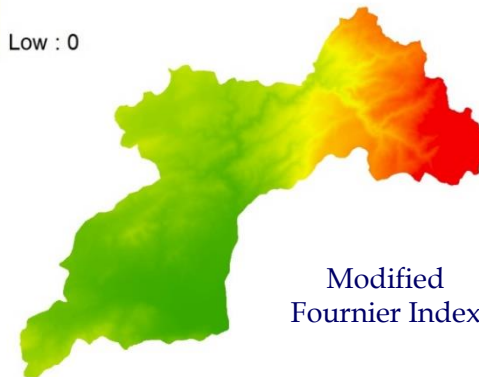
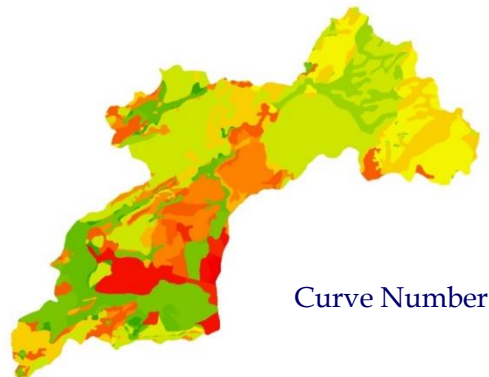
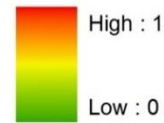
Μετά από ανάλυση ανεξαρτησίας χρησιμοποιώντας ανάλυση πίνακα συσχέτισης επιλέχθηκαν 10 δείκτες από 32



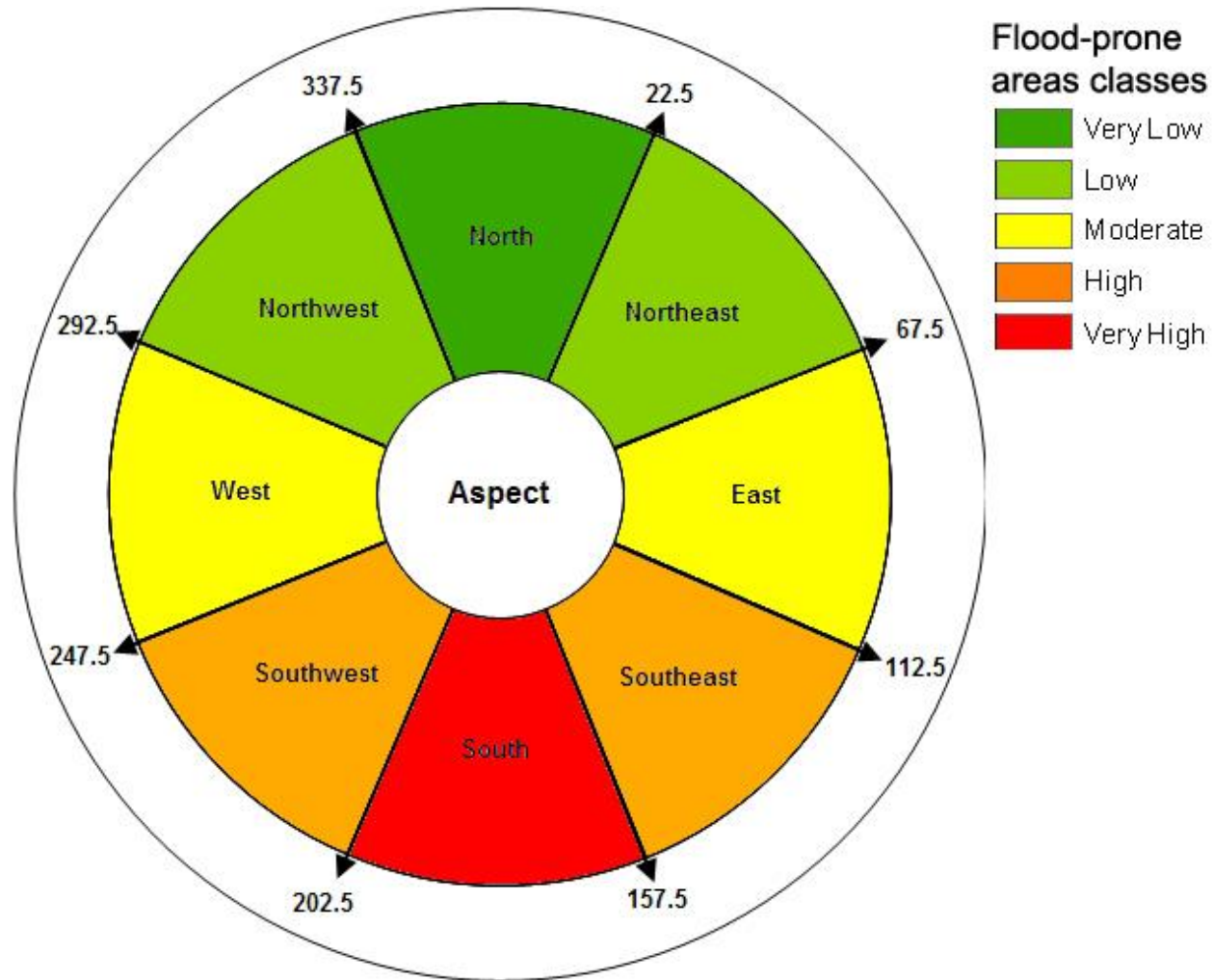
Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)



Normalized values



Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)



Pairwise Comparison Table (Multi-Criteria Analysis)

- Ο pairwise comparison table από 9 experts που εργάζονται στο πεδίο της υδρολογίας
- Τα αποτελέσματα κανονικοποιήθηκαν και ελέγχθηκαν με το Consistency Ratio (CR). Δέκα (10) δείκτες χρησιμοποιούνται άρα η τιμή του CR θα πρέπει να είναι λιγότερο από 10%
- Στην μέθοδο Analytical Hierarchical Process method οι experts τροποποίησαν τους pairwise comparison tables μέχρι το CR να πάρει τιμές λιγότερο από 10%. Consistency Ratio της μεθόδου Fuzzy Analitical Hierarchical Process ήταν επίσης λιγότερο από 10%.

Οι τελικές τιμές βαρύτητας για έναν expert ονομάστηκαν “Expert Knowledge” και οι διάμεσες τιμές ονομάστηκαν “Group of Experts”.

Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)

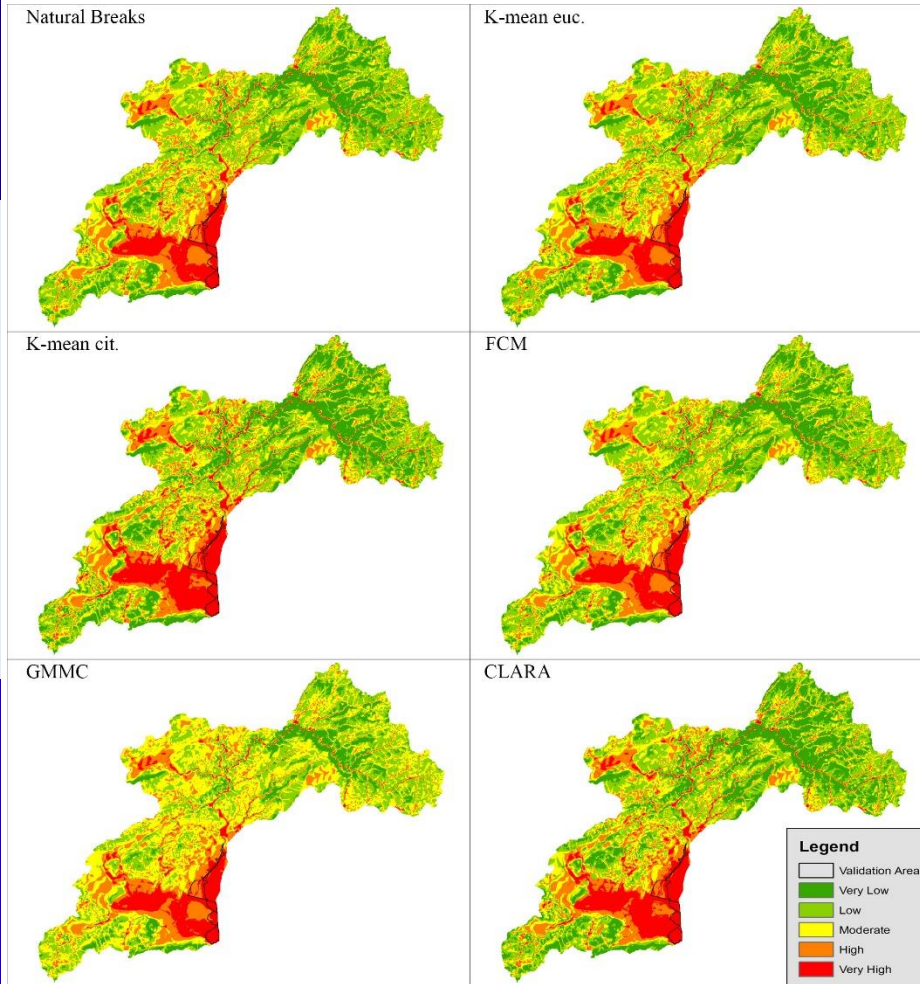
Multi-Criteria Analysis (AHP and FAHP relative weights of the criteria)

	DEM	Slope	Aspect	Flow Acc.	HOFD	VOFD	TPI	WI	CN	MFI	CR
AHP Expert Knowledge	0.03	0.09	0.02	0.14	0.13	0.05	0.07	0.25	0.20	0.02	4.3%
AHP Group of experts	0.03	0.11	0.02	0.15	0.08	0.07	0.08	0.26	0.17	0.03	4.3%
FAHP Expert Knowledge	0.00	0.09	0.00	0.18	0.14	0.00	0.02	0.31	0.26	0.00	6.7%
FAHP Group of experts	0.00	0.13	0.00	0.19	0.05	0.03	0.06	0.32	0.22	0.00	6.8%

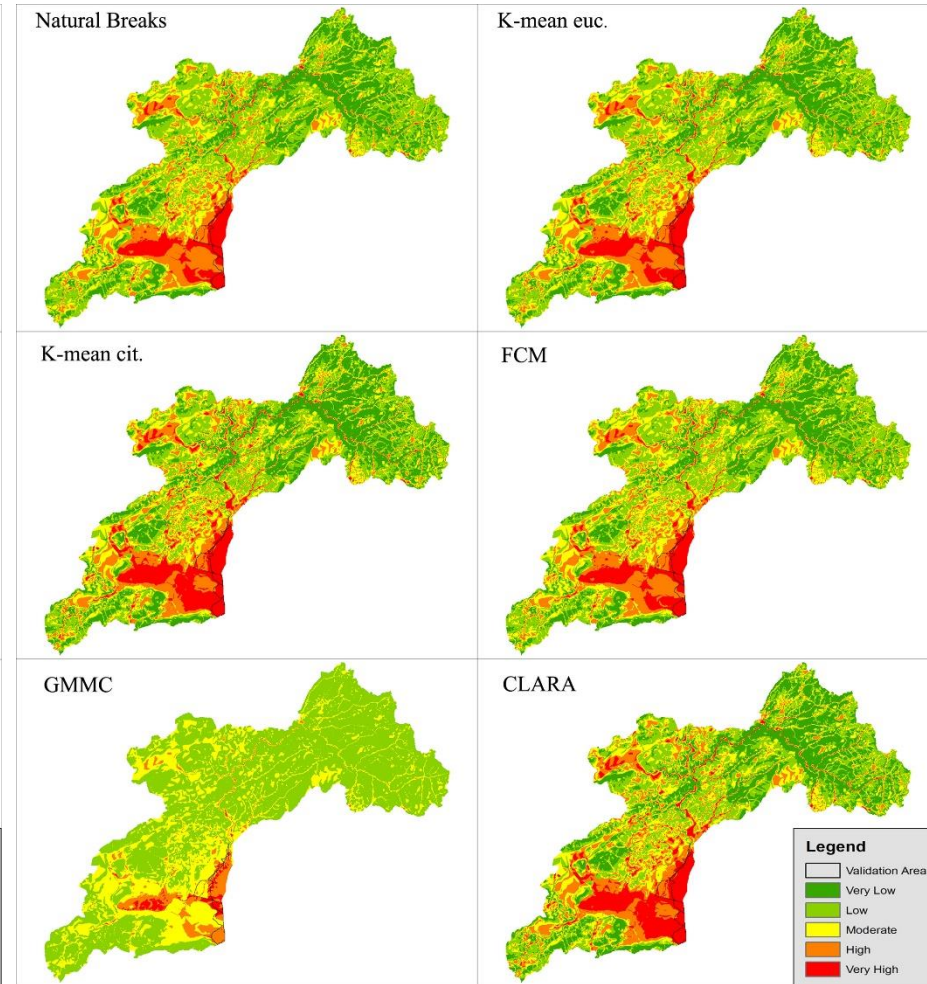


Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)

AHP - Group of Experts

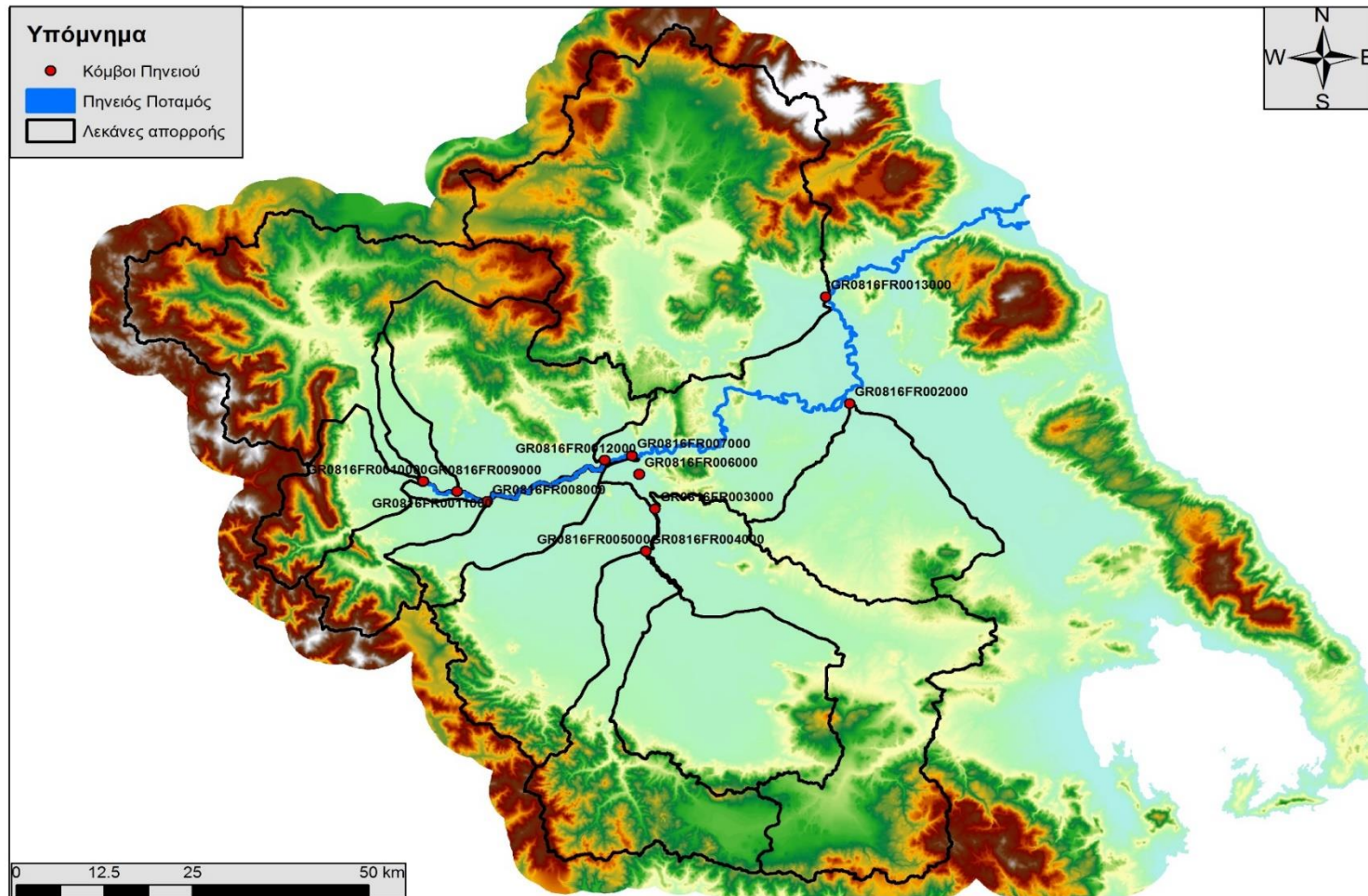


FAHP - Group of Experts



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού

Κεντρική κοίτη Πηνειού ποταμού και κόμβοι υπολεκανών προσομοίωσης



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού

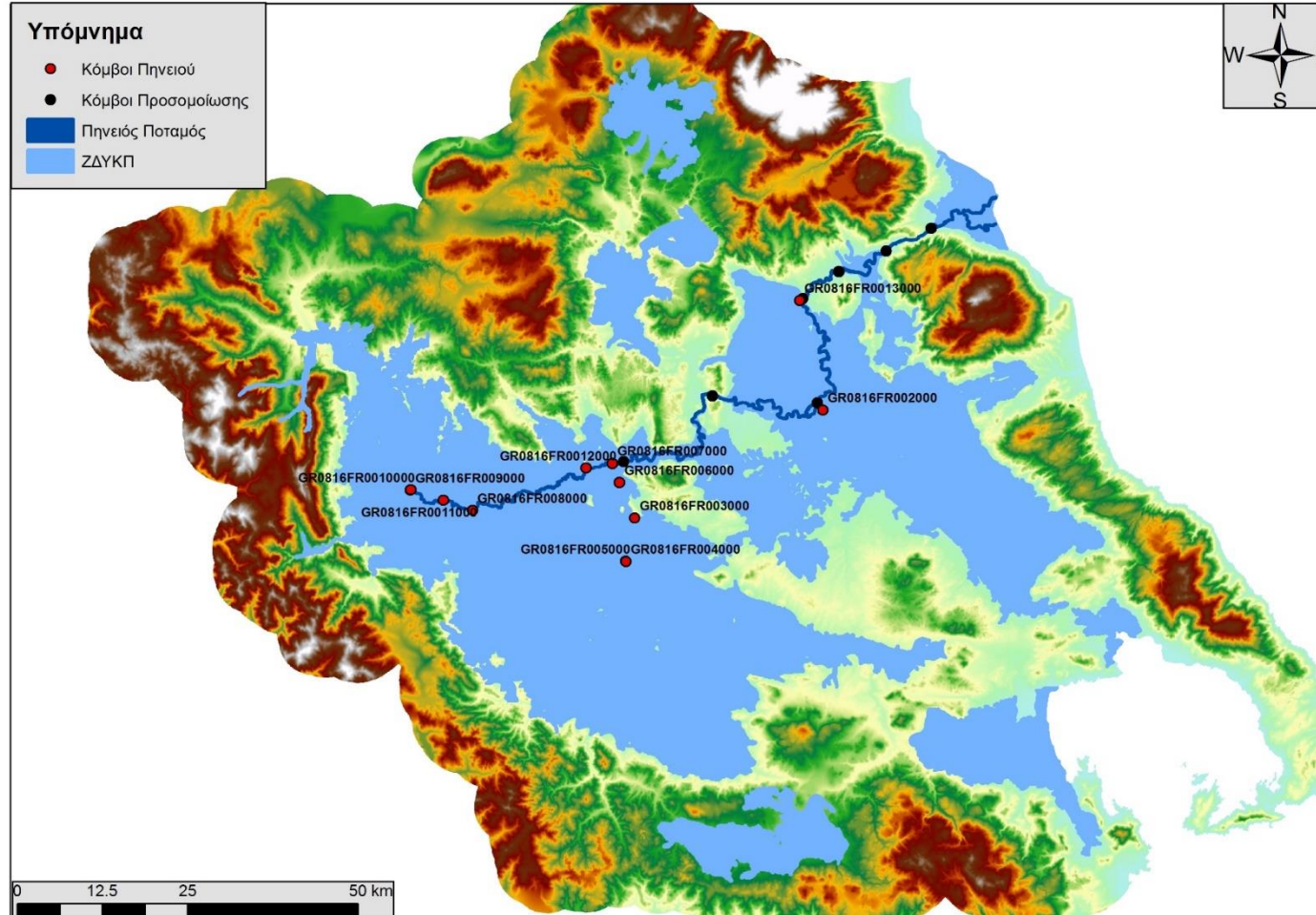
Κόμβοι λεκανών απορροής κεντρικής κοίτης Πηνειού ποταμού

Κωδικός	Ονομασία	Έκταση (km ²)	Συντελεστής απομείωσης πλημμυρογραφμάτων
GR0816FR002000	Κουσμπασανιώτικο	592.9	0.644
GR0816FR003000	Ενιπέας	1140.5	0.695
GR0816FR004000	Φαρσαλιώτης	718.9	0.658
GR0816FR005000	Σοφαδίτης	648.1	0.650
GR0816FR006000	Καλέντζης	653.8	0.651
GR0816FR007000	Μέγας	236.1	0.589
GR0816FR008000	Πάμισος	247.7	0.592
GR0816FR009000	Πορταϊκός	301.7	0.602
GR0816FR0010000	Άνω ρους Πηνειού	1130.2	0.695
GR0816FR0011000	Δυτική κοίτη Τρικάλων	93.9	0.549
GR0816FR0012000	Ληθαίος-Νεοχωρίτης	741.7	0.660
GR0816FR0013000	Τιταρήσιος	1872.9	0.744



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού

Κεντρική κοίτη Πηνειού ποταμού και κόμβοι υδραυλικής προσομοίωσης



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Προτεινόμενη Μέθοδος)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού

Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

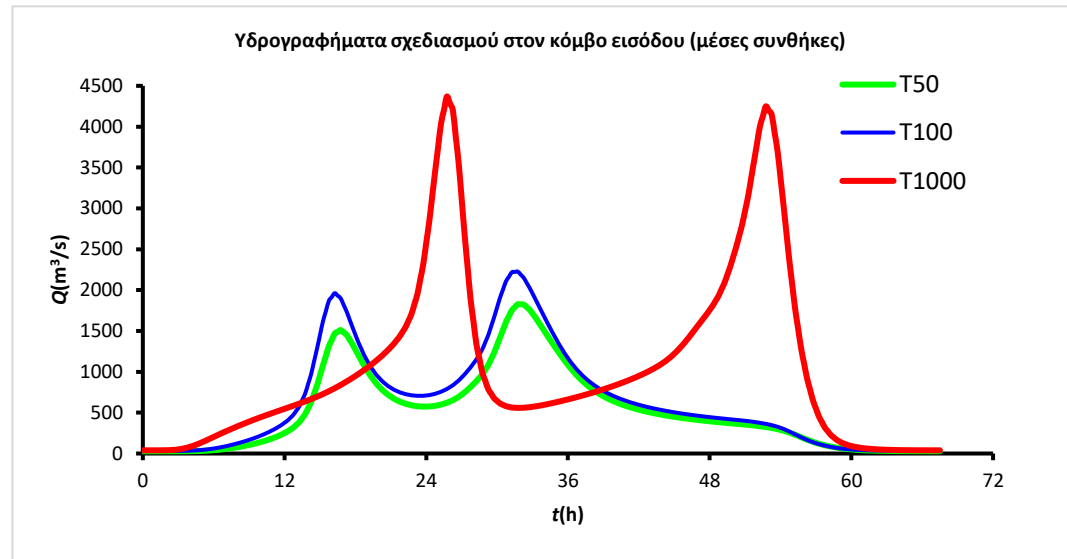
Κωδικός	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Υδρογραφήματα Εισόδου	Παραγόμενα Υδρογραφήματα Εξόδου
R910_11	J910	J11	7.51	GR0816FR009000+GR0816FR0010000	011
R11_8	J11	J8	5.91	GR0816FR0011000+011	08
R8_12	J8	J12	26.54	GR0816FR008000+08	012
R12_7	J12	J7	4.80	GR0816FR0012000+012	07_1
R7_67	J7	J67	2.56	GR0816FR007000+07_1	067
R45_3	J45	J3	8.07	GR0816FR004000+GR0816FR005000	03
R3_6	J3	J6	7.53	GR0816FR003000+03	06
R6_7	J6	J7	5.18	GR0816FR006000+06	07_2
R7_I1	J7	I1	32.81	07_2 + 067	I1
RI1_2	I1	J2	32.81	I1	02
R2_13	J2	J13	27.29	GR0816FR002000+02	013
RI2_I3	I2	I3	11.93	GR0816FR0013000+013	I3
RI4_Pinios	I4	JPinios	22.80	I3	O_Pinios

13 κλάδοι (2 με αστικές περιοχές = Λάρισα) με συνολικό μήκος 196 km βρίσκονται εντός της ΖΔΥΚΠ και χρησιμοποιούνται για τη διόδευση των πλημμυρογραφημάτων και την εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου στην κεντρική κοίτη του Πηνειού ποταμού

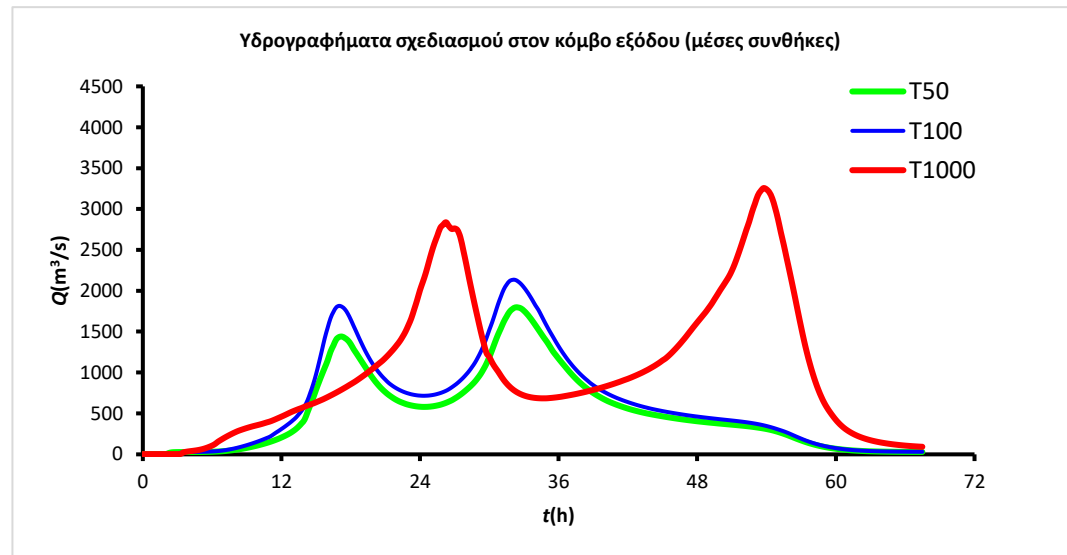


Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού

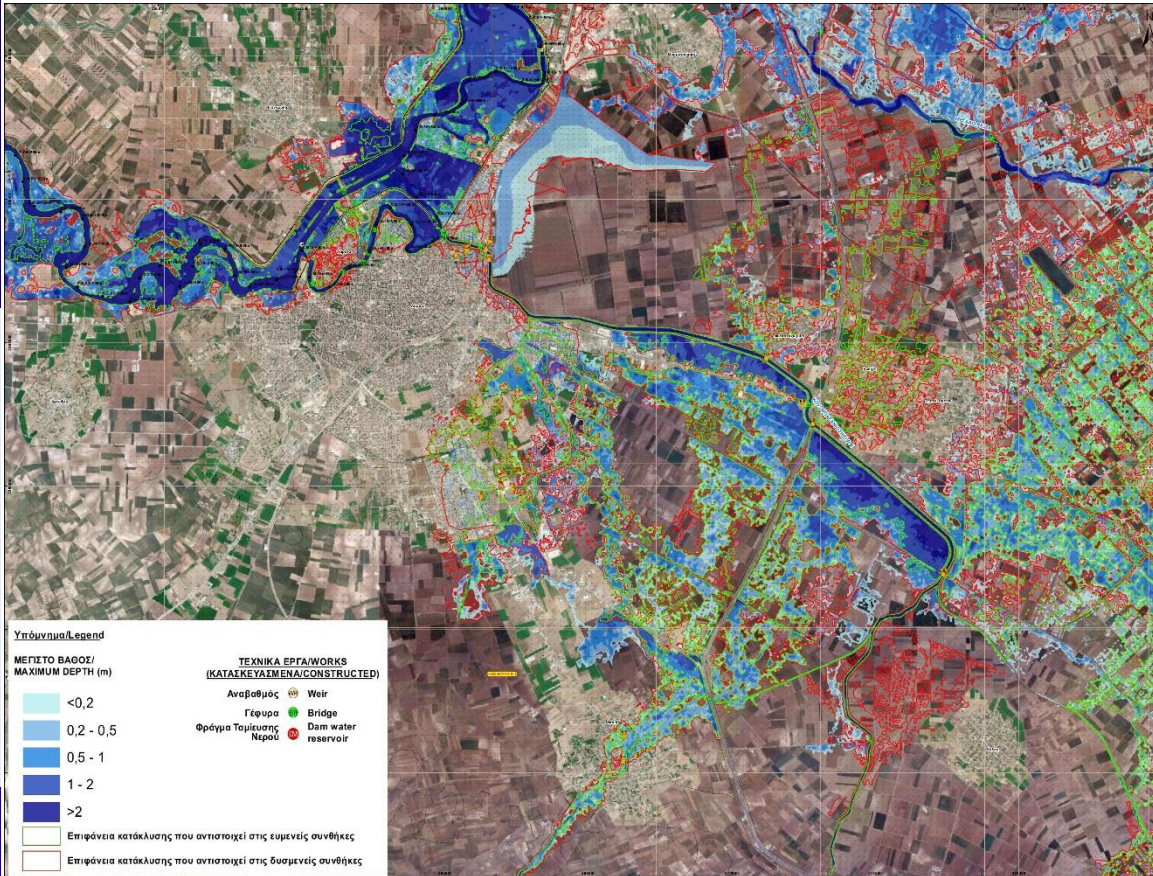
**Υδρογράφημα σχεδιασμού
στον κόμβο J910 του κλάδου
R910_11**



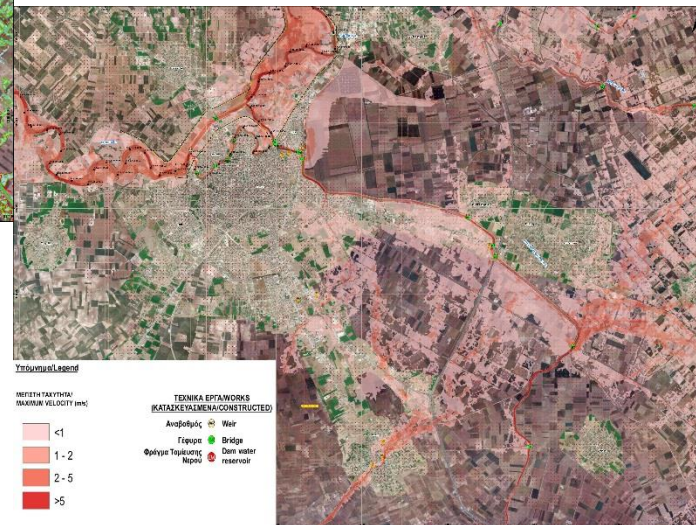
**Παραγόμενο υδρογράφημα
εξόδου O11 στον κόμβο J11
του κλάδου R910_11**



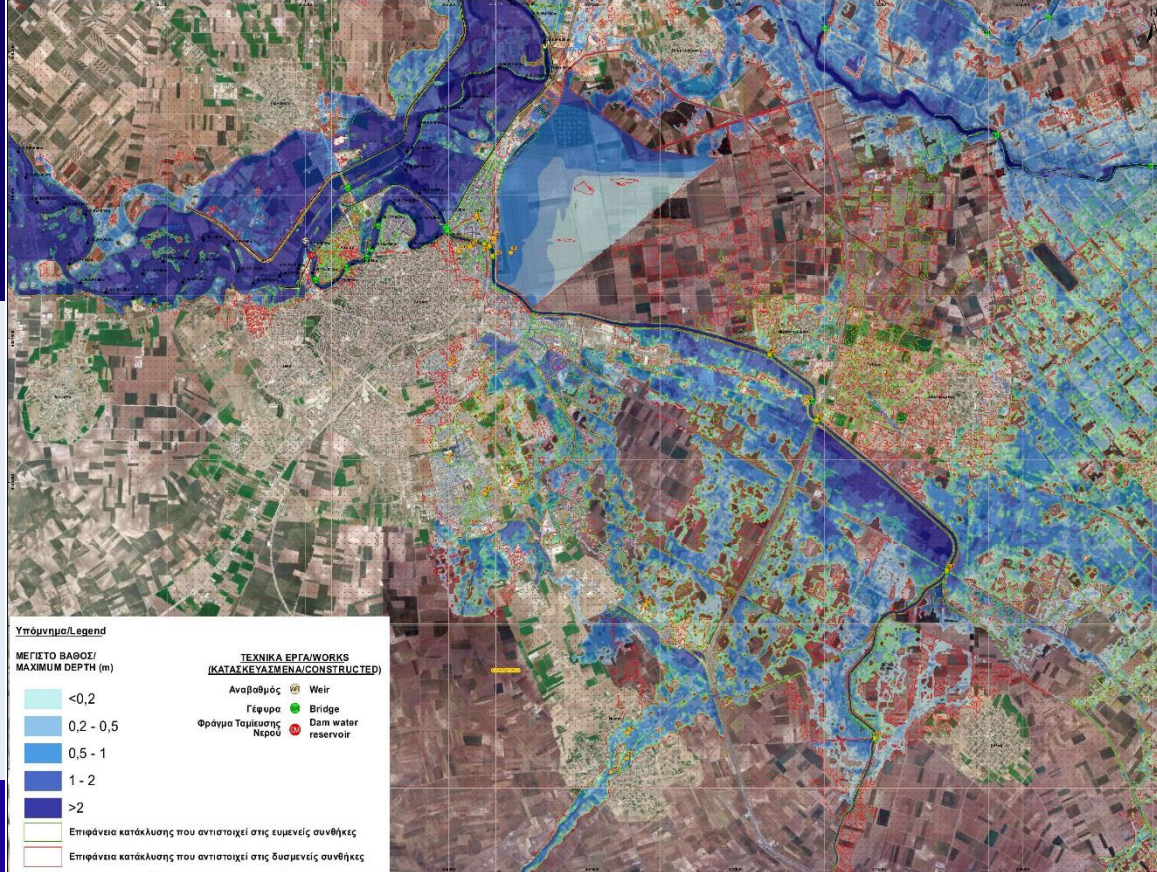
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογή)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού (Λάρισα)



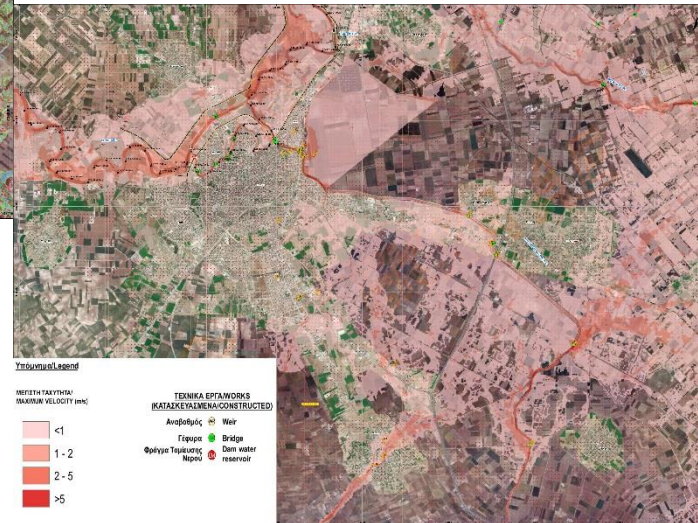
Μέγιστη πλημμυρική έκταση και μέγιστο ύψος νερού για περίοδο επαναφοράς $T = 50$ χρόνια για όλα τα σενάρια βροχόπτωσης, συνθηκών υγρασίας και συντελεστή τραχύτητας (πάνω) και απεικόνιση της μέγιστης ταχύτητας για το βασικό σενάριο (CNII)



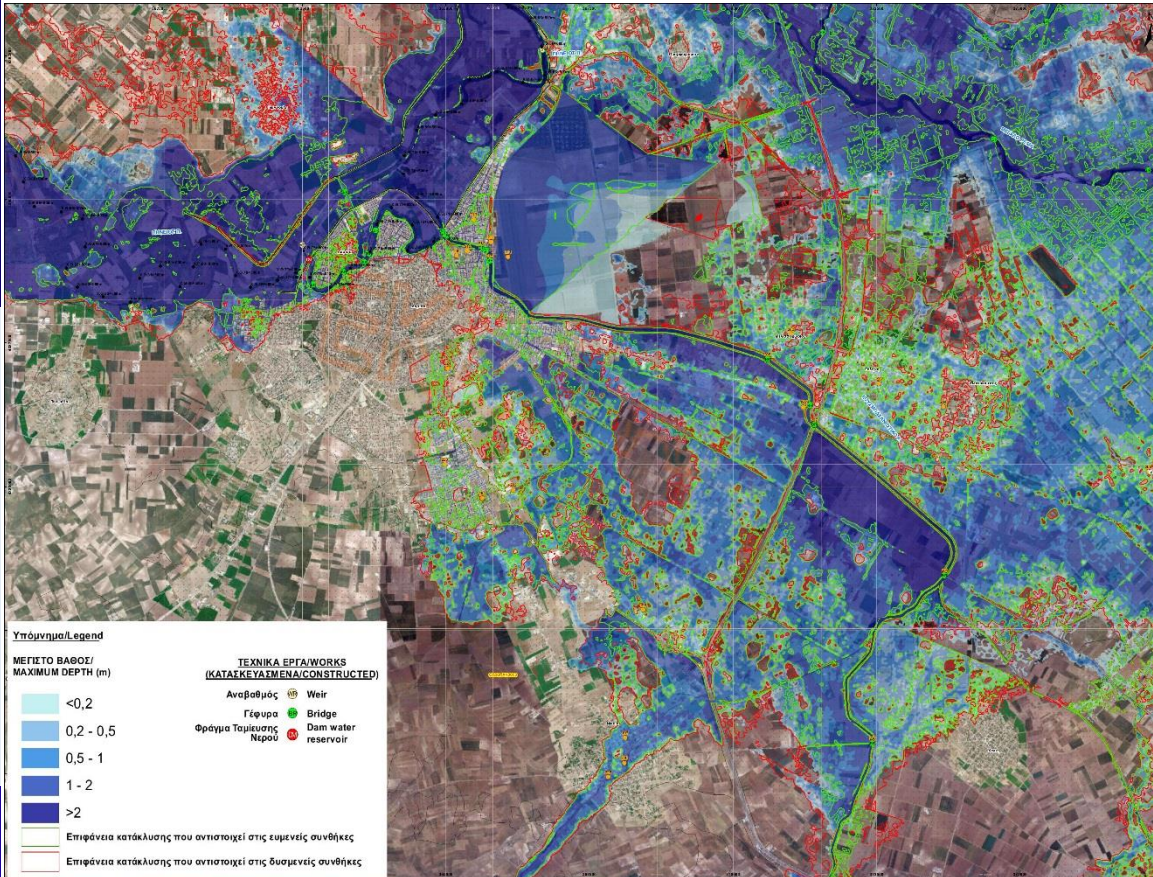
Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού (Λάρισα)



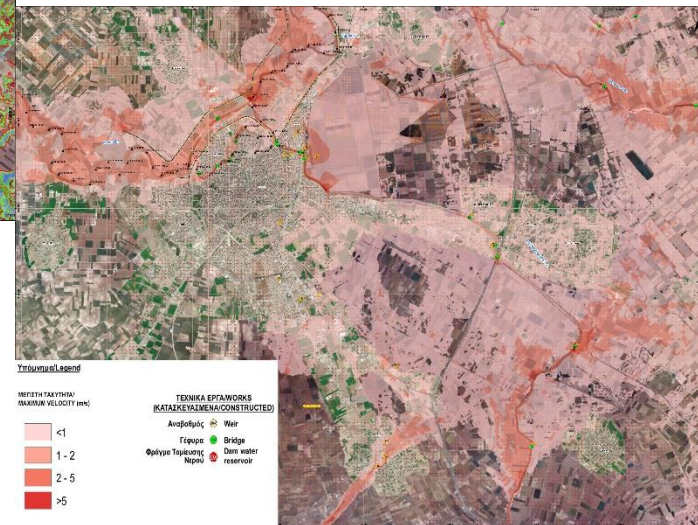
Μέγιστη πλημμυρική έκταση και μέγιστο ύψος νερού για περίοδο επαναφοράς $T = 100$ χρόνια για όλα τα σενάρια βροχόπτωσης, συνθηκών υγρασίας και συντελεστή τραχύτητας (πάνω) και απεικόνιση της μέγιστης ταχύτητας για το βασικό σενάριο (CNII)



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού (Λάρισα)

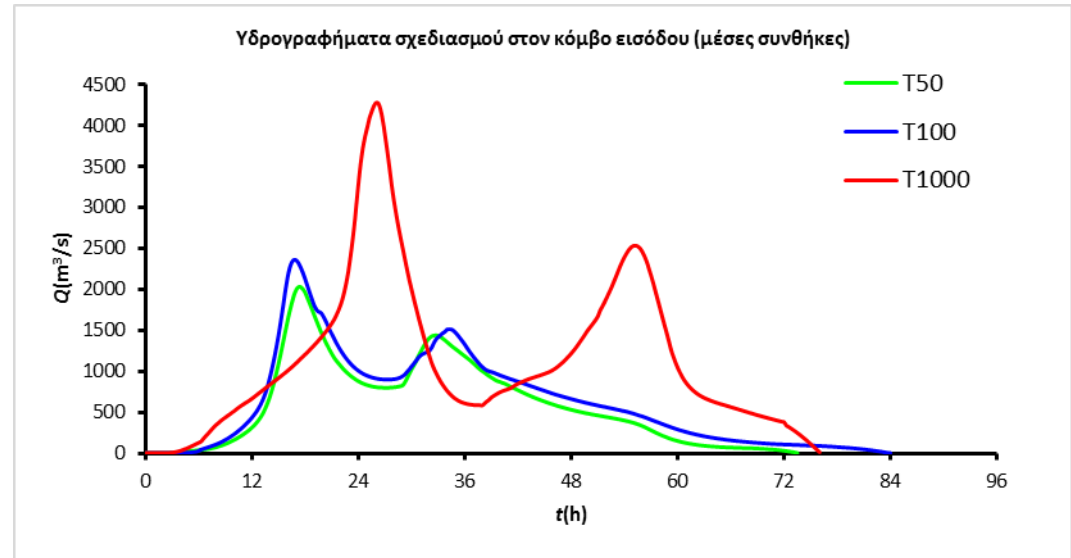


Μέγιστη πλημμυρική έκταση και μέγιστο ύψος νερού για περίοδο επαναφοράς $T = 1000$ χρόνια για όλα τα σενάρια βροχόπτωσης, συνθηκών υγρασίας και συντελεστή τραχύτητας (πάνω) και απεικόνιση της μέγιστης ταχύτητας για το βασικό σενάριο (CNII)



Κατάρτιση χαρτών κινδύνων πλημμύρας (Μέθοδος Εφαρμογής)- Εφαρμογή κεντρική κοίτη Πηνειού (Λάρισα)

**Υδρογράφημα σχεδιασμού
στον κόμβο I4 του κλάδου
RI4_Pinios**



**Παραγόμενο υδρογράφημα
εξόδου OPinios στον κόμβο
JPinios (εκβολές) του κλάδου
RI4_Pinios**

