

ΜΕΛΕΤΗ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ
ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2022

ΜΕΛΕΤΗ

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ
ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ
ΕΞΥΠΝΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΥΨΗΛΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΟΥ

ΖΑΡΤΑΜΟΠΟΥΛΟΣ, Ν.,. Ειδικό Επιστημονικό Προσωπικό ΕΣΔΔΑ/ΕΚΔΔΑ - Συντονιστής
ΔΙΑΚΑΚΗΣ, Μ., Δρ. Γεωλογικών και Γεωπεριβαλλοντικών Επιστημών
ΠΑΛΛΗΚΑΡΑΚΗΣ, Α., Δρ. Γεωπονικού Πανεπιστημίου, MSc Πρόληψη και Διαχείριση
Φυσικών Καταστροφών

Αξιολογητής/Εμπειρογνώμονας:
ΑΝΤΩΝΑΡΑΚΟΥ, Α., Δρ., Καθηγήτρια Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ, 2022

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.2 Ορισμοί.....	8
1.3 Νομοθετικό πλαίσιο	9
1.4 Το ζήτημα των πλημμυρών στην ευρύτερη περιοχή έρευνας.....	11
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	15
2.1 Εισαγωγή	15
2.2 Κοινωνικο-οικονομική δραστηριότητα	17
2.2 Γεωμορφολογία – Υδρογραφικό δίκτυο	18
2.2.1 Γεωμορφολογία.....	18
2.2.2 Υδρογραφικό δίκτυο	21
2.3 Περιβάλλον και υδάτινα αποθέματα.....	23
2.3.1 Υδατικά αποθέματα	23
2.3.2 Υπόγεια αποθέματα υδάτων.....	25
2.3 Γεωλογία και υδρογεωλογία.....	26
2.3.1 Εισαγωγή	26
2.3.2. Αλπικοί Σχηματισμοί Αττικής	28
2.3.3 Νεογενείς σχηματισμοί	32
2.3.4 Τεταρτογενείς σχηματισμοί	33
2.3.6 Υδρογεωλογία	34
2.4 Χρήσεις γης.....	34
2.5 Κλιματικές συνθήκες	37
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	43
3.1 Ιστορικό καταστροφικών πλημμυρών	43
3.2 Χαρακτηριστικά πλημμυρών.....	49
4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ.....	51
4.1 Προσέγγιση - Μεθοδολογία.....	51
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	59
5.1 Κύρια ευρήματα	59
5.2. Παρατηρήσεις και παραδοχές.....	68
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	70
6.1 Βασικά συμπεράσματα	70
6.2 Προτάσεις Μελέτης.....	71

6.2.1 Μη δομικές προτάσεις δράσεων και μέτρων	72
6.2.2 Δομικές προτάσεις δράσεων και μέτρων	76
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ	88

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πλημμύρες αποτελούν έναν από τους πιο καταστροφικούς τύπους φυσικών καταστροφών, ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου είναι υπεύθυνες για ένα μεγάλο ποσοστό ζημιών και άλλων επιπτώσεων (BARREDO 2007, 2009, PETERSEN 2001, CHANGNON 1999, VINET ET AL. 2012) αλλά και έναν σημαντικό αριθμό θανάτων (KUNDZEWICZ & KUNDZEWICZ, 2005, GAUME ET AL. 2016).

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία και τη μέχρι σήμερα εμπειρία, ο πλημμυρικός κίνδυνος αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια λόγω της αύξησης της ραγδαιότητας των βροχοπτώσεων και της προβλεπόμενης αλλαγής των χρήσεων γης με αποτέλεσμα να χρειάζονται άμεσες παρεμβάσεις σε κρίσιμες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου αλλά και μακροπρόθεσμη στρατηγική για τη μείωση του.

Επιπρόσθετα, από τις πρόσφατες καταστρεπτικές πλημμύρες στην ευρύτερη περιφέρεια (πλημμύρες 2013, 2014 και 2015 στο λεκανοπέδιο αλλά και του 2017 στη Μάνδρα) και από παλαιότερα καταστροφικά πλημμυρικά γεγονότα στην περιοχή, αλλά και στον ευρύτερο Ελληνικό χώρο (π.χ. πλημμύρα Σαμοθράκης 2017), καθίσταται σαφές ότι στην ευρύτερη περιοχή καταγράφονται συνθήκες πλημμυρικού κινδύνου, οι οποίες χρήζουν διερεύνησης.

Με βάση τη φύση του κλίματος της ευρύτερης περιοχής, το οποίο χαρακτηρίζεται από την παρουσία περισσότερο ή λιγότερο σπάνιων ακραίων καταιγίδων (Llasat et al. 2010) και καταστροφικών πλημμυρών τύπου flash flood (Borga et al. 2010), αλλά και από τα προκαταρκτικά στοιχεία και τους υφιστάμενους καταλόγους πλημμυρών, προκύπτει ότι το καθεστώς αυτό σε συνδυασμό με τις κρίσιμες διαφοροποιήσεις που λαμβάνουν χώρα στο γεωπεριβάλλον (κλιματική αλλαγή, πυρκαγιές και ανθρώπινες επεμβάσεις), είναι εξαιρετικά πιθανό να οδηγήσει στο μέλλον σε εκτεταμένες ζημιές και πιθανόν ακόμα και ανθρώπινες απώλειες. Κατά συνέπεια, κρίνεται απαραίτητη ολοκληρωμένη έρευνα κατά μήκος των ρεμάτων της υπό έρευνα περιοχής.

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία το μέτρο του πλημμυρικού κινδύνου ορίζεται από πολυάριθμες παραμέτρους, όπως είναι η ραγδαιότητα των βροχοπτώσεων, η στερεοπαροχή από τη διάβρωση των ανάντη περιοχών, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, τα υφιστάμενα έργα και η μεταφορά ογκωδών αντικειμένων ή προϊόντων καύσης από την ταχύτητα των υδάτων. Ο πλημμυρικός κίνδυνος αυξάνεται σε ορισμένες περιπτώσεις σημαντικά επίσης μετά από δασικές πυρκαγιές με αποτέλεσμα να χρειάζονται άμεσες παρεμβάσεις σε κρίσιμες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου (Robichaud 2010) αλλά και ειδικά προσαρμοσμένη έρευνα που να λειτουργεί υπό το νέο (μετα-πυρικό) καθεστώς που διαμορφώνεται (Diakakis et al. 2017).

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης με τίτλο: «**ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**» είναι η προς όλους επικοινωνία της κλιματικής αλλαγής και των ανεπανόρθωτων βλαβών που δημιουργεί σε ανθρώπινο και οικονομικό επίπεδο, καθώς και η διερεύνηση τρόπων αντιμετώπισης των σχετικών φαινομένων από τους αρμόδιους φορείς της Δημόσιας Διοίκησης.

Για την πληρότητα και συνεκτικότητά του, το εν λόγω κείμενο θα περιλαμβάνει ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τα πρόσφατα ακραία πλημμυρικά φαινόμενα στη χώρα μας, τη

συχνότητα των καταστρεπτικών πλημμυρών, καθώς και τις επιπτώσεις σε υποδομές και περιουσίες.

Η απειλή της επιδείνωσης των πλημμυρικών φαινομένων στο άμεσο μέλλον, καθιστά απαραίτητη την αναβάθμιση της προσπάθειας αντίληψης του κινδύνου, μέσω της χρήσης νέων έξυπνων εργαλείων υψηλής τεχνολογίας, σε συνδυασμό με υψηλής ανάλυσης καταγραφές πλημμυρικών φαινομένων διαχρονικά. Ως προτεραιότητα κρίνεται απαραίτητο η συγκεκριμένη μελέτη να γίνει στο Λεκανοπέδιο Αττικής, όπου η αυξανόμενη τρωτότητα καθιστά πολύ επιβλαβή και επικίνδυνη την εκδήλωση πλημμυρών.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση και ιεράρχηση των περιοχών υψηλού κινδύνου πλημμυρών σε υψηλή ανάλυση (κλίμακα οικοδομικού τετραγώνου), εντός των ορίων του πολεοδομικού συγκροτήματος του Λεκανοπεδίου Αθηνών, η λεπτομερής χαρτογραφική αποτύπωση του και η ανάδειξη νέων τρόπων αντιμετώπισης των πλημμυρών, με τη χρήση σύγχρονης τεχνολογίας.

Συνεκτιμώντας όλα τα προηγούμενα και με εργαλείο τα εξελιγμένα λογισμικά και καινοτόμα εργαλεία για τον προσδιορισμό πλημμυρικού κινδύνου και των πλημμυρικών φαινομένων, θα πραγματοποιηθεί εκτεταμένη έρευνα, με τα παρακάτω παραδοτέα:

1. Ανάπτυξη μεθοδολογικού εργαλείου
2. Έκθεση αποτελεσμάτων μελέτης
3. Προτάσεις μελέτης.

Η μελέτη θα λάβει υπόψη και θα ολοκληρωθεί σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητες και τις ιδιομορφίες της υπό έρευνα περιοχής και θα είναι συμβατή με τη σχετική Ευρωπαϊκή (Οδηγίες 2000/60 ΕΚ, 2007/60 ΕΚ) και εθνική νομοθεσία (Ν. 3013/2002, ΚΥΑ 31822/1542/Ε103 κλπ.), που αφορά τις πλημμύρες και τον πλημμυρικό κίνδυνο.

1.2 Ορισμοί

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης ισχύουν οι παρακάτω ορισμοί:

«Πλημμύρα» νοείται η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό. Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χείμαρρους, εφήμερα υδατορεύματα της Μεσογείου και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές.

«Κίνδυνος» (Hazard) νοείται η συνολική πιθανότητα εκδήλωσης ενός καταστροφικού γεγονότος.

«Τρωτότητα» (Vulnerability) νοείται ο βαθμός επιδεκτικότητας ή ευαλωσιμότητας ή αλλιώς το πόσο ευάλωτο είναι ένα σύστημα του φυσικού ή ανθρωπογενούς περιβάλλοντος σε έναν κίνδυνο.

«Επικινδυνότητα ή Διακινδύνευση» (Risk) νοείται ο συνδυασμός της πιθανότητας να λάβει χώρα πλημμύρα και των δυνητικών αρνητικών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες, που συνδέονται μ' αυτή την πλημμύρα.

«Υδατορεύματα ή υδατορέματα ή ρέματα» (μη πλεύσιμοι ποταμοί, χείμαρροι, ρέματα και ρυάκια): οι φυσικές ή διευθετημένες διαμορφώσεις της επιφάνειας του εδάφους που είναι κύριοι αποδέκτες των υδάτων της επιφανειακής απορροής και διασφαλίζουν την διόδυσή τους προς άλλους αποδέκτες σε χαμηλότερες στάθμες. Στην έννοια του υδατορεύματος δεν περιλαμβάνονται τα εγγειοβελτιωτικά έργα όπως αρδευτικές και αποστραγγιστικές τάφροι καθώς και οι πλεύσιμοι ποταμοί.

«Κοίτη»: η φυσική ή διευθετημένη διαμόρφωση του εδάφους στην οποία ρέει μόνιμα ή περιοδικά νερό του υδατορεύματος. Δεν περιλαμβάνονται στην έννοια αυτή οι περιοχές μόνιμης ή περιοδικής κατάκλυσης των υγροτόπων.

«Όχθη ρέματος»: η γραμμή που ενώνει τα άνω άκρα κάθε πρηνούς της κοίτης (φρύδι), όπου αυτή αποτελεί διακριτό μορφολογικό στοιχείο του περιβάλλοντος χώρου του υδατορεύματος.

«Παροχή σχεδιασμού»: η παροχή πλημμύρας, όπως υπολογίζεται για συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς (T), με την οποία θα μελετηθεί η δίαιτα του υδατορεύματος, τα πιθανά αντιπλημμυρικά έργα και με την οποία θα καθοριστούν οι γραμμές πλημμύρας.

«Οριοθέτηση υδατορέματος»: η επικύρωση μέσω κανονιστικής πράξης, του καθορισμού των οριογραμμών του υδατορέματος σύμφωνα με το ισχύον νομικό πλαίσιο, με στόχο την εξασφάλιση της απρόσκοπτης απορροής των επιφανειακών νερών και την περιβαλλοντική προστασία του υδατορέματος.

«Διευθέτηση υδατορέματος»: η επέμβαση στο υδατόρευμα με την εκτέλεση των αναγκαίων έργων με σκοπό την βελτίωση των συνθηκών ροής, τη μείωση των κινδύνων από πλημμύρες και τον έλεγχο των διαβρώσεων και των αποθέσεων φερτών υλικών. Στα έργα αυτά μπορεί να περιλαμβάνεται και η εκτροπή του υδατορέματος καθώς και η υποκατάστασή του με κλειστό ή ανοιχτό τεχνικό έργο στην ίδια ή διαφορετική θέση.

«Λεκάνη Απορροής Ποταμού» (ή «Υδρολογική Λεκάνη») νοείται η έκταση στην οποία συγκεντρώνεται το σύνολο απορροής μέσω διαδοχικών ρευμάτων, ποταμών ή λιμνών και παροχετεύεται στη θάλασσα με ενιαίο στόμιο, εκβολές ή δέλτα.

1.3 Νομοθετικό πλαίσιο

Το παρόν Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα είναι συμβατό και γίνεται στο πλαίσιο των απαιτήσεων για την αντιμετώπιση των φυσικών κινδύνων που προκύπτουν από το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο:

Σε **εθνικό επίπεδο** στο πλαίσιο του Νόμου 3013/2002 (ΦΕΚ 102Α/01-05-2002) περί «Πολιτικής Προστασίας και λοιπών διατάξεων», του Νόμου 3199/2003 (ΦΕΚ 280Α/09- 12-2003) περί «Προστασίας και διαχείρισης των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ» και στο πλαίσιο της Κοινής Υπουργικής Απόφασης 31822/1542/Ε103 (ΦΕΚ 1108Β/21-07-2010), η οποία ενσωματώνει την Οδηγία 2007/60/ΕΚ στο εθνικό δίκαιο καθώς και της εγκυκλίου υπ' αριθ. Πρωτ. 7824/16-11-2011 Εγκυκλίου της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας με τίτλο «Σχεδιασμός και δράσεις πολιτικής προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων». Επίσης στο πλαίσιο του ΠΔ 696/1974 (ΦΕΚ 301Α/08-10-1974) για τον προσδιορισμό των βασικών μεγεθών

σχεδιασμού και οι σχετικές οδηγίες, όπως η Οδηγία Μελετών Οδικών Έργων για την Αποχέτευση – Στράγγιση – Υδραυλικά Έργα Οδών (ΟΜΟΕ – ΑΣΥΕΟ).

Αναλυτικότερα στο πλαίσιο του παρόντος Εφαρμοσμένου Ερευνητικού Προγράμματος ελήφθησαν υπόψη τα ακόλουθα:

1. οι διατάξεις του Ν. 3852/2010 και ιδιαίτερα του άρθρου 100 αυτού όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με αυτές του άρθρου 8 του Ν. 4071/2012 (ΦΕΚ Α 85).
2. η Υ.Α. 7270 / 2006 που αφορά τη Σύσταση Υποστηρικτικής Ομάδας Διαχείρισης ΧΒΡΠ
3. η Υ.Α. 3384 / 2006 που αφορά τη Συμπλήρωση του «Ξενοκράτη»
4. η Υ.Α. 1299 / 2003 που αφορά το Γενικό Σχέδιο Π.Π. «Ξενοκράτης»
5. το Π.Δ. 338 / 2003 που αφορά τη Σύσταση Επιστημονικού Κέντρου Π.Π.
6. το Π.Δ. 151 / 2004 που αφορά τον Οργανισμό ΓΓΠΠ
7. ο Νόμος 3613 / 2007 που αφορά Ρυθμίσεις Θεμάτων ΓΓΠΠ (112, εκκενώσεις)
8. ο Νόμος 3536 / 2007 που αφορά Ρυθμίσεις Θεμάτων Π.Π.
9. η Απόφαση 2007 Συμβουλίου της Ε.Ε. που αφορά το Μηχανισμό Π.Π. (αναδιατύπωση)
10. Το ΠΔ 7/2013 (ΦΕΚ 26/Α'/31-01-2013), όπως ισχύει
11. Οι διατάξεις του Ν.4412/2016 καθώς και των Ν. 3669/2008 και Ν. 3316/2005 κατά το μέρος που εξακολουθούν ισχύουσες μετά τη δημοσίευση του Ν. 4412/16
12. την Εγκύκλιο 6524/2012
13. την Υ.Α. 155126/2013 (ΑΔΑ:ΒΕΥΤΟ-ΘΩΔ)
14. την Κ.Υ.Α. 322/2013 (ΦΕΚ 679 Β)
15. την Κ.Υ.Α. 169282/2013 (ΑΔΑ:ΒΛ4-ΝΘΚ)
16. την Κ.Υ.Α. 171923/2013 (ΦΕΚ 3071 Β)
17. την Κ.Υ.Α. 40754/2013 (ΑΔΑ:ΒΕΞΟΡΙΥ5ΔΠ)
18. την Απ. 5246/2013 της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας (ΑΔΑ:ΒΛ901-ΓΓΟ)
19. Απ. 1898/73474/2013 (ΑΔΑ:ΒΕΖ30Ρ10-ΡΟΙ)
20. Ν. 4258/2014 (ΦΕΚ 94 Α)
21. την Κ.Υ.Α. 145026/2014 (ΦΕΚ 31 Β)
22. Π.Δ. 100/2014 (ΦΕΚ167 Α)
23. την Κ.Υ.Α. 146896/2014 (ΑΔΑ: 7ΕΛΤΟ-ΩΙΩ)
24. Ν. 4249/2014 (ΦΕΚ 73 Α)
25. Εγκ. 8184/2015 (ΑΔΑ:ΨΩΙΣ465ΦΘΕ-ΥΚ4)
26. Π.Δ. 97/2017 (ΦΕΚ138 Α)
27. την Κ.Υ.Α. 140424/2017 (ΦΕΚ814 Β)
28. Απ. 177772/924/2017 (ΦΕΚ2140 Β)
29. Έγγρ. 3630/120168/17 (Έγγραφο ΥΠΑΑΤ ΑΔΑ:ΩΦΥ14653ΠΓ-Z0Β)
30. Έγγρ. 7742/2017 (ΑΔΑ:6^H37465ΧΘ7-Α4Θ)

Σε **Ευρωπαϊκό επίπεδο** στο πλαίσιο της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 για τη διαχείριση των υδάτων και την Οδηγία 2007/60/ΕΚ Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2007 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

1.4 Το ζήτημα των πλημμυρών στην ευρύτερη περιοχή έρευνας

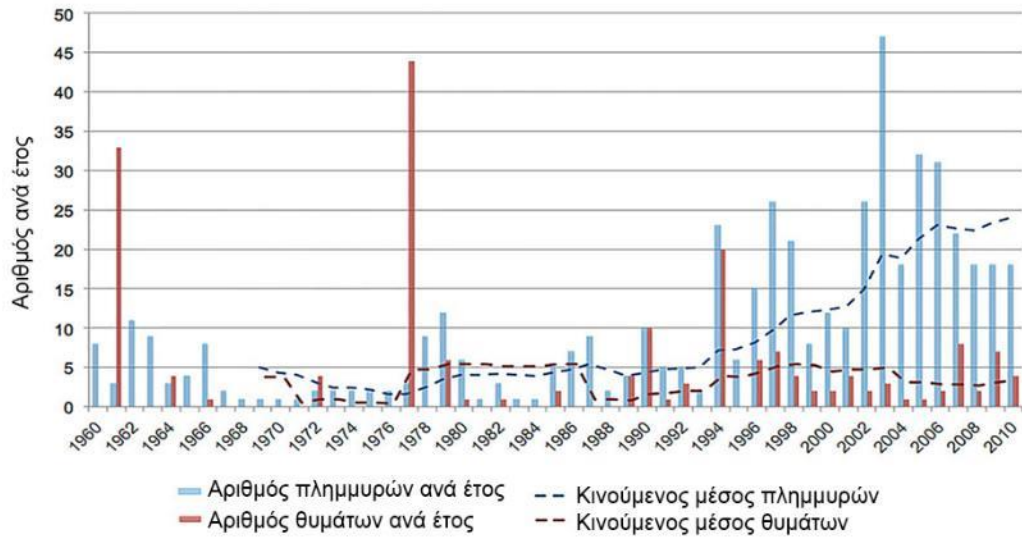
Οι πλημμύρες αποτελούν σημαντικό ζήτημα για την ασφάλεια του παγκόσμιου πληθυσμού, καθώς σχετίζονται με σημαντικό τμήμα του συνόλου των ανθρώπινων απωλειών (KUNDZEWICZ & KUNDZEWICZ, 2005) και των οικονομικών επιπτώσεων (BARRERO, 2007; 2009) που οφείλονται σε φυσικές καταστροφές. Εκτός από τα σημαντικά ποσοστά που κατέχουν ανάμεσα στους υπόλοιπους τύπους φυσικών καταστροφών, οι πλημμύρες καταγράφουν σημαντικά απόλυτα μεγέθη, τα οποία καταδεικνύουν την εξαιρετική σημασία τους.

Παράλληλα, η αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας και η επέκταση ολοένα και περισσότερων ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε περιοχές υψηλού κινδύνου, οδηγούν σε αύξηση των καταγραφόμενων πλημμυρικών φαινομένων. Η έκταση του προβλήματος έχει οδηγήσει τις τελευταίες δεκαετίες, στην ενίσχυση του νομοθετικού πλαισίου τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ελλάδα με κύριες νομοθετικές πράξεις (π.χ. Οδηγία 2007/60/ΕΚ, Νόμος 3013/2002), οι οποίες ενισχύουν τους θεσμούς πολιτικής προστασίας και καλούν σε δράσεις μείωσης του κινδύνου των πλημμυρών.

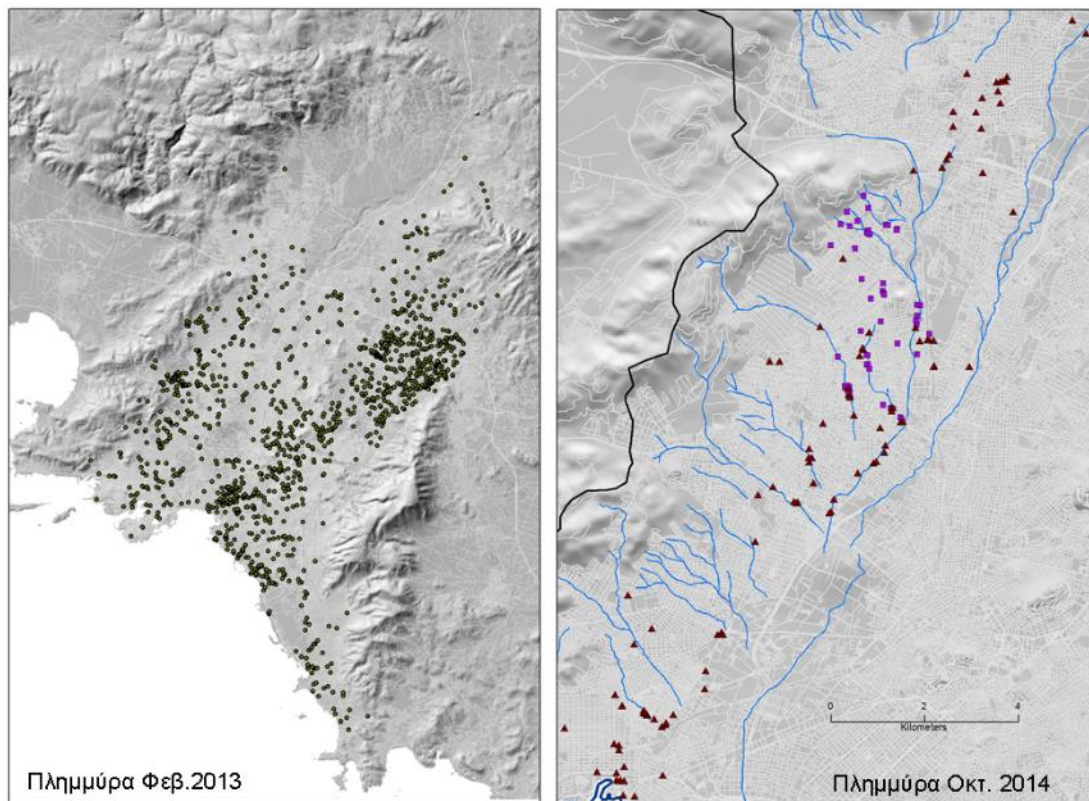
Οι δράσεις αυτές μπορεί να είναι δομικού (π.χ. τεχνικά έργα) ή μη δομικού χαρακτήρα (πχ οριοθέτηση ζωνών κινδύνου, συστήματα έγκαιρης ειδοποίησης κα.). Τα τελευταία χρόνια, λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και του αυξημένου κόστους, η επιλογή των μέτρων μη δομικού χαρακτήρα έχει προκριθεί έναντι των παρεμβάσεων κατασκευαστικού τύπου (GOLIAN et al., 2010). Στο πλαίσιο αυτό έχει αναπτυχθεί μια σειρά τεχνικών και μεθοδολογιών, οι οποίες εστιάζουν στη ανάλυση των πλημμυρικών φαινομένων και χρησιμοποιούνται ανάλογα με το εκάστοτε πρόβλημα και τα γεωπεριβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής που μελετάται.

Η συστηματική καταγραφή πλημμυρών στον Ελληνικό χώρο έχει ξεκινήσει μόλις τις τελευταίες δεκαετίες, κυρίως από οργανισμούς που καταγράφουν τις επιπτώσεις των πλημμυρικών φαινομένων, με σκοπό τη χορήγηση αποζημιώσεων (ΥΑΣ, 2011). Πρόσφατα, οι DIAKAKIS et al. (2012) έδειξαν, ότι οι πλημμύρες καταγράφουν μια σημαντική αύξηση στον Ελληνικό χώρο τόσο σε ότι αφορά τους απόλυτους αριθμούς των συμβάντων όσο και στην αύξηση των επιπτώσεων. Παράλληλα, καταγράφεται ένας σημαντικός αριθμός θυμάτων (Εικ. 1.1).

Συγκεκριμένα, από την έρευνα έχουν προκύψει συνολικά 562 συμβάντα στην περίοδο 1880-2010 (συμπεριλαμβανομένου και 4 πλημμυρών το 1715, 1805, 1833 και 1879), τα οποία αριθμούν συνολικά 586 θύματα.



Εικ. 1.1. Διακύμανση πλημμυρικών συμβάντων (επάνω) και θανάτων από πλημμύρες (κάτω) στον Ελληνικό χώρο, την περίοδο 1950-2010. (Diakakis 2016).

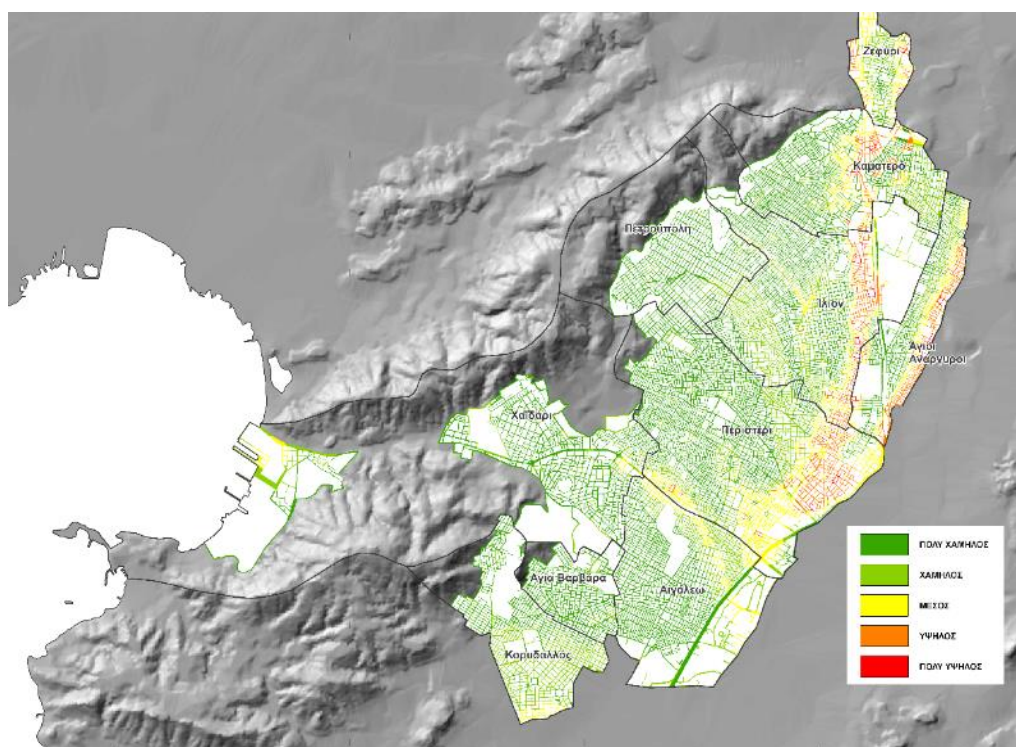


Εικ. 1.2. Κατανομή επιπτώσεων σε κατοικίες και καταστήματα σε ζώνες πλημμυρικού κινδύνου από τις πλημμύρες του 2013 και του 2014 στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας (Diakakis et al. 2016, Diakakis et al. 2017).

Η αστικοποίηση που έχει καταγραφεί κυρίως στις περιοχές της Αττικής (ιδιαίτερα στο Λεκανοπέδιο Αθηνών) αυξάνει σημαντικά τον πλημμυρικό κίνδυνο καθώς οδηγεί:

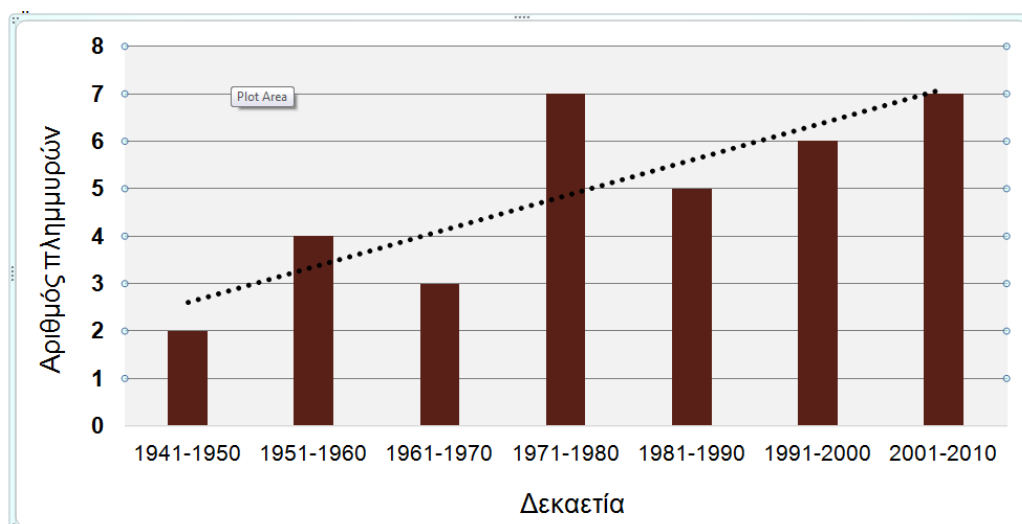
- i. Σε απομείωση κρίσιμων διατομών των υδατορευμάτων
- ii. Σε ολοκληρωτική εξαφάνιση μικρών υδατορευμάτων ή στη μετατροπή τους σε δρόμους ή χώρους στάθμευσης
- iii. Σε κατασκευή υποδιαστασιολογημένων έργων που δεν μπορούν να παραλάβουν το υδραυλικό φορτίο σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων
- iv. Σε δραματική μείωση της ικανότητας του εδάφους να απορροφήσει μέρος των ομβρίων υδάτων

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες σε συνδυασμό με την παρουσία κατασκευών και δραστηριοτήτων σε ζώνες υψηλού πλημμυρικού κινδύνου οδηγούν σε πολυάριθμα καταστροφικά πλημμυρικά φαινόμενα τα οποία έχουν αποτυπωθεί σε παλαιότερες μελέτες (Εικ. 1.3).



Εικ. 1.3 Αποτύπωση πλημμυρικού κινδύνου στο δυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου Αθηνών σε κλίμακα οικοδομικού τετραγώνου (Λέκκας 2010).

Παράλληλα, τα επιστημονικά ευρήματα δείχνουν μια σημαντική αύξηση των πλημμυρικών φαινομένων στην περιοχή (Εικ. 1.4), γεγονός που καθιστά απαραίτητη την αντιμετώπιση των πλημμυρών με την αποτύπωση του κινδύνου και την επιλεγμένη εκπόνηση αντιπλημμυρικών δράσεων.



Εικ. 1.4. Διακύμανση πλημμυρών ανά δεκαετία στο λεκανοπέδιο της Αθήνας, μεταξύ 1940-2010.

Ο Diakakis (2014) επισημαίνει την αύξηση, κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, των πλημμυρών στα όρια οικιστικών περιοχών. Κύρια αίτια της τάσης αυτής είναι κατά τον Stathis (2004) ο περιορισμός της κοίτης των ρεμάτων, ο φραγμός των κοιτών, η μείωση των δασικών εκτάσεων λόγω των πυρκαγιών και η μείωση της κατείδυσης εντός του αστικού περιβάλλοντος (Diakakis 2014). Μεγάλο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής έχει υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις. Με εξαίρεση τον Κηφισό ποταμό, που στο μεγαλύτερο τμήμα του έχει υποστεί σημαντικές τεχνικές επεμβάσεις, είναι δυνατόν εντός του οικιστικού ιστού να διαχωριστούν 4 βασικές κατηγορίες ρεμάτων:

- Κλειστά διευθετημένα ρέματα
- Μπαζωμένα ή υποδιαστασιοποιημένα ρέματα
- Ανοικτά μη διευθετημένα ρέματα
- Ανοικτά διευθετημένα ρέματα

Συνεκτιμώντας, λοιπόν, τα ανωτέρω σε συνδυασμό με το πλούσιο ιστορικό πλημμυρών της περιοχής έρευνας, προκύπτει επιτακτική ανάγκη για εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου και ανάπτυξη δράσεων για τη μείωση του και το μετριασμό των επιπτώσεων.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Γεωγραφικά η Περιφέρεια Αττικής βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της χώρας. Έχει έκταση περίπου 3.80 km² και καλύπτει λιγότερο από 3% της συνολικής έκτασης της επικράτειας. Έδρα της είναι η Αθήνα, η οποία αποτελεί και την πρωτεύουσα της Ελλάδας. Η Περιφέρεια Αττικής γεωγραφικά διακρίνεται σε δύο μεγάλες υποενοότητες, την «Περιφέρεια Πρωτεύουσας» και το «υπόλοιπο Αττικής». Η «Περιφέρεια Πρωτεύουσας» ή το Λεκανοπέδιο Αθηνών περιλαμβάνει το πολεοδομικό συγκρότημα Αθήνας – Πειραιά και οριοθετείται από το όρος Αιγάλεω, το Ποικίλο όρος, την Πάρνηθα, τον Υμηττό και την Πεντέλη (λεκανοπέδιο της Αθήνας), αποτελώντας το 11,2% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας Αττικής, έχοντας τα χαρακτηριστικά μιας Μητροπολιτικής περιοχής.

Η δυτική και η ανατολική Αττική καλύπτει το 88,8% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας και περιλαμβάνει ουσιαστικά την περιαστική ζώνη του Λεκανοπεδίου της Αθήνας και ένα πλέγμα μικρότερων πόλεων του οποίου οι κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες είναι πολύ στενά συνδεδεμένες με τη μητροπολιτική περιοχή του λεκανοπεδίου.

Η Περιφέρεια Αττικής συγκροτείται από τις παρακάτω οκτώ (8) Περιφερειακές Ενότητες (ΠΕ) με συνολικά 66 Δήμους:

1. Π.Ε. Κεντρικού Τομέα Αθηνών
2. Π.Ε. Βορείου Τομέα Αθηνών
3. Π.Ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών
4. Π.Ε. Νοτίου Τομέα Αθηνών
5. Π.Ε. Ανατολικής Αττικής
6. Π.Ε. Δυτικής Αττικής
7. Π.Ε. Πειραιώς
8. Π.Ε. Νήσων

Ο μόνιμος πληθυσμός της Περιφέρειας Αττικής κατά την απογραφή του 2011 ανέρχόταν σε 3.828.434 κατοίκους μειωμένος κατά 1,7% περίπου σε σχέση με την απογραφή του 2001 ακολουθώντας την γενικότερη πορεία σε επίπεδο χώρας. Αν και κατέχει χωρικά μόλις το 2,9% της επικράτειας του ελλαδικού χώρου, η Περιφέρεια Αττικής συγκεντρώνει το 35,4% του συνολικού μόνιμου πληθυσμού της χώρας, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, επιβεβαιώνοντας τον Μητροπολιτικό της χαρακτήρα (Πίνακας 2.1).

Πίνακας 2.1. Πληθυσμός των Δήμων της Περιφέρειας Αττικής με βάση την απογραφή του 2011.

Γεωγραφικός κωδικός Καλλικράτη	Περιγραφή	Μόνιμος Πληθυσμός
3	ΑΤΤΙΚΗ	3,828,434
35	ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΑΤΤΙΚΗΣ	3,828,434
351	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	3,828,434
35145	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	1,029,520
3514501	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	664,046
3514502	ΔΗΜΟΣ ΒΥΡΩΝΟΣ	61,308
3514503	ΔΗΜΟΣ ΓΑΛΑΤΣΙΟΥ	59,345
3514504	ΔΗΜΟΣ ΔΑΦΝΗΣ - ΥΜΗΤΤΟΥ	33,628
3514505	ΔΗΜΟΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ	71,026
3514506	ΔΗΜΟΣ ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	78,153
3514507	ΔΗΜΟΣ ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ	26,458
3514508	ΔΗΜΟΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ - ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	35,556
35146	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	592,490
3514601	ΔΗΜΟΣ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	72,333
3514602	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	59,704
3514603	ΔΗΜΟΣ ΒΡΙΑΝΗΣΙΩΝ	30,741
3514604	ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	49,642
3514605	ΔΗΜΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑΣ	71,259
3514606	ΔΗΜΟΣ ΛΥΚΟΒΡΥΣΗΣ - ΠΕΥΚΗΣ	31,153
3514607	ΔΗΜΟΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	29,891
3514608	ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	67,134
3514609	ΔΗΜΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ - ΧΟΛΑΡΓΟΥ	44,539
3514610	ΔΗΜΟΣ ΠΕΝΤΕΛΗΣ	34,934
3514611	ΔΗΜΟΣ ΦΙΛΟΘΕΗΣ - ΨΥΧΙΚΟΥ	26,968
3514612	ΔΗΜΟΣ ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ	74,192
35147	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	489,675
3514701	ΔΗΜΟΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ	139,981
3514702	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	26,550
3514703	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ - ΚΑΜΑΤΕΡΟΥ	62,529
3514704	ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΑΛΕΩ	69,946
3514705	ΔΗΜΟΣ ΙΛΙΟΥ	84,793
3514706	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	58,979
3514707	ΔΗΜΟΣ ΧΑΪΔΑΡΙΟΥ	46,897
35148	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	529,826
3514801	ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	100,641
3514802	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	71,294
3514803	ΔΗΜΟΣ ΑΛΙΜΟΥ	41,720
3514804	ΔΗΜΟΣ ΓΛΥΦΑΔΑΣ	87,305
3514805	ΔΗΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ - ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ	51,356
3514806	ΔΗΜΟΣ ΜΟΣΧΑΤΟΥ - ΤΑΥΡΟΥ	40,413
3514807	ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΣΜΥΡΝΗΣ	73,076
3514808	ΔΗΜΟΣ ΠΑΛΑΙΟΥ ΦΑΛΗΡΟΥ	64,021
35149	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	502,348
3514901	ΔΗΜΟΣ ΑΧΑΡΝΩΝ	106,943

Πίνακας 2.1 (συν.). Πληθυσμός των Δήμων της Περιφέρειας Αττικής με βάση την απογραφή του 2011.

Γεωγραφικός κωδικός Καλλικράτη	Περιγραφή	Μόνιμος Πληθυσμός
3514902	ΔΗΜΟΣ ΒΑΡΗΣ - ΒΟΥΛΑΣ - ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	48,399
3514903	ΔΗΜΟΣ ΔΙΟΝΥΣΟΥ	40,193
3514904	ΔΗΜΟΣ ΚΡΩΠΙΑΣ	30,307
3514905	ΔΗΜΟΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ	25,102
3514906	ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ	33,423
3514907	ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	20,040
3514908	ΔΗΜΟΣ ΠΑΙΑΝΙΑΣ	26,668
3514909	ΔΗΜΟΣ ΠΑΛΛΗΝΗΣ	54,415
3514910	ΔΗΜΟΣ ΡΑΦΗΝΑΣ - ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ	20,266
3514911	ΔΗΜΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ	29,002
3514912	ΔΗΜΟΣ ΣΠΑΤΩΝ - ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	33,821
3514913	ΔΗΜΟΣ ΩΡΩΠΟΥ	33,769
35150	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	160,927
35151	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	448,997
3515101	ΔΗΜΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	163,688
3515102	ΔΗΜΟΣ ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ - ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ	91,045
3515103	ΔΗΜΟΣ ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΥ	63,445
3515104	ΔΗΜΟΣ ΝΙΚΑΙΑΣ - ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΡΕΝΤΗ	105,430
3515105	ΔΗΜΟΣ ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ	25,389
35152	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΗΣΩΝ	74,651

2.2 Κοινωνικο-οικονομική δραστηριότητα

Το Λεκανοπέδιο Αθηνών είναι μια από τις σημαντικότερες περιοχές της χώρας, καθώς εκτός του εκτεταμένου πληθυσμού, καταγράφονται και πολύ σημαντικές κοινωνικο-οικονομικές δραστηριότητες και ισχυρή παρουσία κρίσιμων υποδομών για την οικονομία της χώρας και το κοινωνικό σύνολο. Σε σχέση με τις οικονομικές δραστηριότητες, στο Λεκανοπέδιο Αθηνών παρουσιάζεται η υψηλότερη συγκέντρωση ατόμων που εργάζονται στον τριτογενή τομέα, ο οποίος συμβάλει σε πολύ μεγάλο ποσοστό στο ΑΕΠ της χώρας αλλά και της περιφέρειας. Σημαντική η συνεισφορά του εμπορίου και του τουρισμού είναι μεταξύ των πιο σημαντικών δραστηριοτήτων στην υπό μελέτη περιοχή. Εκτός από το εμπόριο, άλλοι σημαντικοί κλάδοι του τομέα των υπηρεσιών, είναι αυτός των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών, των μεταφορών, κοινωνικών υπηρεσιών και άλλων. Αυτή η υψηλή συγκέντρωση των υπηρεσιών οφείλεται στο γεγονός ότι τα κεντρικά γραφεία των περισσότερων επιχειρήσεων στην Ελλάδα βρίσκονται στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, για λόγους εγγύτητας προς την δημόσια διοίκηση και τα κέντρα λήψης αποφάσεων αλλά και λόγω της υψηλής συγκέντρωσης της έρευνας και των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Ο δευτερογενής τομέας είναι επίσης σημαντικός στο Λεκανοπέδιο και στην Αττική γενικότερα. Ο μεταποιητικός τομέας στην Αττική κυριαρχείται από τομείς “χαμηλής-μεσαίας τεχνολογίας”, όπως η βιομηχανία τροφίμων-ποτών, τα μεταλλικά προϊόντα, τα χημικά-φαρμακευτικά προϊόντα, τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και τα ναυπηγεία.

Οι γεωργικές δραστηριότητες εντοπίζονται κυρίως εκτός του Λεκανοπεδίου Αθηνών, στην περιοχή του Μαραθώνα, στον Αυλώνα, στα Μέγαρα, ενώ ως δυναμικοί κλάδοι

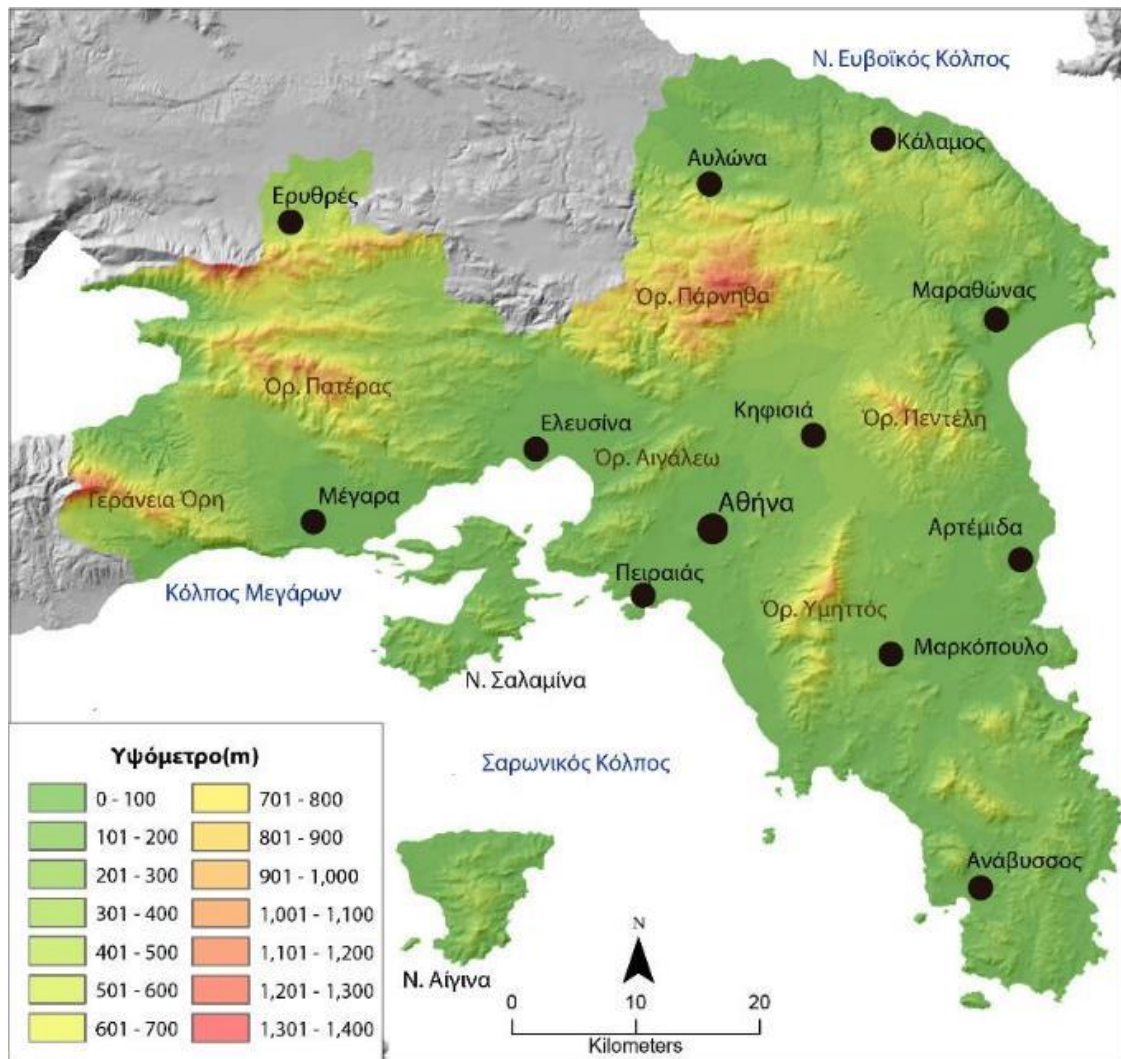
καταγράφονται η ανθοκομία, τα κηπευτικά, οι αμπελοκαλλιέργειες και τα αλιευτικά προϊόντα και οι υδατοκαλλιέργειες. Στη Δυτική Αττική συγκεντρώνονται μονάδες θερμοκηπίων έντασης κεφαλαίου και σημαντικό κομμάτι της πρωτογενούς παραγωγής αποτελεί η αμπελουργία, η ελαιοκομία και η λαχανοκομία.

2.2 Γεωμορφολογία – Υδρογραφικό δίκτυο

2.2.1 Γεωμορφολογία

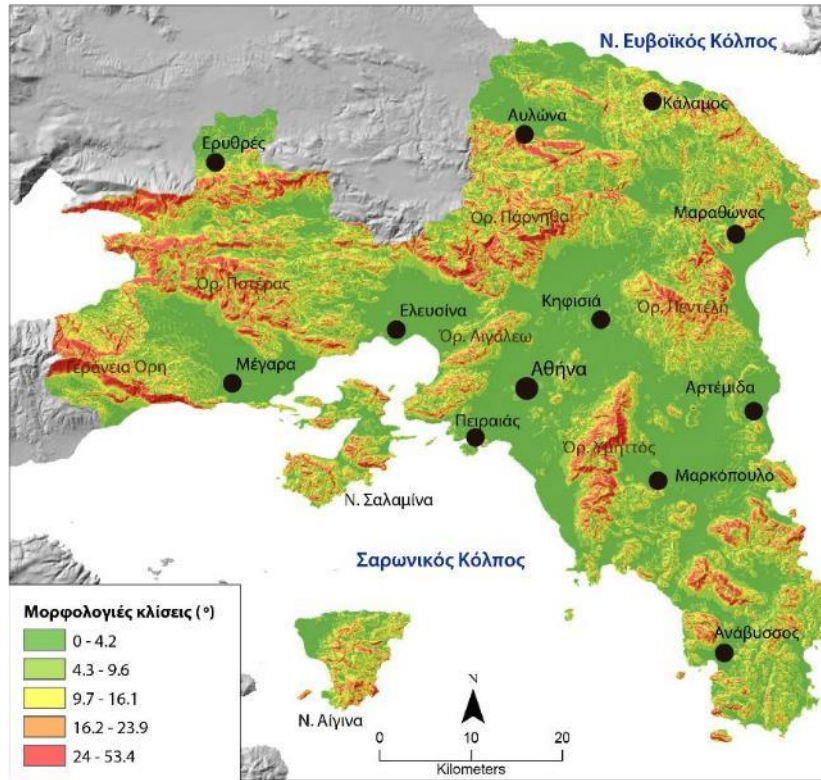
Η ευρύτερη περιοχή της Αττικής μπορεί να χαρακτηριστεί κυρίως επίπεδη και λοφώδης. Κύρια στοιχεία του αναγλύφου της Αττικής είναι τέσσερα βουνά με υψόμετρο πάνω από 1.000 m (Πάρνηθα με 1.413 m, Κιθαιρώνας με 1.401 m, Πεντέλη με 1.108 m, Υμηττός με 1.025 m), ενώ οι περισσότερες πεδινές εκτάσεις βρίσκονται στην παράκτια ζώνη. Στο βόρειο και δυτικό τμήμα της περιοχής ορθώνονται οι ορεινοί όγκοι Πάρνηθας, Κιθαιρώνας, Πατέρα και Γερανείων, στο ανατολικό τμήμα αναπτύσσεται στα βόρεια η Πεντέλη με τα βουνά Γραμματικού – Μαραθώνα και οι ορεινές μάζες Υμηττού και Λαυρεωτικής. Στο μέσον της περιοχής εκτείνεται η λεκάνη του Κηφισού που διαρρέεται από τον ομώνυμο ποταμό με κατεύθυνση από Β.ΒΑ προς Ν.ΝΔ. Στο ανατολικό τμήμα υπάρχει ακόμα η εσωτερική λεκάνη των Μεσογείων με την παράκτια ζώνη Μαραθώνα – Νέας Μάκρης, ενώ στα δυτικά οι λεκάνες Θριασίου πεδίου και Μεγάρων.

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται το ανάγλυφο των ανωτέρω περιοχών (Εικ. 2.1), καθώς και οι κυριότεροι οικισμοί.

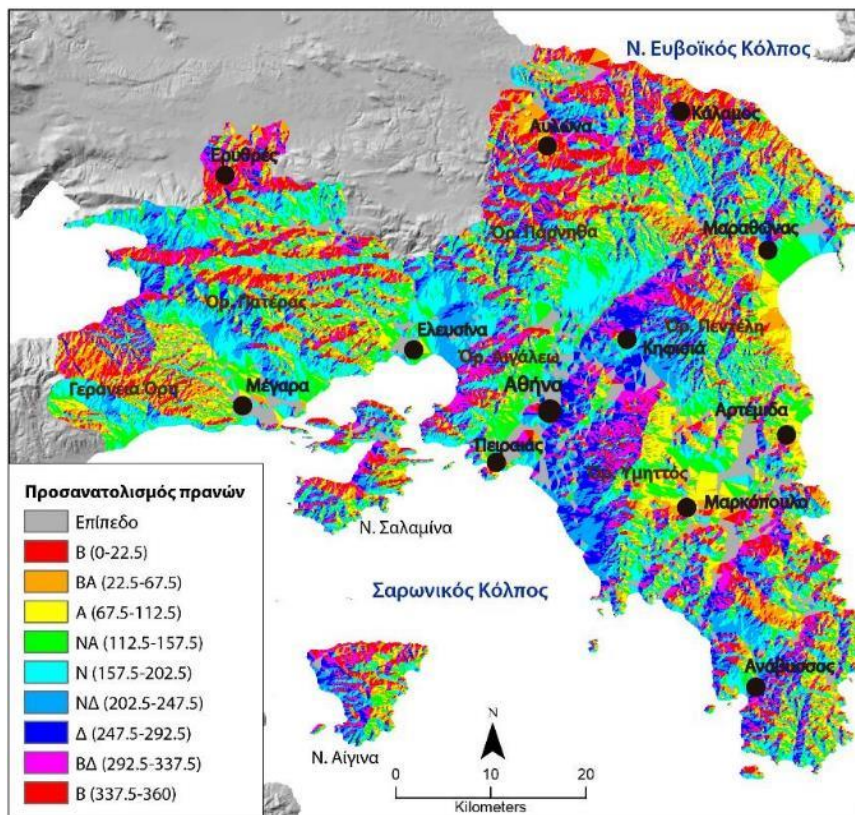


Εικ. 2.1. Χάρτης μορφολογικού αναγλύφου της Αττικής.

Από πλευράς μορφολογικών κλίσεων στην Αττική μεγάλες τιμές παρουσιάζονται περιφερειακά των ορεινών όγκων των Γερανείων, του όρους Πατέρας, του Κιθαιρώνα, της Πάρνηθας, του Υμηττού και της Πεντέλης. Οι μορφολογικές κλίσεις και η διακύμανση των τιμών τους καθώς και ο προσανατολισμός των πρηνών παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες (Εικ. 2.2-2.3).



Εικ. 2.2. Ανάγλυφος χάρτης μορφολογικών κλίσεων της Αττικής.



Εικ. 2.3. Χάρτης προσανατολισμού πρηνών της Αττικής.

2.2.2 Υδρογραφικό δίκτυο

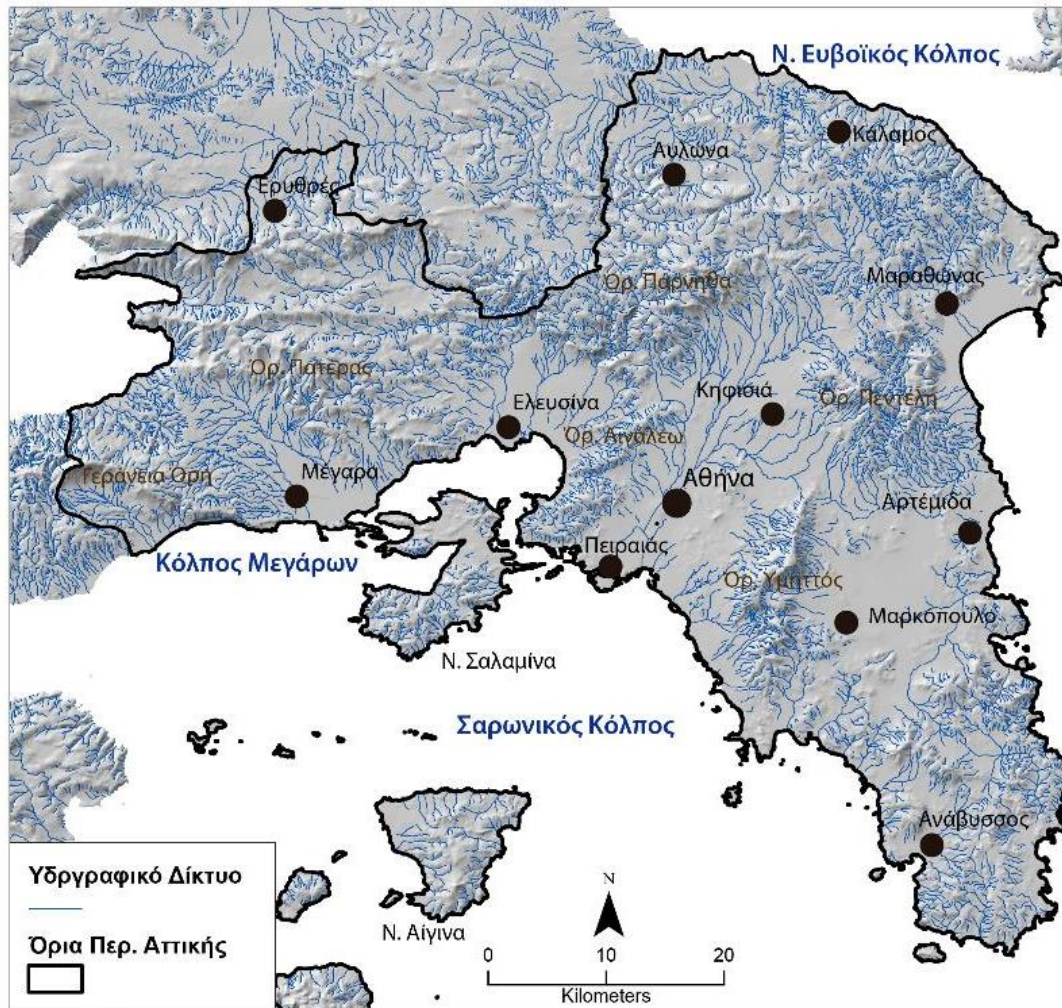
Σημαντικότερα, από περιβαλλοντική και υδρολογική άποψη, τμήματα της Λεκάνης απορροής Λεκανοπεδίου Αττικής είναι: στο λεκανοπέδιο Αθηνών ο ποταμός Κηφισός, ο Ιλισός και το ρέμα της Πικροδάφνης, το οποίο αναπτύσσεται στην περιοχή της Ηλιούπολης στο νότιο τμήμα του Λεκανοπεδίου.

Ιδιαίτερη σημασία για το περιβάλλον, την ανάπτυξη καθώς και για την αντιπλημμυρική προστασία στην πρωτεύουσα έχει ο Κηφισός, ο οποίος προστατεύεται από το ΠΔ 632Δ/94. Ο Κηφισός, που πηγάζει από την Πάρνηθα και την Πεντέλη και δέχεται τα ύδατα πλήθους ρεμάτων καθώς και μεγάλη ρύπανση από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, διατηρεί στο βόρειο, ανοικτό τμήμα του φυσικό χαρακτήρα και η κατάστασή του είναι αναστρέψιμη. Η προστασία και αποκατάστασή του θεωρείται στρατηγικής σημασίας. Οι εκβολές του Κηφισού ιδίως αλλά και του Ιλισού χαρακτηρίζονται από σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα και η επίλυσή τους απαιτεί ειδικό πρόγραμμα διαχείρισης καθώς αποτελούν μέρος του, επίσης στρατηγικής σημασίας για την αειφόρο ανάπτυξη της Αττικής, Φαληρικού Όρμου. Σε ό,τι αφορά τον Ασωπό, είναι γνωστή η σοβαρή ρύπανση που συγκεντρώνει στη Βοιωτική κυρίως περιοχή της η λεκάνη του ποταμού, εξ αιτίας της ρυπαίνουσας βιομηχανικής, αλλά και της αγροτικής χρήσης.

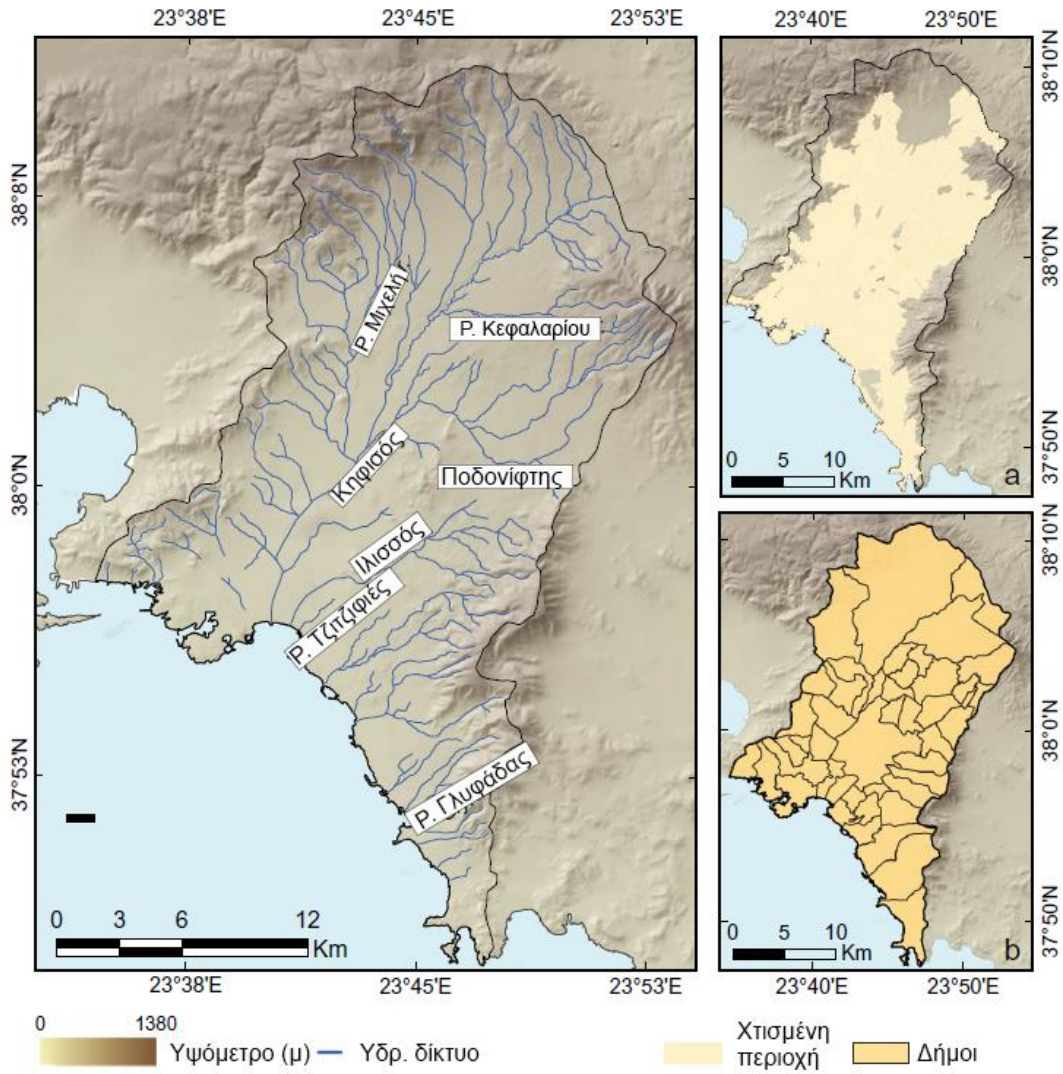
Το ρέμα Χαλανδρίου πηγάζει από τις παρυφές της Πεντέλης και χύνεται στην περιοχή των Χαλανδραίων, σβήνοντας στα Τουρκοβούνια. Το ρέμα Πεντέλης – Χαλανδρίου, η κοίτη, τα πρηνή αυτού και οι παραρεμάτιες εκτάσεις που βρίσκονται σε εντός και εκτός σχεδίου περιοχές των όμορων Δήμων χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενη περιοχή (ΦΕΚ 659Δ/6.9.1995). Μέσα στα όρια της περιοχής αυτής καθορίζονται ζώνες προστασίας, χρήσεις γης, όροι και περιορισμοί δόμησης και λοιποί όροι και περιορισμοί.

Σήμερα, οι πεδινές κοίτες των ρεμάτων σε ορισμένες θέσεις ή σε τμήματά τους δεν έχουν επαρκή διατομή, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται συχνά προβλήματα πλημμυρών τα οποία, όπως συμβαίνει συνήθως, εντοπίζονται εκεί όπου έχουν γίνει ανθρωπογενείς επεμβάσεις, δηλαδή αλλοίωση της φυσικής κοίτης από κατασκευές, όχι πάντοτε παράνομες, από ανεπαρκείς οχετούς σε διασταυρώσεις με δρόμους ή ακόμη από τις λεγόμενες Ιρλανδικές διαβάσεις κλπ.

Η διάταξη του υδρογραφικού δικτύου και τα κύρια υδατορέματα στην περιοχή έρευνας παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες (Εικ. 2.4-2.5).



Εικ. 2.4. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου της Αττικής.



Εικ. 2.5. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου του Λεκανοπεδίου Αθηνών (προσαρμοσμένος από Diakakis 2014), με τους κύριους ποταμούς και υδατορρέματα, τη χτισμένη αστική περιοχή και τα διοικητικά όρια των Δήμων

2.3 Περιβάλλον και υδάτινα αποθέματα

2.3.1 Υδατικά αποθέματα

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (ΕΓΥ 2013), σχεδόν στο σύνολό της Περιφέρειας Αττικής ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα Αττικής (GR06). Το εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (ΦΕΚ1004/Β/2013) αποτελεί έγγραφο στρατηγικού σχεδιασμού για το Υδατικό Διαμέρισμα. Δημιουργεί ένα πλαίσιο που στοχεύει στην αποτροπή της περαιτέρω υποβάθμισης των υδατικών πόρων και στη μακροπρόθεσμη προστασία και βελτίωση της κατάστασής τους. Το Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρο το Νομό Αττικής (74,9%), τα νησιά Αίγινα, Σαλαμίνα και

Μακρόνησο, μικρό τμήμα του Νομού Βοιωτίας (1,4%) και του Νομού Κορινθίας (12,9%). Το Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής, περιλαμβάνει τη Λεκάνη Απορροής του Λεκανοπεδίου Αττικής (GR26), συμπεριλαμβανομένων και των νήσων Αίγινας και Αγκιστρίου. Αναπτύσσεται σε περιοχή με πολυσχιδές ανάγλυφο που χαρακτηρίζεται από επιμήκους ανάπτυξης και μεταβαλλόμενης διεύθυνσης ορεινές μάζες, που διακρίνονται ενδιάμεσα από πεδινές λεκάνες. Η σημαντικότερη ζήτηση ύδατος στο ΥΔ Αττικής προορίζεται για ύδρευση ενώ οι ζητήσεις για άρδευση, βιομηχανία και κτηνοτροφία είναι σαφώς μικρότερες. Η ύδρευση καλύπτεται από επιφανειακούς πόρους υδάτινων σωμάτων εκτός του Υδατικού Διαμερίσματος (ΕΥΔΑΠ/Υδραγωγεία Εύηνου, Μόρνου και Υλίκης). Ειδικότερα, στο υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας αξιοποιούνται υδατικοί πόροι, οι οποίοι είναι κατά κύριο λόγο επιφανειακοί (ποταμοί Μόρνος, Εύηνος, Β. Κηφισός, Χάραδρος, λίμνη Υλίκη). Οι υδατικοί πόροι, με τις σημερινές συνθήκες λειτουργίας, διακρίνονται σε κύριους (Μόρνος, Εύηνος) και βοηθητικούς (Υλίκη, Μαραθώνας).

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων- ΥΔ Αττικής, τα υδατικά συστήματα στην Αττική διακρίνονται σε συστήματα Επιφανειακών Υδάτων, Υπόγεια Υδατικά Συστήματα, Ιδιαίτερως Τροποποιημένα Υδατικά Συστήματα (ΙΤΥΣ) και σε Προστατευόμενες Περιοχές. Συστήματα επιφανειακών υδάτων προσδιορίζονται για τις κατηγορίες: ποτάμια (σύνολο 14 και μήκους 125,64 km), λίμνες (2,98 km²) και παράκτια, που είναι αυτά που βρίσκονται σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου από την ακτή (4.029,55 km²). Στην κατηγορία λίμνες, δεν προσδιορίζονται φυσικές λίμνες, εντοπίζεται μόνο η Τεχνητή Λίμνη του Μαραθώνα έκτασης 2,98 km².

Σε ότι αφορά το μητρώο των προστατευόμενων περιοχών σύμφωνα με τα οριζόμενα, της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, περιλαμβάνει τις ακόλουθες κατηγορίες: Περιοχές που προορίζονται για την άντληση νερού για ανθρώπινη κατανάλωση (η Τεχνητή Λίμνη Μαραθώνα και τα συστήματα υπογείων υδάτων Λουτρακίου, Κεντρικών Γερανείων – Καλαμακίου και Βορειοανατολικής Πάρνηθας) Υδατικά συστήματα που έχουν χαρακτηριστεί ως ύδατα αναψυχής, συμπεριλαμβανομένων περιοχών που έχουν χαρακτηριστεί ως ύδατα κολύμβησης (224 σημεία – ακτές κολύμβησης). Περιοχές ευαίσθητες στην παρουσία θρεπτικών ουσιών. Στο ΥΔ Αττικής δεν έχουν αναγνωριστεί έως σήμερα περιοχές ευπρόσβλητες στη νιτρορύπανση.

Ωστόσο, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία μετρήσεων, στα υπόγεια υδατικά συστήματα Μεγάρων – Αλεποχωρίου, Μαραθώνα και Μεσογαίας παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών που συνδέονται και με την αγροτική δραστηριότητα που αναπτύσσεται στις περιοχές αυτές. Αντίθετα, έχουν αναγνωριστεί δύο ευαίσθητες περιοχές με κριτήριο την ευαισθησία σε φαινόμενα ευτροφισμού, τα παράκτια υδάτινα συστήματα κόλπος Ελευσίνας και Έσω Σαρωνικός – Ψυττάλεια συμπεριλαμβανομένων των ακτών Περάματος Περιοχές που προορίζονται για την προστασία των οικοτόπων ή των ειδών (9 περιοχές ενταγμένες στο δίκτυο NATURA 2000) Περιοχές που προορίζονται για την προστασία υδρόβιων ειδών με οικονομική σημασία. Στο ΥΔ Αττικής δεν εντοπίζονται αντίστοιχες περιοχές.

2.3.2 Υπόγεια αποθέματα υδάτων

Όσον αφορά στα υπόγεια υδατικά συστήματα, συνολικά έχουν οριοθετηθεί 24 στο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής που καλύπτουν έκταση 3104 km² με μέγιστη και μέση έκταση 444 km² και 130 km², αντίστοιχα.

Τα υπόγεια αποθέματα νερού στην Αττική είναι περιορισμένα σε σχέση με το συνολικό υπόγειο δυναμικό της χώρας. Ο φυσικός εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφόρων πραγματοποιείται στους ορεινούς όγκους. Σ' αυτούς και στις παρυφές τους τα νερά κινούνται κυρίως σε ανθρακικά πετρώματα και μπορούν να χαρακτηριστούν ως σχετικά καλής ποιότητας. Στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου, λόγω γεωλογικής δομής και ταυτόχρονα μεγαλύτερης έντασης ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, η ποιότητα των υπόγειων υδάτων δεν είναι καλή. Μεταξύ Λυκαβηττού και Φιλοπάππου καθώς και βόρεια των Τουρκοβουνίων η ρύπανση είναι μικρότερη, γεγονός που αποδίδεται στην ύπαρξη ελεύθερων χώρων. Υπόγεια νερά κακής ποιότητας εντοπίζονται εκατέρωθεν του Κηφισού, λόγω αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων και στο νότιο τμήμα του λεκανοπεδίου, που οριοθετείται κατά τη νοητή γραμμή Δραπετσώνα, Πειραιάς, Καλλιθέα, Αργυρούπολη, Βουλιαγμένη. Στην Αττική η ρύπανση των υδάτων οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα.

Οι ρυπαντικές πιέσεις λόγω των μεταλλευτικών και λατομικών δραστηριοτήτων είναι συγκριτικά μικρότερη καθώς η ρύπανση που προκαλούν συνήθως περιορίζεται στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων στερεών. Η υφαλμύριση των υδάτων οφείλεται στις αυξημένες γεωτρήσεις για άρδευση και ύδρευση. Όπως επισημάνεται σε σχετικές έρευνες, το θαλασσινό νερό σε ορισμένες περιοχές έχει διεισδύσει βαθιά μέσα στην ξηρά. Παράδειγμα η Ηλιούπολη, όπου υφάλμυρο νερό εντοπίζεται σε γεωτρήσεις στις νότιες παρυφές του Υμηττού, αλλά και τα Μεσόγεια όπου το θαλασσινό νερό από τον Ευβοϊκό έχει προχωρήσει βαθιά μέσα στην ξηρά. Επιπρόσθετα, ιδιαίτερα σημαντική είναι η ρυπαντική πίεση των υδάτων από τα απόβλητα των κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, οι οποίες δεν ακολουθούν ένα συγκεκριμένο – βέλτιστο σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων τους. Σύμφωνα με το σχέδιο διαχείρισης υδάτων ΥΔ Αττικής, οι επιφανειακές απορροές από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και την κτηνοτροφία συνεισφέρουν σημαντικά στα ρυπαντικά φορτία. Το οργανικό φορτίο λόγω των ανεπεξέργαστων αστικών λυμάτων συνεισφέρει πάνω από το 60% στο συνολικό, ενώ μεγαλύτερη είναι η επίδραση του φορτίου αζώτου και φωσφόρου λόγω της γεωργικής δραστηριότητας (75% και 90% αντίστοιχα). Η γεωργική δραστηριότητα συμβάλλει στην ρύπανση των υδάτων με την απορροή θρεπτικών, αζώτου και φωσφόρου που προέρχονται από τα φυτοφάρμακα, τα βιοκτόνα και τα προϊόντα λίπανσης.

Όσον αφορά την Αττική, οι υψηλές φορτίσεις εντοπίζονται στις υπολεκάνες δυτικά και βορειοανατολικά του ΥΔ και στα νησιά Σαλαμίνα και Αίγινα. Ειδικότερα για τα υπόγεια υδατικά συστήματα των νησιών της Περιφέρειας Αττικής οι επιπτώσεις είναι ιδιαίτερα δυσμενείς και έχουν μεταβάλλει την ποσοτική και χημική τους κατάσταση λόγω της εκτεταμένης αστικοποίησης, της ρύπανσης και των αυξημένων απολήψεων υπόγειου νερού που έχει ευνοήσει τη θαλάσσια διείσδυση.

2.3 Γεωλογία και υδρογεωλογία

2.3.1 Εισαγωγή

Σε γενικές γραμμές η γεωλογική δομή του της Αττικής περιλαμβάνει μεταλκικούς σχηματισμούς του Τεταρτογενούς και Νεογενούς στις πεδινές περιοχές, ενώ στις λοφώδεις εξάρσεις και τους ορεινούς όγκους εμφανίζεται το αλπικό κυρίως υπόβαθρο αποτελούμενο από μεταμορφωμένα και μη μεταμορφωμένα πετρώματα, όπως εναλλαγές μαρμάρων, σχιστόλιθων, ηφαιστειακών τόφφων, ασβεστόλιθων, δολομιτών, και μεταψαμμιτών. Κατά τόπους, εμφανίζονται οφιόλιθοι και πυριγενή πετρώματα. Η ΒΔ περιοχή χαρακτηρίζεται κυρίως από μη μεταμορφωμένα πετρώματα, τα οποία πλευρικά, στις νότιες και ανατολικές παρυφές της Πάρνηθας και του όρους Αιγάλεω, μεταβαίνουν στα μεταμορφωμένα πετρώματα της κεντρικής και νότιας Αττικής.

Πιο συγκεκριμένα, τα πεδινό τμήματα του ΥΔ καλύπτεται κυρίως από αλλουβιακές αποθέσεις, οι οποίες καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις κυρίως στο εσωτερικό τμήμα των λεκανών. Τα ιζήματα του Τεταρτογενούς συνίστανται από ερυθρούς πηλούς, αργιλοπηλίτες με διάσπαρτες κροκάλες και λατύπες διαφόρου μεγέθους, παλαιούς και σύγχρονους κώνους κορημάτων, ποταμοχερσαία κρόκαλο - λατυποπαγή, χειμάρρειες αποθέσεις αναβαθμίδες, παράκτιες άμμους.

Τα νεογενή ιζήματα απαντούν κυρίως στις νότιες και ανατολικές παρυφές της Πεντέλης και στην περιοχή μεταξύ μεταμορφωμένων και μη μεταμορφωμένων πετρωμάτων. Τα κλασικά ιζήματα συνίστανται από ολισθόλιθους, ογκόλιθους, κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, αργίλους και ερυθρούς πηλούς.

Στις νότιες παρυφές της Πάρνηθας και της Πεντέλης, στο Πικέρμι, στη Ραφήνα (θαλάσσια ιζήματα), στη λεκάνη Μεσογαίας στη Καλογρέζα, στο Μαρούσι και στη περιοχή Περιστερίου – Λιοσίων απαντώνται ποταμολιμναία ιζήματα, ανωτέρου Μειόκαινου κατώτερου Πλειόκαινου, που συνίστανται από μάργες, τραβερτίνες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και αργίλους σε εναλλαγή με κροκαλοπαγή. Επίσης εμφανίσεις νεογενών ποταμολιμναίων ιζημάτων, αναφέρονται στο Κάλαμο, το Μαρκόπουλο και τον Ωρωπό. Στους ορεινούς όγκους που περιβάλλουν την Αττική αλλά και στους λόφους που αναπτύσσονται μέσα στο λεκανοπέδιο της περιοχής εμφανίζεται το αλπικό υπόβαθρο, το οποίο αντιπροσωπεύεται από σχηματισμούς της Ενότητας Υποπελαγονικής, του αλλόχθονου καλύμματος των Αθηνών, αλλά και των σχετικά αυτοχθόνων μεταμορφωμένων της Αττικής. Οι αλλόχθονοι αλπικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε δύο επί μέρους ενότητες, την υπερκείμενη Ενότητα Αθηνών και την υποκείμενη Ενότητα Αλεποχωρίου.

Οι σχηματισμοί της Υποπελαγονικής Ενότητας δομούν τους ορεινούς όγκους του Αιγάλεω, του Ποικίλου, της Πάρνηθας, της Σαλαμίνας (περιοχή μεταξύ πόλης Σαλαμίνας, Παλουκίων και Αμπελακίων) και της Αίγινας (λόφοι Δραγωνέρα, Παλιόμυλοι και Τσιντράρη, Άγιος Μηνάς και Παρλιάγκος). Η Ενότητα της

Υποπελαγονικής συνίσταται από μια κύρια σειρά ανθρακικών σχηματισμών (ανθρακική πλατφόρμα).

Ο εν λόγω κλαστικός σχηματισμός αναπτύσσεται κυρίως στις βόρειες απολήξεις του Ποικίλου όρους και στις νότιες παρυφές της Πάρνηθας. Οι σχηματισμοί της Ενότητας Αθηνών δομούν το μεγαλύτερο τμήμα του Λεκανοπεδίου και εμφανίζονται επιφανειακά στα ανώτερα τμήματα των λόφων του κεντρικού και δυτικού τμήματος της λεκάνης. Η ενότητα Αλεποβουνίου εντοπίζεται μόνο στο ανατολικό περιθώριο του Λεκανοπεδίου (κατά μήκος των δυτικών προπόδων του Υμηττού) και αποτελείται από ένα ανώτερο τεκτονικό κάλυμμα που περιλαμβάνει συμπαγείς παχυστρωματώδεις κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και ένα κατώτερο τεκτονικό κάλυμμα που συνίσταται από μεταμορφωμένα έως ημιμεταμορφωμένα ψαμμιτικά, σχιστομαργαϊκά στρώματα και φυλλίτες (Φυλλιτικό κάλυμμα). Συχνή είναι η παρουσία βασικών και υπερβασικών πυριγενών πετρωμάτων.

Οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί της Αττικής κυριαρχούν στην Πεντέλη και τον Υμηττό.. Στην Αίγινα απαντώνται σε μεγάλη έκταση ηφαιστειακά πετρώματα, λάβες και πυροκλαστικά υλικά που γεωλογικά εντάσσονται στο ηφαιστειακό τόξο του νοτίου Αιγαίου.

Γενικότερα, οι αλπικοί σχηματισμοί δομούν το σύνολο των ορεινών όγκων του δυτικού λεκανοπεδίου (Αιγάλεω, Ποικίλο Όρος), ενώ μέσα στο ίδιο το λεκανοπέδιο σχηματίζουν το γεωλογικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο έχουν αποθεθεί οι μεταλπικοί σχηματισμοί.

Με βάση λιθοστρωματογραφικά και τεκτονικά κριτήρια οι αλπικοί σχηματισμοί μπορούν να διακριθούν σε 2 κύριες γεωτεκτονικές ενότητες: α) Την σχετικά αυτόχθονη ενότητα της Υποπελαγονικής και β) την αλλόχθονη ενότητα των Αθηνών.

Από λιθολογική και πετρογραφική άποψη μπορούν να διακριθούν μέσα στην Ενότητα των Αθηνών δύο βασικά λιθολογικά συστήματα, τα οποία παρουσιάζουν βασικές λιθοφασικές διαφορές και διαφορετικούς χαρακτήρες τεκτονικής παραμόρφωσης (Paranikolaou et al. 2007). Εξ άλλου τα δύο αυτά λιθολογικά σύνολα που αποτελούν δύο επιμέρους «τεκτονικές ενότητες» Το πρώτο, συνίσταται από λευκούς συμπαγείς ανακρυσταλλωμένους ως επί το πλείστον ασβεστόλιθους, οι οποίοι εμφανίζονται άστρωτοι σε υφαλώδη και γενικά νηρητική φάση. Από την άλλη, το δεύτερο σύστημα της ενότητας, αντιστοιχεί σ'ένα σύνθετο πετρολογικό σύνολο - μείγμα (melange) πετρωμάτων, που αποτελείται από περισσότερους του ενός λιθολογικούς τύπους, είναι δε γνωστό από παλαιότερα με την ονομασία «σχιστόλιθοι των Αθηνών» (Μαρίνος et al. 1971). Στο μικτό αυτό πετρολογικό σύστημα περιλαμβάνονται κλαστικά ιζήματα, όπως ψαμμίτες, άργιλοι, ψαμμούχες μάργες και γραουβάκες, πηλίτες, καθώς επίσης και πλακώδεις πελαγικοί ασβεστόλιθοι ενίοτε με πυριτικές ενδιαστρώσεις και άλλοτε με κονδύλους πυριτιολίθων.

Οι σχηματισμοί που λαμβάνουν μέρος στη γεωλογική δομή του λεκανοπεδίου Αττικής, διακρίνονται σε αλπικούς και μεταλπικούς. Οι αλπικοί εντοπίζονται στους ορεινούς όγκους που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο αλλά και στους μικρούς λόφους που αναπτύσσονται μέσα σε αυτό, ενώ οι μεταλπικοί καταλαμβάνουν το εσωτερικό του λεκανοπεδίου, όπου καλύπτουν ασύμφωνα τους υποκείμενους αλπικούς σχηματισμούς. (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α., 2004a)

Επί όλων των προηγούμενων σχηματισμών επικάθονται Τεταρτογενείς Αποθέσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν τα φερτά υλικά των ποταμών του Λεκανοπεδίου, τις παράκτιες αποθέσεις, τις ποτάμιες αναβαθμίδες, τις πλευρικές αποθέσεις κορημάτων, τα ριπίδια και τους κώνους κορημάτων των περιφερειακών ορεινών όγκων.

2.3.2. Αλπικοί Σχηματισμοί Αττικής

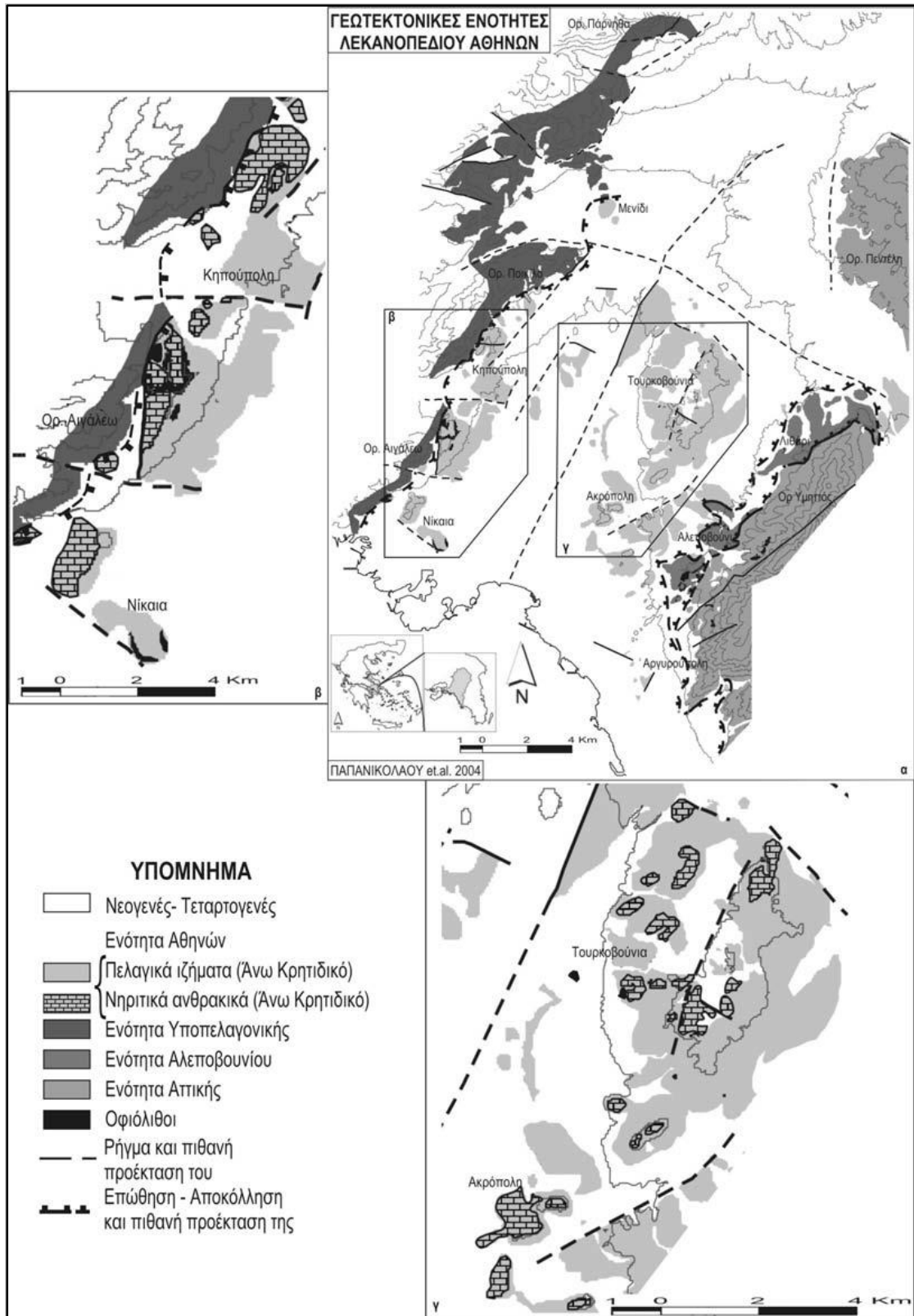
Οι αλπικοί σχηματισμοί που δομούν το μεγαλύτερο μέρος του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, διακρίνονται στις κάτωθι γεωτεκτονικές ενότητες, οι οποίες παρουσιάζονται με την μορφή τεκτονικών καλυμμάτων, επωθημένες η μία πάνω στην άλλη (από την κατώτερη προς την ανώτερη). Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών και της γεωτεκτονικής τους θέσεις καθώς και εικόνες που περιέχουν χάρτες και στρωματογραφικές στήλες της περιοχής (Εικ. 2.13-2.18).

Ενότητα Αττικής: Πρόκειται για του αυτόχθονο αλπικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο επικάθονται οι υπερκείμενοι σχηματισμοί. Αποτελείται από μεταμορφωμένους σχηματισμούς Μεσοζωικής – Τριαδικής ηλικίας, που δομούν τον Υμηττό και Πεντέλη, αποτελούν τους κατώτερους τεκτονικούς σχηματισμούς και διαχωρίζονται περαιτέρω στις κάτωθι υποενότητες :

Ενότητα Βάρης: Περιλαμβάνει σχιστόλιθους και μεταβασικά πετρώματα που μεταπίπτουν σε μια ακολουθία δολομιτικών μαρμάρων, Τριαδικής ηλικίας, ενώ παρουσιάζει μια πολύπλοκη τεκτονική δομή, με παρουσίαση ισοκλινών πτυχών και εσωτερικών ολισθήσεων.

Ενότητα Υμηττού: Αποτελείται από μια ακολουθία μαρμάρων και δολομιτών, η οποία με μετάβαση περνάει σε σχιστολιθικά πετρώματα. Τεκτονικά υπέρκειται της Ενότητας Βάρης, ενώ παρουσιάζει ισοκλινείς πτυχές χιλιομετρικής κλίμακας, με αποτέλεσμα την επανάληψη των ιδίων οριζόντων.

Ενότητα Πεντέλης: Περιλαμβάνει μια μετα-ηφαιστειοϊζηματογενή ακολουθία στη βάση, η οποία με μετάβαση περνάει σε μια παχιά ακολουθία μαρμάρων.



Εικόνα 2.6. Γεωτεκτονικές Ενότητες Λεκανοπεδίου Αθηνών (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α., 2004α).

Ενότητα Αλεποβουνίου: Αποτελείται από μικρής μεταμόρφωσης πετρώματα, εν μέρει Τριαδικής ηλικίας και αναπτύσσεται σε μια ζώνη παράλληλα με τις παρυφές του Υμηττού. Εντός της ενότητας διακρίνονται δυο ξεχωριστά τεκτονικά καλύμματα:

Ανώτερο Τεκτονικό Κάλυμμα Αλεποβουνίου: Περιλαμβάνει συμπαγείς κρυσταλλικούς παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους, με ασαφή στρώση.

Κατώτερο Τεκτονικό Κάλυμμα Αλεποβουνίου: Συνίσταται από αμυδρώς μεταμορφωμένα έως ημι-μεταμορφωμένα σχιστομαργαϊκά πετρώματα και φυλλίτες, οι οποίοι παρουσιάζονται έντονα σχιστοποιημένοι, ιδιαίτερα κάτω από την τεκτονική επαφή με το Ανώτερο Τεκτονικό Κάλυμμα Αλεποβουνίου.

Υποπελαγονική Ενότητα: Αποτελείται από μια ηφαιστειοϊζηματογενή και ανθρακική ακολουθία, ηλικίας Ανωτέρου Παλαιοζωϊκού – Ανωτέρου Ιουρασικού. Υπέρεται της Ενότητας Αλεποβουνίου και παρατηρείται κατά μήκος της δυτικής παρυφής του Λεκανοπεδίου, από την περιοχή του Κερατσινίου έως τα Άνω Λιόσια. Εντός της ενότητας διακρίνονται οι κάτωθι δύο βασικοί σχηματισμοί:

Σχηματισμός Βάσης Ενότητας: Πρόκειται για ένα κλαστικό σχηματισμό, ο οποίος αποτελείται από εναλλαγές αργιλικών σχιστών, πηλιτών, ψαμμιτών, χαλαζιακών κροκαλοπαγών, τόφφων και τοφφιτών, μέσα στις οποίες συναντώνται επίσης ασβεστόλιθοι, αρκόζες, γραουβάκες, καθώς και τεμάχια λαβών (χαλαζιακός κερατοφύρης).

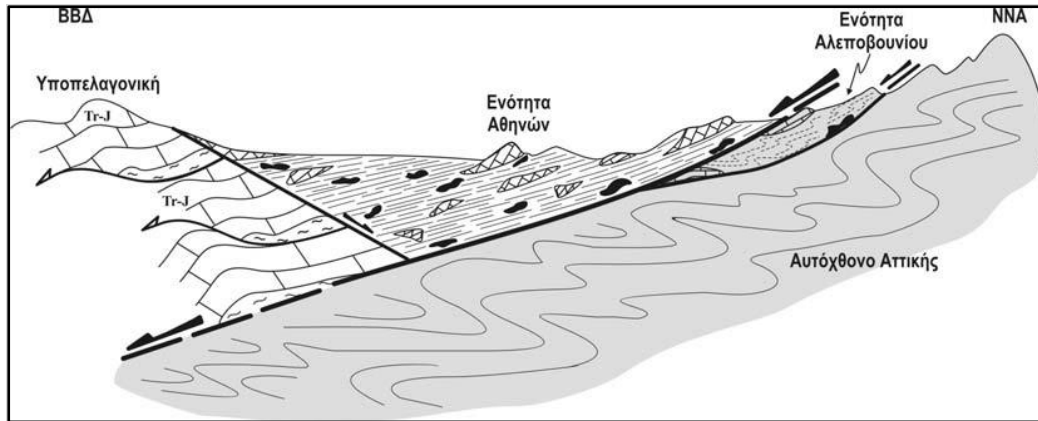
Κύριος Σχηματισμός Ενότητας: Αποτελείται από ασβεστόλιθους και δολομιτικούς ασβεστόλιθους, νηριτικής φάσεως, ενώ αποτελούν προς τα άνω την κανονική συνέχεια του προαναφερθέντος κλαστικού σχηματισμού βάσης.

Ενότητα Αθηνών: Πρόκειται για την ανώτερη γεωτεκτονικά ενότητα του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, με μικρές όμως επιφανειακές εμφανίσεις λόγω του γεγονότος ότι καλύπτεται στο μεγαλύτερο ποσοστό από επικαθήμενες μεταλλικές αποθέσεις. Εντός της Ενότητας Αθηνών διακρίνονται τα κάτωθι δύο διαφορετικά λιθολογικά και πετρογραφικά σύνολα, τα οποία παρουσιάζουν διαφορετικούς χαρακτήρες τεκτονισμού και μπορούν επομένως να χαρακτηρισθούν ως δύο επιμέρους τεκτονικά καλύμματα.

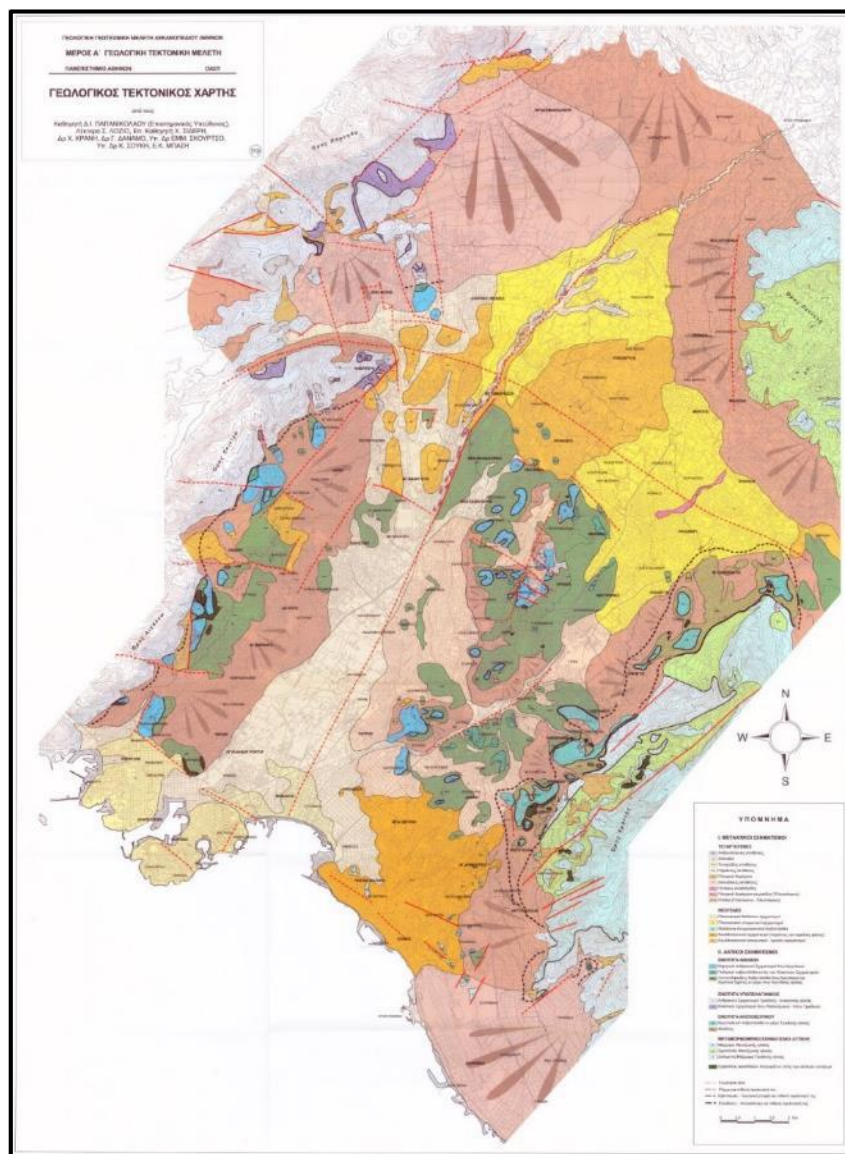
Ανώτερο Τεκτονικό Κάλυμμα: Συνίστανται από λευκούς συμπαγείς ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους Άνω Κρητιδικής ηλικίας και νηριτικής φάσεως, οι οποίοι καταλαμβάνουν κυρίως τις κορυφές των λόφων Φιλοπάππου, Σικελίας, Άρειου Πάγου, Ακροπόλεως, Λυκαβηττού, Στρέφη και Τουρκοβουνίων.

Κατώτερο Τεκτονικό Κάλυμμα: Χαρακτηρίζεται ως ένα μείγμα (melange) πετρωμάτων, Άνω Κρητιδικής ηλικίας κυρίως, το οποίο περιλαμβάνει κλαστικά ιζήματα, όπως ψαμμίτες, αργίλους, ψαμμούχες μάργες και γραουβάκες, τοφφικά ηφαιστειοκλαστικά ιζήματα, πηλίτες, σχίστες και πλακώδεις ασβεστόλιθους πελαγικής φάσεως. Το συγκεκριμένο πετρολογικό μείγμα αναφέρεται συχνά και ως Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι.

Οφιόλιθοι: Εμφανίζονται στο εσωτερικό όλων σχεδόν των ανωτέρων αλπικών ενοτήτων και αποτελούνται από βασικά και υπερβασικά πυριγενή πετρώματα, κυρίως πρασινίτες. Παρατηρούνται κυρίως κατά μήκος των τεκτονικών επαφών των διαφόρων καλυμμάτων.



Εικόνα 2.7. Γεωλογική Δομή Λεκανοπεδίου Αθηνών (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α., 2004α).

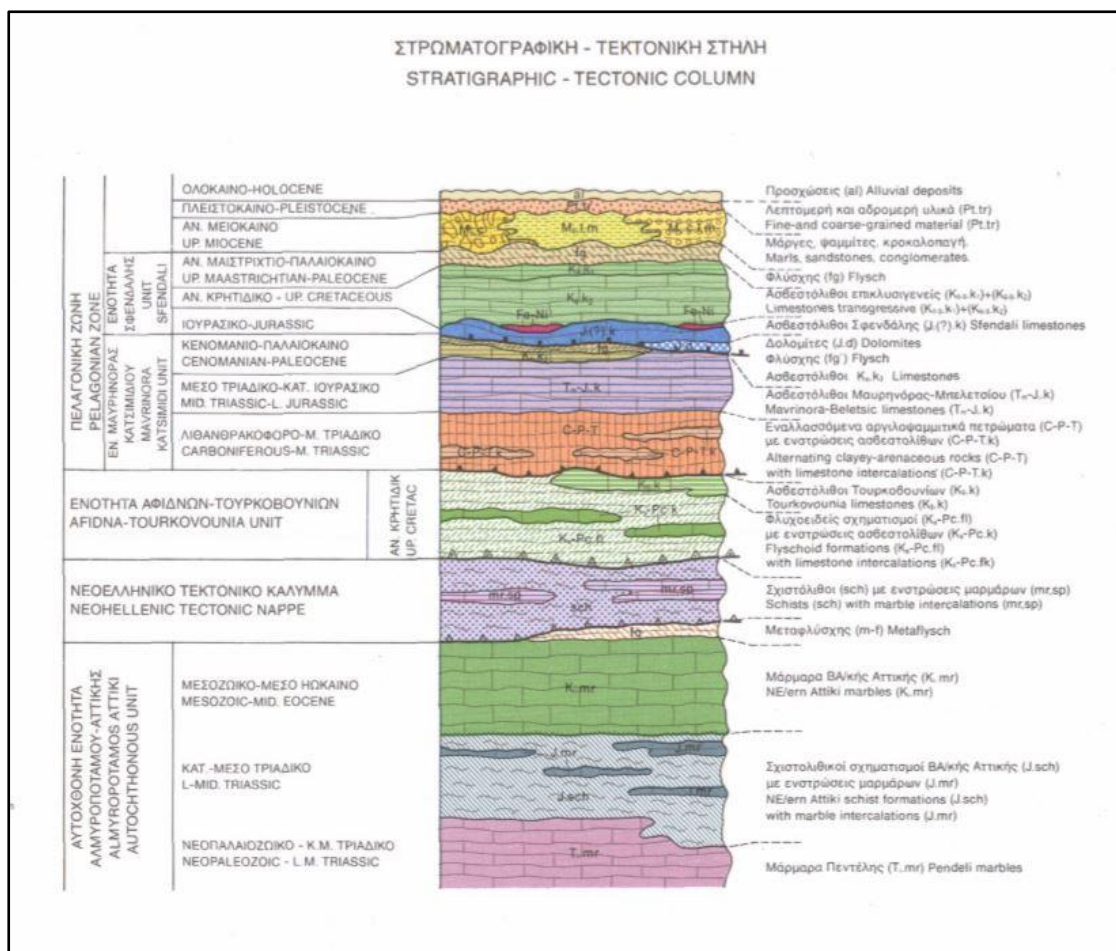


Εικόνα 2.8. Γεωλογικός – Τεκτονικός Χάρτης Λεκανοπεδίου Αττικής (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α., 2002)

Μεταξύ της Ενότητας Αττικής και της Πελαγονικής στην εν λόγω περιοχή απαντάται ένα σύνολο σχηματισμών ου ανήκουν στις Εξωτερικές ζώνες. Πρόκειται για τις Ενότητες:

Αφιδνών – Τουρκοβουνίων, όπου είναι αμεταμόρφωτα πετρώματα που πιθανότατα αποτελούν μέλη της Βοιωτικής Ζώνης.

Ενότητα Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλύμματος, που αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα υψηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας (HP – LT).



Εικ. 2.9. Περιγραφική στρωματογραφική στήλη Λεκανοπεδίου Αθηνών.

2.3.3 Νεογενεείς σχηματισμοί

Θαλάσσιοι Σχηματισμοί: Η κύρια εμφάνιση αυτών των σχηματισμών (Πλειοκαινικής ηλικίας) εντοπίζεται στην περιοχή της Πειραιϊκής χερσονήσου και αποτελούνται από κίτρινες ψαμμιτικές μάρμες, κροκαλολατυποπαγή, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους με ψαμμιτικές ενδιαστρώσεις και ασβεστόλιθους.

Ηπειρωτικοί Σχηματισμοί: Εμφανίζονται στη περιοχή της Μεταμόρφωσης, ανατολικά των Αχαρνών, στη Φιλοθέη, το Μαρούσι, το Χαλάνδρι και πέριξ των περιοχών αυτών και αποτελούνται από Πλειοκαινικής ηλικίας άμμους και αργίλους με αραιές, μη ρυθμικές και όχι εκτεταμένες παρεμβολές λιγνιτικών οριζόντων.

Θαλάσσιοι Ασβεστόλιθοι: Πρόκειται για ανθρακικά πετρώματα Άνω Μειοκαινικής Ηλικίας, τα οποία καταλαμβάνουν τις κορυφές λόφων στο νότιο τμήμα του λεκανοπεδίου (Καλλιθέα, Παλαιό Φάληρο, Άλιμος).

Παράκτιες και Παράλιες Φάσεις: Αποτελούν Άνω Μειοκαινικής ηλικίας σχηματισμούς, οι οποίοι καταλαμβάνουν επίσης μεγάλο μέρος του νοτίου τμήματος του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, εκτεινόμενοι από την Καλλιθέα και τη Νέα Σμύρνη έως τον Άγιο Δημήτριο και από το Παλαιό Φάληρο έως το Καλαμάκι και τον Άλιμο. Περιλαμβάνουν ένα πλήθος λιθολογιών αποτελούμενο από εναλλαγές αργίλων και ιλύων, ψαμμιτούχων μαργών, κροκαλοπαγών, λατυποπαγών και κροκαλολατυποπαγών.

Λιμναίοι Σχηματισμοί: Εμφανίζονται στο βόρειο τμήμα του λεκανοπεδίου (Ανθούπολη, Άσπρα Χώματα, Νέα Λιόσια, Άγιοι Ανάργυροι, Νέο Ηράκλειο – Καλογρέζα, Πεύκη, Φυλή, Θρακομακεδόνες) και αποτελούνται από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, ψαμμούχες μάργες και μάργες. Η ηλικία των σχηματισμών είναι Άνω Μειοκαινική.

2.3.4 Τεταρτογενείς σχηματισμοί

Ανθρωπογενείς Αποθέσεις: Πρόκειται για υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως για επιχωματώσεις και μεγάλη ανομοιογένεια στη σύστασή τους, αποτελούμενα κυρίως από αργίλους, άμμους, λατύπες, ογκόλιθους και γενικότερα εδαφικό υλικό μεγάλου εύρους κοκκομετρικής διαβάθμισης

Αλλουβιακές Αποθέσεις: Αποτελούν ουσιαστικά τις προσχώσεις του Κηφισού ποταμού και των παραποτάμων του και συνίσταται σε αποθέσεις αργίλων, ιλύος και χαλαρών κροκαλοπαγών.

Παράκτιες Αποθέσεις: Παρουσιάζουν περιορισμένη έκταση, κυρίως στη περιοχή του Αγίου Κοσμά και αποτελούνται κυρίως από άμμους και ασύνδετες κροκάλες που έχουν αποτεθεί λόγω κυματικής γενικότερης θαλάσσιας δράσης.

Πλευρικά Κορήματα: Χαρακτηρίζονται ως χαλαρές αποθέσεις αποτελούμενες από γωνιώδεις λατύπες και εμφανίζονται κυρίως στις εκβολές ρεμάτων και χειμάρρων, ως προϊόν απόθεσης πλημμυρικών κυρίως παροχών.

Διλουβιακές Αποθέσεις: Αποτελούν αποθέσεις λεπτομερών κλασμάτων ιλύος και αργίλου, προερχόμενες από την αποσάθρωση των υποκείμενων σχηματισμών

Πλευρικά Κορήματα και Ριπίδια: Πρόκειται για αποθέσεις που αναπτύσσονται σχεδόν γραμμικά κατά μήκος κλιτύων και ρηξιγενών ζωνών, καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος του λεκανοπεδίου, ενώ η σύστασή τους ποικίλει αναλόγως της λιθολογίας του μητρικού πετρώματος τροφοδοσίας.

Ριπίδια: Παρουσιάζονται ως εμφανίσεις αποθέσεων κορηματικού τύπου, με τη μορφή κώνου κορημάτων ή ριπίδιου και χαρακτηρίζονται από εναλλαγές αδρομερών και λεπτομερών υλικών.

2.3.6 Υδρογεωλογία

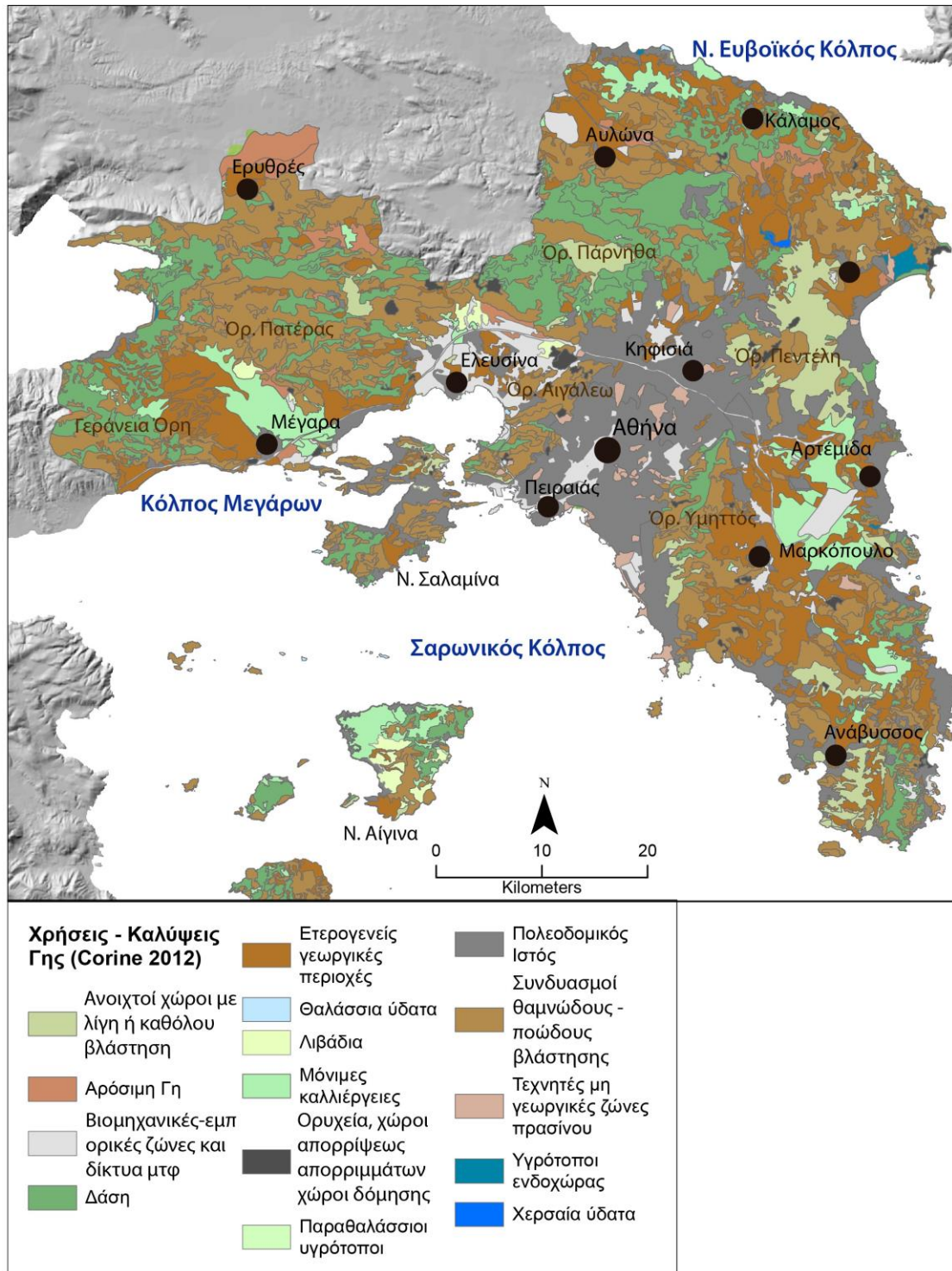
Στην ευρύτερη περιοχή του της Αττικής αναπτύσσονται τρία είδη υδροφόρων συστημάτων, το πρώτο μέσα στις τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις (κοκκώδες σύστημα), το δεύτερο μέσα στα υδροπερατά μάρμαρα και στους ασβεστόλιθους (καρστικό σύστημα) και το τρίτο, τοπικά στην μάζα τεκτονισμένων πυριγενών πετρωμάτων, όπου αναπτύσσεται ρωγματικού τύπου υδροφορία μικρής δυναμικότητας. Τα κοκκώδη υδροφόρα συστήματα αναπτύσσονται στις ιζηματογενείς λεκάνες του ΥΔ Αττικής (Λεκάνη Κηφισού, πεδινές περιοχές Μαραθώνα, Μεσογείων, Μεγάρων, Λουτρακίου και παράκτιες περιοχές Αττικής) εντός των τεταρτογενών και νεογενών αποθέσεων οι οποίες δημιουργούν αλληπάλληλους υδροφόρους οριζόντες, ελεύθερους ή μερικώς υπό πίεση εντός των αμμοχαλικωδών ενστρώσεων.

Τα νεογενή ιζήματα παρουσιάζουν λιθοστρωματογραφικές εναλλαγές υδροπερατών και ημιπερατών έως υδροστεγανών πετρωμάτων με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν υπόγεια υδροφορία με τη μορφή επάλληλων υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων. Η τροφοδοσία αυτών των συστημάτων προέρχεται από τις βροχοπτώσεις, τις επιφανειακές απορροές και από πλευρικές μεταγγίσεις υπόγειων υδάτων από τα περιβάλλοντα πετρώματα. Καρστικά υδροφόρα συστήματα αναπτύσσονται στα καρστικά, ανθρακικά πετρώματα (μάρμαρα, ασβεστόλιθοι) τα οποία δομούν μεγάλο μέρος των ορεινών όγκων της Πάρνηθας, του Υμηττού, της Πεντέλης, των Γερανείων όρων, του όρους Πατέρα, Αιγάλεω και του Μαραθώνα. Τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν σημαντική επιφανειακή εξάπλωση, κατακερματισμό και έντονη καρστικότητα. Η έντονη καρστικότητα σε ορισμένα σημεία όπως στο όρος Πατέρα δημιουργεί ιδιόμορφα γεωμορφολογικά πεδία με πλήθος επιφανειακών καρστ, πόλγες (περιοχή Δρεβενοχωρίων), αλλά και υπόγειων καρστ υπό τη μορφή καταβοθρών (περιοχή Σκούρτα). Γενικά οι υπόγειες υδροφορίες που αναπτύσσονται σε αυτά τα συστήματα χαρακτηρίζονται από υψηλή δυναμικότητα. Ρωγματικά υδροφόρα συστήματα αναπτύσσονται στα πυριγενή πετρώματα της περιοχής τα οποία εμφανίζονται τεκτονισμένα με αποτέλεσμα τη δημιουργία συνθηκών υπόγειας υδροφορίας, κυρίως στο επιφανειακό αποσαθρωμένο τμήμα των σχηματισμών. Τέτοια συστήματα αναπτύσσονται στις μάζες των οφιολιθικών πετρωμάτων που δομούν την κεντρική ορεινή περιοχή των Γερανείων όρων και στα ηφαιστειακά πετρώματα που απαντώνται στο κεντρικό και νότιο τμήμα της Αίγινας. Η δυναμικότητα αυτής της υδροφορίας χαρακτηρίζεται μικρή και οι υδροφορίες που αναπτύσσονται είναι περιορισμένες και τοπικής σημασίας. Στους παρακάτω χάρτες παρουσιάζονται οι βασικές υδρολιθολογικές ενότητες.

2.4 Χρήσεις γης

Σε γενικές γραμμές από πλευράς χρήσεων γης στην Αττική επικρατούν οι φυσικές εκτάσεις με πρώτη τα δάση που αν και μπορούν να διακριθούν σε υποκατηγορίες καταλαμβάνει περίπου 45% της συνολικής έκτασης. Ακολουθούν οι δενδροκαλλιέργειες με περίπου 18%, οι αστικές περιοχές (με κύρια φυσικά το πολεοδομικό συγκρότημα του λεκανοπεδίου) σε ποσοστό περίπου 13%. Ακολούθως παρουσιάζονται κατηγορίες όπως χορτολιβαδικές

εκτάσεις (περίπου 7.5%), γυμνό έδαφος (περίπου 9.5%), γραμμικές καλλιέργειες (3.6%), οικισμοί με αραιή δόμηση (1.1%), καλλιέργειες σιτηρών (1.1%), πυκνές καλλιέργειες (1.3%) και άλλες χρήσεις (1%). Χάρτες με την χωρική κατανομή των χρήσεων γης στην περιοχή έρευνας παρουσιάζονται παρακάτω (Εικ. 2.10).



Εικ. 2.10. Χωρική κατανομή της κάλυψης γης στην Αττική, σύμφωνα με το Corine 2012.

2.5 Κλιματικές συνθήκες

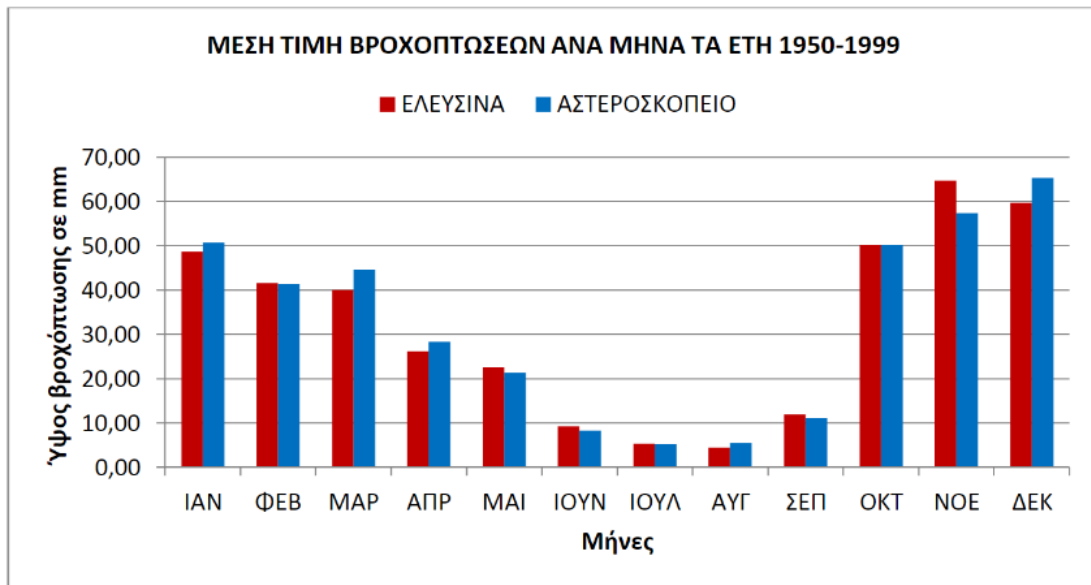
Σε ότι αφορά το κλίμα της Αττικής, αυτό χαρακτηρίζεται μεσογειακό, με εξαίρεση τα υψηλά σημεία, όπου το κλίμα είναι ορεινό. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 411mm και κυμαίνεται από 350mm στο λεκανοπέδιο Αττικής μέχρι 1.000mm στα ορεινά τμήματα (Πάρνηθα), ενώ οι ημέρες βροχής κυμαίνονται από 50 μέχρι 100 ετησίως. Η χιονόπτωση είναι σπάνια στις παράκτιες περιοχές, ενώ αυξάνει σημαντικά στο εσωτερικό του. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16°C μέχρι 18°C, ανάλογα με το υψόμετρο και την απόσταση από τη θάλασσα, ενώ το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι περίπου 16°C. Ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος, ενώ οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος είναι οι θερμότεροι του έτους. Περίπου όμοιο κλίμα καταγράφεται και στην περιοχή της Τροιζηνίας και των γύρω νησιών.

Παρακάτω παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα με γενικά κλιματολογικά στοιχεία χαρακτηριστικών σταθμών της περιοχής έρευνας. Λόγω των πολυάριθμων σταθμών και του μεγάλου όγκου των δεδομένων κρίθηκε ότι στην παρούσα έρευνα δεν θα παρατηθεί το σύνολο των διαθέσιμων μετεωρολογικών και κλιματικών δεδομένων, το οποίο μπορεί εύκολα να συλλεχθεί από τους αρμόδιους φορείς.

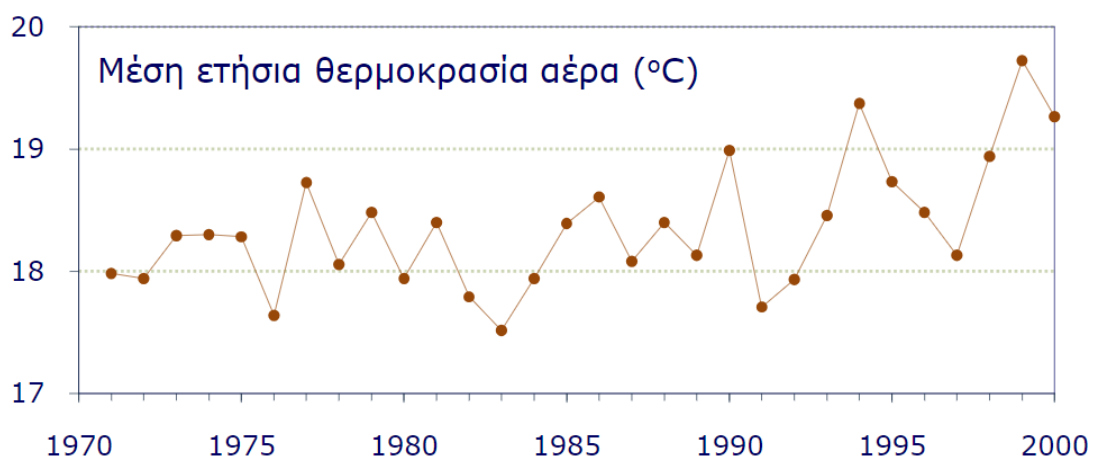
Η διακύμανση της ετήσιας θερμοκρασίας και του υετού στην περίοδο 1970-2000 και εντός του έτους για το σταθμό του Ελληνικού (ενδεικτικό του Λεκανοπεδίου) παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες και πίνακες (Εικ. 2.28-2.32).

Πίνακας 2.2 Μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Αστεροσκοπείου Αθηνών (mm) για τα έτη 1950-1999.

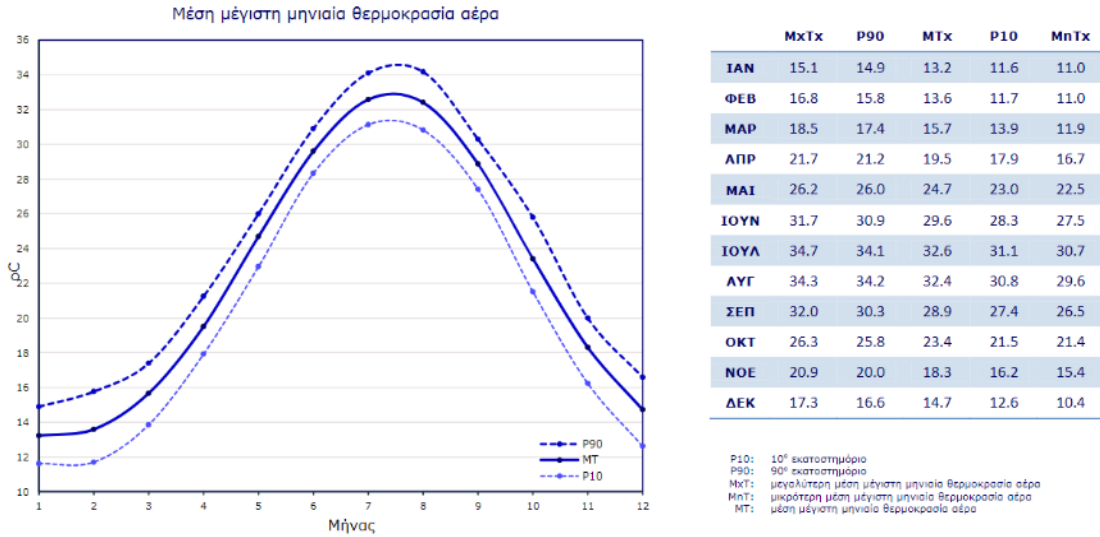
ΔΡ.ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΕΤΟΣ
1950-1951	9,20	12,70	129,40	117,40	21,80	27,90	7,90	22,60	34,60	2,70	38,20	18,10	442,50
1951-1952	35,20	68,50	49,80	39,30	51,30	73,90	0,20	34,70	3,70	1,40	0,00	2,70	360,70
1952-1953	33,40	86,50	117,80	83,30	7,00	36,20	30,60	100,30	7,20	0,90	3,20	2,00	508,40
1953-1954	126,20	15,60	49,00	72,20	60,80	24,80	53,80	40,90	1,10	0,00	0,00	9,30	453,70
1954-1955	94,30	77,40	55,10	74,80	43,90	11,00	58,80	0,10	0,60	7,00	10,90	21,70	455,60
1955-1956	260,90	112,90	9,40	30,80	56,50	71,20	20,00	3,80	2,40	0,00	0,00	5,40	573,30
1956-1957	10,50	57,00	52,10	43,70	9,50	10,60	17,40	47,20	2,40	0,00	0,00	4,80	255,20
1957-1958	112,40	46,80	37,00	91,50	7,50	36,10	30,10	17,10	12,20	0,00	0,00	49,40	440,10
1958-1959	8,40	89,20	5,40	23,40	0,90	25,20	28,00	16,20	3,10	24,10	0,20	9,10	233,20
1959-1960	27,00	32,40	38,50	71,70	19,60	22,80	24,40	4,40	6,60	0,00	18,50	9,30	275,20
1960-1961	12,70	81,90	131,60	93,50	27,60	77,20	6,80	7,30	1,10	0,00	0,00	0,00	439,70
1961-1962	14,30	85,50	44,00	44,80	43,40	10,60	20,50	6,90	1,80	0,50	0,00	78,70	351,00
1962-1963	42,80	89,50	138,70	66,70	21,40	17,30	10,10	86,30	0,90	9,80	0,20	0,00	483,70
1963-1964	143,70	47,10	55,70	73,40	36,60	18,80	10,80	3,40	32,30	0,00	0,00	12,40	434,20
1964-1965	17,90	17,50	50,00	72,40	136,60	61,60	24,60	17,00	4,20	0,00	2,80	0,00	404,60
1965-1966	3,70	23,70	32,40	37,00	13,60	60,60	25,70	22,50	10,50	0,00	0,90	38,00	268,60
1966-1967	51,10	31,10	92,60	24,90	43,20	15,10	23,90	26,10	4,80	12,70	0,00	25,90	351,40
1967-1968	112,00	56,70	61,50	80,90	52,80	30,70	9,80	48,70	60,00	0,00	3,60	0,20	516,90
1968-1969	69,20	91,50	98,40	54,50	12,60	57,70	16,00	3,20	0,60	0,00	0,00	15,00	418,70
1969-1970	0,10	18,30	122,90	30,10	47,00	26,30	0,90	15,90	3,80	1,50	0,00	14,90	281,70
1970-1971	28,10	14,00	57,90	66,20	67,80	74,30	12,70	2,20	0,00	1,40	1,40	9,60	335,60
1971-1972	20,10	24,90	79,60	70,00	62,90	12,90	91,90	10,50	0,00	12,00	23,10	7,30	415,20
1972-1973	148,80	0,10	11,40	68,90	68,80	74,30	9,80	4,30	0,60	30,40	0,60	44,40	462,40
1973-1974	16,20	27,50	52,30	38,10	78,20	67,30	16,00	32,80	25,10	0,00	3,60	12,60	369,70
1974-1975	19,50	38,00	30,70	28,80	43,40	29,70	17,30	49,20	8,40	6,80	29,60	0,00	301,40
1975-1976	22,50	73,00	144,20	38,80	117,80	30,10	38,40	15,70	2,60	0,10	17,20	13,50	513,90
1976-1977	130,40	72,00	21,60	10,70	11,00	10,00	21,30	1,20	9,80	0,00	0,00	20,40	308,40
1977-1978	5,80	153,90	109,60	58,60	57,70	21,00	32,90	9,60	2,30	0,00	0,00	47,30	498,70
1978-1979	88,90	33,90	92,30	21,30	49,80	14,30	0,70	56,30	0,00	1,60	0,50	1,10	360,70
1979-1980	101,70	78,50	36,30	33,00	12,80	86,00	34,00	12,10	23,70	0,00	2,10	0,60	420,80
1980-1981	101,70	29,20	76,70	85,60	30,90	24,00	36,70	2,50	0,00	1,90	0,40	0,00	389,60
1981-1982	23,10	31,90	86,50	29,40	56,70	51,70	53,20	26,60	0,30	9,80	1,20	0,10	370,50
1982-1983	17,90	65,30	86,70	1,90	77,40	44,30	12,30	24,80	1,40	5,20	14,60	2,50	354,30
1983-1984	22,30	73,00	76,60	39,90	34,30	85,40	116,30	1,40	0,00	23,00	9,80	0,00	482,00
1984-1985	0,70	19,90	50,10	75,40	27,20	84,90	32,00	9,10	0,40	5,90	0,00	1,30	306,90
1985-1986	24,20	29,30	39,40	30,50	61,20	11,50	13,30	19,00	39,70	0,90	0,00	0,00	269,00
1986-1987	44,90	27,90	31,60	15,10	35,60	88,20	95,20	2,70	28,20	0,00	12,80	0,00	382,20
1987-1988	69,40	100,70	37,60	37,70	97,30	67,30	27,40	17,50	23,50	0,00	0,00	9,00	487,40
1988-1989	3,10	102,40	83,30	3,10	3,20	33,20	5,60	3,60	4,30	1,40	0,10	0,70	244,00
1989-1990	66,60	11,80	17,00	4,80	15,80	0,00	17,40	0,80	0,00	0,00	14,80	1,80	150,80
1990-1991	21,00	33,60	89,30	44,30	81,40	56,80	89,60	49,90	0,00	6,30	28,00	0,10	500,30
1991-1992	40,50	34,50	87,40	2,70	32,70	78,70	31,30	35,80	11,70	4,90	0,00	0,00	360,20
1992-1993	31,90	55,20	24,20	15,10	48,20	6,80	38,70	17,00	0,00	0,00	0,20	0,00	237,30
1993-1994	0,00	154,40	24,00	102,00	30,60	36,60	21,50	62,90	21,90	23,50	0,00	0,00	477,40
1994-1995	110,30	37,50	101,70	99,60	3,90	38,30	8,80	5,50	0,70	13,30	8,10	5,00	432,70
1995-1996	8,10	75,50	57,90	104,30	65,60	33,50	21,40	20,30	0,00	0,00	9,30	22,10	418,00
1996-1997	39,90	29,20	77,50	86,20	5,80	7,70	43,40	6,40	4,50	0,00	18,50	0,50	319,60
1997-1998	37,30	56,90	116,80	18,40	23,70	156,00	20,20	21,30	0,50	0,00	0,00	5,20	456,30
1998-1999	31,40	184,70	28,69	26,60	9,20	148,90	7,10	1,50	0,40	45,00	0,00	24,80	508,29
Μ.ΤΙΜΗ	50,23	57,36	65,31	50,68	41,32	44,68	28,30	21,37	8,24	5,18	5,60	11,16	389,43



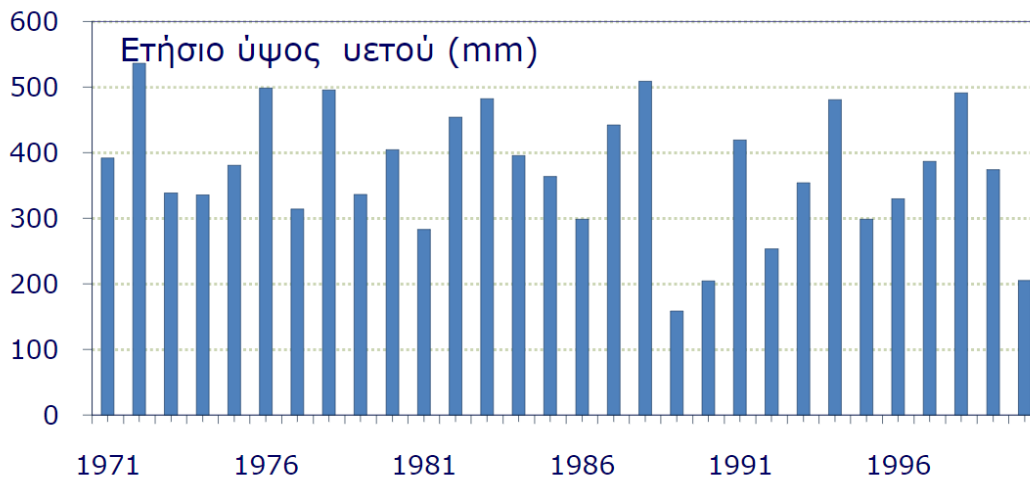
Εικ. 2.11. Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Αστεροσκοπείου Αθηνών και Ελευσίνας(σε mm) για τα έτη 1950-1999. Η σύγκριση γίνεται μεταξύ των δύο χαρακτηριστικών σταθμών της Δυτικής Αττικής και του Λεκανοπεδίου.



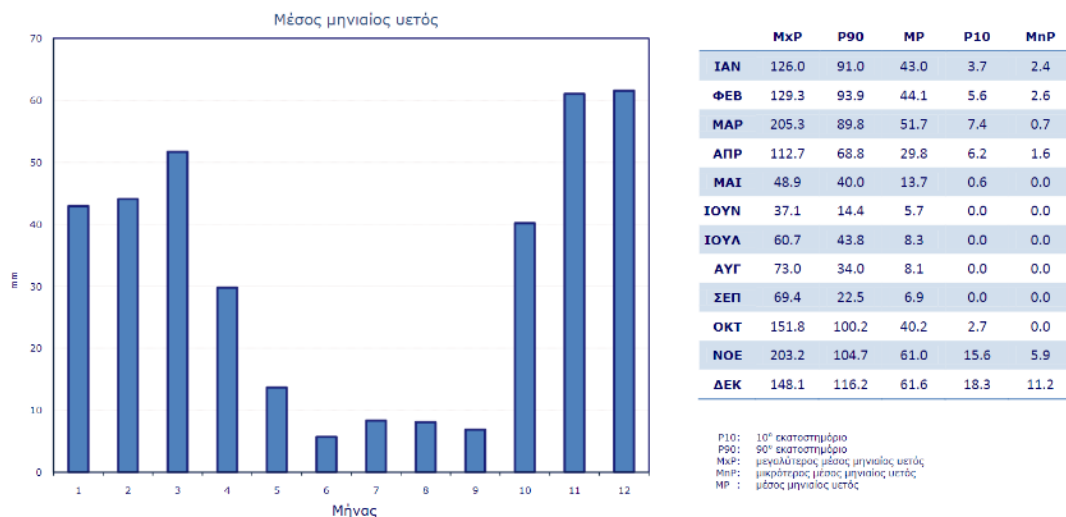
Εικόνα. 2.12. Διακύμανση μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1971-2000) (ΕΜΥ 2017).



Εικόνα. 2.13.. Διακύμανση μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1970-2000) (EMY 2017).



Εικόνα 2.14. Διακύμανση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στο σταθμό του Ελληνικού (1971-2000) (EMY 2017).



Εικόνα. 2.15. Διακύμανση μέσου μηνιαίου υετού στο στο σταθμό του Ελληνικού (1970-2000) (EMY 2017).

Πίνακας 2.3. Μηνιαίο ύψος υετού σε χιλιοστά στο σταθμό των Κυθήρων (1971 – 2010).

ΕΤΟΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
1971	94.5	102.7	72.6	11.3	1.7	1.5	31.4		47.8	8	66	77.7
1972	73.7	44	47.4	35.3	3.3				1.7	86.5	16.1	44.5
1973	71.6	73.6	21.6	40.3					4.7	75.3	71.6	68.4
1974	131.5	74.1	80.4	13.7	0.9	0.4		18	19.5	22.1	112.8	65.5
1975	77.3	35.2	50	11.1	6.3	0.8		19.1	0.3	20.7	103.7	97.8
1976	39.3	91.2	75.9	31.1	6.1		1.4	0.8		93	126	69.1
1977	48.6	11.6	3.6	75.7			9.4		11.1	5	97.4	141
1978	112.4	101.4	43.4	59.8	1.7				50.5	44.2	66.3	104.3
1979	107.6	70.7	11.2	30	68.8		5.4			15.6	144.8	79.1
1980	104	84.1	47.2	26.3	2.7	24.2		0.6	2.1	93.7	20	113
1981	135.4	73.1	6	10.5	7.7		11.3	1.8		18.1	141	126.4
1982	81.8	67.3	147.6	40.6	16.8					17.1	93.2	156.2
1983	24.8	59.1	70.2	15.5	16.5	1.9	6.6		1.6	26.3	121.6	151.8
1984	78.8	113.4	26.5	60.5				2	0.4	27.7	189.1	71.7
1985	184.8	83.2	95.5	82	1.1					79.5	40.2	28.4
1986	158.7	108.8	37.9	13.6	25.4					198.9	112.9	123.2
1987	103.6	49.9	118.5	76.1	0.3					16.3	159.9	39.8
1988	205.3	70.1	122.9	2.9	2.9				0.3	45.6	121.7	196.9
1989	24.3	5.1	33.1	4.1	6				22.6	93.4	65.2	18
1990	62.4	56.7		26.5		2.3		3.1	6.4	13.3	43.2	163.4
1991	42.7	37.3	26.1	43.3	33.6	0.2		31.4		43.9	43.7	160.8
1992	36.9	59.1	84.7	14.9	7.2	10.1				9	95.4	80
1993	24.1	140.5	40.6	12.1	4.5					0	137.6	28.3
1994		109.9	9.3	17.6	12.5					134.1	139.5	73.4
1995	164.4	16.9	15.1	11.5	0.9	1.6			5.2	22.1	28.1	87
1996	132.5	107.3	117.1	4.2	12.6				37.7	30.2	58.1	68.7
1997	48.2	60.5	66.6	19.3	0			23.2		20.4	35.8	89.7
1998	113.5	11.8	95.7	24		0.1				16.5	163.7	191
1999	36.7	61.7	48.2		0.7	2.6		1.2	22.2	2.8	66.9	66.3
2000	44.3	76.6	16.6	9	4.8				7.8	55.2	90	259.9
2001	41.8	97	41.3	74.2	11.3				4.6		287.3	140.3
2002	66	18.4	38.4	14	0.9			4.5	61.9	74.6	145	205.4
2003	119.9	140.4	94.1	72.8	22.4			0.7	3.1	141.3	102.9	297
2004	136.4		52.5	10.9	4.4	0.8	1.7		93.8	30.4	78.8	97
2005	229.8	87.8	23.9	7.7	9.9		2.1		5.2	9.6	146.4	84.8
2006									50.5	166.6	76.2	10.5
2007	36.9	63.4	22.9	0.2	25.4	5.9			0.6	36.7	58.2	108.6
2008	49.6	72.2	93.1	70.6	10.1				28.1	9.3	124.3	64.7
2009	172.7	77.2	64.2	34.6	9.6				12.5	32.8		
2010	102.3	84.1	4.5			5.1			1.8	4.4		
M/O	92.6	71.0	54.4	29.9	10.3	4.1	8.7	8.9	18.7	47.2	99.8	106.6

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

3.1 Ιστορικό καταστροφικών πλημμυρών

Η περιοχή έρευνας καταγράφει έναν σημαντικό αριθμό πλημμυρικών επεισοδίων και καταστροφικών πλημμυρικών συμβάντων, σε διάφορα τμήματά της, τα οποία μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί με λεπτομέρεια αλλά όχι σε ένα κοινό αρχείο.

Μετά από την ενδελεχή έρευνα σε διαφορετικές πηγές δεδομένων (Πίνακας 3.1) καταγράφηκαν πολυάριθμα πλημμυρικά γεγονότα διαφορετικών εντάσεων σε ένα μεγάλο χρονικό φάσμα από το 1880 μέχρι και το 2017.

Πίνακας 3.1. Πηγές δεδομένων ιστορικών πλημμυρών στην περιοχή έρευνας.

Τύπος Πηγής	Λεπτομέρειες	Κάλυψη
Βάσεις δεδομένων	Βάση Πλημμυρών στην Ελλάδα (Diakakis et al. 2012)	1880-2010
	Βάση Καταγραφής Ιστορικών Πλημμυρών (ΕΓΥ 2012)	1896-2011
	Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων - Οριοθέτηση πλημμυρών (ΥΑΣ 2016)	1994-2018
	Βάση Ακραίων Καιρικών Φαινομένων (Paragiannaki et al. 2013)	2001-2011
Επιστημονικά άρθρα, Διατριβές, Μελέτες	Κρητικού 2005, Diakakis et al. 2012, Paragiannaki et al. 2013, Valaoras 1992, Diakakis 2014	-
Τύπος	Εφημερίδες εθνικής κυκλοφορίας (Καθημερινή, Τα Νέα, Ριζοσπάστης, Έθνος, Ελευθεροτυπία, Εμπρός, Ελευθερία, Μακεδονία)	1911-2018
	Τοπικές Εφημερίδες	2010-2018

Στους Πίνακες 3.2α, β, γ, δ παρουσιάζονται οι ημερομηνίες, οι θέσεις, ο αριθμός των θυμάτων και τα τμήματα του υδρογραφικού δικτύου που πλημμύρισαν στην περιοχή της έρευνας με βάση τις ανωτέρω βάσεις δεδομένων και άλλα στοιχεία που συνθέθηκαν σε ένα κατάλογο.

Πίνακας 3.2α Κατάλογος πλημμυρικών γεγονότων που έχουν καταγραφεί στο Λεκανοπέδιο Αθηνών.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ ΡΕΜΑΤΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΘΑΝΑΤΟΙ
1886	Ιλισσός	Κέντρο της πόλης	0
22 Οκτωβρίου 1887	Ιλισσός	Κέντρο της πόλης	1
14 Νοεμβρίου 1896	Κηφισσός, Ιλισσός, Κυκλοβόρου	Πειραιάς, Μοσχάτο, Κέντρο της πόλης	62
5 Νοεμβρίου 1899	Κηφισσός, Κυκλοβόρου	Πειραιάς, Κέντρο της πόλης, Μεταμόρφωση	7
26 Ιουνίου 1901	Κεφαλαρίου	Κηφισιά	0
15 Μαΐου 1906	Βάβουλα	Πειραιάς	0
23 Νοεμβρίου 1925	Ποδονίφτης, Κηφισσός, Ιλισσός	Νέα Ιωνία, Φάληρο, Κέντρο της πόλης, Τζιτζιφιές	13
5 Νοεμβρίου 1928	Κηφισσός	Μοσχάτο, Φάληρο	0
21 Φεβρουαρίου 1930	Κηφισσός, Ιλισσός	Κέντρο της πόλης, Φάληρο	1
26 Οκτωβρίου 1930	Κηφισσός, Ιλισσός	Κέντρο της πόλης, Φάληρο	2
17 Οκτωβρίου 1933	Ιλισσός, Βάβουλα	Πειραιάς, Κέντρο της πόλης	0
2 Δεκεμβρίου 1933	Ιλισσός, Κηφισσός	Κέντρο της πόλης, Φάληρο	2
6 Φεβρουαρίου 1934	Ιλισσός, Τζιτζιφιές	Τζιτζιφιές, Κέντρο της πόλης	0
22 Νοεμβρίου 1934	Κηφισσός	Νέα Ιωνία, Στεπλία, Φάληρο	7
26 Ιουνίου 1936	Κηφισσός	Πετράλωνα	0
5 Νοεμβρίου 1936	Τζιτζιφιές	Καλλιθέα, Τζιτζιφιές, Μοσχάτο	2
29 Οκτωβρίου 1938	Ποδονίφτης	Νέα Ιωνία	0
6 Νοεμβρίου 1939	Ιλισσός	Καλλιθέα	0
18 Σεπτεμβρίου 1949	Κηφισσός, Ιλισσός	Πατήσια, Νέα Ιωνία, Μοσχάτο	0
23 Δεκεμβρίου 1950	Τζιτζιφιές	Τζιτζιφιές, Νέα Σύμωρη	0
30 Σεπτεμβρίου 1951	Πετρούπολη	Πετρούπολη, Νίκαια	1
23 Δεκεμβρίου 1952	Αστικές πλημμύρες	Καμίνια, Ίλιον	0
8 Οκτωβρίου 1955	Αστικές πλημμύρες, Τζιτζιφιές	Τζιτζιφιές, Ιλίσια, Χαλάνδρι	2
13 Οκτωβρίου 1955	Ιλισσός	Φάληρο, Μοσχάτο	0
6 Νοεμβρίου 1961	Κηφισσός, Μιχελή, Ποδονίφτης	Περιστέρι, Ίλιον, Μοσχάτο, Ρέντης	33
26 Σεπτεμβρίου 1962	Κηφισσός	Νέα Ιωνία, Πειραιάς	0
19 Φεβρουαρίου 1965	Καναπιτσέρη, Μιχελή	Τζιτζιφιές, Πετράλωνα, Ελληνικό	0
30 Οκτωβρίου 1972	Κηφισσός	Ρέντης	0
2 Νοεμβρίου 1977	Κηφισσός, Ιλισσός, Μιχελή	Ίλιον, Περιστέρι, Πετρούπολη, Ρέντη	36
10 Δεκεμβρίου 1977	Κοκκιναρά	Χαλάνδρι, Νέα Ιωνία	3
28 Οκτωβρίου 1978	Αστικές πλημμύρες	Πετρούπολη, Περιστέρι, Φάληρο	0
30 Μαΐου 1979	Ρέματα Γλυφάδας	Αργυρούπολη, Γλυφάδα	1
7 Οκτωβρίου 1980	Μιχελή	Ίλιον, Πετρούπολη, Ανάργυροι	0
27 Οκτωβρίου 1980	Αστικές πλημμύρες, Χείμαρροι Ζεφυρίου	Πετρούπολη, Κοκκινιά	0
23 Ιανουαρίου 1981	Μιχελή	Αθήνα, Περιστέρι	0
27 Οκτωβρίου 1986	Αστικές πλημμύρες	Περιστέρι, Ίλιον, Νέα Ιωνία, Ιλίσια	0
23 Μαρτίου 1987	Αστικές πλημμύρες	Πειραιάς, Καλλιθέα, Μοσχάτο	0
25 Φεβρουαρίου 1988	Μιχελή, Χαϊδαρόρεμα	Περιστέρι, Ίλιον, Ταύρος	0
5 Οκτωβρίου 1989	Αστικές πλημμύρες	Κηφισιά, Βόρεια τμήματα της Λεκάνης	0
15 Ιανουαρίου 1991	Πικροδάφνης	Ηλιούπολη, Άλιμος	1
21 Νοεμβρίου 1993	Ρέματα Γλυφάδας	Γλυφάδα	0
31 Ιανουαρίου 1994	Μιχελή	Άνω Λιόσια, Ίλιον, Αχαρνές	2
21 Οκτωβρίου 1994	Κηφισσός, Ποδονίφτης, Γλυφάδα	Νέα Ιωνία, Γλυφάδα, Χαλάνδρι	5
12 Ιανουαρίου 1997	Κηφισσός, Ποδονίφτης	Φιλαδέλφεια	0
26 Μαρτίου 1998	Μιχελή	Καματερό, Ζεφύρι, Άνω Λιόσια	0
8 Ιουλίου 2002	Κηφισσός	Μοσχάτο, Ρέντης	1
18 Αυγούστου 2002	Κηφισσός	Μοσχάτο, Ρέντης	0
7 Νοεμβρίου 2002	Κηφισσός	Μοσχάτο, Ρέντης	0
8 Νοεμβρίου 2004	Αστικές πλημμύρες	Πειραιάς	0
19 Δεκεμβρίου 2004	Αμαρουσίου	Μαρούσι	0
23 Νοεμβρίου 2005	Ρέματα Γλυφάδας	Γλυφάδα	0
24 Μαΐου 2007	Μιχελή	Καματερό, Αχαρνές, Ζεφύρι, Άνω Λιόσια	0
3 Φεβρουαρίου 2013	Ρ. Χαλανδρίου	Χαλάνδρι, ΒΑ προάστια	1
Οκτώβρης 2014	Ρ. Μιχελή, Ρ. Φλέβας κ.α.	Δυτικά προάστια	0
Οκτώβριος 2015	Ρ. Μιχελή, Ρ. Φλέβας κ.α.	Δυτικά προάστια	5

Ακολουθεί φωτογραφικό υλικό από πλημμυρικά φαινόμενα στην περιοχή μελέτης (Εικ. 3.1-3.18).



Εικ. 3.1. Πλημμυρισμένη αίθουσα σχολείου στη Παλλήνη (Crash, 2014).



Εικ. 3.2. Φωτογραφία του Κηφισού με πλημμυρικές παροχές.



Εικ. 3.3. Φωτογραφία του Κηφισού κατά τη διάρκεια πλημμύρας το 2002.



Εικ. 3.4. Φωτογραφία από την περιοχή της Νέας Ιωνίας μετά την πλημμύρα του Ποδονίφτη το 1994 (Πηγή: Ριζοσπάστης 1994).



Εικ. 3.5. Φωτογραφία από την περιοχή του Περιστερίου κατά τη διάρκεια της πλημμύρας του 2014.



Εικ. 3.6 Πλημμυρισμένη οδός στην ανισόπεδη διασταύρωση της Λεωφόρου Αθηνών με τη Λεωφόρο Καβάλας στην περιοχή του Αιγάλεω το 2013.



Εικ. 3.7. Πλημμυρισμένη οδός (Λεωφόρος Πειραιώς) στην περιοχή του Ταύρου.



Εικ. 3.8. Διάσωση κατά τη διάρκεια ξαφνικής πλημμύρας στην περιοχή του Χαλανδρίου το Φεβρουάριο του 2013.

Με βάση τα ιστορικά στοιχεία και τα δεδομένα και τις περιγραφές ιστορικών πλημμυρών, δημιουργήθηκε μια βάση ιστορικών δεδομένων με πληροφορίες για τη θέση και τον χρόνο που έπληξαν διάφορα πλημμυρικά γεγονότα την περιοχή έρευνας. Τα στοιχεία αυτά προβλήθηκαν σε περιβάλλον GIS, ώστε να προσδιορισθεί η χωρική κατανομή τους και κατ' επέκταση να οριοθετηθεί ο χώρος που επλήγη από κάθε πλημμυρικό συμβάν.

3.2 Χαρακτηριστικά πλημμυρών

Από τη ανάλυση του ιστορικού και την εξέταση του οπτικού υλικού προκύπτει, ότι οι πλημμύρες προκαλούνται από υψηλής έντασης – μικρής διάρκειας καταιγίδες. Με βάση τις καταγραφές και το οπτικό υλικό που είναι διαθέσιμο προκύπτει, ότι οι πλημμύρες έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

(α) Αιφνίδια άνοδος της στάθμης των υδάτων

Από το οπτικό υλικό (φωτογραφίες και βίντεο) που είναι διαθέσιμο, και το είδος των καταιγίδων προκύπτει, ότι οι πλημμύρες της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζονται από ταχεία άνοδο της στάθμης των υδάτων, γεγονός που τους προσδίδει χαρακτήρα αιφνίδιων πλημμυρών (flash floods). Παράλληλα, σε κάποιες θέσεις τμήμα των πλημμυρικών φαινομένων συμβαίνει εντός του αστικού ιστού και επηρεάζεται σημαντικά από την επίδραση του αστικού περιβάλλοντος στην ομαλή αποστράγγιση των υδάτων προς τα κατάντη, καθώς επηρεάζεται από τους υφιστάμενους πλακοσκεπείς αγωγούς.

(β) Διαφορετικές ταχύτητες ροής υδάτων κατά θέσεις

Από το οπτικό υλικό που είναι διαθέσιμο αλλά και τις επιπτώσεις των πλημμυρών σε κινητά αντικείμενα (κυρίως αυτοκίνητα), διαπιστώνονται διαφορές στις ταχύτητες ροής των υδάτων κατά θέσεις. Σε ορισμένες θέσεις τα πλημμυρικά ύδατα καταγράφουν χαμηλές ταχύτητες, ενώ σε άλλες διαπιστώνονται υψηλές ταχύτητες ροής.

(γ) Υψηλή διαβρωτική ικανότητα

Κατά την έρευνα πεδίου διαπιστώθηκαν κατά θέσεις (παραπλεύρως των υπερχειλισμένων ρεμάτων) υποσκαφές του εδαφικού σχηματισμού, λόγω της υψηλής ταχύτητας των υδάτων, οι οποίες έχουν συντελέσει στο παρελθόν σε περαιτέρω επιπτώσεις επί των υποδομών (οδικό δίκτυο, καταρρεύσεις τοιχίων κλπ.) όπως για παράδειγμα στην περίπτωση θέσεων στην Παλαιόπολη.

(δ) Υψηλή περιεκτικότητα σε φερτά υλικά

Από το οπτικό υλικό, τις περιγραφές και από τις επιπτώσεις των πλημμυρών, όπως καταγράφηκαν από την έρευνα πεδίου, προκύπτει υψηλή περιεκτικότητα των πλημμυρικών υδάτων σε φερτά υλικά και σε ορισμένες περιπτώσεις θραύσματα βλάστησης (vegetation debris). Τα φερτά αυτά υλικά σε πολλές περιπτώσεις ελαχιστοποίησαν την παροχευτική δυνατότητα των αγωγών ομβρίων απομειώνοντας κρίσιμες διατομές.

(ε) Χρονική διάρκεια

Από τις αναφορές και τις αναλυτικές περιγραφές προκύπτει ότι η κατάκλυση από τα πλημμυρικά ύδατα διαρκεί στην περιοχή λιγότερο από 24 ώρες και προκύπτει από καταιγίδες υψηλής έντασης και μικρής διάρκειας. Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η περιοχή πλήττεται από πλημμύρες τύπου “flash flood” ή ξαφνικές πλημμύρες. Κατά συνέπεια, οποιεσδήποτε δράσεις ή μέτρα για τη μείωση του κινδύνου θα πρέπει να εστιάζουν σε αυτόν τον τύπο πλημμύρας και στα συγκεκριμένα φυσικά χαρακτηριστικά.

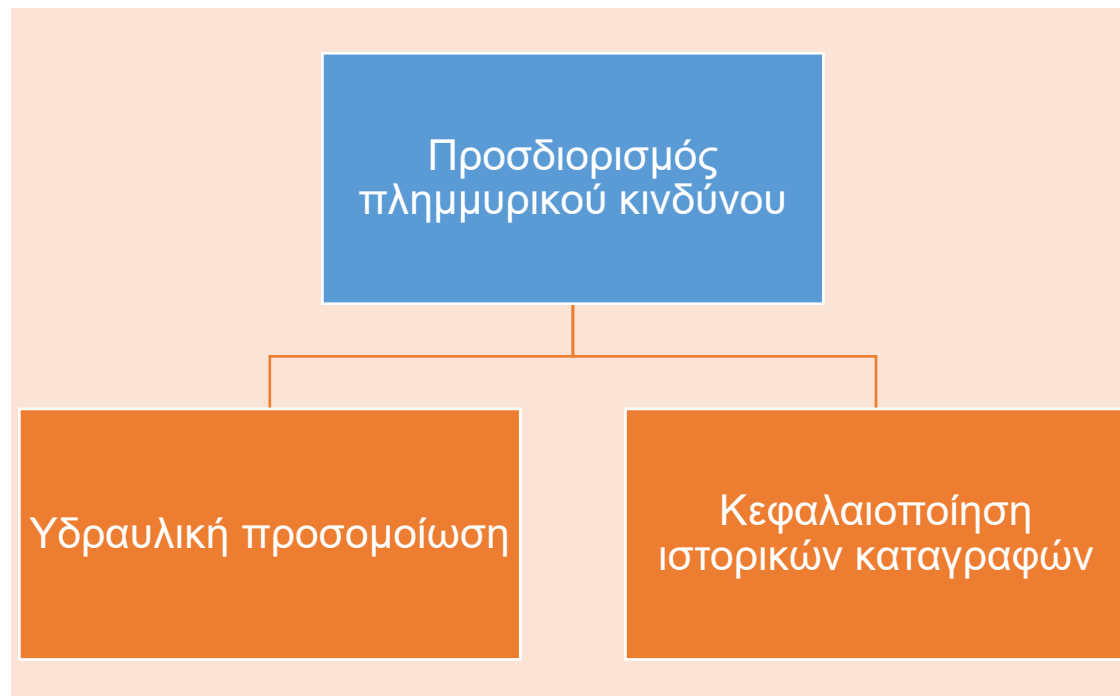
Όπως προκύπτει από τα προκαταρκτικά στοιχεία της έρευνας και την υφιστάμενη βιβλιογραφία η περιοχή της Αττικής παρουσιάζει την υψηλότερη συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων στην Ελλάδα. Με βάση τους καταλόγους πλημμυρικών συμβάντων των ΕΓΥ (2012) και Diakakis et al. (2012) η Αττική καταγράφει από το 1880 μέχρι σήμερα περισσότερα από 80 καταστροφικά πλημμυρικά συμβάντα και πολυάριθμα μικρότερα. Μάλιστα σύμφωνα με τα επιστημονικά ευρήματα (Diakakis 2014) μόνο στο λεκανοπέδιο Αθηνών καταγράφονται 54 καταστροφικές πλημμύρες στην περίοδο 1880-2014 (1 πλημμύρα ανά 2.5 χρόνια κατά μέσο όρο) σε διάφορα τμήματα της πόλης. Οι πλημμύρες αυτές έχουν προκαλέσει στο διάστημα αυτό τουλάχιστον 184 θανάτους και ανυπολόγιστες ζημιές σε κατοικίες, υποδομές και επιχειρήσεις. Μόνο κατά τις πλημμύρες του 2013 και του 2014 καταγράφηκαν πάνω από 1600 κατοικίες και καταστήματα με ζημιές από τα πλημμυρικά φαινόμενα.

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

4.1 Προσέγγιση - Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην παρούσα έρευνα αξιοποιεί τα υπάρχοντα δεδομένα πλημμυρικού κινδύνου τα οποία πρόσφατα έχουν δημοσιευθεί από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων στο πλαίσιο του δημοσιευμένου Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017). Αναλυτικά ιστορικά στοιχεία πλημμυρών που συγκροτήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν για να εξετάσουν χώρους οι οποίοι δεν καλύπτονται από τα υφιστάμενα δεδομένα πλημμυρικού κινδύνου, λόγω της φύσης της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθούν, αλλά και των παραδοχών της ίδιας της μεθοδολογίας και της προσέγγισης (ΕΓΥ 2017). Η αξιοποίηση ιστορικών δεδομένων στο ζήτημα των πλημμυρών στη χώρα μας, αλλά και εν γένει στη περιοχή της Μεσογείου, θεωρείται σύμφωνα με την πιο πρόσφατη βιβλιογραφία επιβεβλημένη για την ρεαλιστική αποτίμηση του κινδύνου πλημμυρών.

Η καινοτομία της μεθοδολογίας έγκειται στο ότι συνδυάζει τα πλεονεκτήματα 2 προσεγγίσεων αλληλοεμπλέκοντας τα σε ένα αποτέλεσμα που αφορά τον πλημμυρικό κίνδυνο εστιάζοντας στην πιστοποίηση των αποτελεσμάτων της υδραυλικής προσομοίωσης (validation) κεφαλαιοποιώντας το πλούσιο αρχείο και τις καταγραφές του Λεκανοπεδίου της Αθήνας.



Εικ. 4.1. Σχηματική αποτύπωση των δύο βασικών πυλώνων της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε.

Τα ιστορικά δεδομένα θεωρείται ότι ελέγχουν και πιστοποιούν τη ρεαλιστικότητα των αποτελεσμάτων των μοντελοποιήσεων (model validation) και στη συγκεκριμένη περίπτωση

καλύπτουν περιοχές εκτός του δημοσιευμένου Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017).

Σε ότι αφορά την μεθοδολογία που έχει χρησιμοποιηθεί στο εν λόγω Σχέδιο (ΕΓΥ 2017) αυτή συνοψίζεται στη χρήση του υδραυλικού μοντέλου FLO-2D και αναλύεται από την ομάδα έργου (εντός του Σχεδίου) ως εξής:

«Το FLO-2D το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι ένα διδιάστατο μοντέλο διόδευσης πλημμυρών που προσομοιώνει την πλημμυρική ροή εντός καναλιού (φυσικού ή τεχνητού), την επιφανειακή απορροή σε πεδιάδες αλλά και τη ροή σε αστικό περιβάλλον. Το πρόγραμμα είναι κατάλληλα σχεδιασμένο ώστε να προσομοιώνει λεπτομερώς το εκάστοτε πλημμυρικό καθεστώς μιας περιοχής (με δεδομένη τοπογραφία), με την προσθήκη δεδομένων όπως βροχόπτωση, διήθηση, μεταφορά ιζημάτων κ.α. Πρόκειται για εμπορικό μοντέλο, εγκεκριμένο από την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης των ΗΠΑ - FEMA (Federal Emergency Management Agency) για την εκπόνηση χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας.

Το μοντέλο λειτουργεί στην βάση των πεπερασμένων στοιχείων, όπου η κίνηση του πλημμυρικού όγκου πραγματοποιείται εντός ορθογωνικού κανάβου στην περίπτωση της κατάκλυσης πεδιάδας (2D) και εντός διατομών κατά την διόδευση εντός υδατορεύματος (1D). Η εξέλιξη του πλημμυρικού κύματος σε δύο διαστάσεις πραγματοποιείται μέσω αριθμητικής ολοκλήρωσης των εξισώσεων ποσότητας κίνησης. Οι θεμελιώδεις εξισώσεις για την κίνηση του ρευστού περιλαμβάνουν την εξίσωση συνέχειας και την εξίσωση διατήρησης της κίνησης (δυναμικό κύμα)».

Για περισσότερες λεπτομέρειες της μεθοδολογίας στην οποία βασίσθηκαν τα αποτελέσματα και επομένως μέρος των δεδομένων της μεθοδολογίας της παρούσας έρευνας μπορεί να βρεθεί στην αναφορά «Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής» (ΕΓΥ 2017).

Στην παρούσα έρευνα έγινε παρουσίαση με υπόβαθρο ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου και χάρτη σκιασμένου αναγλύφου.

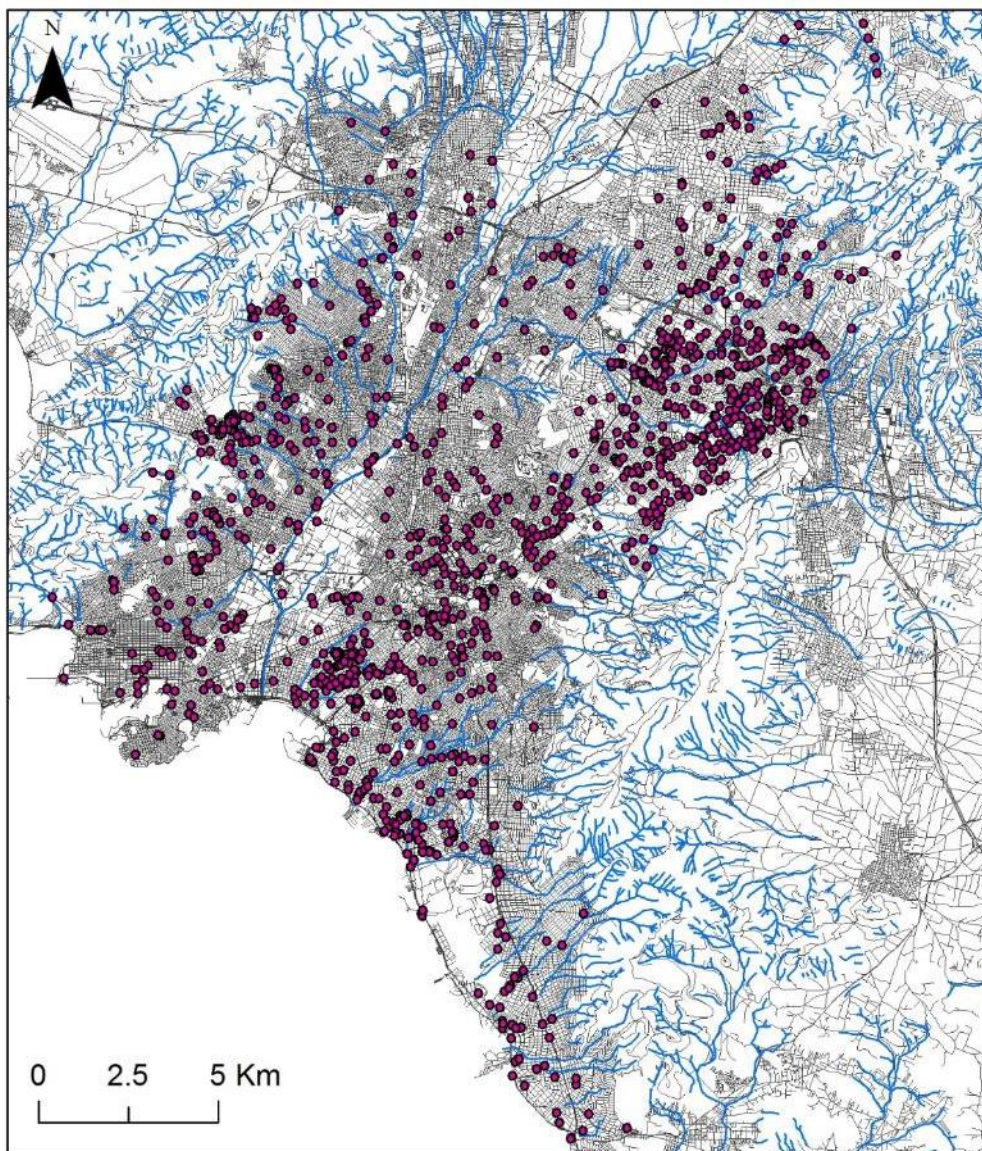
Η παρούσα έρευνα με σκοπό να εντοπίσει τις περιοχές, οι οποίες καταγράφουν πλημμυρικό κίνδυνο, πέραν αυτών που προκύπτουν από τα ανωτέρω δεδομένα, διεξήγαγε μια στρατηγική εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου βασισμένη σε ανάλυση διαφορετικών γεωλογικών και γεωμορφολογικών κριτηρίων. Η πολυκριτηριακή αυτή ανάλυση βασίστηκε σε παραμέτρους που προτείνονται σε διεθνή εγχειρίδια (Martini και Loat, 2007) για την περιοχή της Μεσογείου και τα οποία έχουν να κάνουν με:

- Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και τις ειδικές γεωμορφές της περιοχής.
- Τις μορφολογικές κλίσεις.
- Την οριοθέτηση του πλημμυρικού πεδίου.
- Την δημιουργία αλλουβιακών ριπιδίων.
- Την ύπαρξη ποτάμιων αναβαθμίδων.
- Την λεπτομερή καταγραφή των ενεργών αναβαθμίδων με την έννοια του ενεργού πλημμυρικού πεδίου.
- Τις πλημμυρικές αποθέσεις (flood deposits) προερχόμενες από ιστορικές υπερχειλίσεις των ρεμάτων της περιοχής έρευνας.
- Την μορφολογία και το βάθος της κοίτης.

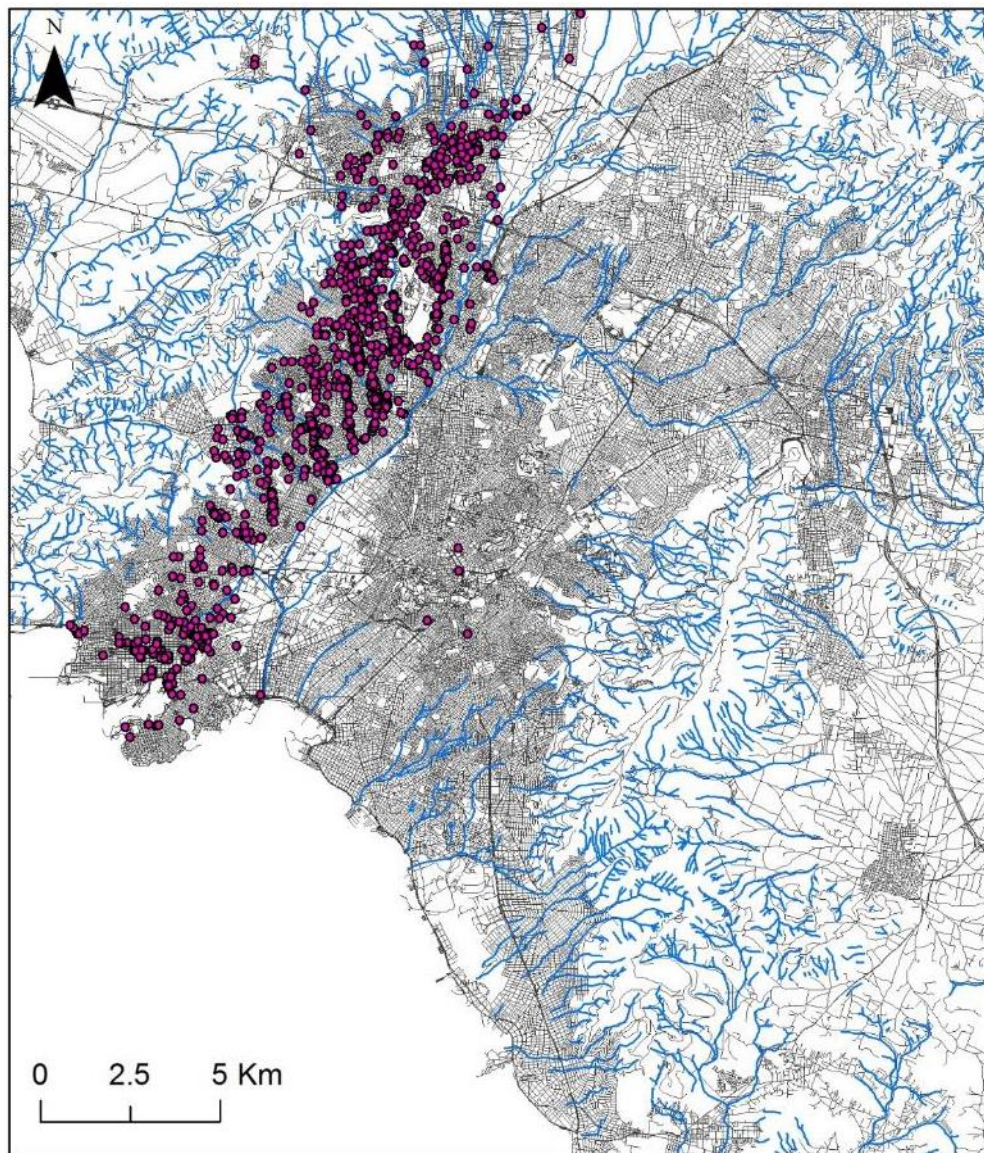
- Την μορφή του υδρογραφικού δικτύου με έμφαση στις θέσεις, όπου συμβάλουν διαφορετικοί

Παράλληλα, έγινε προβολή των ιστορικών πλημμυρών σε περιβάλλον GIS. Αναλυτικότερα οι επιπτώσεις κάθε πλημμυρικού συμβάντος της τελευταίας 10 ετίας όπως προέκυψαν από στοιχεία της ΔΑΕΦΚ και της Πυροσβεστικής χρησιμοποιήθηκαν για να οριοθετηθούν οι χώροι που υπέστησαν καταστροφές από πλημμυρικά φαινόμενα στο παρελθόν. Άλλες καταγραφές όπως η ακριβής οριοθέτηση μιας πλημμύρας (π.χ. παράδειγμα Μάνδρας – Εικ. 3.19) χρησιμοποιήθηκαν επίσης.

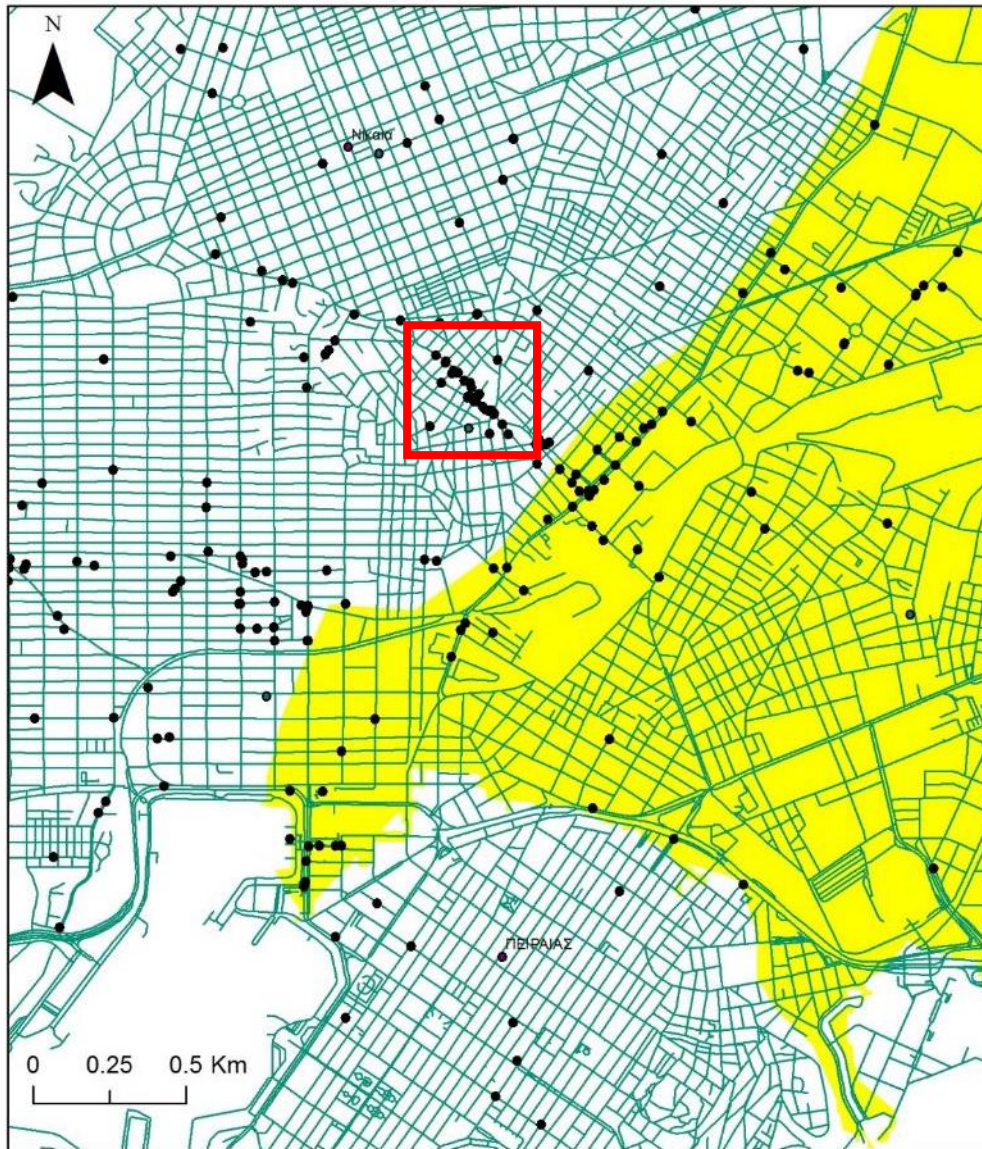
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται παραδείγματα επιπτώσεων πλημμυρών του παρελθόντος προβεβλημένες σε περιβάλλον GIS (Εικ 4.2 - 4.5).



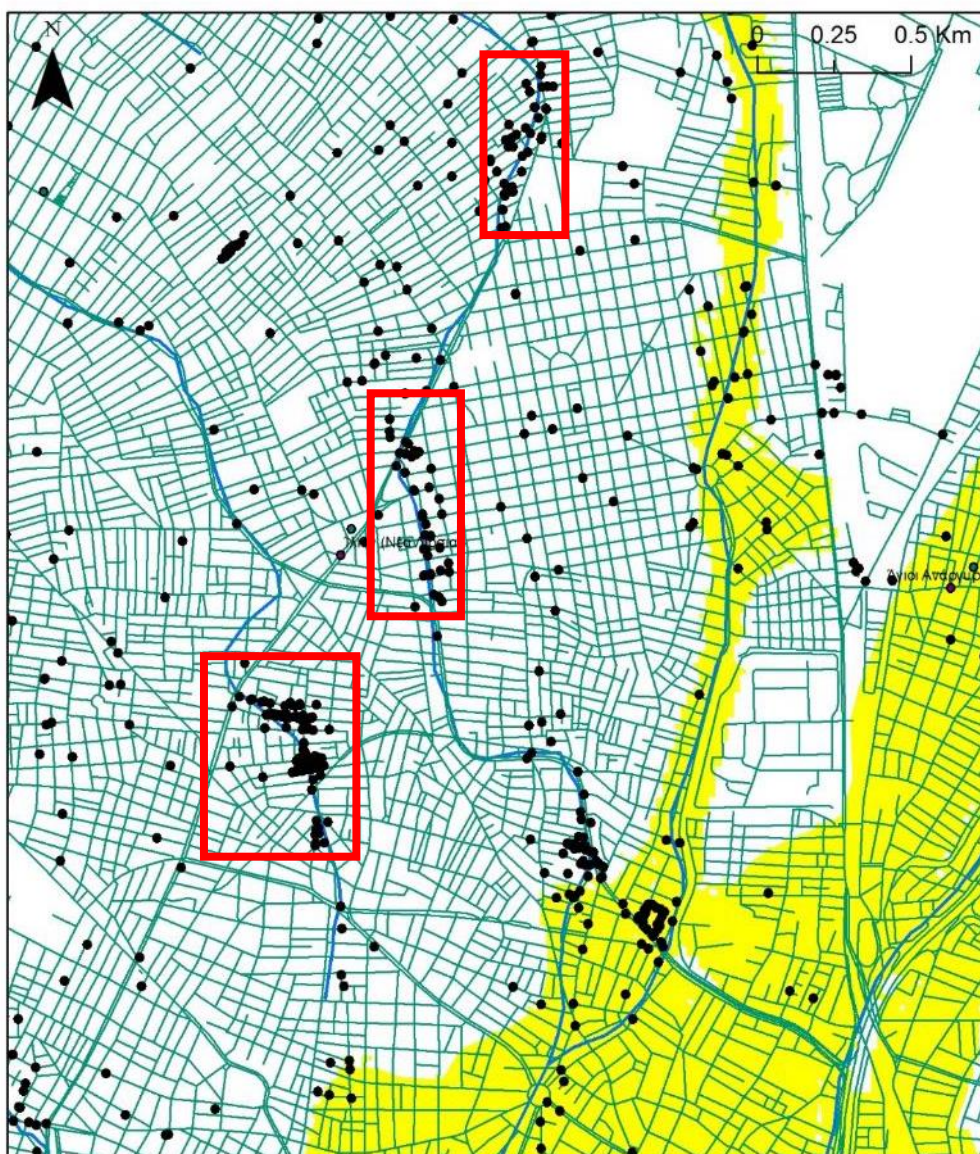
Εικ. 4.2. Ζημιές από την πλημμύρα της 22ας Φεβρουαρίου 2013 στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Στοιχεία: Πυροσβεστικό Σώμα 2013).



Εικ. 4.3. Ζημιές από την πλημμύρα του Οκτωβρίου 2014 στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Στοιχεία: Πυροσβεστικό Σώμα 2015 και ΔΑΕΦΚ 2015).



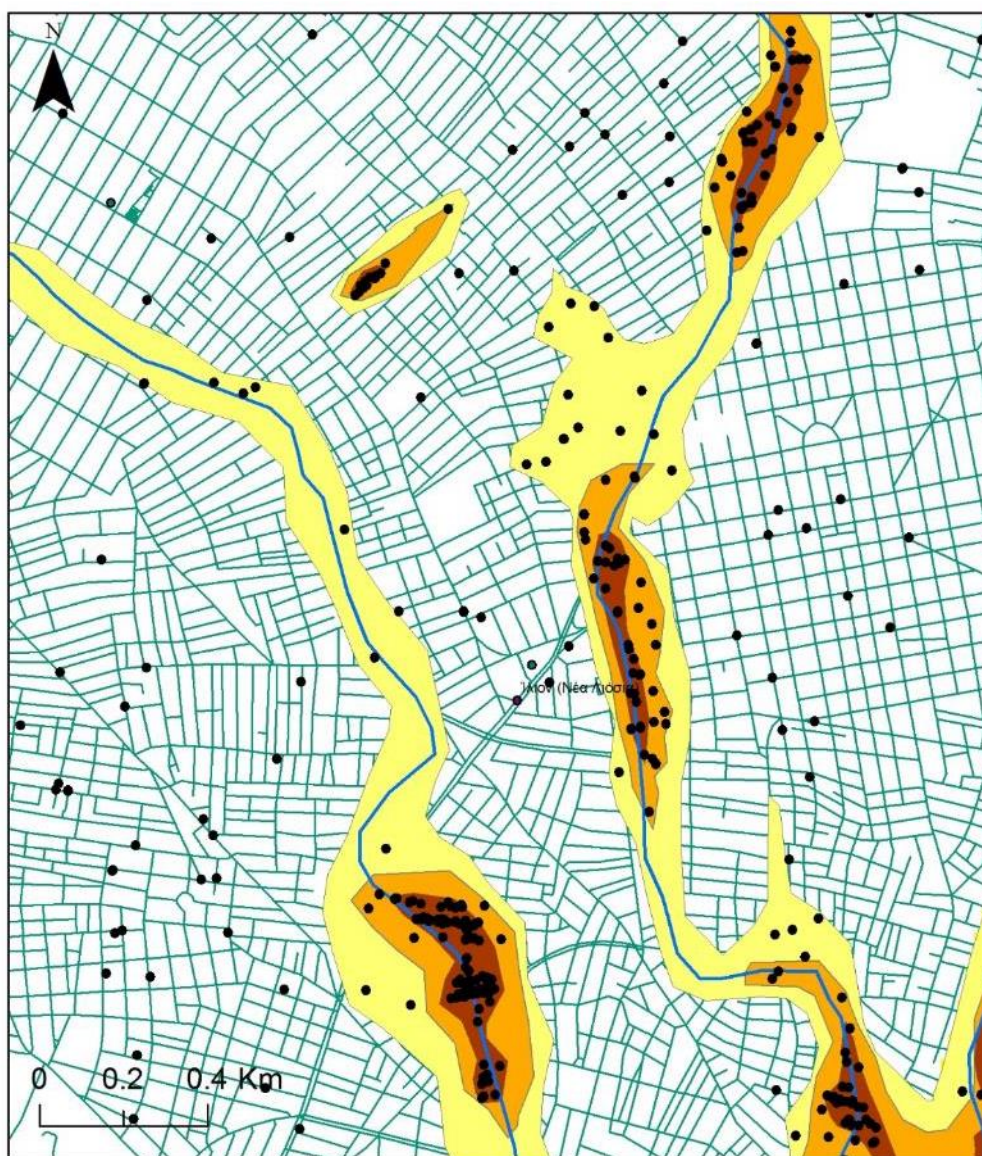
Εικ. 4.4. Ζημιές από πλημμυρικά φαινόμενα (μαύρα σημεία) κατά την πλημμύρα του Οκτωβρίου 2014 στην Δυτική Αθήνα και τον Πειραιά. Με κίτρινο παρουσιάζεται η έκταση της πλημμύρας στο σενάριο των $T=1000$ ετών από το Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017). Είναι εμφανές ότι υπάρχουν συγκεντρώσεις ζημιών (π.χ. κόκκινο πλαίσιο) οι οποίες οφείλονται σε πλημμυρικά φαινόμενα στην συγκεκριμένη περιοχή οι οποίες βρίσκονται εκτός της περιοχής κινδύνου με βάση τα αποτελέσματα του Σχεδίου. Το παράδειγμα είναι από την περιοχή των Καμινίων Πειραιά.



Εικ. 4.5. Ζημίες από πλημμυρικά φαινόμενα (μαύρα σημεία) κατά την πλημμύρα του Οκτωβρίου 2014 και Οκτωβρίου 2015, στην Δυτική Αθήνα. Με κίτρινο παρουσιάζεται η έκταση της πλημμύρας στο σενάριο των $T=1000$ ετών από το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017). Είναι εμφανές ότι υπάρχουν συγκεντρώσεις ζημιών (π.χ. κόκκινα πλαίσια) οι οποίες οφείλονται σε πλημμυρικά φαινόμενα στην συγκεκριμένη περιοχή οι οποίες βρίσκονται εκτός της περιοχής κινδύνου με βάση τα αποτελέσματα του Σχεδίου, καθώς λόγω της προσέγγισης που ακολουθήθηκε δεν εξετάστηκαν οι εν λόγω κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου. Το παράδειγμα είναι από την ευρύτερη περιοχή των Δήμων Ιλίου και Αγίων Αναργύρων-Καματερού.

Ακολούθως, μέσω των επιπτώσεων αυτών οριοθετήθηκαν περιοχές που επλήγησαν από τα αντίστοιχα συμβάντα. Σε περιοχές με υψηλή συγκέντρωση ζημιών τα πολύγωνα που χρησιμοποιήθηκαν για την οριοθέτηση καταχωρήθηκαν ως περιοχές υψηλού κινδύνου. Αντίστοιχα, οι περιοχές μέσης πυκνότητας οριοθετήθηκαν ως περιοχές μέσου κινδύνου, ενώ οι περιοχές με χαμηλή πυκνότητα επιπτώσεων, θεωρήθηκαν περιοχές χαμηλού κινδύνου. Περιπτώσεις μεμονωμένων στο χώρο επιπτώσεων κυρίως κτιρίων δεν

συμπεριλήφθηκαν στις περιοχές αυτές. Η διάταξη παρουσιάζεται στο παράδειγμα της Εικ. 4.6.

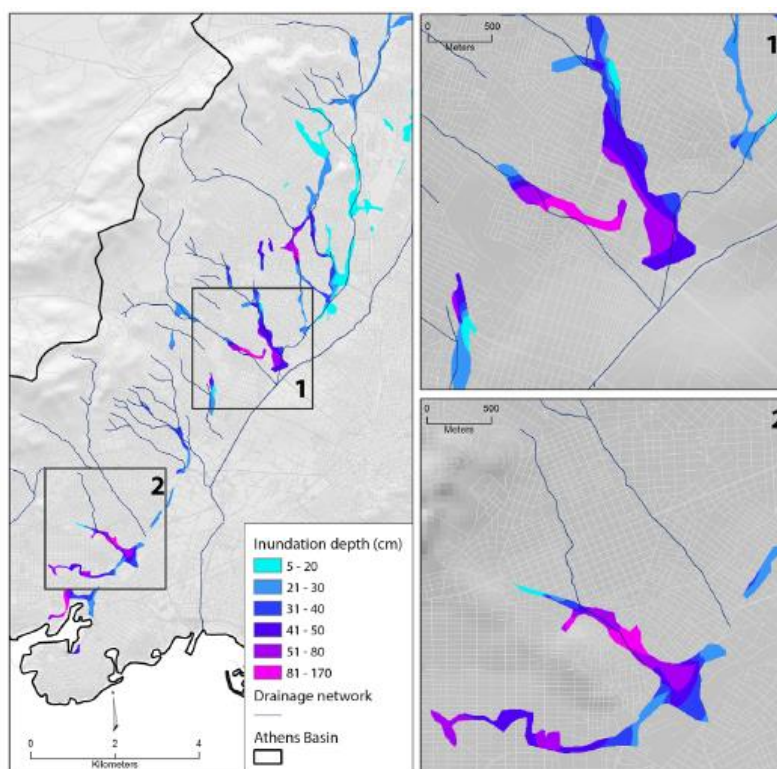


Εικ. 4.6. Παράδειγμα οριοθέτησης ζωνών χαμηλού (κίτρινο), μέσου (πορτοκαλί) και υψηλού κινδύνου (καφέ) με βάση την πυκνότητα των ιστορικών ζημιών από πλημμυρικά φαινόμενα. Οι ζημιές από πλημμυρικά φαινόμενα παρουσιάζονται ως μαύρα σημεία κατά την πλημμύρα του Οκτωβρίου 2014 και Οκτωβρίου 2015, στην Δυτική Αθήνα. Το παράδειγμα είναι από την ευρύτερη περιοχή των Δήμων Ιλίου και Αγίων Αναργύρων-Καματερού και αντιστοιχεί στην περιοχή όπου παρουσιάζονται τα κόκκινα πλαίσια της Εικ. 4.4. Μεμονωμένες περιπτώσεις περιουσιών που υπέστησαν ζημιές, δεν συμπεριλήφθηκαν στις ζώνες πλημμυρικού κινδύνου.

Στη συνέχεια οι περιοχές αυτές υψηλού, μέσου και χαμηλού κινδύνου προσαρτήθηκαν σε πολύγωνα που είχαν οριοθετήσει την έκταση πλημμυρικών συμβάντων και στα δεδομένα του Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017). Σημειώνεται ότι τα δεδομένα του Σχεδίου προσαρμόστηκαν και αναδιαμορφώθηκαν σε πιο

ρεαλιστική βάση, με βάση την οριοθέτηση ιστορικών πλημμυρών (π.χ. πλημμύρα Αθήνας 2013 και 2014).

Η συγκεκριμένη προσέγγιση επιλέχθηκε αφενός για να αξιοποιήσει το σημαντικό και καλής ποιότητας αποτέλεσμα της έρευνας που έγινε στο πλαίσιο του Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017) και αφετέρου να συμπεριλάβει τη συστηματική σύγχρονη γνώση που προκύπτει από την ανάλυση του ιστορικού πλημμυρών στην περιοχή έρευνας (π.χ. Εικ. 4.7 όπου παρουσιάζεται η χωρική διάσταση των πλημμυρών της Αθήνας 2014 ως παράδειγμα).



Εικ. 4.7. Χάρτης της έκτασης και του βάθους πλημμύρας (inundation depth) του γεγονότος του 2014, με χρωματική κλίμακα, όπως εκτιμήθηκε από τους Diakakis et al. 2014

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

5.1 Κύρια ευρήματα

Από την ανάλυση που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας προέκυψαν χάρτες κινδύνου πλημμυρών, οι οποίοι δομούνται από τρεις διαφορετικές ζώνες κινδύνου (Χαμηλού, Μέσου και Υψηλού). Η περιοχή έρευνας είναι κατανεμημένη σε φύλλα χάρτη ίσου μεγέθους (15 X 20km). Σε ορισμένες περιπτώσεις η διανομή αυτή εστιάζει σε συγκεκριμένα τμήματα αυτών των φύλλων τα οποία παρουσιάζονται σε μεγαλύτερη ανάλυση.

Στα παρακάτω υποκεφάλαια παρουσιάζονται και περιγράφονται αναλυτικά οι χάρτες (Εικ. 5.1-5.8).

Στο λεκανοπέδιο παρουσιάζονται διαφορετικές συνθήκες πλημμυρικού κινδύνου σε διαφορετικές περιοχές με ποικίλα χαρακτηριστικά.

Στο βόρειο τμήμα του λεκανοπεδίου (περιοχές Κηφισιάς, Μεταμόρφωσης, Θρακομακεδόνων το πρόβλημα εντοπίζεται κοντά στις κοίτες του δικτύου του Κηφισού με περιορισμένες επιπτώσεις, καθώς τα πλημμυρικά ύδατα οριεθετούνται έντονα από την μορφολογία του ποταμού, ο οποίος παρουσιάζει πρηνή με μεγάλες κλίσεις που περιορίζουν το πλημμυρικό πεδίο αποτελεσματικά. Παρότι διαπιστώνεται έντονη ρύπανση και ανθρωπογενή υλικά εντός της κοίτης σε αυτή την περιοχή το πλημμυρικό πρόβλημα είναι περιορισμένο σε επιπτώσεις σε παρακείμενες κατασκευές από τη διάβρωση κατά κύριο λόγο.

Στο βορειοδυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου (περιοχή Άνω Λιοσίων και Αχαρνών) το πρόβλημα των πλημμυρών είναι ιδιαίτερα έντονο καθώς κυρίως το ρέμα της Εσχατιάς, το οποίο συμβάλει στον Κηφισό νοτιότερα, διαθέτει ιδιαίτερα στενή οδό κίνησης προς τα κατάντη, λόγω πολύ εκτεταμένων ανθρωπογενών παρεμβάσεων. Υψηλός κίνδυνος παρουσιάζεται σε πολύ μεγάλο πλάτος (το μεγαλύτερο στην Αττική), καταλαμβάνοντας το κεντρικό τμήμα της πόλης των Αχαρνών (κυρίως οδοί Παγκάλου, Δεκελείας, Αγίας Τριάδος κ.α.). Αντίστοιχα η περιοχή των Άνω Λιοσίων (πιο δυτικά) παρουσιάζει σημαντικό πλημμυρικό κίνδυνο στην θέση Λίμνη και στα σημεία αποστράγγισης των ρεμάτων προς και από την Αττική Οδό προς την περιοχή του Ζεφυρίου.

Κατάντη του τμήματος αυτού το ρέμα της Εσχατιάς οδηγείται στην περιοχή του Ζεφυρίου, του Καματερού και από εκεί στην περιοχή του Ιλίου και του Μπουρναζίου, όπου συμβάλει με τον κύριο κλάδο του Κηφισού. Στο μήκος αυτό τα τελευταία χρόνια εκπονούνται έργα κάλυψης της κοίτης από πλακοσκεπή αγωγό, αναδιαμορφώνοντας τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της κοίτης και επομένως επιφέροντας αλλαγές στο ζήτημα των πλημμύρων. Από τη δεκαετία του 1960 μέχρι και σήμερα η περιοχή καταγράφει τις πιο σοβαρές από πλευράς επιπτώσεων πλημμύρες στο σύνολο της περιοχής έρευνας με συμβάντα όπως αυτό του 1961 (33 νεκροί), του 1977 (36 νεκροί) αλλά και νεότερα (πλημμύρα Οκτωβρίου 2015 – 4 νεκροί). Η πυκνότητα των κατασκευών του αστικού ιστού είναι εξαιρετικά μεγάλη με αποτέλεσμα ο ρόλος που διαδραματίζουν οι ανθρώπινες κατασκευές στον κίνδυνου

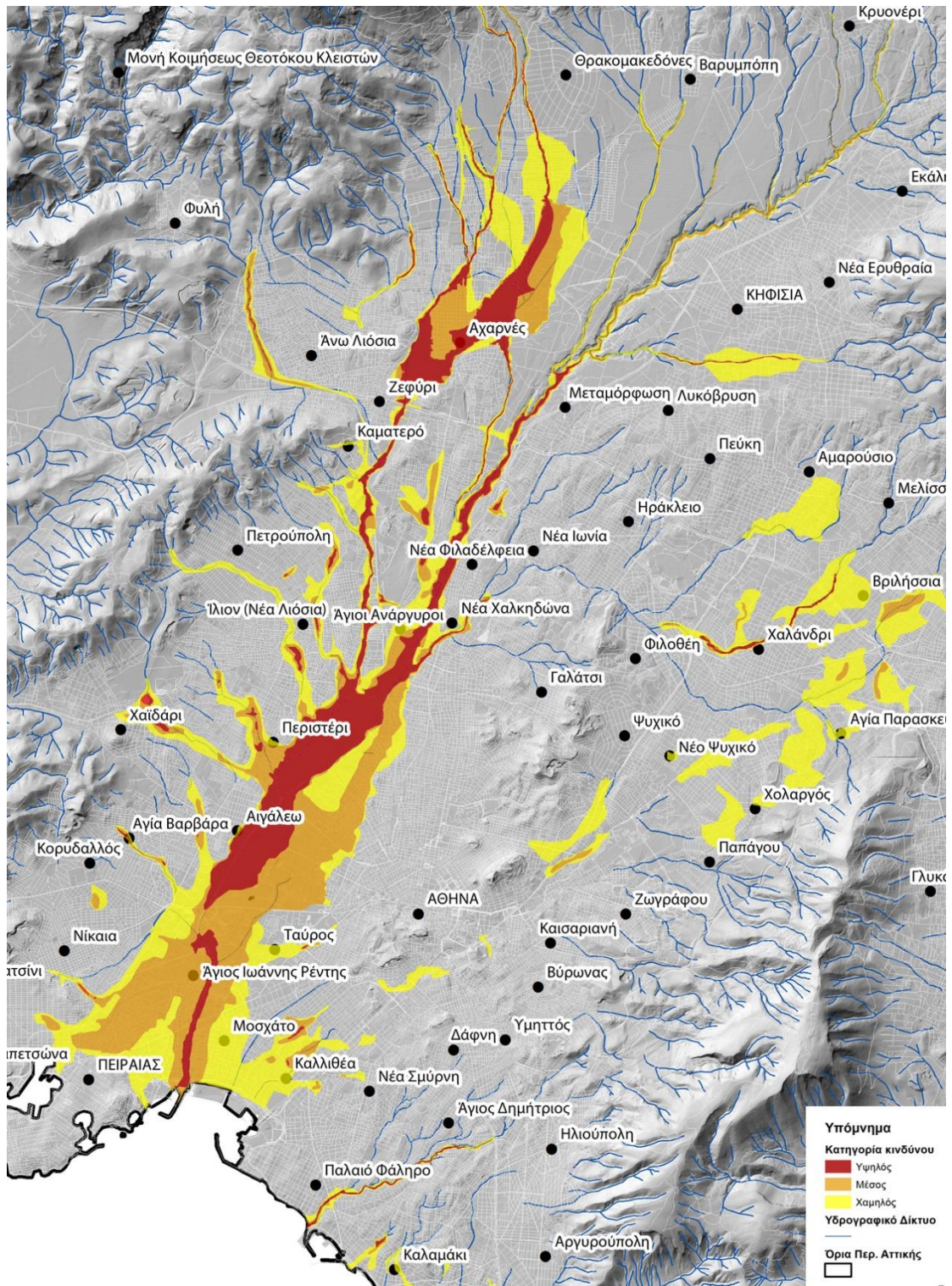
αλλά και στην τρωτότητα να είναι ιδιαίτερα υψηλός. Η περιοχή του Μπουρναζίου πλήττεται από τα πλημμυρικά φαινόμενα στο συγκεκριμένο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου, λόγω παλαιότερης διαμόρφωσης της κοίτης και τις μορφολογικές κλίσεις που οδηγούν ύδατα υπερχειλίζοντα από το ρέμα της Εσχατιάς (στην περιοχή της Φλέβας Ρουβικώνος) προς την περιοχή του Μπουρναζίου.

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στο χάρτη με αριθμό: 9. Στην περιοχή αυτή υδατορέματα όπως το Χαιδαρρόρεμα, το Ρέμα Καναπίτσας και άλλα στην δυτική πλευρά της Αθήνας από το Περιστερί μέχρι πιο νότια στα Καμίνια Πειραιά ρέουν από δυσμάς προς ανατολάς προς τον κύριο κλάδο του Κηφισού. Τα ρέματα διαρρέουν κατά κύριο λόγο αστική περιοχή και σε πολλές θέσεις διοχετεύονται σε πλακοσκεπείς αγωγούς και σε δίκτυα ομβρίων. Κοντά στη συμβολή των ρεμάτων αυτών στην κύρια κοίτη του Κηφισού παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα, όπως για παράδειγμα οι πλημμύρες του 2014 στην περιοχή Τσαλαβούτα. Επίσης σημαντική είναι η συχνότητα πλημμυρών στην περιοχή των Αγίων Αναργύρων στα Μανιάτια Πειραιά, όπου τα ύδατα χρησιμοποιούν όπως και σε άλλες περιπτώσεις το οδικό δίκτυο για να κινηθούν προς τα κατάντη και την κεντρική κοίτη του Κηφισού.

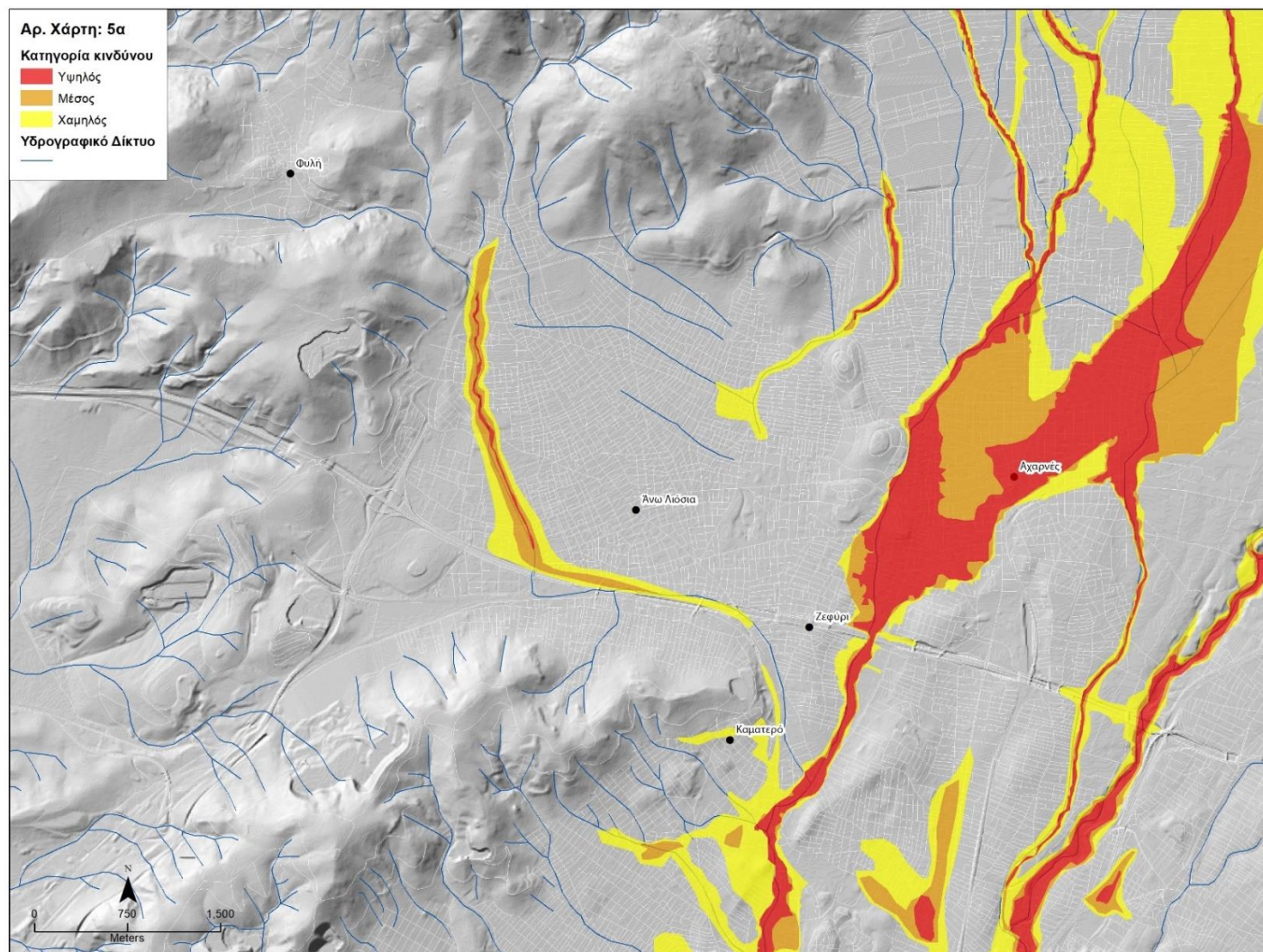
Στην περιοχή εκβολής του Κηφισού και του Ιλισού και της Καλλιθέας – Τζιτζιφιών τα πλημμυρικά φαινόμενα δεν είναι πολύ συχνά τα τελευταία χρόνια σε σχέση με τις αρχές του αιώνα (Diakakis et al. 2014). Λόγω των τεχνικών έργων κατά μήκος των δύο κύριων ποταμών τα πλημμυρικά φαινόμενα έχουν γίνει πιο αραιά με τελευταίο στον Κηφισό το 2002 και στον Ιλισό το 2013 (οριακή υπερχειλίση). Πλημμυρικό ιστορικό καταγράφεται στην περιοχή της Καλλιθέας και στις Τζιτζιφιές σε συγκεκριμένες θέσεις που οριοθετούνται στον αντίστοιχο χάρτη.

Στην περιοχή των νοτίων προαστίων τα υδατορέματα ρέουν από τα δυτικά πρηνή του Υμητού και των νοτιότερων υψωμάτων προς τη θάλασσα. Η ανάπτυξη πυκνού πολεοδομικού ιστού κατά μήκος της ακτογραμμής κατά περιπτώσεις μειώνει την διαθέσιμη έκταση του πλημμυρικού πεδίου και σε ορισμένες θέσεις και τις διαστάσεις των κοιτών και των αγωγών που αποστραγγίζουν τα ύδατα, ιδίως κοντά στην ακτογραμμή. Παραδείγματα πλημμύρων των τελευταίων ετών έχουν καταγραφεί στην εκβολή του ρέματος της Πικροδάφνης, που διαρρέει περιοχές της Ηλιούπολης και του Αλίμου, και άλλα μικρότερα ρέματα στην περιοχή του αεροδρομίου και της Γλυφάδας.

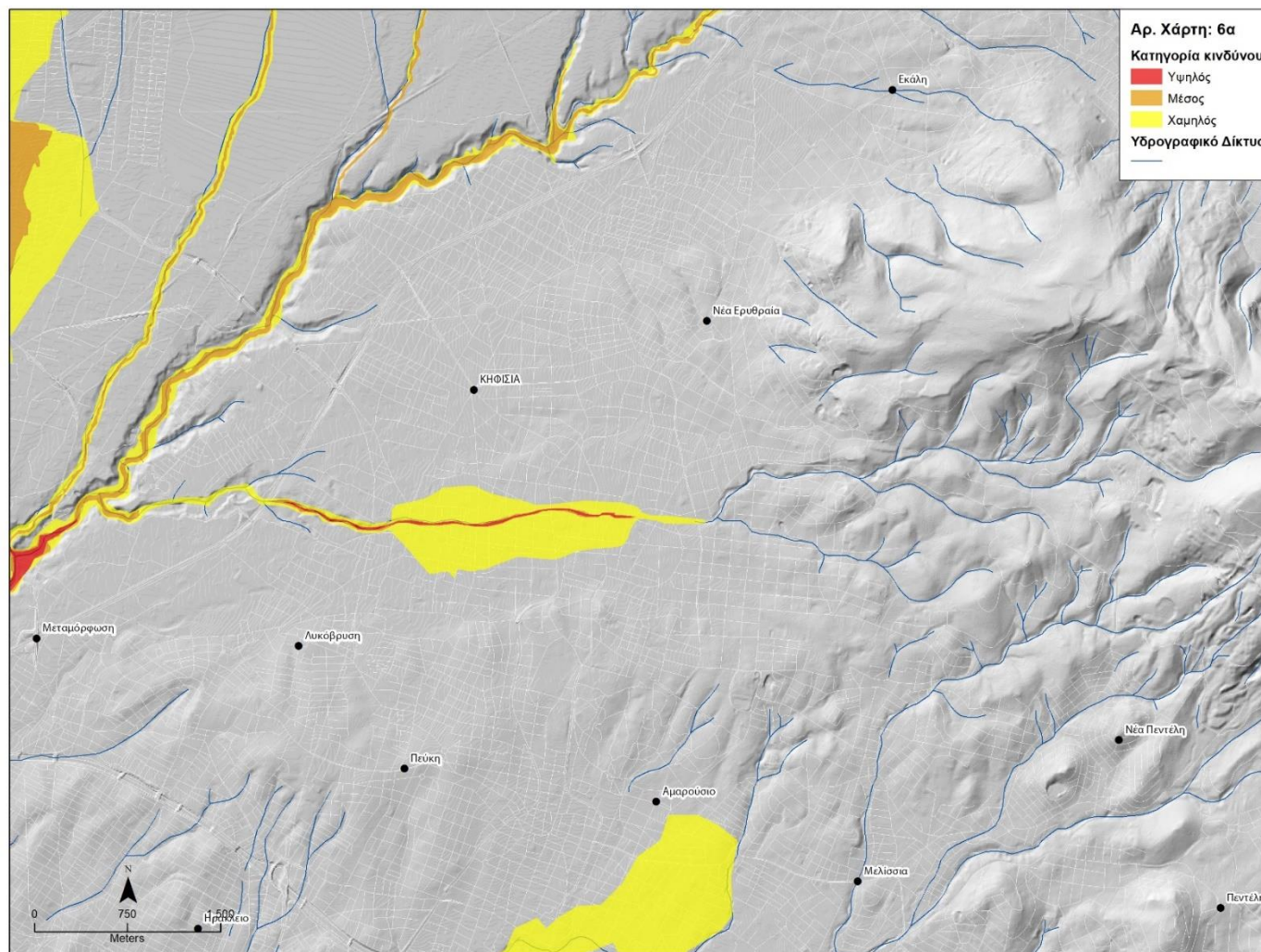
Θα πρέπει να τονισθεί ότι με βάση το πλημμυρικό ιστορικό των τελευταίων χρόνων στο σύνολο του λεκανοπεδίου υπάρχουν ενδείξεις ότι τα πλημμυρικά φαινόμενα στην κύρια κοίτη του Κηφισού επηρεάζονται από τις πλημμύρες που συμβαίνουν στους επιμέρους κλάδους (π.χ. Ρέμα Εσχατιάς κ.α.). Οι πλημμύρες αυτές και η διάχυση των υδάτων επί του πολεοδομικού ιστού είναι πιθανό να οδηγούν στην καθυστέρηση των υδάτων προς την κύρια κοίτη.



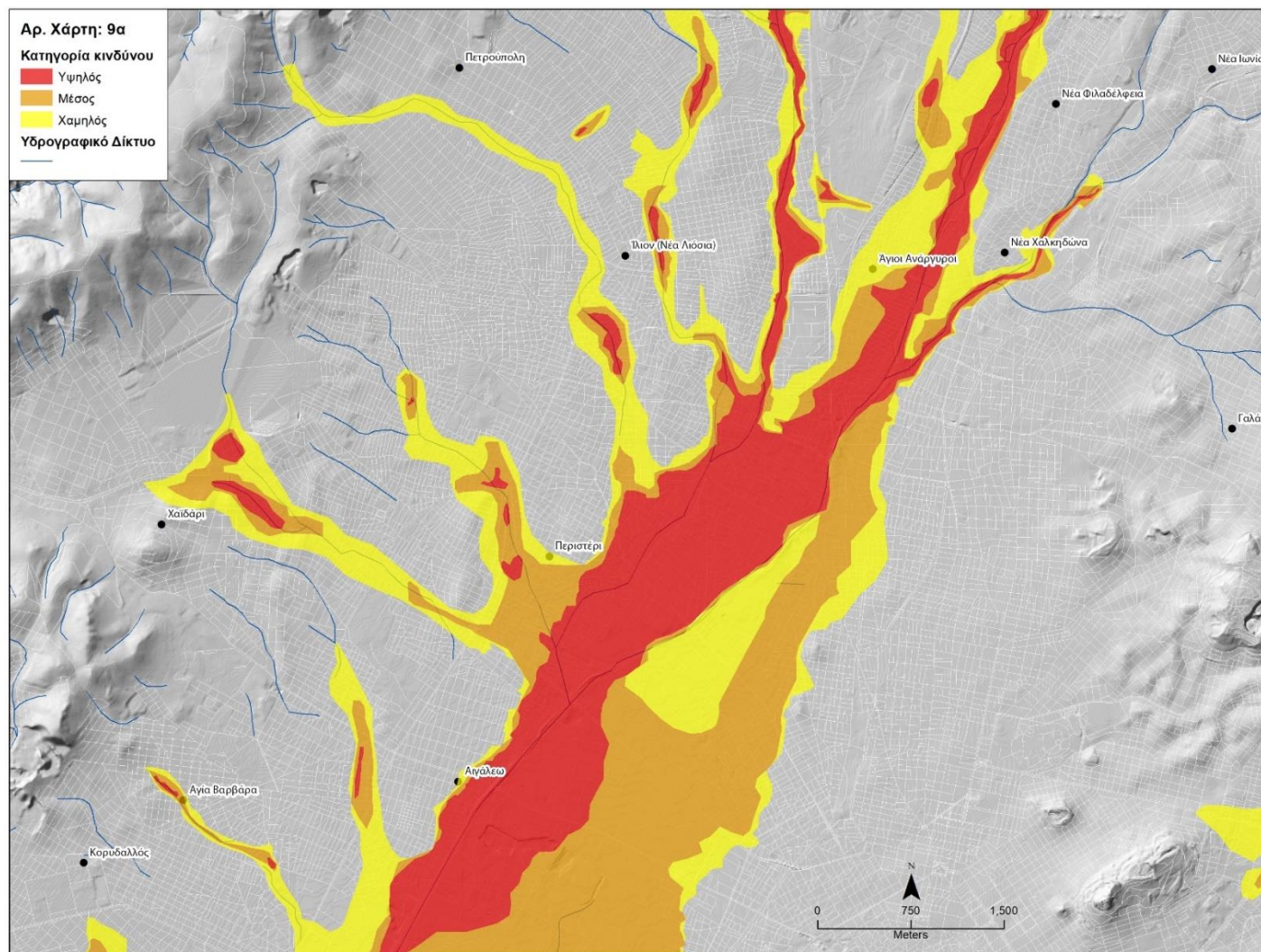
Εικ. 5.1. Γενικός χάρτης κινδύνου πλημμυρών στο Λεκανοπέδιο Αθηνών.



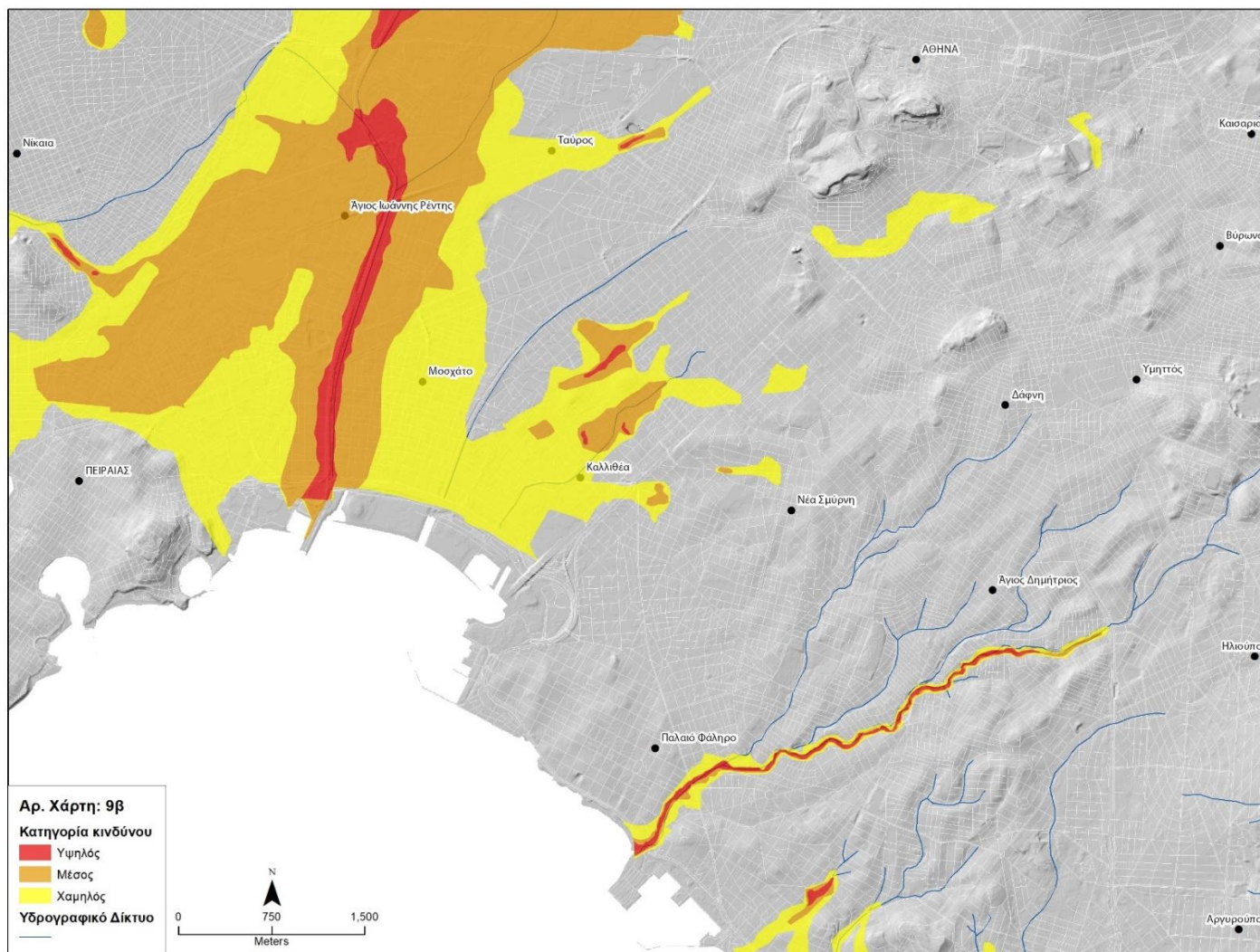
Εικ. 5.2. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή των Άνω Λιοσίων – Αχαρνών στο Λεκανοπέδιο Αθηνών.



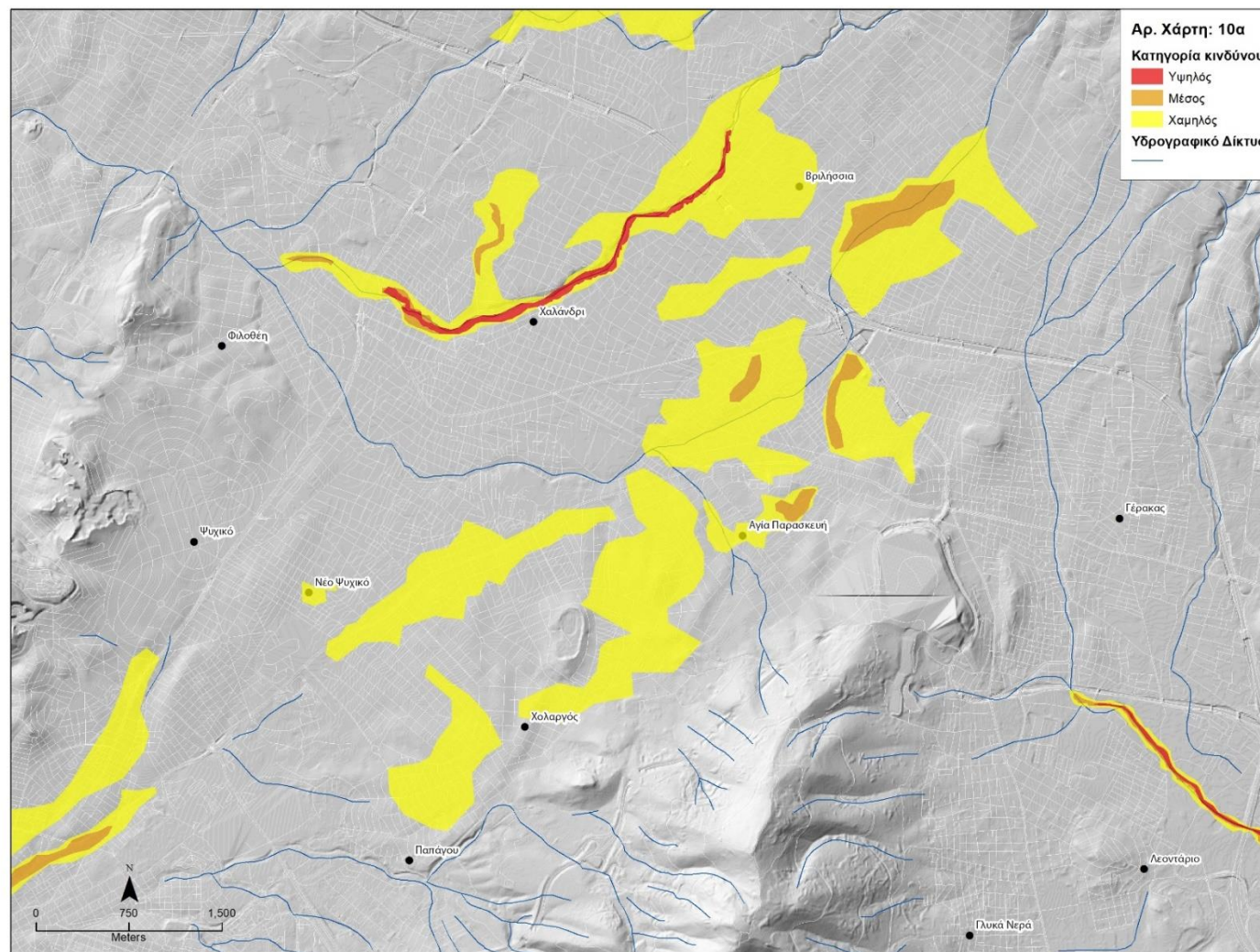
Εικ. 5.3. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Βόρειας Αττικής – Περιοχή Κηφισιάς.



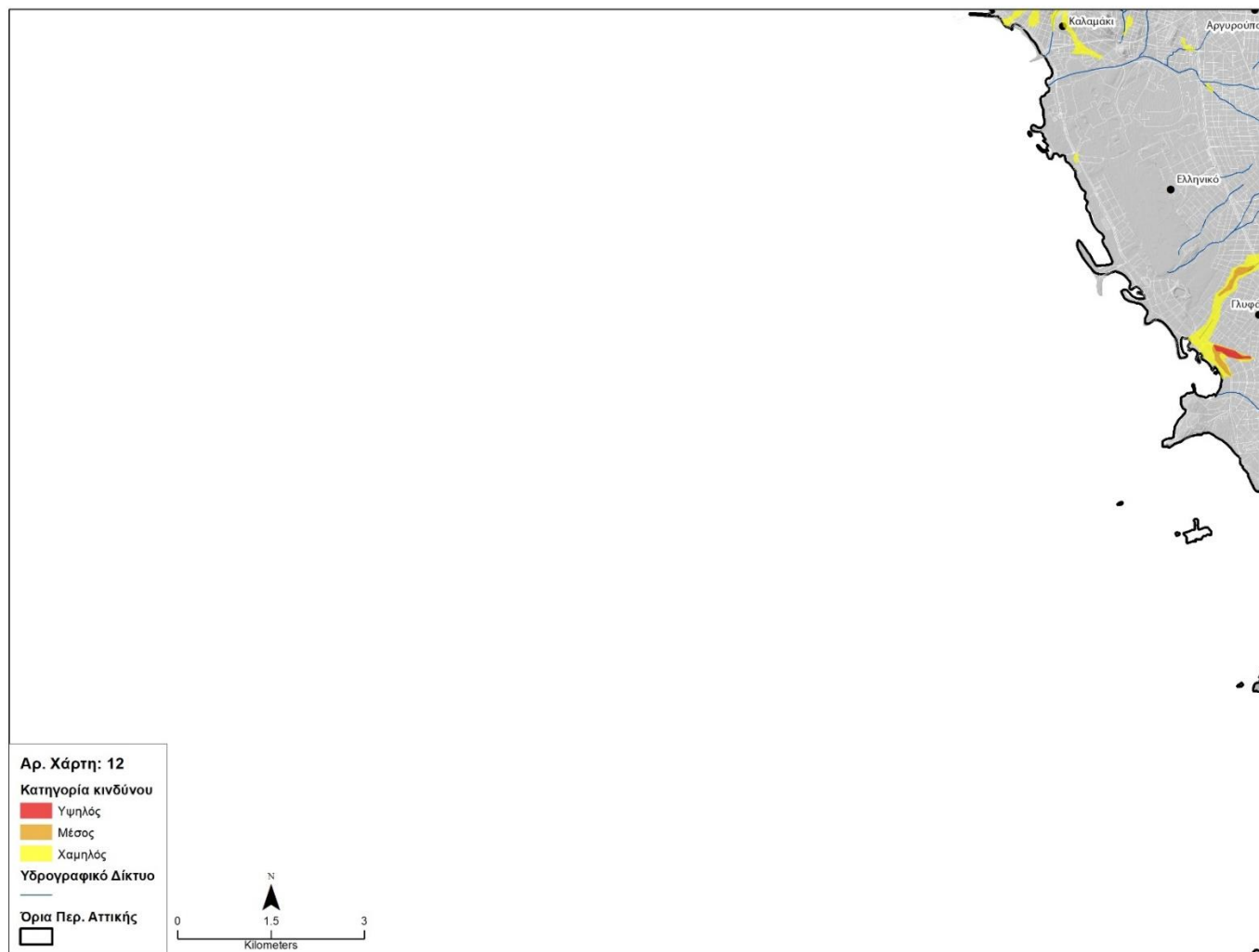
Εικ. 5.4. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή του Λεκανοπεδίου – Βόρειο τμήμα.



Εικ. 5.5. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή του Λεκανοπεδίου – Νότιος τομέας και ρ. Πικροδάφνης .



Εικ. 5.6. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή του Λεκανοπεδίου – ανατολικό τμήμα .



Εικ. 5.7. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή των νότιων προαστίων της Αθήνας – Γλυφάδα.

5.2. Παρατηρήσεις και παραδοχές

Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι τα αποτελέσματα της εκτέλεσης της μεθοδολογίας προσδιορίζουν τον πλημμυρικό κίνδυνο κατά μήκος των ρεμάτων και υποδεικνύουν τα σημεία και τις περιοχές υψηλού κινδύνου φέροντας συγκεκριμένες υποθέσεις μεθοδολογίας.

Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι οι συνθήκες επικινδυνότητας και κινδύνου και ειδικότερα η έκταση και οι θέσεις μπορούν να διαφοροποιηθούν δραματικά σε ένα περιβάλλον που επηρεάζεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αυτό συμβαίνει λόγω των γρήγορων και σημαντικών αλλαγών που μπορεί να παρουσιαστούν στο υδρολογικό και υδραυλικό καθεστώς μιας λεκάνης.

Ένα τέτοιο ενδεχόμενο είναι η αιφνίδια (ή απρογραμμάτιστη) μείωση της παροχτευτικότητας ενός ρέματος από εκφόρτωση αδρανών υλικών ή από την κατασκευή κάποιου είδους κατασκευής γειτονικά σε κάποιο υδατόρεμα ή το φράξιμο κάποιου αγωγού ή διατομής από υλικά που μεταφέρει το ίδιο το νερό.

Μία άλλη περίπτωση είναι η αύξηση της τρωτότητας λόγω ανάπτυξης ή αλλαγής χρήσεων γης μέσα στο αστικό περιβάλλον, όπως για παράδειγμα η δημιουργία μιας νέας κατοικίας, η μετακίνηση μιας κρίσιμης υπηρεσίας ή η συγκέντρωση πληθυσμού εντός των ζωνών αυξημένης επικινδυνότητας.

Επίσης όπως αναφέρεται παραπάνω, θα πρέπει να τονισθεί ότι η παρουσία φερτών υλικών είναι δυνατόν να αλλάξει τις συνθήκες κινδύνου, μέσω του φραξίματος των διατομών σε εκτεταμένο βαθμό. Παρακάτω, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα που δείχνει το ρόλο των φερτών υλικών σε αντίστοιχες υποδομές (Εικ. 5.8).

Συμπερασματικά, λοιπόν, η διαδικασία εκτίμησης του πλημμυρικού κινδύνου θα πρέπει να επαναλαμβάνεται τουλάχιστον ανά κάποιο χρονικό διάστημα με σκοπό την επικαιροποίηση. Παράλληλα, τα ρέματα θα πρέπει να ελέγχονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να είναι σίγουρο ότι βρίσκονται στην καλύτερη δυνατή κατάσταση καθώς οι συνθήκες κινδύνου είναι πιθανό να αλλάξουν άρδην λόγω μιας εφήμερης αλλαγής στο υδραυλικό καθεστώς τους.

Τέλος, θα πρέπει να τονισθεί ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη ανάλυση, βασίζονται σε στατιστικά και παρατηρήσεις των τελευταίων δεκαετιών. Κλιματικά γεγονότα όπως ακραίες, πολύ σπάνιες καταιγίδες είναι απίθανό, αλλά δυνατό να εκδηλωθούν και να διαφοροποιήσουν σημαντικά τις συνθήκες ροής ή να αποτελέσουν ένα ακραίο επεισόδιο στον φυσιολογικό κύκλο, το οποίο δεν μπορεί να προβλεφθεί από τα υφιστάμενα στατιστικά και παρατηρήσεις. Ένα από αυτά τα επεισόδια έλαβε χώρα κατά την πλημμύρα της Μάνδρας το Νοέμβριο του 2017, διαφοροποιώντας σε πολλούς τομείς τη θεώρηση και τα υφιστάμενα δεδομένα. Θα πρέπει να τονισθεί λοιπόν ότι οι ζώνες κινδύνου που έχουν προκύψει από την παρούσα ανάλυση είναι δυνατόν να ξεπεραστούν κατά τη διάρκεια ενός τέτοιου επεισοδίου.



Εικ. 5.8.. Περίπτωση ολικού φραξίματος διατομών τεχνικών έργων από την πλημμύρα της Μάνδρας το Νοέμβριο του 2017. Τονίζεται ότι η μοντελοποίηση και αποτίμηση του κινδύνου εν γένει που αποτυπώνεται στην παρούσα μελέτη, βασίζεται σε υποθέσεις (όπως όλες οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις υδραυλικής και υδρολογίας) οι οποίες είναι πιθανό κατά τη διάρκεια ενός ακραίου γεγονότος (π.χ. $T=500$) να τροποποιηθούν με δραματικό τρόπο. Στην περίπτωση του παραδείγματος της φωτογραφίας εκτιμάται ότι τα φερτά υλικά μείωσαν σε πολύ μεγάλο ποσοστό (της τάξης του 90-95%) την δυνατότητα του υδατορρέματος να παροχετεύσει νερό με αποτέλεσμα να επιδεινώσουν τις συνθήκες πλημμύρας.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Βασικά συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα προκύπτει το κύριο συμπέρασμα ότι σε ένα μεγάλο τμήμα του Λεκανοπεδίου Αθηνών καταγράφεται υψηλός πλημμυρικός κίνδυνος, ακόμα και γύρω από κρίσιμες υποδομές ή και ζωτικές περιοχές της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής.

Η έκταση του πλημμυρικού κινδύνου τόσο από πλευράς έντασης όσο και από πλευράς γεωγραφικής κατανομής εκτιμάται ότι δύναται

Α) να επηρεάσει βασικές κοινωνικο-οικονομικές δραστηριότητες που αφορούν τοπικά τις διαφορές περιοχές που πλήττονται ή και ευρύτερα τις λειτουργίες της κοινωνίας που εκτείνονται και εκτός του αστικού ιστού της Αθήνας, όπως στο υπόλοιπο της Αττικής ή και όλης της χώρας, όπως οι μεταφορές, το εμπόριο και άλλες.

Β) να επιφέρει σημαντικές ζημιές σε υποδομές και περιουσίες, ανάλογα και με την τρωτότητα (ευπάθεια) κάθε μιας από αυτές ως μονάδες

Γ) να επιφέρει απώλεια ανθρώπινων ζώων, που μπορεί να αφορούν κυρίως άτομα που κινούνται σε οχήματα ή και άτομα που ζουν ή εργάζονται σε υπόγειους χώρους ή και ισόγεια διαμερίσματα/χώρους εργασίας.

Σε ότι αφορά την τρωτότητα και την επίδοση των υδραυλικών έργων, ο συνολικός όγκος της στερεοπαροχής σε σχέση με τις υφιστάμενες υποδομές, θέτει ερωτήματα σχετικά με τις προδιαγραφές του σχεδιασμού τους, αν μελετήσει κανείς πλημμύρες του παρελθόντος. Από αυτά τα γεγονότα προκύπτει ότι τα διάφορα αντιπλημμυρικά έργα που περιλαμβάνουν πλακοσκεπείς αγωγούς κλπ, καταγράφουν σημαντικά προβλήματα που σχετίζονται με την απομείωση της παροχτευτικής τους δυνατότητας λόγω φερτών υλικών (ανθρωπογενών και φυσικών). Παρότι, η μεθοδολογία πίσω από το σχεδιασμό έχει ισχυρή επιστημονική βάση, δημιουργούνται ερωτηματικά για την πληρότητα και την αξιοπιστία των διαθέσιμων στοιχείων (π.χ. βροχομετρικών) πάνω στα οποία βασίζεται ο σχεδιασμός. Παράλληλα, δημιουργούνται ερωτήματα σε σχέση με το κατά πόσο οι μεθοδολογίες που ακολουθούνται (σύμφωνα με τις επίσης κατευθύνσεις π.χ. ΟΜΟΕ ΑΣΥΕΟ κλπ.) λαμβάνουν υπόψη τον παράγοντα «στερεοπαροχή». Στο μέλλον, σε εθνικό επίπεδο αλλά και τοπικά κρίνεται χρήσιμο να διερευνηθούν και να συζητηθούν τα παραπάνω ζητήματα μεταξύ των αρμοδίων φορέων.

Σε ότι αφορά το οδικό δίκτυο και γενικότερα το δίκτυο μεταφορών από τις ιστορικές πλημμύρες και τις επιπτώσεις τους προκύπτει ότι είναι εξαιρετικά ευπαθές στα πλημμυρικά φαινόμενα. Τα αποτελέσματα αυτής της ευπάθειας είναι πολύπλευρα. Αφενός επηρεάζεται η ασφάλεια των χρηστών του δικτύου. Έχει βρεθεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό των θανάτων από πλημμυρικά φαινόμενα προέρχεται από θύματα που βρίσκονταν μέσα σε αυτοκίνητα. Μάλιστα στη Μάνδρα ένα μεγάλο ποσοστό των θυμάτων ήταν αυτοκινητιστές. Εκτός από την ασφάλεια, η απώλεια πρόσβασης σε σημεία κρίσιμα για διασώσεις και το κλείσιμο μεγάλων τμημάτων του οδικού δικτύου δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στις κοινωνικο-οικονομικές διεργασίες και παράλληλα οδηγεί σε σημαντικά θέματα για την ασφάλεια των επιχειρήσεων διάσωσης. Τέλος, το κόστος των επιπτώσεων στις υποδομές μεταφορών είναι

υψηλό λόγω τόσο των άμεσων ζημιών, όσο και των έμμεσων επιπτώσεων (μεταφορές επιβατών και εμπορευμάτων).

Σημειώνεται ότι η γεωμορφολογία είναι ένας παράγοντας που επιδρά στο πρόβλημα των πλημμυρών και θα πρέπει να μελετάται σε περισσότερο βάθος, σε ότι αφορά τον πλημμυρικό κίνδυνο. Η μελέτη της γεωμορφολογίας μπορεί να προβλέψει τις θέσεις που κινδυνεύουν να πλημμυρίσουν και να αναδείξει τα τμήματα του αστικού ιστού που βρίσκονται σε αυτές.

6.2 Προτάσεις Μελέτης

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια σε συνδυασμό με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στο πεδίο, αναδεικνύει το πρόβλημα των πλημμυρών σε διάφορες περιοχές και σε συγκεκριμένες θέσεις στην περιοχή έρευνας.

Συγκεκριμένα, οι χάρτες κατανομής του πλημμυρικού κινδύνου οριοθετούν τις περιοχές με αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης πλημμυρών, κυρίως στις πεδινές περιοχές της υπό μελέτη περιοχής, στα πλημμυρικά πεδία των μεγάλων υδρογραφικών συστημάτων, αλλά και στα υπόλοιπα μικρότερα υδατορέματα.

Εκτός από τη φυσική τάση των ρεμάτων, διαπιστώθηκαν και υποδομές που παρουσιάζουν ελαττώματα αλλά και ανθρώπινες παρεμβάσεις που δυσχεραίνουν το πρόβλημα. Παράλληλα, από την έρευνα αναγνωρίστηκαν και υποδομές ή και αντιπλημμυρικά έργα / παρεμβάσεις που συμβάλουν στη μείωση του πλημμυρικού κινδύνου.

Ως κύρια συμπεράσματα από την έρευνα προκύπτουν τα εξής:

- i. Για την αποτελεσματικότερη απομείωση του κινδύνου και την άμβλυση του φαινομένου των πλημμυρών με βάση τα χαρακτηριστικά της περιοχής ενδείκνυται ένας συνδυασμός μέτρων, δομικών και μη δομικών.
- ii. Ο συνδυασμός μέτρων είναι απαραίτητος για να υπάρχει η επιθυμητή απόδοση στη μείωση του κινδύνου
- iii. Θα πρέπει να τονισθεί ότι ακόμα και με την εφαρμογή όλων των μέτρων, τα πλημμυρικά φαινόμενα δεν πρόκειται να παύσουν εντελώς. Οι πλημμύρες είναι ένα φυσικό φαινόμενο που συμβαίνει σε τμήματα της περιοχής και θα πρέπει να θεωρείται πιθανό ότι θα εμφανισθούν πλημμυρικά φαινόμενα στο μέλλον. Είναι όμως εφικτό μέσα από παρεμβάσεις να μειωθεί η πιθανότητα σοβαρών επιπτώσεων, αλλά όχι να μηδενιστεί εντελώς.
- iv. Τα αποτελέσματα των διαφορετικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν, οδηγούν σε μία γενική στρατηγική προσέγγιση ζωνοποίησης των λεκανών κατά μήκος του εκάστοτε κύριου κλάδου. Στο πλαίσιο της στρατηγικής αυτής κάθε υδρολογική λεκάνη χωρίζεται σε 3 μέρη: (α) τις ορεινές περιοχές, (β) τις ενδιάμεσες περιοχές και (γ) τις πεδινές περιοχές και οι παρεμβάσεις που σχεδιάζονται στο μέλλον θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το ρόλο που διαδραματίζουν στην λειτουργία κάθε ζώνης. Για παράδειγμα η φύση και η στόχευση των παρεμβάσεων θα πρέπει να είναι διαφορετική στον άνω ρου, με τη φύση και τη στόχευση

των παρεμβάσεων που γίνονται στον κάτω ρου (πεδινή περιοχή). Κατά συνέπεια, στις ζώνες αυτές (υψηλή, ενδιάμεση και χαμηλή), λόγω της διαφορετικής τους συνεισφοράς στην εκδήλωση της πλημμύρας, αντιστοιχεί διαφορετικού τύπου προσέγγιση και κατηγορίες μέτρων και δράσεων.

Για τον προσδιορισμό των θέσεων κατά μήκος των ρεμάτων, όπου απαιτούνται παρεμβάσεις, συνυπολογίσθηκαν τα παραπάνω ευρήματα της έρευνας:

- i. Πλημμυρικός κίνδυνος.
- ii. Εκτιμώμενο βάθος υδάτων (μέσω υδραυλικής προσομοίωσης, η οποία έχει εκπονηθεί στην περιοχή).
- iii. Υφιστάμενη κατάσταση τεχνικών έργων και σχεδιασμούς για νέα τεχνικά έργα
- iv. Υποδομές σε κίνδυνο και ο τύπος τους
- v. Τις επιπτώσεις διαδοχικών πλημμυρών (2009 και 2020)
- vi. Πιθανότητα στερεοπαροχής εμπλουτισμένη με θραύσματα βλάστησης, τα οποία είναι πιθανό να μειώσουν δραματικά τις κρίσιμες διατομές των υφιστάμενων τεχνικών έργων.

Για την ανάπτυξη σχεδίου στοχευμένων παρεμβάσεων, έγινε αναλυτική έρευνα πεδίου, ώστε να καταγραφεί η κατάσταση στις κοίτες των κυριότερων ποταμών και υδατορευμάτων, οι συνθήκες ροής και βλάστησης, τα υλικά των πρηνών και του πλημμυρικού πεδίου και οι ενδεδειγμένες παρεμβάσεις.

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις έχουν σχεδιασθεί στο πλαίσιο του στρατηγικού στόχου της απομείωσης του πλημμυρικού κινδύνου με προτεραιότητα την προστασία ανθρώπινων και ακολούθως την προστασία υποδομών και περιουσιών σε όλη την έκταση της υπό έρευνας περιοχή.

6.2.1 Μη δομικές προτάσεις δράσεων και μέτρων

α) Μέτρα συντήρησης υποδομών και υδατορευμάτων

Μια κατηγορία δράσεων πρώτης προτεραιότητας θα πρέπει να είναι η συντήρηση των συνθηκών ομαλής αποστράγγισης των υδάτων κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου. Όπως έχει ήδη σημειωθεί, πιθανές αλλαγές στην ομαλή αποστράγγιση των υδρολογικών λεκανών, όπως είναι η προσωρινή μείωση της διατομής ενός ρέματος, αλλάζουν δραματικά τις συνθήκες κινδύνου. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το φράξιμο αγωγών από θραύσματα βλάστησης, απορρίμματα και άλλα αντικείμενα. Τέτοιες δράσεις συντήρησης είναι οι παρακάτω:

Πίν. 8.1 Μέτρα συντήρησης και καθαρισμού υποδομών και υδατορευμάτων

A/A	Προτεραιότητα	Περιγραφή Δράσης
1	1ης προτεραιότητας	Ετήσιος προγραμματισμός για καθαρισμό ρεμάτων (φυσικών κοιτών) στα βασικά τμήματά τους γύρω και ανάντη των οικισμών και κοντά στις εκβολές. Εκτός από τον ετήσιο προγραμματισμό, θα πρέπει να γίνονται τακτικοί έλεγχοι, ώστε να καταγράφεται τυχόν ανάγκη καθαρισμού συγκεκριμένων τμημάτων που φιλοξενούν γέφυρες ή άλλες υποδομές οι οποίες είναι επικίνδυνο να φράξουν λόγω των φερτών υλικών. Ο καθαρισμός θα πρέπει να συνοδεύεται από συντήρηση πρανών, απομάκρυνση βλάστησης, η οποία πιθανόν να μειώνει τη διατομή των ρεμάτων. Είναι σημαντικό η συγκεκριμένη δράση να γίνεται ετησίως στο τέλος του καλοκαιριού.
2	1ης προτεραιότητας	Συντήρηση και απομάκρυνση φερτών υλικών και απορριμμάτων από πλακοσκεπείς αγωγούς.
3	1ης προτεραιότητας	Τακτικός έλεγχος και καθαρισμός φρεατίων ομβρίων.
4	2ης προτεραιότητας	Τακτικός έλεγχος και καθαρισμός ρείθρων του οδικού δικτύου. Συλλογή των φερτών υλικών και των θραυσμάτων βλάστησης και απομάκρυνσή τους.

β) Δράσεις βελτίωσης της επιχειρησιακής ετοιμότητας

Πίν. 8.2 Δράσεις βελτίωσης της επιχειρησιακής ετοιμότητας.

A/A	Προτεραιότητα	Περιγραφή Δράσης
1	1ης προτεραιότητας	Παρακολούθηση των μετεωρολογικών προγνώσεων φορέων μέσω διαδικτύου. Συγκέντρωση της πληροφορίας σε περίπτωση που αναμένεται καταιγίδα. Παράλληλη παρακολούθηση των μετεωρολογικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο από το διαδίκτυο μέσω εφαρμογών όπως του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. http://stratus.meteo.noa.gr/ αλλά και άλλων. Μέσω της παρακολούθησης είναι σκόπιμη η συνεχής σύγκριση των τιμών ορίων βροχόπτωσης που προκαλούν πλημμυρικά φαινόμενα, τα οποία προκύπτουν από το παρόν τεύχος και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της ετοιμότητας, παράλληλα και σε συμβουλευτικό επίπεδο με την επίσημη ενημέρωση και διαδικασίες που προβλέπονται για την πρόγνωση επικίνδυνων καιρικών φαινομένων (ΕΔΠΕΚΦ) και άλλες τεχνολογίες (112 κλπ).
2	1ης προτεραιότητας	Μελέτη και εναρμόνιση των κανόνων της Περιφέρειας με την Εγκύκλιο για τις Πλημμύρες τις Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας υπ' αριθ. πρωτ. 8794/06-12-2019 με τίτλο: «Γενικό Σχέδιο Εκτάκτων Αναγκών και Άμεσης/Βραχείας Διαχείρισης των Συνεπειών από την Εκδήλωση Πλημμυρικών Φαινομένων με την κωδική ονομασία «ΔΑΡΔΑΝΟΣ».
3	1ης προτεραιότητας	Ετήσια καταγραφή των οργάνων και των μέσων που συμμετέχουν στις δράσεις πολιτικής προστασίας και στις επιχειρήσεις έκτακτης ανάγκης, και διάθεση των καταλόγων σε όσους εμπλέκονται στις υπηρεσίες πολιτικής προστασίας. Ανάρτηση καταλόγων μέσων και στοιχείων επικοινωνίας στη Διεύθυνση Πολιτικής Προστασίας της Περιφέρειας και τα αντίστοιχα γραφεία των Δήμων, εντός της ευθύνης των οποίων βρίσκεται η περιοχή έρευνας.
4	1ης προτεραιότητας	Οδική σήμανση κινδύνου πλημμύρας σε θέσεις του οδικού δικτύου, όπου το οδόστρωμα κινδυνεύει να καλυφθεί από πλημμυρικά ύδατα. Οι θέσεις που θα πρέπει να λάβει χώρα αυτή η δράση είναι σε διασταυρώσεις του οδικού δικτύου με το υδρογραφικό δίκτυο, σε περιπτώσεις ιρλανδικών διαβάσεων και σε γέφυρες με συχνή κυκλοφορία.

5	1ης προτεραιότητας	Τακτική συνέλευση του ΣΟΠΠ όπως προβλέπεται από τον Νόμο 3013/2002 και το νέο πλαίσιο πολιτικής προστασίας υπ' αριθ. πρωτ. 8794/06-12-2019 με τίτλο: «Γενικό Σχέδιο Εκτάκτων Αναγκών και Άμεσης/Βραχείας Διαχείρισης των Συνπειών από την Εκδήλωση Πλημμυρικών Φαινομένων με την κωδική ονομασία «ΔΑΡΔΑΝΟΣ», για τον συντονισμό των δράσεων μεταξύ των δήμων και υπηρεσιών, όπως το Πυροσβεστικό Σώμα, η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και άλλες.
6	2ης προτεραιότητας	Διατήρηση αρχείου πλημμυρικών καταστροφών και αναλυτική καταγραφή στοιχείων του πλημμυρικού ιστορικού με πληροφορίες για το ύψος, την έκταση των υδάτων και του κόστους των επιπτώσεων.
7	2ης προτεραιότητας	Απαγόρευση δραστηριοτήτων εντός των υδρογραφικών δικτύων (Νόμος 3852/10)
8	1ης προτεραιότητας	Λήψη ειδικών μέτρων, τα οποία μπορούν να εξειδικευθούν και να αποφασισθούν από κοινού σε επίπεδο Περιφερειακού Συμβουλίου ή ΣΟΠΠ στις περιοχές υψηλού κινδύνου όταν προκύπτει πρόγνωση επικίνδυνων καιρικών φαινομένων.
9	1ης προτεραιότητας	Επικαιροποίηση του χάρτη κινδύνου της περιοχής, αλλά και της ευρύτερης Περιφέρειας σε επίπεδο ΥΠΕΝ στα πρότυπα του υφιστάμενου χάρτη, αλλά με διορθώσεις σε ό,τι αφορά τις παρατηρήσεις

γ) Δράσεις ενημερωτικού χαρακτήρα

Μια κατηγορία δράσεων θα πρέπει να στοχεύσει στην ενημέρωση των πολιτών της περιοχής και ιδίως της περιοχής με πλημμυρικό κίνδυνο, καθώς η διαδικασία της πολιτικής προστασίας και η μείωση του κινδύνου κάθε φυσικής καταστροφής ξεκινάει από τη μικρότερη κοινωνική ομάδα, δηλαδή το άτομο και την οικογένεια. Για την ενημέρωση των πολιτών θα πρέπει να εκπονηθούν οι εξής δράσεις.

Πίν. 8.3 Δράσεις ενημερωτικού χαρακτήρα.

A/A	Προτεραιότητα	Περιγραφή Δράσης
1	1ης προτεραιότητας	Ανάρτηση ενημερωτικών πινακίδων στις τοπικές δημόσιες, περιφερειακές και δημοτικές υπηρεσίες (π.χ. ιατρεία, ΚΕΠ, δημαρχεία, κτίριο της Περιφέρειας, εγκαταστάσεις άθλησης ή άλλων χρήσεων που συγκεντρώνουν κοινό), στα σχολεία και στα μέρη όπου συγκεντρώνεται πληθυσμός (π.χ. πλατείες). Οι πινακίδες αυτές θα πρέπει να περιέχουν πληροφορίες για την προστασία από πλημμύρες με βάση τις οδηγίες που παρέχει η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας. Οι οδηγίες είναι διαθέσιμες στην παρακάτω διεύθυνση. http://civilprotection.gr/el/%CF%80%CE%BB%CE%B7%CE%BC%CE%BC%CF%8D%CF%81%CE%B5%CF%82
2	1ης προτεραιότητας	Διάχυση πληροφορίας σχετικά με τον κίνδυνο πλημμυρών και την προστασία από αυτές, μέσω του ειδικού φυλλαδίου με «Οδηγίες Προστασίας από Πλημμύρες». Το υλικό μπορεί να αναρτηθεί στο website της Περιφέρειας ή και Δήμων ή και να τυπωθεί, ώστε να είναι διαθέσιμο από χώρους συγκέντρωσης του κοινού (Δημαρχείο, κτίρια της Περιφέρειας, Εκκλησία, ΚΕΠ κ.α.) Το φυλλάδιο οδηγιών είναι διαθέσιμο στον ιστότοπο της ΓΓΠΠ στην διεύθυνση: https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fcivilprotection.gr%2Fsites%2Fdefault%2Fgscp_uploads%2Ffloods_new_tree_2015_out.pdf
3	1ης προτεραιότητας	Δεδομένου ότι από τα αποτελέσματα της έρευνας βρέθηκε ότι ένας σημαντικός αριθμός σχολείων βρίσκεται εντός ζωνών πλημμυρικού κινδύνου, είναι σημαντικό να γίνει ενημέρωση για τον κίνδυνο πλημμυρών και τις οδηγίες προστασίας σε σχολικά συγκροτήματα πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας το ανωτέρω υλικό ως βάση. Καμπάνια ειδικής εκπαίδευσης σε ομάδες του πληθυσμού που είτε έχουν ειδικές ανάγκες, είτε βρίσκονται σε περιοχές υψηλού κινδύνου. Η εκπαίδευση αυτή θα πρέπει να γίνει από εξειδικευμένο προσωπικό και να εστιάζει στη μείωση του κινδύνου και στην ενίσχυση της ετοιμότητας των πολιτών.

δ) Ενίσχυση της ασφάλειας του οδικού δικτύου

Πίν. 9.4 Δράσεις ενίσχυσης της ασφάλειας του οδικού δικτύου.

A/A	Προτεραιότητα	Περιγραφή Δράσης
1	1ης προτεραιότητας	Εγκατάσταση οδικής σήμανσης που να προειδοποιεί για τον κίνδυνο διέλευσης ενός τμήματος του οδοστρώματος σε περίπτωση πλημμύρας. Τα τελευταία χρόνια το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων (περίπου 80%) από πλημμυρικά φαινόμενα συμβαίνει όταν χρήστες οχημάτων προσπαθούν να διασχίσουν χειμάρρους από γέφυρες ή ιρλανδικές διαβάσεις κατά τη διάρκεια πλημμύρας. Μάλιστα σε ποσοστό 75% έχει διαπιστωθεί ότι αυτό συμβαίνει, παρότι τα θύματα βρίσκονται εξ αρχής σε θέση ασφαλείας.
2	1ης προτεραιότητας	Εγκατάσταση φωτισμού σε κρίσιμες διαβάσεις ποταμών. Από την έρευνα έχει βρεθεί ότι περισσότεροι από τους θανάτους πλημμυρών συμβαίνουν τις βραδυνές ώρες, λόγω της δυσκολίας εκτίμησης των συνθηκών κάτω από συνθήκες περιορισμένης ορατότητας. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να υπάρχουν καλές συνθήκες φωτισμού στις κύριες διαβάσεις του υδρογραφικού δικτύου. Σε περίπτωση που η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο θεωρείται δαπανηρή, προτείνεται να γίνει χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ για την ηλεκτροδότηση.
3	1ης προτεραιότητας	Εγκατάσταση μεταλλικών στηθαίων και οριοδεικτών (οριοδείκτες ύψους, βάθους), οι οποίοι θα λειτουργούν ως δείκτες σήμανσης των ορίων της οδού. Η ανάγκη αυτή προκύπτει από το γεγονός κατά τη διάρκεια πλημμύρας δεν διακρίνονται τα όρια του οδοστρώματος με κίνδυνο οδηγού ή και πεζοί να οδηγηθούν κατά λάθος εντός του ρέματος με αποτέλεσμα να παρασυρθούν. Οι θέσεις που θα πρέπει να εγκατασταθούν είναι σε διασταυρώσεις του οδικού δικτύου με το υδρογραφικό δίκτυο, σε περιπτώσεις ιρλανδικών διαβάσεων και σε γέφυρες με συχνή κυκλοφορία (π.χ. γέφυρες Αφρατίου, Φύλλων, Βασιλικού και άλλες.

ε) Ενίσχυση της έγκαιρης προειδοποίησης (early warning)

Από τη μελέτη του προβλήματος των πλημμυρών στην περιοχή θα πρέπει να θεωρείται πιθανό, ακόμα και αν εφαρμοσθούν όλα τα μέτρα, ότι τα φαινόμενα πλημμυρών δεν θα εξαφανισθούν. Είναι πιθανό ότι περισσότερο ή λιγότερο σφοδρά πλημμυρικά συμβάντα θα εξακολουθήσουν να συμβαίνουν.

Για το λόγο αυτό ένα από τα πιο σημαντικά μέτρα που θα πρέπει να εφαρμοσθούν για την καλύτερη προστασία ανθρώπινων ζωών και περιουσιών είναι η στρατηγική της έγκαιρης προειδοποίησης, σε ρόλο συμβουλευτικό και εντός των ορίων που επιτρέπει το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο.

Για μια τέτοια εφαρμογή χρειάζεται η εγκατάσταση σταθμηγράφων (υδρολογικών οργάνων που μετρούν το βάθος του νερού) σε κρίσιμα σημεία των ποταμών που ερευνώνται στην παρούσα. Τα όργανα μπορούν να τοποθετηθούν είτε στον πυθμένα των ρεμάτων, είτε σε γέφυρες ανάλογα με το ποιά είναι η βέλτιστη θέση τοποθέτησης (κάτι που θα πρέπει να εκτιμηθεί επί τόπου με τον προμηθευτή των οργάνων) και η επιθυμητή τεχνολογία των οργάνων. Τα όργανα έχουν την δυνατότητα να καταμετρούν τη στάθμη σε τακτά χρονικά διαστήματα (βήμα 5 ή 10 λεπτών) και να μεταδίδουν την πληροφορία με τη χρήση τηλεμετρίας (χρήση τεχνολογίας GPRS ή GSM) σε ένα τερματικό που θα πρέπει να εγκατασταθεί στις εγκαταστάσεις της Διεύθυνσης Πολιτικής Προστασίας της Περιφέρειας ως καθ ύλην αρμόδια υπηρεσία. Η πληροφορία μπορεί να αποθηκεύεται σε υπολογιστή

server που θα εγκατασταθεί από τον προμηθευτή των οργάνων. Ο υπολογιστής αυτός θα αναρτά σε συγκεκριμένη σελίδα την διακύμανση της στάθμης σε πραγματικό χρόνο.

Η εφαρμογή θα μπορεί να εντοπίσει μια απότομη αλλαγή στάθμης ή μια πολύ υψηλή στάθμη (πέραν ενός ορίου) και να μεταδώσει σήμα συναγερμού προς κάποιο υπολογιστή ή/και κάποιο/α κινητά τηλέφωνα. Με τον τρόπο αυτό το σύστημα που θα εγκατασταθεί θα μπορεί να ειδοποιεί έναν ή περισσότερους αρμόδιους υπαλλήλους για επικίνδυνα υψηλή στάθμη στο ποτάμι, πριν αυτή φτάσει τα προκαθορισμένα όρια επιφυλακής, ώστε να δοθεί χρόνος για την ενεργοποίηση των υπεύθυνων φορέων και των εμπλεκόμενων δυνάμεων και προσώπων. Η αποστολή σήματος συναγερμού μπορεί να γίνει με ένα απλό SMS. Με βάση τις υφιστάμενες προσφορές στην αγορά, η παροχή αυτή προσφέρεται από τον προμηθευτή των οργάνων. Μια τέτοια εφαρμογή πιθανόν να προϋποθέτει (ανάλογα με την τοποθέτηση) μια σύντομη υδραυλική μελέτη για τον προσδιορισμό του ορίου (threshold) της στάθμης πέρα από το οποίο θα δίνεται το σήμα.

6.2.2 Δομικές προτάσεις δράσεων και μέτρων

Στο πλαίσιο της στρατηγικής για την αντιπλημμυρική προστασία οι παρεμβάσεις ξεκινούν από τις ανάντη ή τις ορεινές περιοχές, έτσι ώστε να αμβλύνει τα χαρακτηριστικά του φαινομένου των πλημμυρών εν τη γενέσει τους. Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι η κινητήριος δύναμη του φαινομένου είναι καταγίδες υψηλής έντασης, οι οποίες κατά κύριο λόγο πλήττουν τις περιοχές υψηλότερου υψομέτρου.

Αναλυτικότερα, στις **ορεινές περιοχές**, που καθορίζονται στο εσωτερικό των λεκανών ανάντη των σημείων των κοιτών που σημειώνεται η απότομη αύξηση της ενέργειας χειμάρρου, το φαινόμενο της πλημμύρας δεν έχει ακόμη ξεκινήσει. Όμως, αυτές οι περιοχές αποτελούν το χώρο συλλογής του κύριου όγκου του νερού σε χειμάρρους που θα καταλήξει στα πλημμυρικά πεδία των χαμηλών περιοχών. Στις θέσεις αυτές, οι παρεμβάσεις μπορούν να είναι εξαιρετικά ουσιαστικές για την άμβλυνση (όχι την πλήρη απομείωση) του φαινομένου των πλημμυρών με δομικά μέτρα και κυρίως με φράγματα ανάσχεσης με σκοπό τον από-συγχρονισμό της απόκρισης του υδρογραφικού δικτύου στις βροχοπτώσεις.

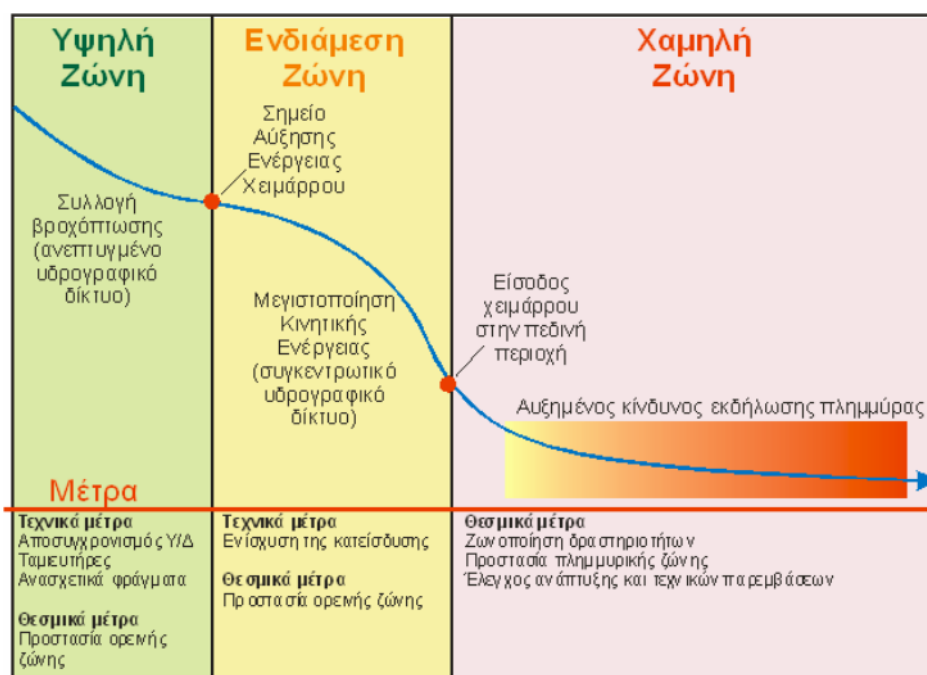
Πιο συγκεκριμένα, στις ορεινές περιοχές εκτιμάται ότι θα πρέπει να αναπτυχθούν μικρά φράγματα ανάσχεσης της απορροής και συγκράτησης στερεών σε περιοχές που έχει παρατηρηθεί έντονη διάβρωση. Αυτές οι περιοχές προσδιορίζονται ως ορεινές περιοχές αυξημένης κλίσης κυρίως στους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και της Πεντέλης οι οποίες έχουν υποστεί επαναλαμβανόμενες δασικές πυρκαγιές. Οι παρεμβάσεις αυτές θα πρέπει να είναι μικρά έργα δασικής υδρονομίας που θα εφαρμοσθούν σε μικρής τάξης υδατορρέματα που αποστραγγίζουν μικρές υπολεκάνες, στις οποίες επικρατούν ως επί το πλείστον εύθρυπτα και ευδιάβρωτα υλικά. Παράλληλα, στα ανάντη των λεκανών, προτείνεται να εφαρμοσθούν έργα σταθεροποίησης πρανών και μείωσης του κινδύνου ασταθειών, όπως τοίχοι αντιστήριξης και άλλα γεωτεχνικού χαρακτήρα έργα και παρεμβάσεις από σκυρόδεμα ή συρματοκιβώτια τύπου Σαρζανέτι.

Στις **ενδιάμεσες περιοχές**, δηλαδή ανάμεσα στα υψηλά σημεία των κοιτών, όπου αυξάνεται η ενέργεια χειμάρρου και στις χαμηλές πεδινές περιοχές, το θέμα είναι πιο περίπλοκο, γιατί

πρόκειται συνήθως για τις περιοχές που η απορροή «φορτίζεται» με ενέργεια, λόγω της μεγάλης υψομετρικής διαφοράς. Συνήθως, πρόκειται για περιοχές που η απορροή έχει ήδη συγκεντρωθεί σε λίγους κλάδους, ορεινούς ποταμούς, οι οποίοι ξεκινούν από σχετικά μεγάλα υψόμετρα και καταλήγουν απευθείας στις χαμηλές περιοχές. Στις θέσεις αυτές προτείνονται δομικά μέτρα, κυρίως μεγαλύτερων διαστάσεων, για συγκράτηση των φερτών υλικών και μείωση της ταχύτητας ροής.

Στις **πεδινές περιοχές**, όπου με βάση την έρευνα είναι οι πλέον επικίνδυνες, οι παρεμβάσεις που προτείνονται είναι δομικές και μη δομικές. Πρόκειται για περιοχές όπου ενδείκνυται θεσμικές (διοικητικές) και κανονιστικές παρεμβάσεις, κυρίως ως προς την εξασφάλιση της φυσικής λειτουργίας του πλημμυρικού πεδίου και την προστασία των ευαίσθητων περιοχών από ανθρώπινες δραστηριότητες που αυξάνουν την τρωτότητα των περιοχών αυτών (οικοδομική, βιομηχανική, αγροτική δραστηριότητα κ.λπ.).

Η ανωτέρω επισκόπηση των παρεμβάσεων στην παρακάτω εικόνα αφορά μια γενική προσέγγιση σε λεκάνες απορροής που είναι ευπαθείς σε πλημμύρες τύπου flash flood, και στην παρούσα περίπτωση θα πρέπει να εξειδικευθεί σε επόμενη έρευνα και να επικαιροποιείται διαρκώς, καθώς θα συλλέγεται νέα γνώση μέσα από νέες παρατηρήσεις επί του φυσικού πειράματος.



Εικ. 5.1 Γενικό θεωρητικό σχήμα ζωνοποίησης των λεκανών κατά μήκος του εκάστοτε κύριου κλάδου που οδηγεί σε περιοχή με αυξημένο κίνδυνο πλημμύρας.

Παράλληλα, θα πρέπει να τονισθεί ότι η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη, άνευ όρων στα πλημμυρικά πεδία, επιδρά καταλυτικά και στο μέγεθος και στην περιοχή εκδήλωσης των καταστροφών, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει και το συνολικό διακύβευμα σε περιοχές εκ προοιμίου επικίνδυνες. Τα δομικά μέτρα που προτείνονται ή που εκτελούνται έχουν σκοπό τη συντήρηση των συνθηκών ομαλής αποστράγγισης κατά μήκος του υδρογραφικού πεδίου και των πλακοσκεπών αγωγών/μειωμένων διατομών, την αντιδιαβρωτική και

αντιπλημμυρική προστασία των οχθών των υδατορευμάτων και τη δημιουργία χώρων εκτόνωσης του φαινομένου της πλημμύρας, σε θέσεις όπου δεν υπάρχουν υποδομές που μπορεί να πλημμυρίσουν. Στα επόμενα υποκεφάλαια ακολουθούν πιο συγκεκριμένες περιγραφές των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

Επιπρόσθετα, η άρση παρεμβάσεων κατά μήκος κρίσιμων διατομών του υδρογραφικού δικτύου, ο επανασχεδιασμός γεφυρών που θεωρούνται υποδιαστασιολογημένες από πλευράς διατομής και ο επανασχεδιασμός υποδομών που παρουσιάζουν συχνές αστοχίες (π.χ. γέφυρα Χαμοστέρας στη Λεωφ. Πειραιώς) θεωρούνται εξαιρετικά σημαντικές για την μείωση του κινδύνου.

Παράλληλα, τονίζεται ότι η ακριβής χωροθέτηση των δομικών παρεμβάσεων που προτείνονται απαιτεί αναλυτική μελέτη αντιπλημμυρικών παρεμβάσεων η οποία θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της εκτός από υδρολογικούς παράγοντες, και παράγοντες πολιτικής προστασίας, και κοινωνικό-οικονομικά κριτήρια και κριτήρια χρήσεων γης (ιδιοκτησιακά κλπ.). Παράλληλα, η ακριβής τοποθέτηση χρήζει εκπόνησης υδραυλικής και υδρολογικής μελέτης τοπικής κλίμακας.

Ως γενικό συμπέρασμα τονίζεται ότι οι πλημμύρες στο Λεκανοπέδιο Αθηνών αποτελούν μέρος του φυσικού υδρολογικού κύκλου και αποτελούν φυσικό φαινόμενο, το οποίο έχει επηρεασθεί σημαντικά από την παρουσία του ανθρώπου και των δραστηριοτήτων του, με την επέκταση του αστικού ιστού μέσα στο φυσικό πλημμυρικό πεδίο.

Κατά συνέπεια, η γενική κατεύθυνση των δράσεων μείωσης του κινδύνου θα πρέπει να είναι η διασφάλιση του ότι τα ύδατα της επιφανειακής απορροής θα πρέπει να ρέουν κατά το δυνατόν απρόσκοπτα προς τη θάλασσα. Εκτιμάται ότι τα φαινόμενα των πλημμυρών στην περιοχή και κατά συνέπεια ο κίνδυνος έχουν σημαντικό περιθώριο μείωσης με βάση τη μέχρι σήμερα πορεία και εξέλιξη των φαινομένων (βλ. για παράδειγμα Diakakis et al. 2014) αλλά θεωρείται αδύνατον οι πλημμύρες να εκλείψουν εντελώς και ο κίνδυνος να μηδενιστεί. Κατά συνέπεια θα πρέπει εκτός από τις προσπάθειες απομείωσης του κινδύνου να ενταθούν οι πρωτοβουλίες ενίσχυσης της ετοιμότητας, η εκπαίδευση των αξιωματούχων και των πολιτών και οι δράσεις εκείνες που ενισχύουν την ανθεκτικότητα της πόλης στα πλημμυρικά φαινόμενα, και μειώνουν την τρωτότητα και την έκθεση σε κίνδυνο.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ACREMENT, G. J., SCHNEIDER, V. R. (1984). Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains. United States Geological Survey Water Supply Paper 2339.

ALPERT, P., BEN-GAI, T., BAHARAD, A., BENJAMINI, Y., YEKUTIELI, D., COLACINO, M., DIODATO, L., HOMAR, V., RAMIS, C., ROMERO, R., MICHAELIDES, S., MANES, A., (2002) The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values. *Geophys Res Lett*, 29, 10. 1029/2001GL013554

ANDREADAKIS E., DIAKAKIS M., NIKOLOPOULOS E.I., SPYROU N.I. GOGOU M.E. KATSETSIADOU N.K.. DELIGIANNAKIS G., GEORGAKOPOULOS A., ANTONIADIS ZACHARIAS, MELAKI MARIA, LEKKAS E., KALOGIROS J. (2018) Characteristics and impacts of the November 2017 catastrophic flash flood in Mandra, Greece. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 20, EGU2018-12215, EGU General Assembly 2018, Viena, 8 April.

BARREDO, J. I. (2007). Major flood disasters in Europe: 1950–2005. *Natural Hazards*, 42(1), 125-148.

BARREDO, J. I. (2009). Normalised flood losses in Europe: 1970–2006. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(1), 97-104.

BORGA, M., ANAGNOSTOU, E. N., BLÖSCHL, G., & CREUTIN, J. D. (2010). Flash floods: Observations and analysis of hydro-meteorological controls. *Journal of Hydrology*, Volume 394, Issues 1–2, Pages 1-284 (17 November 2010) Edited by Marco Borga, Emmanouil N. Anagnostou, Gunter Blöschl and Jean Dominique Creutin.

BRUNETTI, M., COLACINO, M., MAUGERI, M., NANNI, T., (2001) Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951 to 1996. *Int. J. Climatol*, 21, 299-316.

CHANGNON, S. A. (1999). Record flood-producing rainstorms of 17–18 July 1996 in the Chicago metropolitan area. Part III: Impacts and responses to the flash flooding. *Journal of Applied Meteorology*, 38(3), 273-280.

CHOW, V.T., MAIDMENT, D. R., MAYS, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, New York.

CORINE (2012). CORINE Land Cover system. European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>

COWAN, W.L. (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. *Agricultural Engineering*, 37:473 475.

DAVIS, S. N. & DE WIEST, R. J. M. (1966). *Hydrogeology*. (New York: John Wiley & Sons.).

DIAKAKIS M. (2010) Flood history analysis and its contribution to flood hazard assessment. The case of Marathonas in Greece. In: *Bulletin of the Geological Society of Greece*. 43 (3), 1323-1334.

DIAKAKIS M. (2011) A method for flood hazard mapping based on basin morphometry: application in two catchments in Greece. *Natural Hazards*, 56 (3): 803-814.

DIAKAKIS M. (2012) Rainfall thresholds for flood triggering. The case of Marathonas in Greece. *Natural Hazards*, 60 (3), 789-800.

DIAKAKIS M. (2014) An inventory of flood events in Athens, Greece, during the last 130 years. Seasonality and spatial distribution. *Journal of Flood Risk Management*, 7, 4, 332-343.

DIAKAKIS M. (2014) Flood seasonality in Greece and its comparison to seasonal distribution of flooding in selected areas across southern Europe. *Journal of Flood Risk Management*. DOI: 10.1111/jfr3.12139.

DIAKAKIS M. (2016) Have flood mortality qualitative characteristics changed during the last decades? The case of Greece. *Environmental Hazards*, 15 (2), 148-159.

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G. (2013) Vehicle-related flood fatalities in Greece. *Environmental Hazards*, 12, 3-4, 278-290.

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G. (2015) Flood fatalities in Greece: 1970-2010. *Journal of Flood Risk Management*. Wiley. DOI: 10.1111/jfr3.12166.

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G., KATSETSIADOU K., ANTONIADIS Z., MELAKI M. (2017) Mapping and classification of direct flood impacts in the complex conditions of an urban environment. The case study of the 2014 flood in Athens, Greece. *Urban Water Journal*, DOI: 10.1080/1573062X.2017.1363247

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G., KATSETSIADOU K., LEKKAS E. (2015) Hurricane Sandy mortality in the Caribbean and continental North America. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*. 24 (1), 132-148

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G., PALLIKARAKIS A., SKORDOULIS M. (2017) Identifying elements that affect the probability of buildings to suffer flooding in urban areas using Google Street View. A case study from Athens metropolitan area in Greece. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22, 1-9.

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G., PALLIKARAKIS A., SKORDOULIS M. (2016) Factors controlling the spatial distribution of flash flooding in the complex environment of a metropolitan urban area. The case of Athens 2013 flash flood event. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 18, 171-180.

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G., PALLIKARAKIS A., SKORDOULIS M. (2017) Identifying elements that affect the probability of buildings to suffer flooding in urban areas using Google Street View. A case study from Athens metropolitan area in Greece. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22, 1-9.

DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G., PALLIKARAKIS A., SKORDOULIS M. (2016) Factors controlling the spatial distribution of flash flooding in the complex environment of a metropolitan urban area. The case of Athens 2013 flash flood event. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 18, 171-180.

DIAKAKIS M., E. I. NIKOLOPOULOS., MAVROULIS S., VASSILAKIS E., KORAKAKI E. (2017) Observational evidence on the effects of mega-fires on the frequency of hydrogeomorphic hazards. The case of the Peloponnese fires of 2007 in Greece. *Science of the Total Environment*, 592, 262–276.

DIAKAKIS M., E. I. NIKOLOPOULOS., MAVROULIS S., VASSILAKIS E., KORAKAKI E. (2017) Observational evidence on the effects of mega-fires on the frequency of hydrogeomorphic hazards. The case of the Peloponnese fires of 2007 in Greece. *Science of the Total Environment*, 592, 262–276.

DIAKAKIS M., E. I. NIKOLOPOULOS., MAVROULIS S., VASSILAKIS E., KORAKAKI E. (2018) The role of wildfires in inducing hydrogeomorphological disasters in the Mediterranean. A case from Greece. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 20, EGU2018-11897, EGU General Assembly 2018, Viena, 8 April.

DIAKAKIS M., E. I. NIKOLOPOULOS., MAVROULIS S., VASSILAKIS E., KORAKAKI E. (2017) The effects of the 2007 Peloponnese forest fires in rainfall-triggered flood and mass-movement phenomena. A 10-years lasting impact. *Proceedings of the 11th International Hydrogeological Congress*, Athens October 4-6, 2017, pp. 173-182.

DIAKAKIS M., FOUMELIS M., GOULIOTIS L., LEKKAS E. (2011) Preliminary flood hazard and risk assessment in Western Athens Metropolitan area. In: Lambrakis N., Stournaras G., Katsanou K. (Eds.) *Advances in the Research of Aquatic Environment*, Vol. 1, 147-154, Springer.

Diakakis M., Katsetsiadou K., Pallikarakis A. (2013) Flood fatalities in Athens, Greece: 1880-2010. *Bulletin of the Geological Society of Greece*. Vol. 47, 3, 1407-1416.

DIAKAKIS M., LEKKAS E., STAMOS I., MITSAKIS E. (2016) Vulnerability of transport infrastructure in Greece to high intensity rainstorms in small rural catchments. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 16 (1), 114-127.

DIAKAKIS M., MAVROULIS S., DELIGIANNAKIS G. (2012) Floods in Greece, a statistical and spatial approach. *Natural Hazards*, 62 (2), 485-500.

DIAKAKIS M., PALLIKARAKIS A., KATSETSIADOU K. (2014) Using a spatio-temporal GIS database to monitor the spatial evolution of urban flooding phenomena. The case of Athens metropolitan area in Greece. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3, 96-101.

DIAKAKIS M., PRISKOS G., SKORDOULIS M (2018) Public perception of flood risk in flash flood prone areas of Eastern Mediterranean: the case of Attica Region in Greece. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 404–413.

DIAKAKIS M., XATHOPOULOS G., GREGOS L. (2016) Analysis of forest fire fatalities in Greece: 1977-2013. *International Journal of Wildland Fire*. 25(7), 797-809.

DIAKAKIS, M. (2010). Flood history analysis and its contribution to flood hazard assessment. The case of Marathonas in Greece. In: *Bulletin of the Geological Society of Greece*. 43 (3), 1323-1334.

DIAKAKIS, M. (2014). An inventory of flood events in Athens, Greece, during the last 130 years. Seasonality and spatial distribution. *Journal of Flood Risk Management*, 7, 4, 332-343.

DIAKAKIS, M., ANDREADAKIS, E., FOUNTOULIS, G. (2011). Flash flood event of Potamoula, Greece. Hydrology, geomorphic effects and damage characteristics. In: Lambrakis N., Stournaras G., Katsanou K. (Eds.) *Advances in the Research of Aquatic Environment*, Vol. 1, 163-170, Springer.

DIAKAKIS, M., DELIGIANNAKIS, G., MAVROULIS, S. (2011). Flooding in Peloponnese, Greece: a contribution to flood hazard assessment. In: Lambrakis N., Stournaras G., Katsanou K. (Eds.) *Advances in the of Aquatic Environment*, Vol. 1, 199-206, Springer.

DIAKAKIS, M., MAVROULIS, S., DELIGIANNAKIS, G. (2012) Floods in Greece, a statistical and spatial approach. *Natural Hazards*, 62 (2), 485-500.

EASTERLING, D.R., EVANS, J.L., GROISMAN, P.YA., KARL, T.R., KUNKEL, K.E. AND AMBENJE, P., (2000) Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. *Bull Amer Meteorol Soc*, 81, 417-425.

ESRI (2011). ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

FAUCHEREAU, N., TRZASKA, S., ROUAULT, M., AND RICHARD, Y., (2003) Rainfall variability and changes in Southern Africa during the 20th century in the global warming context. *Natural Hazards*, 29, 139-154.

FLAMANT A. A. (1891). Mécanique appliquée – Hydraulique. Baudry et Cie, coll. Encyclopédie des travaux publics, Paris, (réimpr. 1900), 686 p. 74.

GAUME, E., M. BORGA, M.C. LLASAT, S. MAOUCHE, M. LANG, M. DIAKAKIS, 2016. Mediterranean extreme floods and flash floods. Into Hydro-meteorological extremes, chapter 3, *The Mediterranean Region under Climate Change. A Scientific Update* (coordinated by AllEnvi).133-144. IRD Éditions Institut de Recherche pour le Développement, Marseille, 2016, ISBN : 978-2-7099-2219-7

GOLIAN, S., SAGHAFIAN, B., & MAKNOON, R. (2010). Derivation of probabilistic thresholds of spatially distributed rainfall for flood forecasting. *Water Resources Management*, 24(13), 3547- 3559.

GROISMAN, P.YA., KNIGHT, R.W., EASTERLING, D.R., KARL, T.R., HEGERL, G.C., (2005) Trends in intense precipitation in the climate record. *J Climate*, 18(9), 1326-1350.

HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER (2002) HEC-RAS User's manual, November 2002. US Army Corps of Engineers.

HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER (2010) HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Version 4.1. US Army Corps of Engineers.

KALOGIROS J., RETALIS A., KATSANOS D., NIKOLOPOULOS E., DIAKAKIS M., AND ANDREADAKIS E. (SUBMITTED) An extreme flash flood event in Greece: Observations and atmospheric-hydrological modeling. 11th HyMeX Workshop, 29 May - 2 June 2018, Lecce, Italy.

KARL, T.R., KNIGHT, R.W., PLUMMER, N., (1995) Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century. *Nature*, 377, 217-220.

KUNDZEWICZ, Z. W., & KUNDZEWICZ, W. J. (2005). Mortality in flood disasters. In *Extreme weather events and public health responses* (pp. 197-206). Springer Berlin Heidelberg. 2005.

LEKKAS E., DIAKAKIS, M., KROUSTALLI, M. (2014). The use of GIS in the systematic recording of extreme weather events impact. The case of Rhodes flood. (In Greek) In: Proceedings of Panhellenic Conference: SafeRhodes 2014 New Technologies and Civil Protection: The use of new technologies in prevention and management of natural disasters. The role of civil protection.

LEKKAS, & S. (1988). Les unites structurales dans l'ile de Cythere. *Bull. Soc. Geol. Greece*, 20(1), 159-173.

LODE, S., ROMER, T., VÖLS, S., XYPOLIAS, P., ZULAUF, G. (2008). The pre-Alpine basement rocks of Kythira (Greece). *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 159(3), 457-468. doi: 10.1127/1860-1804/2008/0159-0457.

LYBERIS, N., ANGELIER, J., BARRIER, E. LALLEMANT, S. (1982). Active deformation of a segment of arc: the strait of Kythira, Hellenic arc, Greece. *Journal of Structural Geology*, 4(3), 299-311.

MANNING, R. (1891). On the flow of water in open channels and pipes. *Inst. Civ. Eng. Ireland Trans.* 20, pp. 161–207.

MARSELLOS, & E., A. (2006). Mapping of the detachment fault in Kythera Island and study of the related structural shear sense indicators. (Master of Science), University at Albany, State University of New York, New York.

MARSELLOS, E., A., KIDD, W.S.F. (2008). Extension and exhumation of the Hellenic forearc Ridge in Kythera. *Journal of Geology*, 116, 640-651.

MATSANGOURAS, I.T., NASTOS, P.T., BLUESTEIN, H.B., SIOUTAS, M.V., (2013) A climatology of tornadic activity over Greece based on historical records. *Int J Climatol*, DOI: 10.1002/joc.3857

MATTHESS, G & UBELL, K. (1983). Allgemeine Hydrogeologie - Grundwasserhaushalt. In: Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.

MERZ, B., KREIBICH, H., SCHWARZE, R., & THIEKEN, A. (2010). Review article" Assessment of economic flood damage". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(8), 1697.

MEULENKAMP, J. -THEODOROPOULOS ,D .-TSAPRALIS, V. (1*977) : Remarks on the Neogene of Kythira, Greece. *Vlth Coll. Geol. Aeg. region, Athens 1977, Proceedings V.I*, 355-362.

MEULENKAMP,J. (1985): Aspects of the Late Cenozoic evolution of the Aegean region. Springer-Verlag, 307-321.

MITSAKIS E., STAMOS I., DIAKAKIS M., SALANOVA GRAU J.P. (2014) Impacts of high intensity storms on urban transportation: Applying traffic low control methodologies for quantifying the effects. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11 (8), 2145-2154.

MOODY, J. A. (2011). An Analytical Method for Predicting Postwildfire Peak Discharges. Scientific Investigations Report 2011–5236. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey.

NASTOS P.T., MATZARAKIS., 2008, Variability of tropical days over Greece within the second half of the twentieth century. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 93, pp. 75–89.

NASTOS P.T., ZEREFOS C.S., 2007, On extreme daily precipitation totals at Athens, Greece. *Advances in Geosciences*, Vol. 10, pp. 59-66.

NASTOS, P.T., FOUNDA, D., (2008) Variability of warm and cold spells in Athens, Greece, during the last 110 years. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, EGU2008-A-00000, 2008

NASTOS, P.T., KAPSOMENAKIS, J., (2014) Regional climate model simulations of extreme air temperature in Greece. Abnormal or common records in the future climate? *Atmos Res*, Vol. 152, pp. 43-60.

NASTOS, P.T., MATSANGOURAS, I.T., 2013, A proposed Atmospheric Hazards Early Warning System (AHEWS) incorporated in the new structure of the Greek Regional Administration "Kallikratis". *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, DOI:10.1080/17499518.2013.773817

NASTOS, P.T., MATSANGOURAS, I.T., CHRONIS, T.G., 2014, Spatio-temporal analysis of lightning activity over Greece - Preliminary results derived from the recent state precision lightning network. *Atmospheric Research*, Vol. 144, pp. 207-217.

NASTOS, P.T., MATZARAKIS, A., 2012, The effect of air temperature and human thermal indices on mortality in Athens. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 108, pp. 591–599, DOI 10.1007/s00704-011-0555-0.

NASTOS, P.T., POLITI, N., KAPSOMENAKIS, J., (2013), Spatial and Temporal Variability of the Aridity Index in Greece. *Atmospheric Research*, 119, 140-152.

NIKAS K., ANTONAKOS A., KALLERGIS G., AND KOUNIS G. (2010). International Hydrogeological Map of Europe: Sheet D6 "Athina". *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 2010, Proceedings of the 12th International Congress Patras. XLIII, No 4: p. 1821-1830.

NRCS (2004). Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall, Part 630 Hydrology, National Engineering Handbook. Natural Resources Conservation Service. US Department of Agriculture.

PEREIRA S., DIAKAKIS M., DELIGIANNAKIS G., ZÉZERE J.L. (2017) Flood Mortality in Portugal and Greece (Western and Eastern Mediterranean). *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.03.007>

PETERSEN, M. S. (2001). Impacts of flash floods. In *Coping with flash floods* (pp. 11-13). Springer, Dordrecht.

PHILANDRAS, C.M., METAXAS, D.A., NASTOS, P.T., REPAPIS, C.C., 1999, Climate Variability and Urbanization in Athens. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 63, pp. 65-72.

PRICE, C., YAIR, Y., MUGNAI, A., LAGOUVARDOS, K., LLASAT, M. C., MICHAELIDES, S., ... & GARROTE, L. (2011). Using lightning data to better understand and predict flash floods in the Mediterranean. *Surveys in geophysics*, 32(6), 733.

ROBICHAUD, P. R. (2010). Postfire treatment effectiveness for hillslope stabilization. DIANE Publishing.

SOIL CONSERVATION SERVICE (1972). National Engineering Handbook, Section 4 Hydrology, Washington US.

STATHIS D. 2004. Extreme rainfall events and flood genesis in Greece. *Proceedings of the 7th Panhellenic Geographical Conference of the Hellenic Geographical Society (7PGC/HGS)*, Mytilene, Greece, 1–8, 2004.).

STRUCKMEIER, W., MARGAT, J. (ED.) (1995). Hydrogeological Maps: a Guide and a Standard Legend. *Int. Contribution to Hydrogeol.*, Vol. 17; Hannover.

SUTCLIFFE, J. V. (1978). Methods of flood estimation: a guide to the Flood Studies Report.

THORNTHWAITE, C.W., (1948) An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* (American Geographical Society) 38(1), 55–94. doi:10.2307/210739. <http://jstor.org/stable/210739>.

THORNWAITE, C. W. (1933). The climates of the earth. *Geographical Review*, 23, 433-440.

UNEP, (1992) World Atlas of Desertification. Edward Arnold, London.

UNESCO, (1979) Map of the world distribution of arid regions. Explanatory note. Man and Biosphere (MAB).

USDA (1991). Engineering field handbook: chapter 2--estimating runoff. In: National engineering handbook. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service: part 650.

VINET, F., LUMBROSO, D., DEFOSSEZ, S., & BOISSIER, L. (2012). A comparative analysis of the loss of life during two recent floods in France: the sea surge caused by the storm Xynthia and the flash flood in Var. *Natural hazards*, 61(3), 1179-1201.

XYPOLIAS, P., DORR, W., ZULAUF, G. (2006). Late Carboniferous plutonism within the pre-Alpine basement of the External Hellenides (Kithira, Greece): evidence from U-Pb zircon dating. *Journal of the Geological Society*, 163(3), 539-547. doi: 10.1144/0016-764904-114.

ΑΝΤΩΝΑΚΟΣ, Α. (2012). Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) για επίλυση προβλημάτων Περιβαλλοντικής Υδρογεωλογίας στο Νομό Κορίνθιας. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ (1991). Τοπογραφικός χάρτης φύλλο «Κύθηρα», κλίμακας 1:50.000.

ΔΑΝΑΜΟΣ, & Γ. (1991). Παρουσία της ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς Τυρού στα Κύθηρα. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας., ΧΧV(1), 399-404.

ΔΑΝΑΜΟΣ, & Γ. (1992). Συμβολή στη Γεωλογία και Υδρογεωλογία της νήσου των Κυθήρων. (Διδακτορική Διατριβή), Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΑΝΟΙΚΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ (2015). Δημόσια Ανοικτά Δεδομένα <http://geodata.gov.gr>

ΕΓΥ (2012). Κατάλογος πλημμυρών στην επικράτεια. Ειδική Γραμματεία Υδάτων. ΥΠΕΚΑ.

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ (2016) Κατάρτιση Ομβρίων Καμυλών σε Επίπεδο Χώρας. Εφαρμογή Οδηγίας 2007 / 60/ΕΚ. Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας.

ΕΛΣΤΑΤ (2011). Νόμιμος Πληθυσμός στην Επικράτεια. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος. <http://www.statistics.gr/>

ΕΜΥ (2017) Μετεωρολογικά στοιχεία του σταθμού Κυθήρων. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.

ΕΤΥΜΠ (2015) Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας. <http://ndbhmi.chi.civil.ntua.gr/el/index.html>

ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, Δ., Ι. ΜΑΡΚΟΝΗΣ, Α. ΚΟΥΚΟΥΒΙΝΟΣ, Σ.Μ. ΠΑΠΑΛΕΞΙΟΥ, Ν. ΜΑΜΑΣΗΣ, ΚΑΙ Π. ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ (2010) Υδρολογική μελέτη ισχυρών βροχοπτώσεων στη λεκάνη του Κηφισού, Μελέτη διαχείρισης Κηφισού, Ανάθεση: Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Ανάδοχοι: Εξάρχου Νικολόπουλος Μπενσασών, Denco, Γ. Καραβοκύρης, κ.ά., 154 pages, Αθήνα.

ΝΑΣΤΟΣ, Π.Θ., (2008), Χωροχρονική μεταβλητότητα της βροχής στην Ελλάδα. Proceedings of 8th International Hydrogeological Congress of Greece, Vol. 2, 651-660.

ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ (2002) Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων-Αποχέτευση-Στράγγιση-Υδραυλικά έργα οδών. Τεύχος 8. Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

ΟΠΕΚΕΠΕ (2015). Εδαφολογικός Χάρτης Ελλάδας, Κλίμακα 1:30.000.

ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ. (1981): Υδρογεωλογική έρευνα νησιού Κυθήρων. Υδρ. και. Υδρογεωλ. Έρευνες. ΙΓΜΕ (Εκδ.), No 36, 45σ., Αθήναι.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. ΚΑΙ ΔΑΝΑΜΟΣ Γ., (1991). Αντιστοίχιση της γεωτεκτονικής θέσης των Κυθήρων και των Κυκλάδων στη γεωδυναμική εξέλιξη του ελληνικού τόξου. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, ΧΧV(1), 65-80.

ΣΤΑΜΟΣ, Α. & ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, Δ. (2004) Διερεύνηση και αντιμετώπιση προβλημάτων ευστάθειας των πρηνών και του πυθμένα του ρέματος Φιλοθέης με τη χρήση μαθηματικών

μοντέλων και σύγχρονων περιβαλλοντικών τεχνικών – Ερευνητικό Έργο. Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

ΥΑΣ (2011) Αρχείο Οριοθετήσεων Πλημμυρών. Αρχείο Υπηρεσίας Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων. ΥΠΟΜΕΔΙ.

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ

Το παράρτημα χαρτών που ακολουθεί, αποτελεί τμήμα της παρούσας μελέτης με τίτλο: **«ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ»** και συνιστά οδηγό ιεράρχησης του πλημμυρικού κινδύνου με βάση σχετικούς αναλυτικούς χάρτες. Προηγείται σχήμα με τη διανομή των χαρτών που ακολουθούν για την διευκόλυνση του αναγνώστη.