ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF SCIENCES
DEPARTMENT OF GEOLOGY & GEOENVIRONMENT

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
MasterThesis

«Ακραία Φαινόμενα στην Βορειοανατολική Αττική. Προσδιορισμός του Πλημμυρικού Κινδύνου»

«Extreme Meteorological Phenomena in Northeast Attica. Determination of Flood Risk»

ΜΠΟΥΡΝΟΥΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ / BOURNOUS EVANGELOS

A.M. 19157 / R.N. : 19157

Ειδικές Εκδόσεις / Special Publications:	No. 2020530

Αθήνα, Μάρτιος 2022
Athens, March 2022

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF SCIENCES
DEPARTMENT OF GEOLOGY & GEOENVIRONMENT

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
Master Thesis

«Ακραία Φαινόμενα στην Βορειοανατολική Αττική. Προσδιορισμός του Πλημμυρικού Κινδύνου»

«Extreme Meteorological Phenomena in Northeast Attica. Determination of Flood Risk»

ΜΠΟΥΡΝΟΥΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ / BOURNOUS EVANGELOS

A.M. 19157 / R.N. : 19157

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. Λέκκας Ευθύμης,
Καθηγητής ΕΚΠΑ

Δρ. Λόζιος Στέλιος
Αναπλ. Καθηγητής ΕΚΠΑ

Δρ. Αντωναράκου Ασημίνα
Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

«Ειδική_Επ_Καθοδήγηση»

Δρ. Λέκκας Ευθύμης,
Καθηγητής ΕΚΠΑ

Ειδικές Εκδόσεις / Special Publications:	No. 2020530	Αθήνα, Μάρτιος 2022 Athens, March 2022

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... 5
1.1 Σκοπός διπλωματικής.....6
1.2 Ορισμοί 6
1.3 Νομοθετικό πλαίσιο.....7
1.4 Το ζήτημα των πλημμυρών στην ευρύτερη περιοχή έρευνας.....9

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ 14
2.1 Εισαγωγή 14
2.2 Γεωμορφολογία – Υδρογραφικό δίκτυο 21
2.2.1 Γεωμορφολογία 21
2.2.2 Υδρογραφικό δίκτυο.....30
2.3 Περιβάλλον και υδάτινα αποθέματα.....35
2.3.1 Υδατικά αποθέματα 35
2.3.2 Υπόγεια αποθέματα υδάτων.....37
2.3.3 Υγρότοποι.....38
2.3.4 Δίκτυο Natura 40
2.3 Γεωλογία και υδρογεωλογία 41
2.3.1 Εισαγωγή.....41
2.3.2. Αλπικοί Σχηματισμοί Αττικής.....43
2.3.3 Νεογενενείς σχηματισμοί 50
2.3.4 Τεταρτογενείς σχηματισμοί 51
2.3.5. Γεωλογία Κυθήρων.....52
2.3.6 Υδρογεωλογία.....53
2.4 Χρήσεις γης.....55
2.5 Υποδομές.....61
2.6 Κλιματικές συνθήκες.....65
2.6.1 Γενικά κλιματολογικά στοιχεία.....65
2.6.2 Ραγδαιότητα βροχοπτώσεων – όμβριες καμπύλες.....78

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 82
3.1 Πλημμυρικό ιστορικό 82
3.2 Χαρακτηριστικά πλημμυρών.....99
3.3Η πλημμύρα της Μάνδρας.....100

4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 103
4.1 Προσέγγιση - Μεθοδολογία 103
4.3 Αποτελέσματα 110
4.3.1. Ευρύτερη περιοχή βόρειας – βορειοανατολικής Αττικής.....112
4.3.2. Ευρύτερη περιοχή Μαραθώνα - Νέας Μάκρης.....112
4.3.2. Περιοχή Μεγάλου Ρέματος Ραφήνας 113
4.3.3. Περιοχή Ερασίνου (Μεσόγεια) 114
4.3.4.Παραλιακή ζώνη Πόρτο Ραφτη – Σούνιο - Λαγονήσι.....114
4.3.5.Περιοχή λεκανοπεδίου και νοτίων προαστίων.....115
4.3.7. Περιοχή Μάνδρας - Νέας Περάμου - Ελευσίνας.....116
1.1.1. 4.3.8. Περιοχή Κυθήρων.....117
4.3.9. Γενικές παρατηρήσεις / παραδοχές.....144

5. Ανάλυση ακραίων φαινομένων στην Αττική 146
5.1. Εισαγωγή 146
5.2 Ανεμοστρόβιλος (Σίφωνας) 150
5.3 Καύσωνας 155
5.4 Καταιγίδες 163
5.5 Πλημμύρες – Ακραίες βροχοπτώσεις 164
5.6 Δείκτης Ξηρότητας 169

6. Συμπεράσματα 172

Βιβλιογραφία 173

Κεφάλαιο 2. Παράρτημα: Χάρτες 187

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, GAUMEETAL. 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 (Llasatetal. 2010) και καταστροφικών πλημμυρών τύπου flash flood (Borgaetal. 2010), αλλά και από τα προκαταρτικά 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 (Diakakisetal. 2017).

1.1 Σκοπός διπλωματικής

Η **παρούσα διπλωματική έχει ως σκοπό** είναι την ανάδειξη προτάσεων για την μείωση στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο των απωλειών ανθρώπινων ζωών και των επιπτώσεων σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο από πιθανά πλημμυρικά φαινόμενα που θα εκδηλωθούν στο γεωγραφικό χώρο των δήμων που ανήκουν στην Περιφερειακή Ένωση Δήμων Αττικής.

1.2 Ορισμοί

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας 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 διόδευσή 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 πρανούς 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 (Τ), 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 υδατορεύματος σύμφωνα με το ισχύον νομικό πλαίσιο, με στόχο την εξασφάλιση της απρόσκοπτης απορροής των επιφανειακών νερών και την περιβαλλοντική προστασία του υδατορεύματος.

«Διευθέτηση υδατορεύματος»: 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 υδατορεύματος 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

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 Οργανισμός 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. Το Π.Δ. 432/81 για την εκτέλεση έργων από τα Α.Ε.Ι. και την Υ.Α. 679/22.8.96 που κυρώθηκε με το άρθρο 36 του Ν. 3794/2009, και του κατ' εξουσιοδότηση του άρθρου 3 παρ. 2 εδάφιο Α' του Ν. 3027/2002 εκδοθέντος Οδηγού Χρηματοδότησης και Διαχείρισης του Ειδικού Λογαριασμού Κονδυλίων Έρευνας
12. 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
13. η υπό αριθμόν 5664/05-08-2017 απόφαση του Γ.Γ. Πολιτικής Προστασίας περί κήρυξης του Δήμου Κυθήρων σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης (ΑΔΑ: 9ΚΓΗ465ΧΘ7-ΡΝΨ) για την αντιμετώπιση των εκτάκτων αναγκών και τη διαχείριση ων συνεπειών που προέκυψαν από την καταστροφική πυρκαγιά που εκδηλώθηκε στα Κύθηρα στις 4-8-2017
14. την Εγκύκλιο 6524/2012
15. την Υ.Α. 155126/2013 (ΑΔΑ:ΒΕΥΤΟ-ΘΩΔ)
16. την Κ.Υ.Α. 322/2013(ΦΕΚ 679 Β)
17. την Κ.Υ.Α. 169282/2013 (ΑΔΑ:ΒΛ4-ΝΘΚ)
18. την Κ.Υ.Α. 171923/2013 (ΦΕΚ 3071 Β)
19. την Κ.Υ.Α. 40754/2013 (ΑΔΑ:ΒΕΖΞΟΡΙΥ5ΔΠ)
20. την Απ. 5246/2013 της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας (ΑΔΑ:ΒΛ901-ΓΓΟ)
21. Απ. 1898/73474/2013 (ΑΔΑ:ΒΕΖ30Ρ10-ΡΟΙ)
22. Ν. 4258/2014(ΦΕΚ 94 Α)
23. την Κ.Υ.Α. 145026/2014(ΦΕΚ 31 Β)
24. Π.Δ. 100/2014(ΦΕΚ167 Α)
25. την Κ.Υ.Α. 146896/2014 (ΑΔΑ: 7ΕΛΤΟ-ΩΙΩ)
26. Ν. 4249/2014(ΦΕΚ 73 Α)
27. Εγκ. 8184/2015 (ΑΔΑ:ΨΩΙΣ465ΦΘΕ-ΥΚ4)

28. Π.Δ. 97/2017(ΦΕΚ138 Α)
29. την Κ.Υ.Α. 140424/2017(ΦΕΚ814 Β)
30. Απ. 177772/924/2017(ΦΕΚ2140 Β)
31. Ερ. 3630/120168/17 (Έγγραφο ΥΠΑΑΤ ΑΔΑ:ΩΦΥ14653ΠΓ-Ζ0Β)
32. Ερ. 7742/2017 (ΑΔΑ:6^{Η}37465ΧΘ7-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.

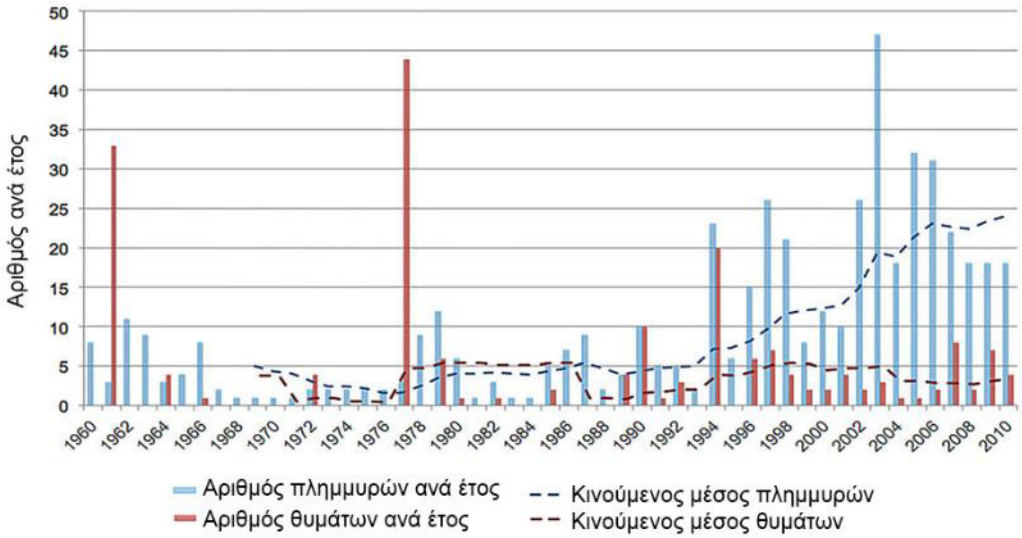
Παράλληλα, η αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας και η επέκταση ολοένα και περισσότερων ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε περιοχές υψηλού κινδύνου, οδηγούν σε αύξηση των μεταγραφόμενων πλημμυρικών φαινομένων. Η έκταση του προβλήματος έχει οδηγήσει τις τελευταίες δεκαετίες, στην ενίσχυση του νομοθετικού πλαισίου 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 (GOLIANetal., 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 γεωπεριβάλλον 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 Diakakisetal. (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 (ΕΟΚ. 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.



ΕΟΚ. 1.1. Διακύμανση πλημμυρικών συμβάντων (επάνω) και θανάτων από πλημμύρες (κάτω) στον Ελληνικό χώρο, την περίοδο 1950□2010. (Dimakakos 2016).

Όπως προκύπτει από τα προκαταρκτικά στοιχεία της έρευνας και την υφιστάμενη βιβλιογραφία περιοχή της Αττικής παρουσιάζει την υψηλότερη συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων στην Ελλάδα. Με βάση τους καταλόγους πλημμυρικών συμβάντων των ΕΓΥ (2012) και Diakakisetal α al. (2012) τρία τμήματα της Αττικής:

i. Το λεκανοπέδιο Αθηνών

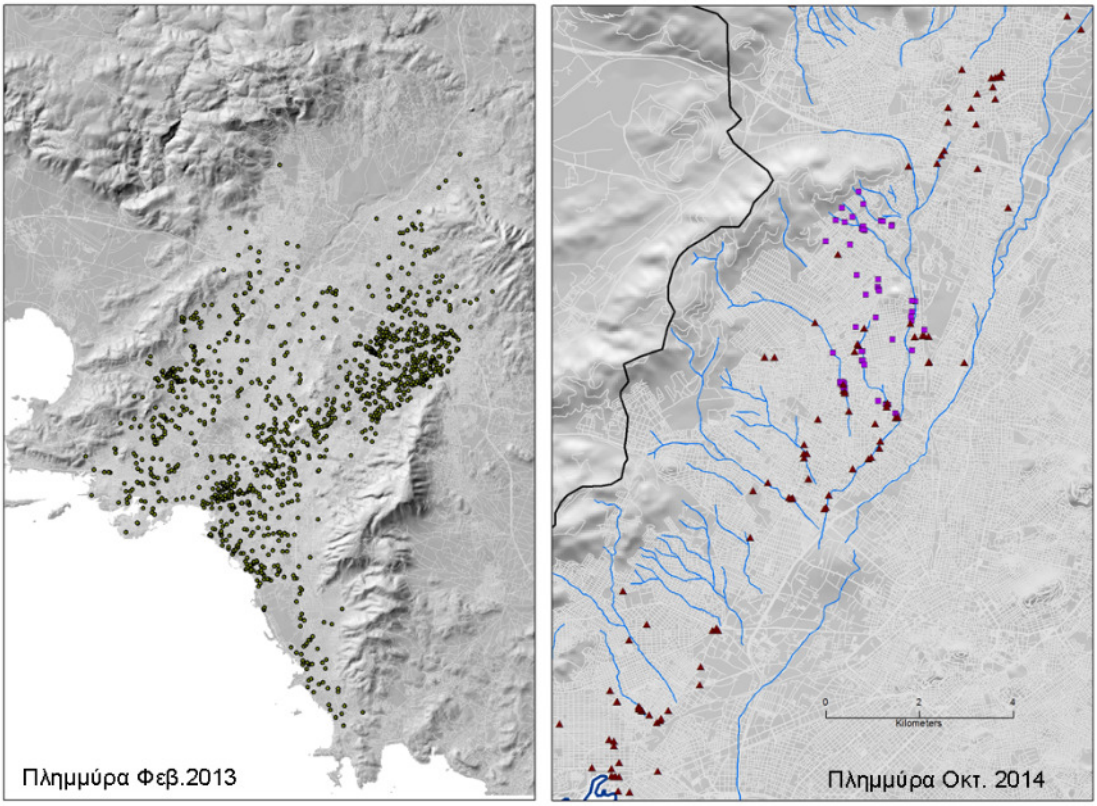
ii. Το θριάσιο πεδίο (Δυτική Αττική) και

iii. Την Ανατολική Αττική

καταγράφουν από το 1880 μέχρι σήμερα περισσότερα απο 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 (Εικ. 1.2).

Από την άλλη τα υπόλοιπα τμήματα της ΠΕΔΑ, στην περιοχή της Τροιζηνίας, στα νησιά του Σαρωνικού, τα Κύθηρα και τα Αντικήθυρα δεν παρουσιάζουν αντίστοιχα υψηλή συχνότητα όπως η περιοχή της Αττικής. Παρόλα αυτά καταγράφουν πλημμυρικά φαινόμενα, με σημαντικές ζημιές (π.χ. Πλημμύρα Ύδρας 2015) αλλά και θύματα (Πλημμύρα Παλαιόπολης Κυθήρων 2003).



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 (Diakakisetal. 2016, Diakakisetal. 2017).

Η αστικοποίηση που έχει καταγραφεί κυρίως στις περιοχές της Αττικής (Δυτική, Ανατολική Αττική και Λεκανοπέδιο Αθηνών) αυξάνει σημαντικά τον πλημμυρικό κίνδυνό καθως οδηγεί:

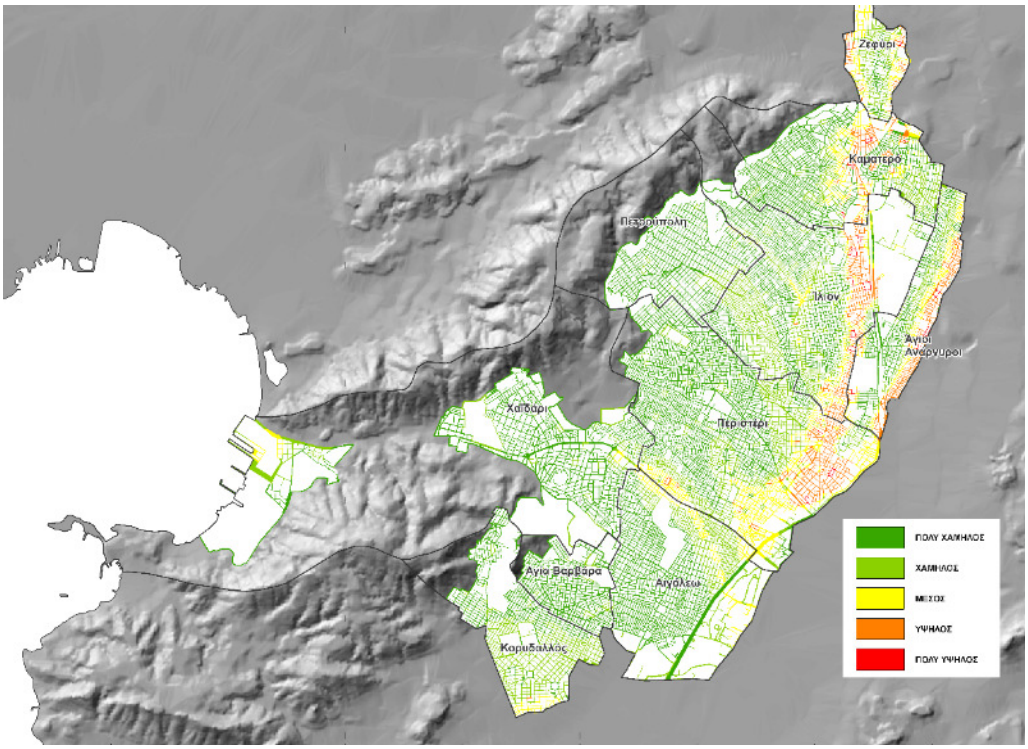
i. Σε απομείωση κρίσιμων διατομών των υδατορευμάτων

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

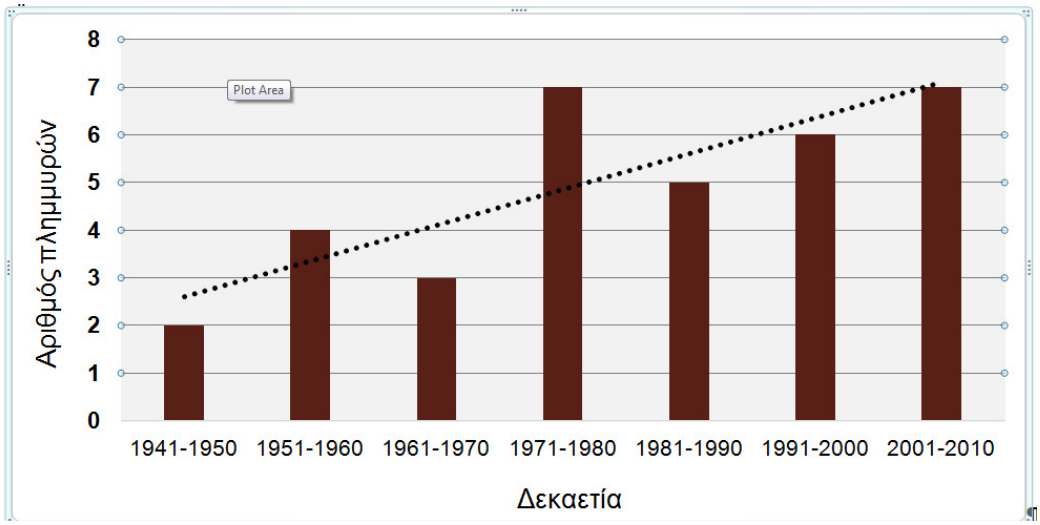
iv. Σε δραματική μείωση της ικανότητας του εδάφους να απορροφήσει μέρος των ομβρίων υδάτων

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 Λέκκας (2000) επισημαίνει την αύξηση, κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, των πλημμυρών στα όρια οικιστικών περιοχών. Κύρια αίτια της τάσης αυτής είναι κατά τον Λέκκα (2000) και τον Stathis (2004) ο περιορισμός της κοίτης των ρεμάτων, ο φραγμός των κοιτών, η μείωση των δασικών εκτάσεων λόγων των πυρκαγιών και η μείωση της κατείσδυσης 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 υποδιαστασιολογημένα 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 km^2 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 υποενότητες, την «Περιφέρεια Πρωτευούσης» και το «υπόλοιπο Αττικής». Η «Περιφέρεια Πρωτευούσης» 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.

Ηδυτική 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):

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

Σε ότι αφορά την Περιφερειακή Ένωση Δήμων Αττικής (Π.Ε.Δ.Α.) είναι ένα συλλογικό σώμα αποτελούμενο από 66 Δήμους μέσα στα όρια της Περιφέρειας Αττικής συμπεριλαμβανομένου και των νησιών του Αργοσαρωνικού.

Ο μόνιμος πληθυσμός της Περιφέρειας Αττικής κατά την απογραφή του 2011 ανερχόταν 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**
351 45	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ**	**1,029,520**
351 4501	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	664,046
351 4502	ΔΗΜΟΣ ΒΥΡΩΝΟΣ	61,308
351 4503	ΔΗΜΟΣ ΓΑΛΑΤΣΙΟΥ	59,345
351 4504	ΔΗΜΟΣ ΔΑΦΝΗΣ - ΥΜΗΤΤΟΥ	33,628
351 4505	ΔΗΜΟΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ	71,026
351 4506	ΔΗΜΟΣ ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	78,153
351 4507	ΔΗΜΟΣ ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ	26,458
351 4508	ΔΗΜΟΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ - ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	35,556
351 46	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ**	**592,490**
351 4601	ΔΗΜΟΣ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	72,333
351 4602	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	59,704
351 4603	ΔΗΜΟΣ ΒΡΙΛΗΣΣΙΩΝ	30,741
351 4604	ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	49,642

4605	351	ΔΗΜΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑΣ	71,259
4606	351	ΔΗΜΟΣ ΛΥΚΟΒΡΥΣΗΣ - ΠΕΥΚΗΣ	31,153
4607	351	ΔΗΜΟΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	29,891
4608	351	ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	67,134
4609	351	ΔΗΜΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ - ΧΟΛΑΡΓΟΥ	44,539
4610	351	ΔΗΜΟΣ ΠΕΝΤΕΛΗΣ	34,934
4611	351	ΔΗΜΟΣ ΦΙΛΟΘΕΗΣ - ΨΥΧΙΚΟΥ	26,968
4612	351	ΔΗΜΟΣ ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ	74,192
47	**351**	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ**	**489,675**
4701	351	ΔΗΜΟΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ	139,981
4702	351	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	26,550
4703	351	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ - ΚΑΜΑΤΕΡΟΥ	62,529
4704	351	ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΑΛΕΩ	69,946
4705	351	ΔΗΜΟΣ ΙΛΙΟΥ	84,793
4706	351	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	58,979
4707	351	ΔΗΜΟΣ ΧΑΪΔΑΡΙΟΥ	46,897
48	**351**	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ**	**529,826**
4801	351	ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	100,641
4802	351	ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	71,294
4803	351	ΔΗΜΟΣ ΑΛΙΜΟΥ	41,720

4804	351	ΔΗΜΟΣ ΓΛΥΦΑΔΑΣ	87,305
4805	351	ΔΗΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ - ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ	51,356
4806	351	ΔΗΜΟΣ ΜΟΣΧΑΤΟΥ - ΤΑΥΡΟΥ	40,413
4807	351	ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΣΜΥΡΝΗΣ	73,076
4808	351	ΔΗΜΟΣ ΠΑΛΑΙΟΥ ΦΑΛΗΡΟΥ	64,021
49	**351**	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**	**502,348**
4901	351	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**
02 35149	ΔΗΜΟΣ ΒΑΡΗΣ - ΒΟΥΛΑΣ - ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	48,399
03 35149	ΔΗΜΟΣ ΔΙΟΝΥΣΟΥ	40,193
04 35149	ΔΗΜΟΣ ΚΡΩΠΙΑΣ	30,307
05 35149	ΔΗΜΟΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ	25,102
06 35149	ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ	33,423
07 35149	ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	20,040
08 35149	ΔΗΜΟΣ ΠΑΙΑΝΙΑΣ	26,668
09 35149	ΔΗΜΟΣ ΠΑΛΛΗΝΗΣ	54,415

10	35149	ΔΗΜΟΣ ΡΑΦΗΝΑΣ - ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ	20,266
11	35149	ΔΗΜΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ	29,002
12	35149	ΔΗΜΟΣ ΣΠΑΤΩΝ - ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	33,821
13	35149	ΔΗΜΟΣ ΩΡΩΠΟΥ	33,769
	35150	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**	**160,927**
01	35150	ΔΗΜΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ	29,902
02	35150	ΔΗΜΟΣ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ	30,251
03	35150	ΔΗΜΟΣ ΜΑΝΔΡΑΣ - ΕΙΔΥΛΛΙΑΣ	17,885
04	35150	ΔΗΜΟΣ ΜΕΓΑΡΕΩΝ	36,924
05	35150	ΔΗΜΟΣ ΦΥΛΗΣ	45,965
	35151	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**	**448,997**
01	35151	ΔΗΜΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	163,688
02	35151	ΔΗΜΟΣ ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ - ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ	91,045
03	35151	ΔΗΜΟΣ ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΥ	63,445
04	35151	ΔΗΜΟΣ ΝΙΚΑΙΑΣ - ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΡΕΝΤΗ	105,430
05	35151	ΔΗΜΟΣ ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ	25,389
	35152	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΗΣΩΝ**	**74,651**
01	35152	ΔΗΜΟΣ ΣΑΛΑΜΙΝΟΣ	39,283
02	35152	ΔΗΜΟΣ ΥΔΡΑΣ	1,966
03	35152	ΔΗΜΟΣ ΑΓΚΙΣΤΡΙΟΥ	1,142
04	35152	ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΙΝΑΣ	13,056

05	35152 ΔΗΜΟΣ ΚΥΘΗΡΩΝ	4,041
06	35152 ΔΗΜΟΣ ΠΟΡΟΥ	3,993
07	35152 ΔΗΜΟΣ ΣΠΕΤΣΩΝ	4,027
08	35152 ΔΗΜΟΣ ΤΡΟΙΖΗΝΙΑΣ	7,143

Η Περιφέρεια Αττικής είναι μια από τη σημαντικότερες 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, στην Αττική 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. Εκτός από το εμπόριο, άλλοι σημαντικοί κλάδοι του τομέα των υπηρεσιών, είναιαυτός 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 στην Αττική, 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 ΥΔ Αττικής. 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 στην περιοχή του Μαραθώνα, στον Αυλώνα, στα Μέγαρα, στα νησιά και σε ζώνες όπου δεν αναπτύσσονται ασύμβατες με την εν λόγω δραστηριότητα χρήσεις γης, 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. Το Θριάσιο Πεδίο είναι κύριο τμήμα της Δυτικής Αττικής. Οριοθετείται από το Όρος Πατέρας στα δυτικά, τηνΠάρνηθα στα βόρεια και τοΠοικίλοκαιΑιγάλεω Όροςστα νοτιοανατολικά. Στο νότοβρέχεταιαπότονΚόλποτηςΕλευσίνας.Οφείλειτην ονομασία του στοναρχαίοαττικόΔήμοΘρίας,που τοποθετείται στη σημερινή θέση τηςπόλης τουΑσπροπύργου.Σήμερα,η περιοχή αποτελεί μια από τις σημαντικότερες βιομηχανικές περιοχές της χώρας, αντιμετωπίζοντας σοβαρά

περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα κυριότερα αστικά κέντρα της περιοχής είναι η Ελευσίνα, ο Ασπρόπυργος, η Μάνδρα και η Μαγούλα.Η υδρολογική λεκάνη του έχει έκταση περίπου 480 km2και ορίζεται από ταόρη Πατέρας, Πάρνηθα και Αιγάλεω.Η περιοχή του Θριάσιου πεδίου αποτελεί τμήμα του υδατικού διαμερίσματος της Αττικής (GR06) βάσει της 2007/60/ΕΚ Οδηγίας.

Στην Ανατολική Αττική επίσης σημαντικό κομμάτι του πρωτογενούς τομέα αποτελούν η αμπελουργία, η ελαιοκομία, οι θερμοκηπιακές, οι κηπευτικές και οι δενδρώδεις καλλιέργειες και τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Στην Νησιωτική περιοχή τέλος, παράγονται ελαιόλαδο, σταφύλι/κρασί, φιστίκια κελυφωτά (ΠΟΠ φιστίκι Αιγίνης), κηπευτικά, ανθοκομικά, αρωματικά.

Το νοτιότερο άκρο της περιοχής έρευνας είναι τα νησιά Κύθηρα και Αντικύθηρα. Τα Κύθηρα βρίσκονται στην νότια Ελλάδα, ανάμεσα στην Πελοπόννησο και την Κρήτη, στο σημείο που το Ιόνιο, το Αιγαίο και το Κρητικό πέλαγος συναντώνται. Είναι νησί επιμήκες, με μήκος 29 χιλιόμετρα και πλάτος 18 χιλιόμετρα. Έχουν έκταση 279,5 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Το μήκος των ακτογραμμών του είναι περίπου 90 χιλιόμετρα.

Σε ότι αφορά τα Κύθηρα με βάση την απογραφή του 2001 ο πληθυσμός των μόνιμων κατοίκων των Κυθήρων ανέρχεται στους 3.354 κατοίκους, αριθμός που σε ποσοστό αποτελεί μόλις το 1/6 των Κυθηρίων που βρίσκονται εκτός νησιού.Με βάση την απογραφή του 2011ο πληθυσμός των μόνιμων κατοίκων των Κυθήρων ανέρχεται στους 4.041 κατοίκους (Πίνακας 2.1).

Η ανάπτυξη των Κυθήρων και των Αντικυθήρων είναι ήπιας μορφής, και εντάσσεται στην τάση του Αγροτουρισμού, του τοπίου για τον εξερευνητή - συνδυάζοντας και την εξερεύνηση του φυσικού τοπίου, με διαδρομές και άλλες δραστηριότητες μέσα στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και για την εξερεύνηση του ιστορικού πολιτιστικού με τα διάφορα πολιτιστικά και ιστορικά αξιοθέατα του νησιού, προσφέροντας μια “εναλλακτική” τουριστική αφήγηση.

2.2 Γεωμορφολογία – Υδρογραφικό δίκτυο

2.2.1 Γεωμορφολογία

Η ευρύτερη περιοχή της Αττικής μπορεί να χαρακτηρίστεί κυρίως επίπεδη και λοφώδης.Κύρια στοιχεία του αναγλύφουτης Αττικής είανι 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, Κιθαιρώνα, 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.

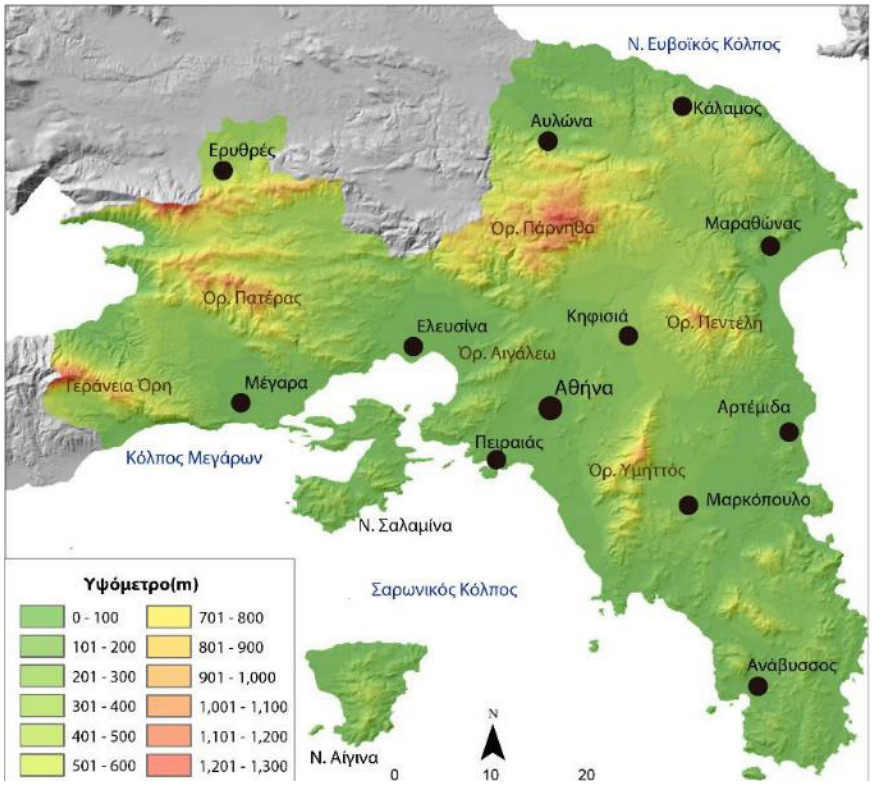
Σε ότι αφορά την περιοχή της Τροιζηνίας και των γύρω νήσων, το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από έντος κλίσεις, με σχεδόν καθολική απουσία επίπεδων περιοχών, αν εξαιρέσει κανείς περιορισμένες εκτάσεις κοντά στις ακτές όπως το πεδινό τμήμα της Τροιζήνας. Το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύσσεται σε μικρές λεκάνες απορροής γύρω από μικρά σχετικά υψώματα κυρίως στις Σπέτσες, στην Ύδρα, τα Μέθανα, τον Πόρο και το Αγκίστρι.

Σε ότι αφορά τα Κύθηρα, το ανάγλυφο του νησιού χαρακτηρίζεται από ποικολομορφία: στο κεντρικό και νότιο τμήμα είναι γενικά ομαλό, με ήπιες μορφολογικές κλίσεις ενώ στο βόρειο είναι εντονότερο. Το μεσογειακό κλίμα του νησιού, σε συνδυασμό με την αρκετή υγρασία και τους ισχυρούς ανέμους που επικρατούν κυρίως το χειμώνα, επιτρέπουν την ανάπτυξη πλούσιας βλάστησης. Σε πολλά σημεία του νησιού υπάρχουν πηγές που ρέουν όλο το χρόνο.

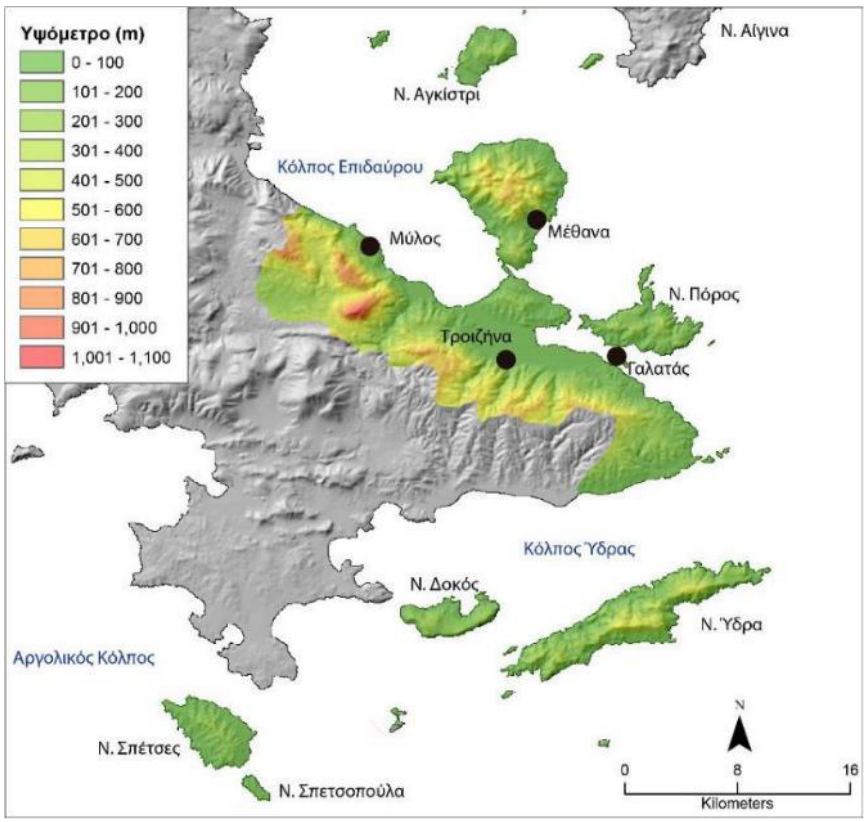
Το νησί δομείται από δύο κύριες οροσειρές, μια στα ανατολικά και μια δυτικά, ανάμεσα στις οποίες υπάρχει ένα ομαλόοροπέδιο. Οι ψηλότερες κορυφές της ανατολικής οροσειράς είναι το Κουτσοκέφαλο (324 μ.), το Βουνό του Διγενή (474 μ.), η Αγία Μονή (348 μ.) και ο Άγιος Γεώργιος (321 μ.) και της δυτικής είναι η Σκληρή (432 μ.), ο Μερμηγκάρης (506 μ.), η Βίγλα (476 μ.) και η Αγία Ελένη (433 μ.). Αυτές οι δύο οροσειρές διακλαδίζονται σε μικρότερα βουνά, ενώ ανάμεσά τους υπάρχουν βαθιά φαράγγια.

Ζώνες υψηλών μορφολογικών κλίσεων εντοπίζονται (α) στη δυτική, στη νότια και σε τμήμα της βορειοανατολικής παράκτιας ζώνης και (β) σε ζώνες έντονης κατά βάθος διάβρωσης ορισμένων χειμάρρων (π.χ. Κακός Ποταμός, Πρινολάγκαδο, Περάτη, Κακό Λαγκάδι). Οι υψηλές μορφολογικές κλίσεις στη νοτια-νοτιοδυτική παράκτια ζώνη συνδέονται με την στην ύπαρξη νεοτεκτονικών ρηγμάτων, που διαμορφώνουν εν γένει και την ακτογραμμή, σε συνδυασμό με την επικρατούσα λιθολογία, η οποία συνίσταται σε δυσδιάβρωτους ανθρακικούς σχηματισμούς. Το εσωτερικό το νησιού, ωστόσο, χαρακτηρίζεται από μικρές μορφολογικές κλίσεις και εν γένει ήπιο ανάγλυφο, εξαιρουμένων των περιοχών κατά βάθος διάβρωσης.

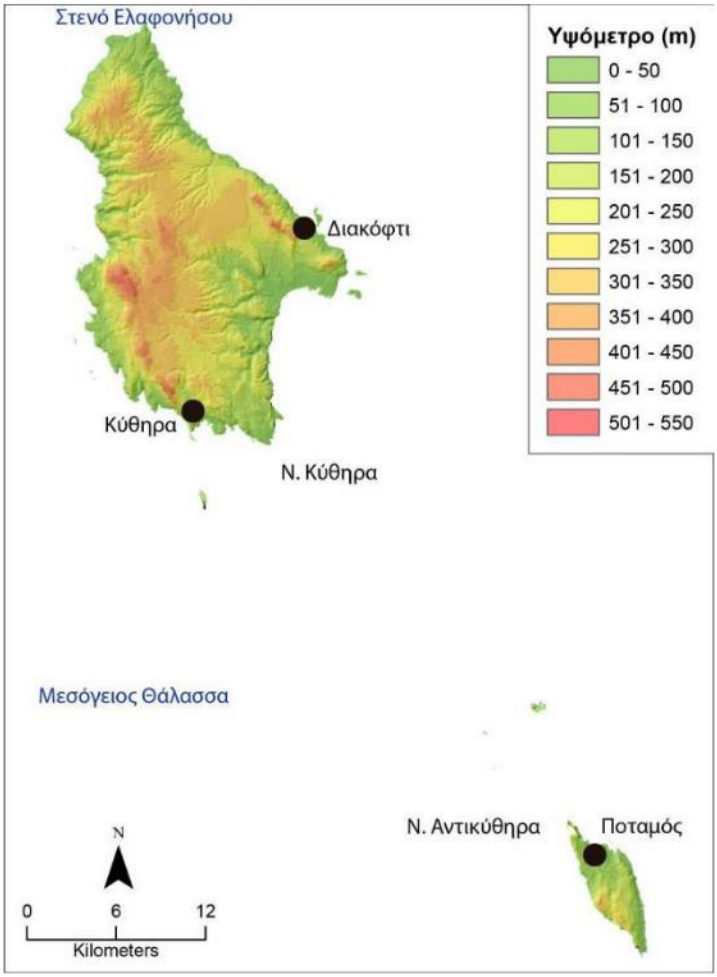
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται το ανάγλυφο των ανωτέρω περιοχών (Εικ. 2.1 – 2.3), καθώς και οι κυριότεροι οικισμοί.



Εικ. 2.1. Χάρτης μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής έρευνας (Αττική).



Εικ. 2.2. Χάρτης μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής έρευνας (Τροιζηνία και νησιά).



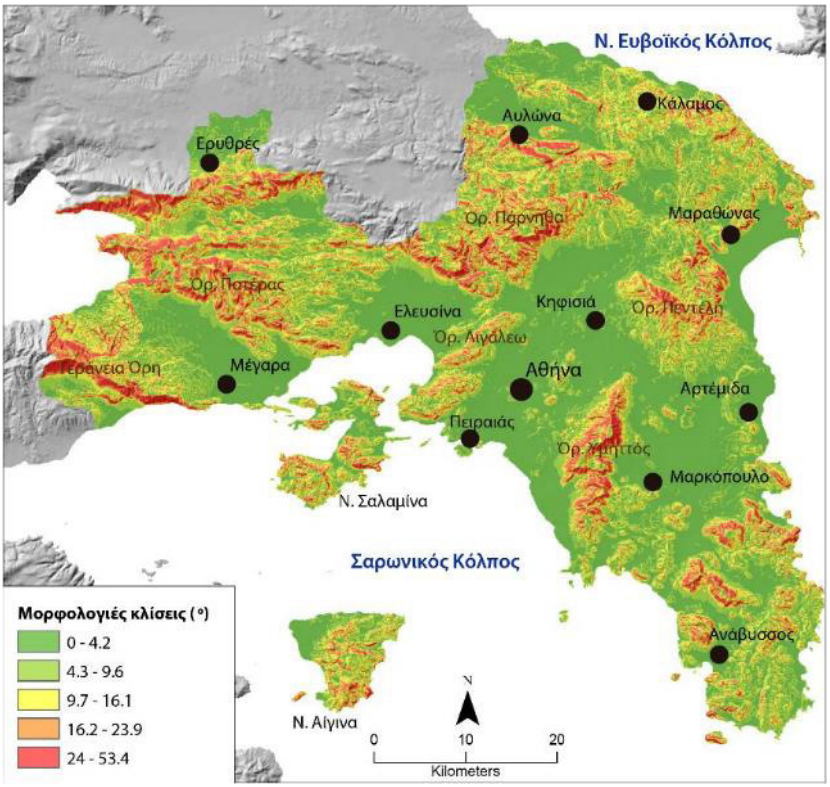
Εικ. 2.3. Χάρτης μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής έρευνας (Κύθηρα και Αντικύθηρα).

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.

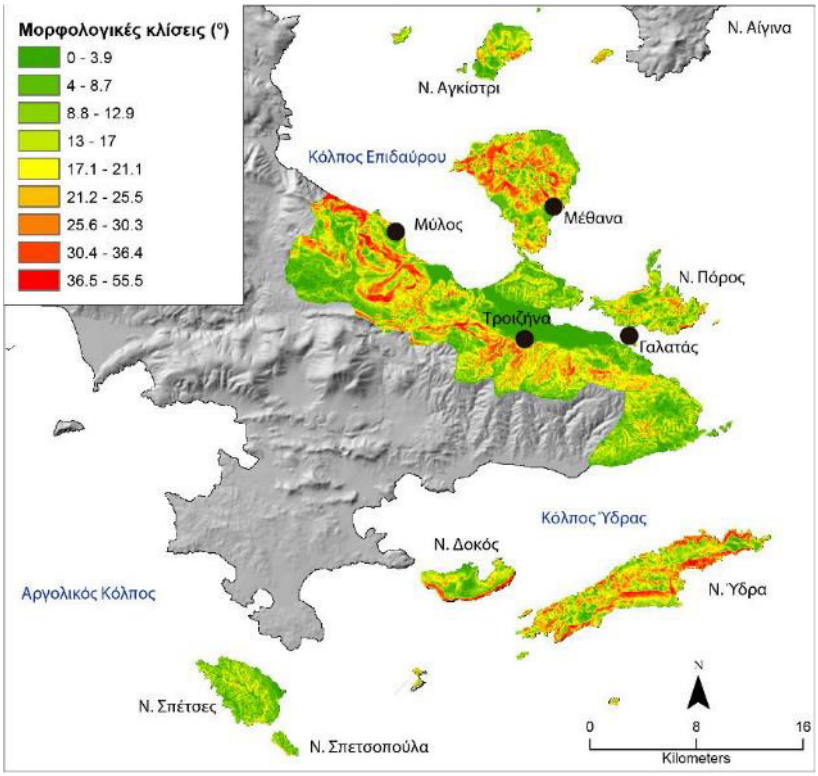
Σε ότι αφορά την περιοχή της Τροιζηνίας και των γύρω νήσων, αυτή κυριαρχείται από υψηλές τιμές κλίσεων, κατά μήκος του ορεινού άξονα της χερσονήσου (διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ), αλλά και στα Μέθανα και σε ορισμένα νησιά (π.χ. Ύδρα).

Στα Κύθηρα, οι μεγάλες κλίσεις περιορίζονται σε ορισμένα σημεία περιφερειακά του νησιού. Το νησί των Κυθήρων αλλά και τα Αντικύθηρα χαρακτηρίζονται από σχετικά ομαλό ανάγλυφο και επομένως ήπιες κλίσεις στην κεντρική περιοχή.

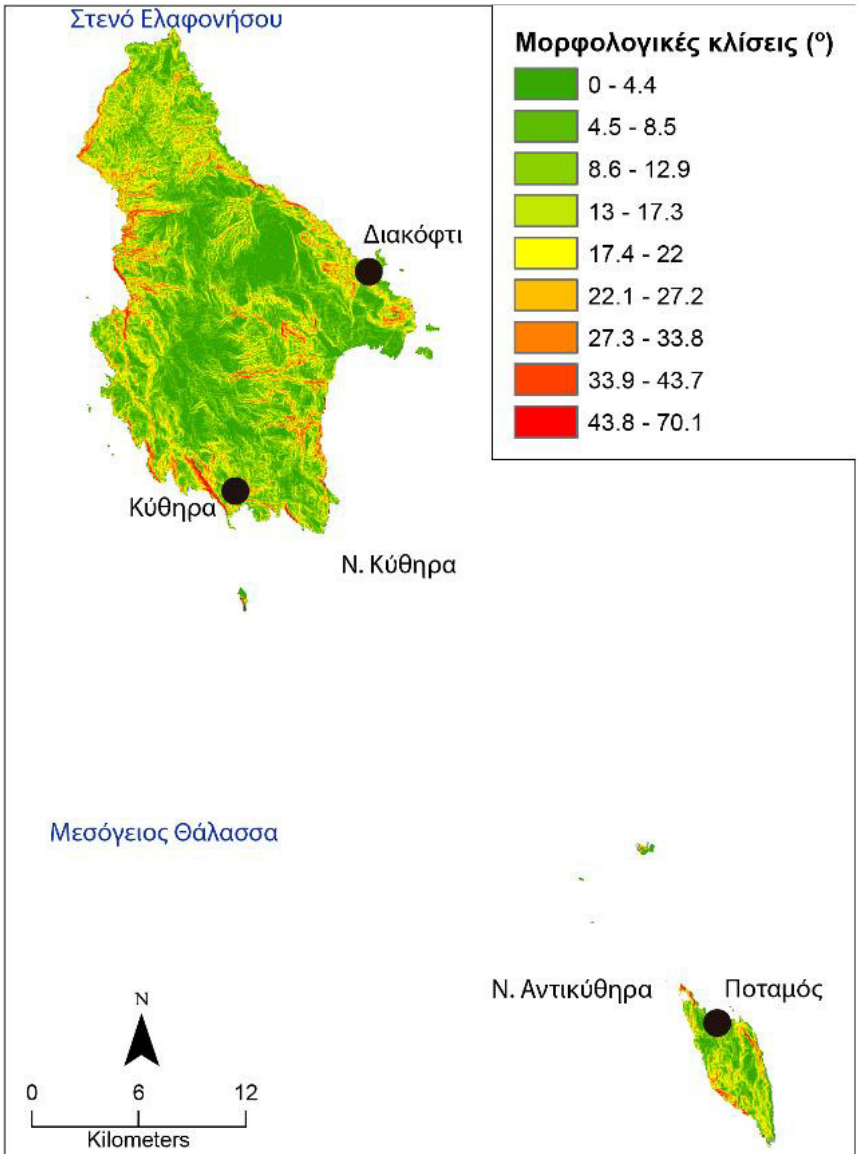
Οι μορφολογικές κλίσεις και η διακύμανση των τιμών τους καθώς και ο προσανατολισμός των πρανών παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες (Εικ. 2.4-2.9).



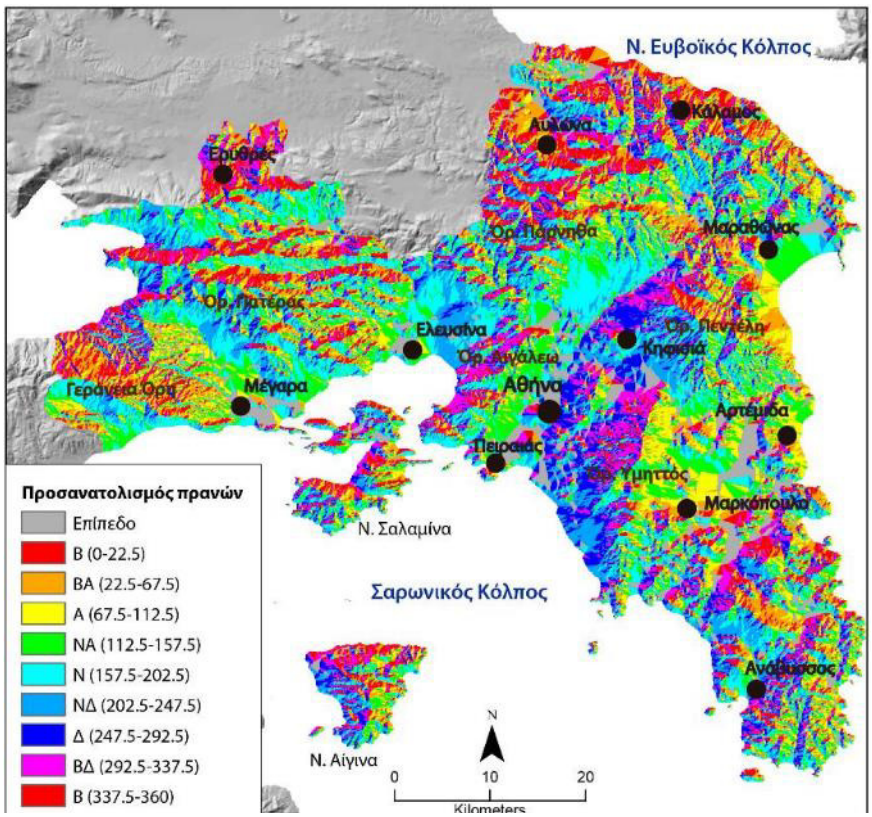
Εικ. 2.4. Ανάγλυφος χάρτης μορφολογικών κλίσεων της περιοχής έρευνας (Αττική).



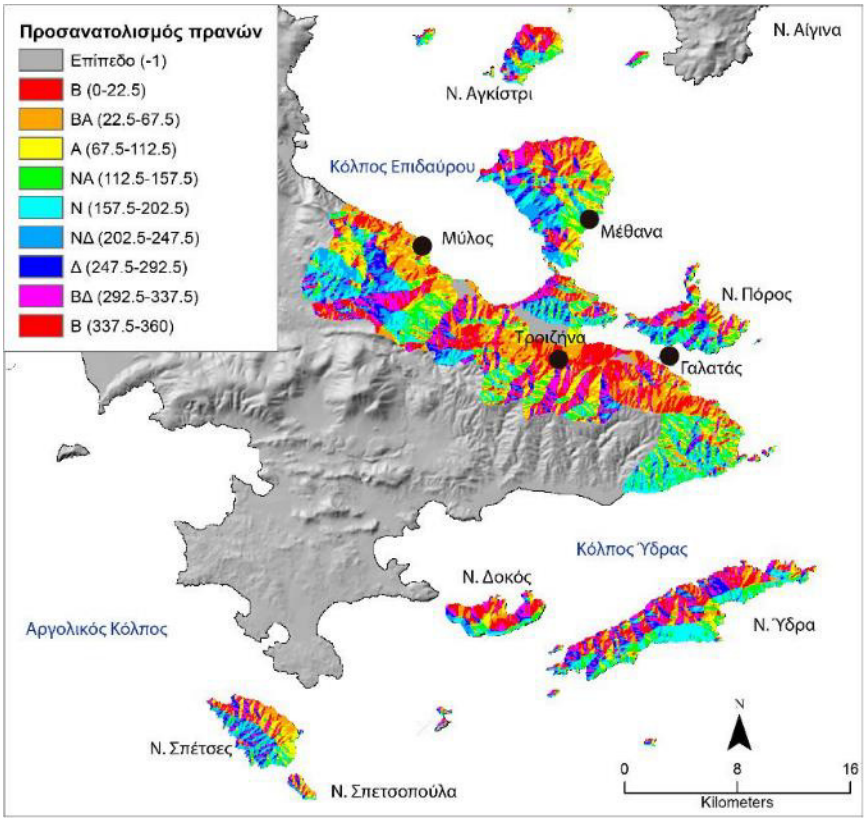
Εικ. 2.5. Ανάγλυφος χάρτης μορφολογικών κλίσεων της περιοχής έρευνας (Τροιζηνία και νησιά).



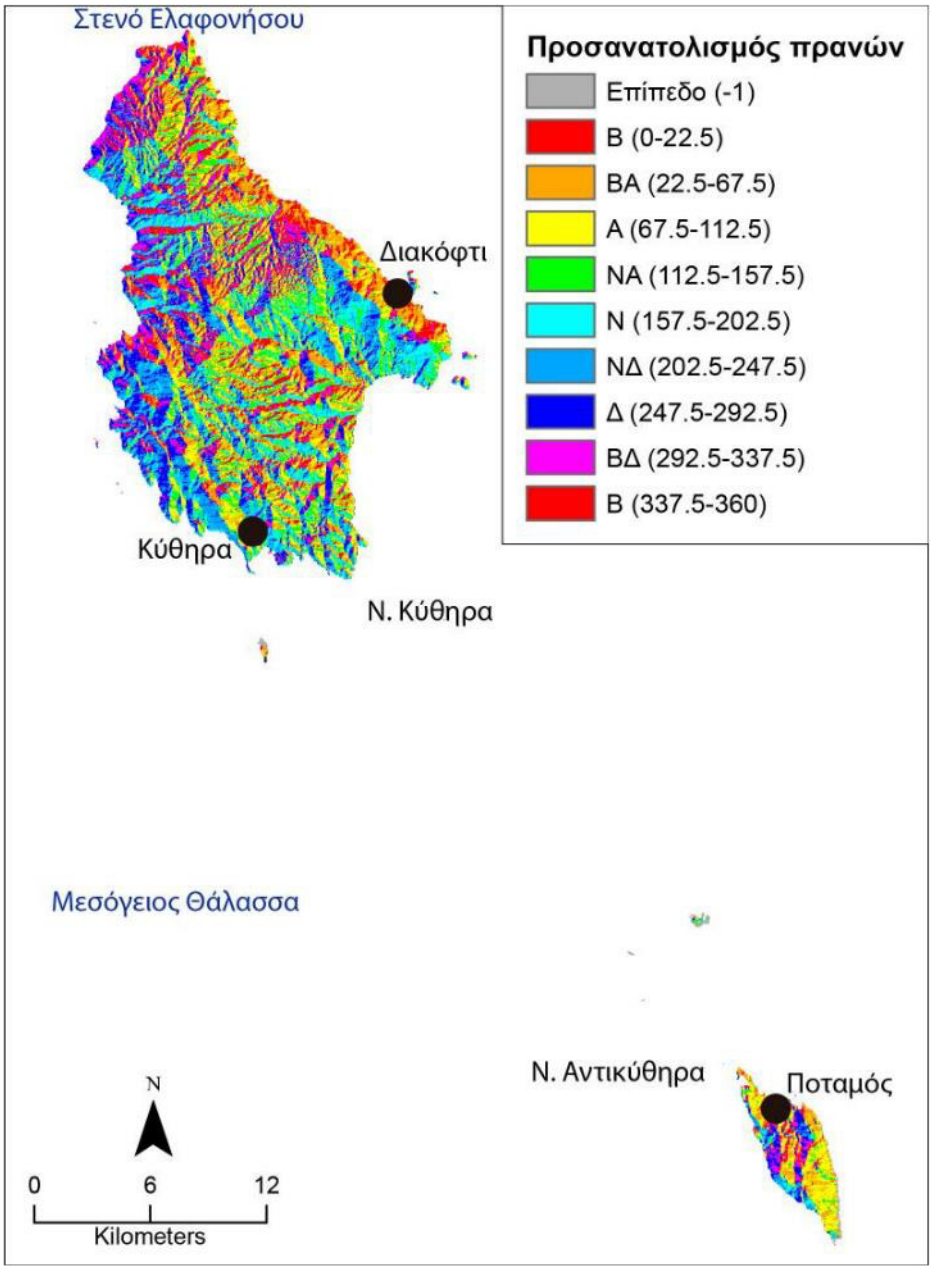
Εικ. 2.6. Ανάγλυφος χάρτης (shaded relief map) μορφολογικών κλίσεων της περιοχής έρευνας (Κύθηρα και Αντικύθηρα).


Ν. Ευβοϊκός Κόλπος
Χαλκίδα
Αυλώνα
Ερυθρές
Όρ. Πάρνηθα
Μαραθώνας
Όρ. Πατέρας
Ελευσίνα
Όρ. Πεντέλη
Κηφισιά
Όρ. Αιγάλεω
Γερανεια Όρη
Μέγαρα
Αθήνα
Αρτέμιδα
Πειραιάς
Όρ. Υμηττός
Μαρκόπουλο
Ν. Σαλαμίνα
Σαρωνικός Κόλπος
Ανάβυσσος
Ν. Αίγινα
Προσανατολισμός πρανών
Επίπεδο
Β (0-22.5)
ΒΑ (22.5-67.5)
Α (67.5-112.5)
ΝΑ (112.5-157.5)
Ν (157.5-202.5)
ΝΔ (202.5-247.5)
Δ (247.5-292.5)
ΒΔ (292.5-337.5)
Β (337.5-360)
N
0
10
20
Kilometers

Εικ. 2.7. Χάρτης προσανατολισμού πρανών της περιοχής έρευνας (Αττική).



Εικ. 2.8. Χάρτης προσανατολισμού πρανών της περιοχής έρευνας (Τροιζηνία και νησιά).



Εικ. 2.9. Χάρτης προσανατολισμού πρανών της περιοχής έρευνας (Κύθηρα και Αντικύθηρα).

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. Στην Ανατολική Αττική ο Χάραδρος, ρέμα Ραφήνας, Ερασίνου, Κερατέας και άλλα μικρότερα κυρίως στην περιοχή της Νέας Μάκρης. Στη Δυτική Αττική σημαντικά υδρογραφικα δίκτυα

αποτελούν ο Σαρανταπόταμος και ο Γιαννούλας (ή η Γιαννούλα), τα οποία εκβάλλουν στον κόλπο της Ελευσίνας, καθώς και τα ρέματα Σούρες (Μάνδρα) και Κουλουριώτικο (Νέα Πέραμος). 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 πρανή 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. Ο Χάραδρος πηγάζει από τις ανατολικές απολήξεις της Πάρνηθας, διασχίζει την πεδιάδα και χύνεται στον όρμο του Μαραθώνα. Η λεκάνη απορροής του ορίζεται από τα όρη Πάρνηθα και Πεντέλη και έχει έκταση 185 km2. Το υδρογραφικό του δίκτυο είναι πολύπλοκο, ιδιαίτερα στον άνω ρου, όπου δέχεται μεγάλο πλήθος από χείμαρρους. Στο μέσο ρου έχει κατασκευαστεί από το 1931 ταμιευτήρας με σκοπό την ύδρευση της Αθήνας. Έντονη ρύπανση διαπιστώνεται στα ρέματα της περιοχής Θριασίου Ασπροπύργου. Το ρέμα Γιαννούλας μαζί με το ρέμα Μαύρης Ώρας σχηματίζουν λεκάνη η οποία χαρακτηρίζεται από βιομηχανικές και άλλες δραστηριότητες καθώς και από την επικοινωνία με το χώρο του ΧΥΤΑ Λιοσίων μέσω των υδάτων που κατεβαίνουν προς την περιοχή. Πρόσφατα διαπιστώθηκε από τους ειδικούς Επιθεωρητές Περιβάλλοντος του ΥΠΕΚΑ, έντονη ρύπανση και είναι απαραίτητο να ακολουθήσει ειδικό πρόγραμμα διαχείρισης και προστασίας. Ο Σαρανταπόταμος διασχίζει την κοιλάδα της Οινόης και το Θριάσιο Πεδίο και χύνεται στον Κόλπο της Ελευσίνας. Η λεκάνη απορροής του ορίζεται από τα όρη Πατέρας, Κιθαιρώνας, Πάστρα και Πάρνηθα και έχει έκταση 310 km2. Στον κύριο κλάδο συμβάλλουν και νερά άλλων χειμάρρων, με μεγαλύτερο κλάδο αυτόν που πηγάζει από τα όρη Πατέρας και Μακρό Όρος.

Σε ότι αφορά το Θριάσιο πεδίο και γενικότερα τη Δυτική Αττική το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής αποτελείται από τον Σαρανταπόταμο δυτικά, τορ.Γιαννούλαςνότια, τον Βοιωτικό Ασωπό βόρεια με την κλειστή καρστική λεκάνη των Σκούρτων και τον Κηφισό ανατολικά.Την περιοχή αυτή διαρρέουν πολλά ρέματα,μεταξύ των οποίων τα σημαντικότερααπό τα Ανατολικά προς τα Δυτικάείναι:το ρ.Αγ. Γεωργίου ή Γιαννούλας (με συμβάλλοντα το ρ. Μαύρης Ώρας και Διυλιστηρίων),το ρ. Αγ. Ιωάννου, ο χ. Σαρανταπόταμος, με

συμβάλλοντα (τα ρ. Μικρό και Μεγάλο Κατερίνη) και το ρ. Σούρες, (με συμβάλλοντα τα ρ. Αγ. Αικατερίνης και ρ. Λούτσας).

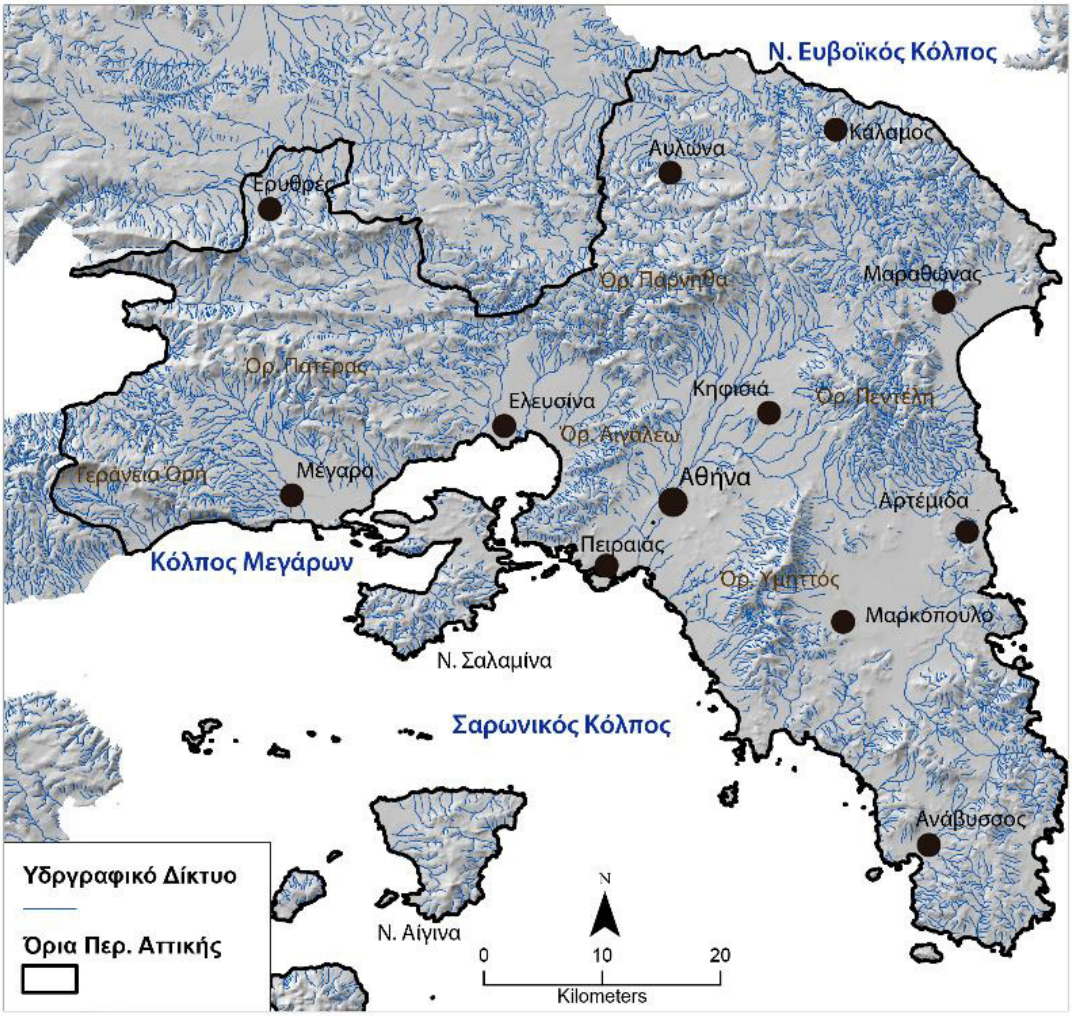
Τα ρέματααυτά καταλήγουν στη στενή παραλία Ασπροπύργου-Ελευσίνας μήκους περίπου 8,00kmκαι συγκεκριμένα,στο τμήμα από το ύψος των Κρατικών Διυλιστηρίων Ασπροπύργου μέχρι τα Διυλιστήρια Λάτση.Σήμερα,οι πεδινές κοίτες των ρεμάτων στο μεγαλύτερο τμήμα τους δεν έχουν επαρκή διατομή,με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται συχνά προβλήματα πλημμυρών τα οποία, όπως συμβαίνει συνήθως, εντοπίζονται εκεί όπου έχουν γίνει ανθρωπογενείς επεμβάσεις,δηλαδή αλλοίωση (καταπάτηση) της φυσικής κοίτης από κατασκευές, όχι πάντοτε παράνομες, από ανεπαρκείς οχετούς σε διασταυρώσεις με δρόμους ή ακόμη από τις λεγόμενες Ιρλανδικές διαβάσεις κλπ.

Τα σημαντικότερα προβλήματα όμως παρουσιάζονται στα τελευταία τμήματατων ρεμάτων, δηλαδή στις εκβολές. Στα τμήματα αυτά δεν υπήρχε πάντοτε σαφής κοίτη,αλλά κατά την διάρκεια πλημμυρών τα ρέματα κατελάμβαναν δίκην δέλτα μια μεγάλη σχετικά έκταση.Σήμερα,οι εκβολές προς τη θάλασσα όλων των χειμάρρων, με μόνη εξαίρεση το Σαρανταπόταμο, λόγω της έντονης δόμησης που αναπτύχθηκε μετά το 1950, έχουν εξαφανιστεί,με αποτέλεσμα τα πλημμυρικά νερά να μην έχουν διέξοδο και να προκαλούν τα γνωστά προβλήματα (π.χ. ο χ. Αγ. Ιωάννη στην Ν.Ε.Ο στην περιοχή της Χαλυβουργικής, ο Χ.Γιαννούλας στα Κρατικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου κλπ.). Μικρότερα ρέματα αλλά όχι ασήμαντα, καθώς διέρχονται μέσα από την αστική περιοχή του Ασπροπύργου, είναι τα ρέματα Γουρούνας και Αλατζά. Τορέμα Γουρούνας έχει σαφώς διαμορφωμένη κοίτη,ακόμα και στο μεγαλύτερο μήκος του πεδινού τμήματός του και εκβάλλει στη θάλασσα,στούψος του οικοπέδου της NISSAN. Το ρέμα Αλατζά έχει διαμορφωμένη κοίτη μέχρι το ύψος της σιδηροδρομικής γραμμής.

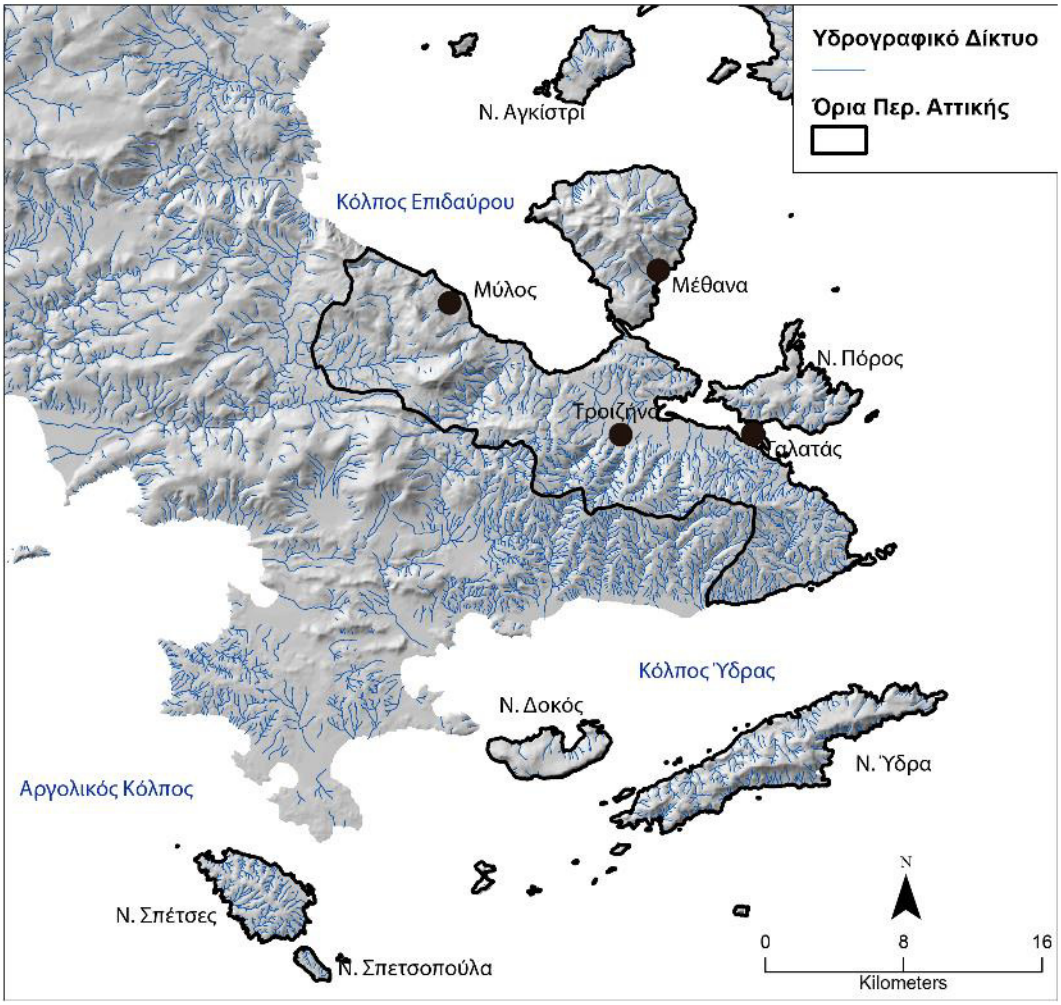
Σε ότι αφορά την περιοχή της Τροιζηνίας, αναπτύσσονται μικρές σε μέγεθος λεκάνες απορροής, με ρέματα εφήμερης ροής με μικρού μήκους κλάδους, τόσο στο τμήμα της Πελοποννήσου όσο και στα γύρω νησιά που ανήκουν στην περιοχή έρευνας.

Σε ότι αφορά τα Κύθηρα, η μεγαλύτερη υδρολογική λεκάνη του νησιού είναι αυτή του Ρέματος Περιστεριώνα, στην οποία ανήκουν και τα Ρέματα Μύλου και Μακρώνα, με έκταση 38.26 km2 (Πίνακας 2.2). Το ρ. Περιστεριώνα, μαζί με το ρ. Κακού Ποταμού (έκταση 21.6 km2), είναι οι μοναδικοί κλάδοι 5ης τάξης κατά Strahler αναπτύσσονται στο νησί. Μαζί με το ρ. Πλατύ, το ρ. Βλυχάδας και τον Κακό Ποταμό – ρ. Αγριοσυκιάς, αποτελούν τις κύριες λεκάνες απορροής που οι κλάδοι τους εκβάλλουν στον κόλπο του Αγ. Νικολάου.

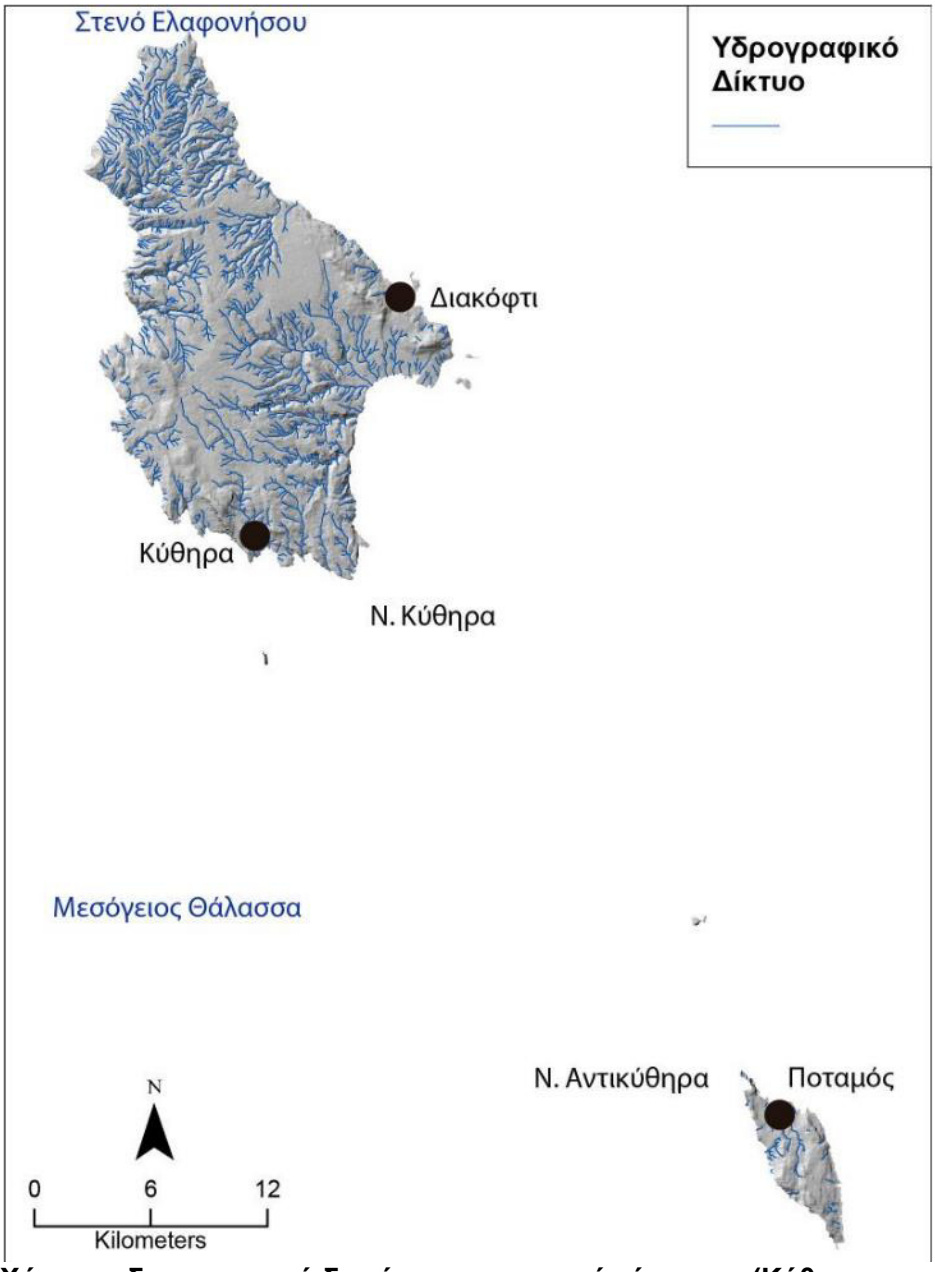
Η διάταξη του υδρογραφικού δικτύου και τα κύρια υδατορέματα στην περιοχή έρευνας παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες (Εικ. 2.10-2.12).



Εικ. 2.10. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου της περιοχής έρευνας (Αττική).



Εικ. 2.11. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου της περιοχής έρευνας (περιοχή Τροιζηνίας και νήσων).



Εικ. 2.12. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου της περιοχής έρευνας (Κύθηρα και Αντικύθηρα).

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, Ιδιαιτέρως 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 ρύπανσή των υδάτων οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα.

Οι ρυπαντικές πιέσεις λόγω των μεταλλευτικών και λατομικών δραστηριοτήτων είναισυγκριτικά μικρότερηκαθώς η ρύπανση που προκαλούν συνήθως περιορίζεται στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων στερεών. Ηυφαλμύρινση 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.

2.3.3 Υγρότοποι

Οι υγρότοποι είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη, μόνιμα ή προσωρινά κατακλυζόμενες από νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή τρεχούμενο, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό και περιλαμβάνουν επίσης εκείνες που καλύπτονται από θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά τη ρηχία δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα. Η αξία των υγροτόπων αντικατοπτρίζονται στα αγαθά και στις υπηρεσίες που προσφέρουν, ως αποτέλεσμα των λειτουργιών που επιτελούν, όπως να αποθηκεύουν νερό, να στηρίζουν μεγάλη βιολογική ποικιλότητα, να επιβραδύνουν την ταχύτητα του νερού και να μειώνουν την πλημμυρική παροχήαμβλύνοντας το πλημμυρικό πρόβλημα, να εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφορείς και να σταθεροποιούν τις ακτές. Οι λειτουργίες αυτές είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των διεργασιών (φυσικές, χημικές ή βιολογικές) που συμβαίνουν σε έναν υγρότοπο με τα δομικά στοιχεία του (τη γεωμορφολογία, την υδρολογία, το έδαφος, τη χλωρίδα και την πανίδα του υγροτόπου).

Οι υγρότοποι είναι τόποι υψίστης σημασίας για τη βιοποικιλότητα, καθώς η αξία τους στην κλίμακα του τοπίου είναι πολλαπλάσια της έκτασης που καλύπτουν, δεδομένου ότι στηρίζουν πλούσια τροφικά πλέγματα, είναι σταθμοί τροφοδοσίας για τα μεταναστευτικά πουλιά και φιλοξενούν σπάνια υδρόβια χλωρίδα και σπάνια πανίδα. Ένας σημαντικός αριθμός υγροτόπων της Αττικής έχει μέχρι σήμερα εξαφανιστεί ή είναι εξαιρετικά υποβαθμισμένος. Στην πλειονότητά τους οι εναπομείνασες υγροτοπικές περιοχές είναι μικρές, με σημαντικά όμως στοιχεία υγροτοπικών οικοτόπων, αναγκαία κατά το σχεδιασμό «πράσινων διαδρόμων» και ελεύθερων «χώρων άγριας ζωής» στο αστικό και περιαστικό περιβάλλον.

Οι 9 σημαντικότεροι υγροβιότοποι εντός των ορίων της περιοχής έρευνας (ΠΕΔΑ) είναι:

Λίμνη Μαραθώνα: Βρίσκεται στα βορειοανατολικά του Νομού Αττικής και ανήκει στο Δήμο Μαραθώνα. Αποτελεί βοηθητική πηγή υδροληψίας της ΕΥΔΑΠ, ενώ το φράγμα προσφέρει επίσης αντιπλημμυρική προστασία στις κατάντη περιοχές. Η ευρύτερη περιοχή της λίμνης του Μαραθώνα προστατεύεται από την Υπουργική Απόφαση Α5/2280/13-12-83 «Προστασία των νερών που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της περιοχής Πρωτεύουσας από ρυπάνσεις και μολύνσεις» (ΦΕΚ 720/Β/13.12.83).

Έλος Βραυρώνας: ανήκει στο Δήμο Μαρκόπουλου – Μεσογαίας. Στον υγρότοπο καταλήγει ο ποταμός Ερασινός οποίος έχει νερό καθ όλη τη διάρκεια του έτους. Αποτελεί περιοχή του δικτύου Natura 2000, σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ.

Έλος Σχινιά: Βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της Αττικής και ανήκει στο Δήμο Μαραθώνα. Είναι ο μεγαλύτερος παράκτιος υγρότοπος της Αττικής, με έκταση περίπου 7.500 στρέμματα. Αποτελεί ένα σύνθετο υδρολογικό σύστημα με εισροές από τη Μακάρια πηγή, τη βροχή και τη θάλασσα. Η περιοχή έχει χαρακτηρισθεί ως Εθνικό Πάρκο κι έχει ενταχθεί στο δίκτυο NATURA 2000 ως Ειδική Ζώνη Διατήρησης και ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας.

Εκβολή Ασωπού & Λιμνοθάλασσα Ωρωπού: Βρίσκονται στα βορειοανατολικά της Περιφέρειας Αττικής και ανήκουν στο Δήμου Ωρωπού. Εκκρεμεί η θεσμική οριοθέτηση της περιοχής ως υγροτόπου σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Νόμο 3937/2011 (άρθρο 20).

Έλος Λούτσας: Βρίσκεται στην Ανατολική Αττική και ανήκει στο Δήμο Σπάτων – Αρτέμιδας. Είναι ένας ρηχός παράκτιος υγρότοπος με υφάλμυρα επιφανειακά νερά, ελώδη βλάστηση και ταμαρίκωνες, τα οποία δημιουργούν ένα ιδιαίτερης αισθητικής αξίας τοπίο, έκτασης περίπου 180 στρεμμάτων. Εκκρεμεί η θεσμική οριοθέτηση της περιοχής ως υγρότοπου σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Νόμο 3937/2011 (άρθρο 20). Περιφερειακή

Λίμνη Βουλιαγμένη: Βρίσκεται στο νοτιοδυτικό άκρο του Νομού Αττικής και ανήκει στο Δήμο Βούλας – Βάρης – Βουλιαγμένης. Η Βουλιαγμένη είναι καρστική λίμνη και τροφοδοτείται από υπόγειες πηγές. Αποτελεί τμήμα της ευρύτερης περιοχής που έχει ενταχθεί στο Δίκτυο Natura 2000 ως Ειδική Ζώνη Διατήρησης, σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το έτος 2003 χαρακτηρίσθηκε ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης και έχουν καθοριστεί ζώνες προστασίας.

Έλος Βουρκάρι Μεγάρων: Βρίσκεται στη Δυτική Αττική και ανήκει στο Δήμο Μεγαρέων. Αναμένεται η ολοκλήρωση της ψήφισης του Π.Δ. για τον χαρακτηρισμό της περιοχής ως «Περιφερειακό Πάρκο».

Λίμνη Κουμουνδούρου: Βρίσκεται στη Δυτική Αττική, στη βόρειο πλευρά του κόλπου της Ελευσίνας και ανήκει στο Δήμο Ασπρόπυργου. Από το 1974 η λίμνη έχει κηρυχθεί ως αρχαιολογικός χώρος (ΦΕΚ 5/β/8-1-1974, Υ.Α./41/1/2-74). Τμήμα της λίμνης εμπίπτει σε καταφύγιο άγριας ζωής (ΦΕΚ

683/Β/24-5-1976). Ολόκληρη η λίμνη και 50 μ. περιφερειακά αυτής, χαρακτηρίστηκαν το έτος 1999 ως «Ζώνη Περιαστικού Πάρκου» (Ν.2742/1999). Εκκρεμεί η θεσμική προστασία της λίμνης ως Περιφερειακό Πάρκο, όπως προβλέπεται στο νέο Ρυθμιστικό Σχέδιο Αθήνας-Αττικής (παρ. 2 του άρθρου 5 του Ν. 3937/2011).

Υγρότοπος Ψάθας: Βρίσκεται στο δυτικότερο άκρο της Αττικής, στον Κορινθιακό κόλπο και ανήκει στο Δήμο Μάνδρας-Ειδυλλίας. Εκκρεμεί η θεσμική οριοθέτηση της περιοχής ως υγρότοπος, σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Νόμο 3937/2011 (άρθρο 20).

2.3.4 Δίκτυο Natura

Το Δίκτυο NATURA 2000 είναι ένα ευρύ Ευρωπαϊκό Δίκτυο προστατευόμενων φυσικών περιοχών για είδη χλωρίδας, πανίδας, πτηνών και οικοτόπων. Το Δίκτυο καλύπτει σχεδόν το 20% της έκτασης της Ευρωπαϊκής ηπείρου και χωρίζεται σε εννιά βιογεωγραφικές περιοχές, κάθε μία από τις οποίες έχει τη δική της χαρακτηριστική βλάστηση, κλίμα και γεωλογία. Σκοπός του δικτύου είναι να διασφαλίσει την μακροπρόθεσμη επιβίωση των πιο πολύτιμων και απειλούμενων ειδών και οικοτόπων της Ευρώπης. Οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εντός του δικτύου πρέπει να είναι αειφόρες και σε αρμονία με το φυσικό περιβάλλον. Αυτό συνεπάγεται ότι μεγάλος αριθμός δραστηριοτήτων εντός του δικτύου είναι εφικτές, όπως γεωργία, αλιεία και δασοκομία.

Οι περιοχές της Ελλάδας που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 είναι 359, κι έχουν έκταση 2.360.000 εκτάρια καλύπτοντας το 18% της χερσαίας επιφάνειας της Ελλάδας. Απ' αυτές 36 βρίσκονται στην Μακεδονία και τη Θράκη, 14 στη Θεσσαλία, 21 στην Ήπειρο, 45 στα Ιόνια νησιά και τη δυτική Ελλάδα, 24 στη στερεά Ελλάδα (εκτός Αττικής), 11 στην Αττική, 25 στην Πελοπόννησο, 83 στο Αιγαίο και 43 στην Κρήτη.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.2) παρουσιάζονται οι κύριες περιοχές Naturatης περιοχής έρευνας.

Πίνακας 2.2. Προστατευόμενες περιοχές Natural Αττικής.

α/α	Ονομασία
1	Εθνικό πάρκο Σχινιά - Μαραθώνα
2	Βραβρώνα – Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη
3	Σούνιο – Νησίδα Πατρόκλου και παράκτια θαλάσσια ζώνη
4	Υμηττός – Αισθητικό δάσος Καισαριανής – Λίμνη Βουλιαγμένης
5	Όρος Υμηττός
6	Όρη Γεράνεια

7	Αντικύθηρα – Πρασσονήσι και Λαγούβαρδο
8	Νησίδες Κυθήρων
9	Νησίδες Μυρτώου Πελάγους
10	Περιοχή Λεγρενών

Επιπλέον των ανωτέρω, στο ΥΔ Αττικής εντοπίζονται, δύο (2) Εθνικοί Δρυμοί (Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας και Σουνίου), ένα (1) Εθνικό Πάρκο (Εθνικό Πάρκο Σχινιά – Μαραθώνα), δεκατρία (13) Καταφύγια Άγριας Ζωής (ΚΑΖ), ένα (1) Αισθητικό δάσος (το Δάσος Καισαριανής Αττικής), μία (1) Ειδικά Προστατευόμενη Περιοχή σύμφωνα με τη Σύμβαση της Βαρκελώνης (Πρωτόκολλο 4 «περί των ειδικά προστατευόμενων περιοχών της Μεσογείου»), ο «Εθνικός Δρυμός Σουνίου», δεκατέσσερα (14) Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (ΤΙΦΚ), πέντε (5) Μικροί Νησιωτικοί Υγρότοποι του ΠΔ (ΦΕΚ 229/ΤΑΑΠΘ/19.06.2012).

2.3 Γεωλογία και υδρογεωλογία

2.3.1 Εισαγωγή

Σε γενικές γραμμές η γεωλογική δομή του της Αττικής περιλαμβάνει μεταλπικούς 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, στιςνότιες 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 κλαστικά 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 κατωτέρου 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 αποτεθεί 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 (Papanikolaou 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 σύστηματης ενότητας, αντιστοιχεί σ'ένα σύνθετο πετρολογικό σύνολο - μείγμα (melange) πετρωμάτων, που αποτελείται από περισσοτέρους 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 προηγουμένων 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

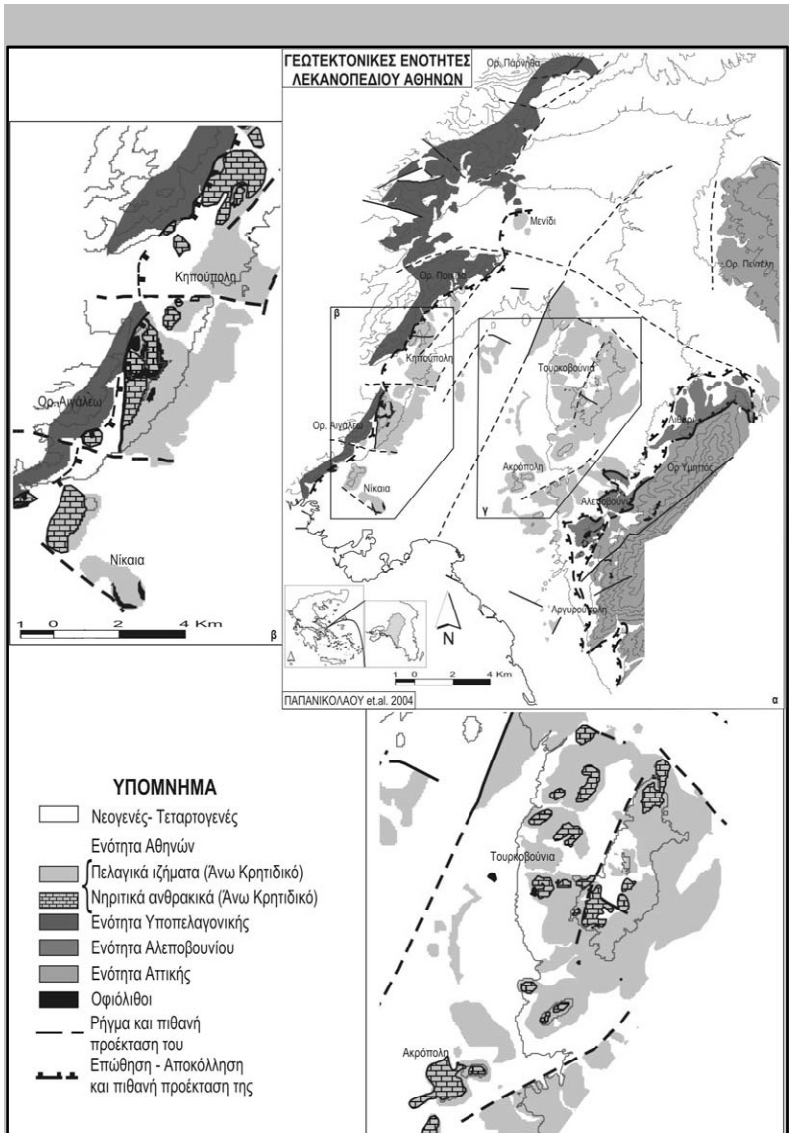
Οι αλπικοί σχηματισμοί που δομούν το μεγαλύτερο μέρος του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, διακρίνονται στις κάτωθι γεωτεκτονικές ενότητες, οι οποίες παρουσιάζονται με την μορφή τεκτονικών καλυμμάτων, επωθημένες η μία πάνω στην άλλη (από την κατώτερη προς την ανώτερη). Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή 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 2.13. 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. Υπέρκειται 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).

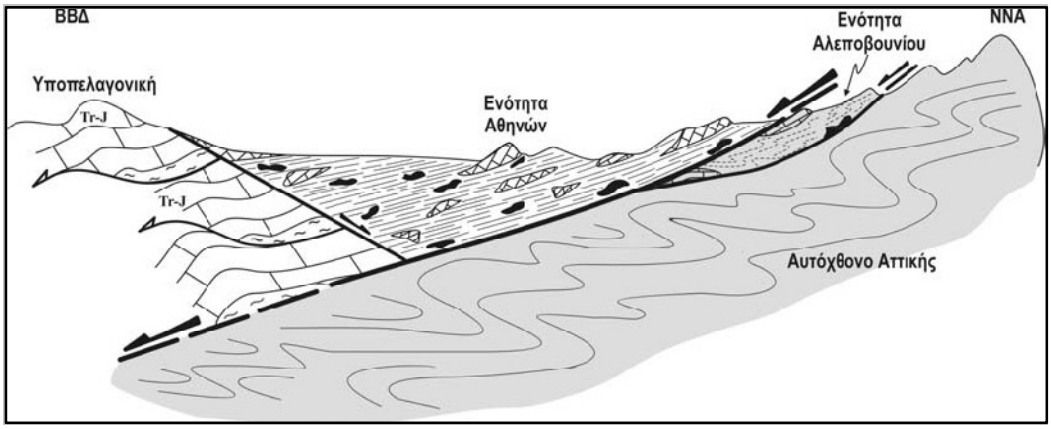
*Κύριος Σχηματισμός Ενότητας:*Αποτελείται από ασβεστόλιθους και δολομιτικούς ασβεστόλιθους, νηριτικής φάσεως, ενώ αποτελούν προς τα άνω την κανονική συνέχεια του προαναφερθέντος κλαστικού σχηματισμού βάσης.

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 μεταλπικές 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.

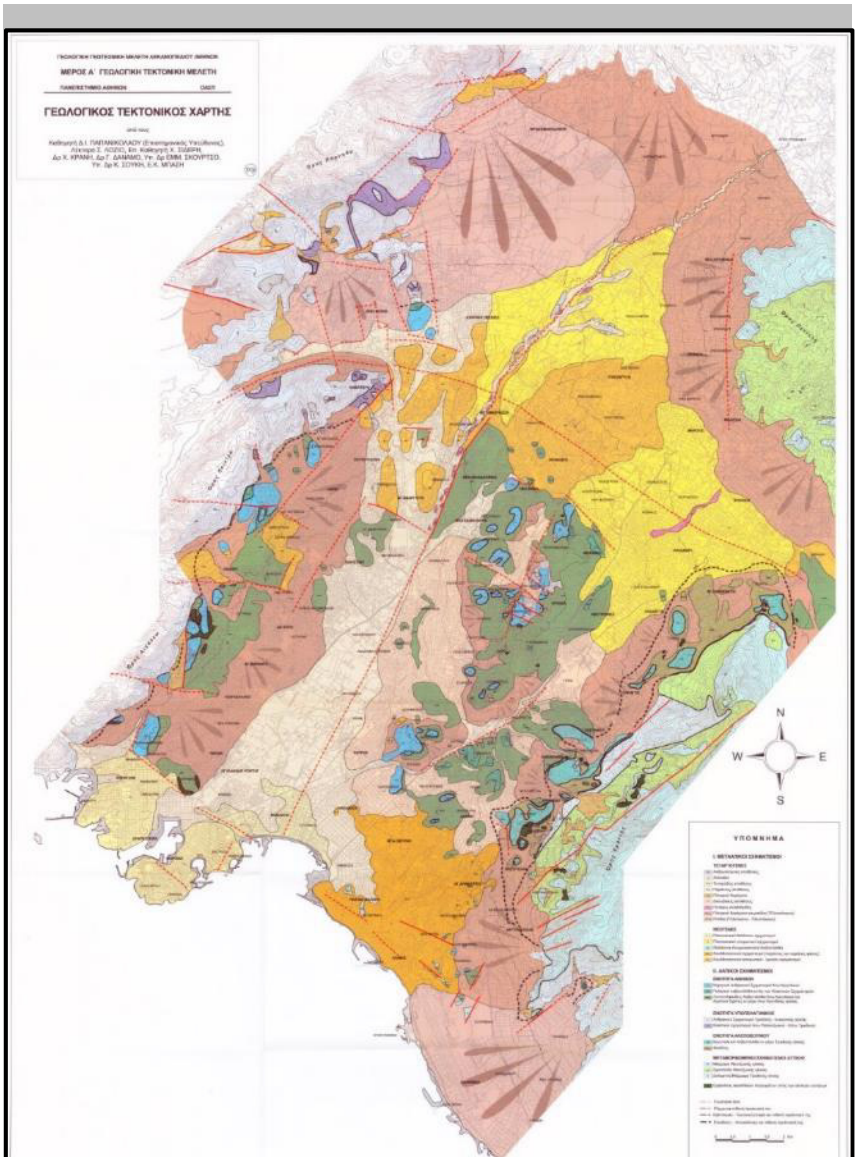
Ανώτερο Τεκτονικό Κάλυμμα: Συνίστανται από λευκούς συμπαγείς ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους Άνω Κρητιδικής ηλικίας και νηριτικής φάσεως, οι οποίοι καταλαμβάνουν κυρίως τις κορυφές των λόφων Φιλοπάππου, Σικελίας, Άρειου Πάγου, Ακροπόλεως, Λυκαβηττού, Στρέφη και Τουρκοβουνίων.

*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.



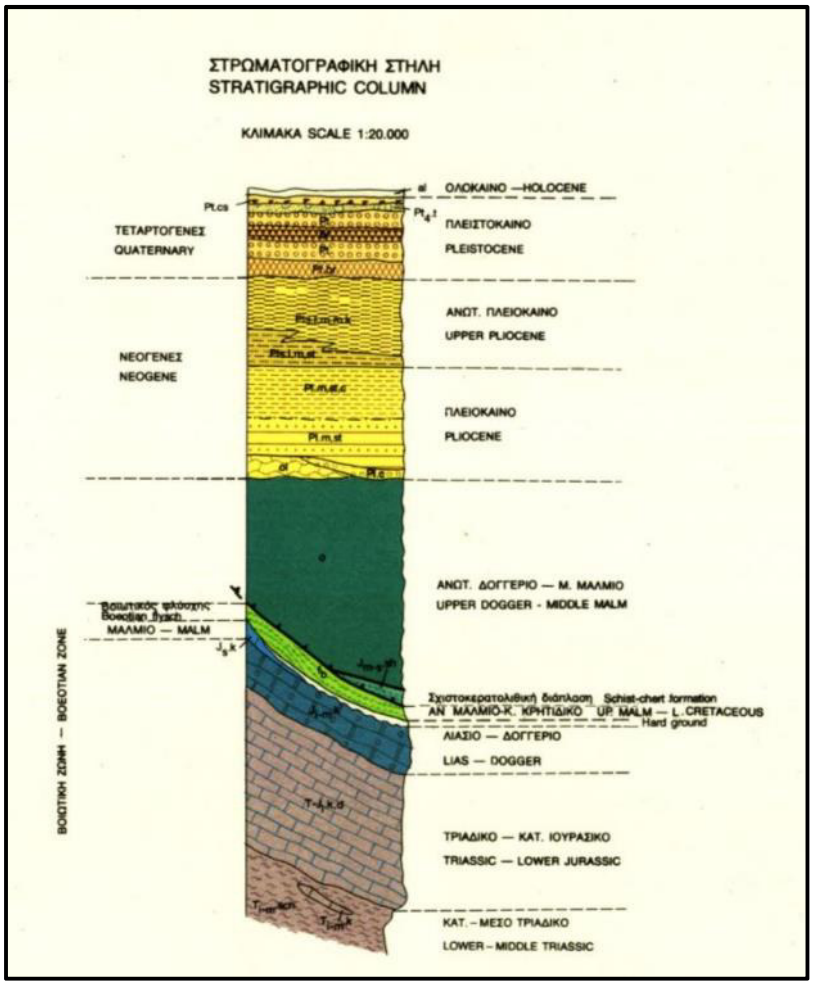
Εικόνα 2.14.Γεωλογική Δομή Λεκανοπεδίου Αθηνών (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α., 2004α).



Εικόνα 2.15. Γεωλογικός – Τεκτονικός Χάρτης Λεκανοπεδίου Αττικής (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α., 2002)

Βοιωτική Ζώνη: Χαρακτηριστικό της αποτελεί ο Βοιωτικός Φλύσχης, ο οποίος υπέρκεινται της Σχιστοκερατολιθικής Διάπλασης ηλικίας Ανώτερο Δογγέριο-Μέσο Μάλμιο. Σε αυτούς τους σχηματισμούς παρεμβάλλονται ή επίκεινται τεκτονικά υπερβασικά πετρώματα. Ασβεστόλιθοι Λιασίου – Δογγερίου υπόκεινται της Σχιστοκερατολιθικής διάπλασης.Κατά το Μέσο – Άνω Τριαδικό έως το Κατώτερο

Ιουρασικό εντοπίζονται Ασβεστόλιθοι και Δολομίτες, ενώ κατά το Κατώτερο – Μέσο Τριαδικό ένα σύμπλεγμα από κερατόλιθους, ψαμμίτες και σχιστόλιθους. Ο συγκεκριμένος σχηματισμός απαντά στη δυτική Αττική.



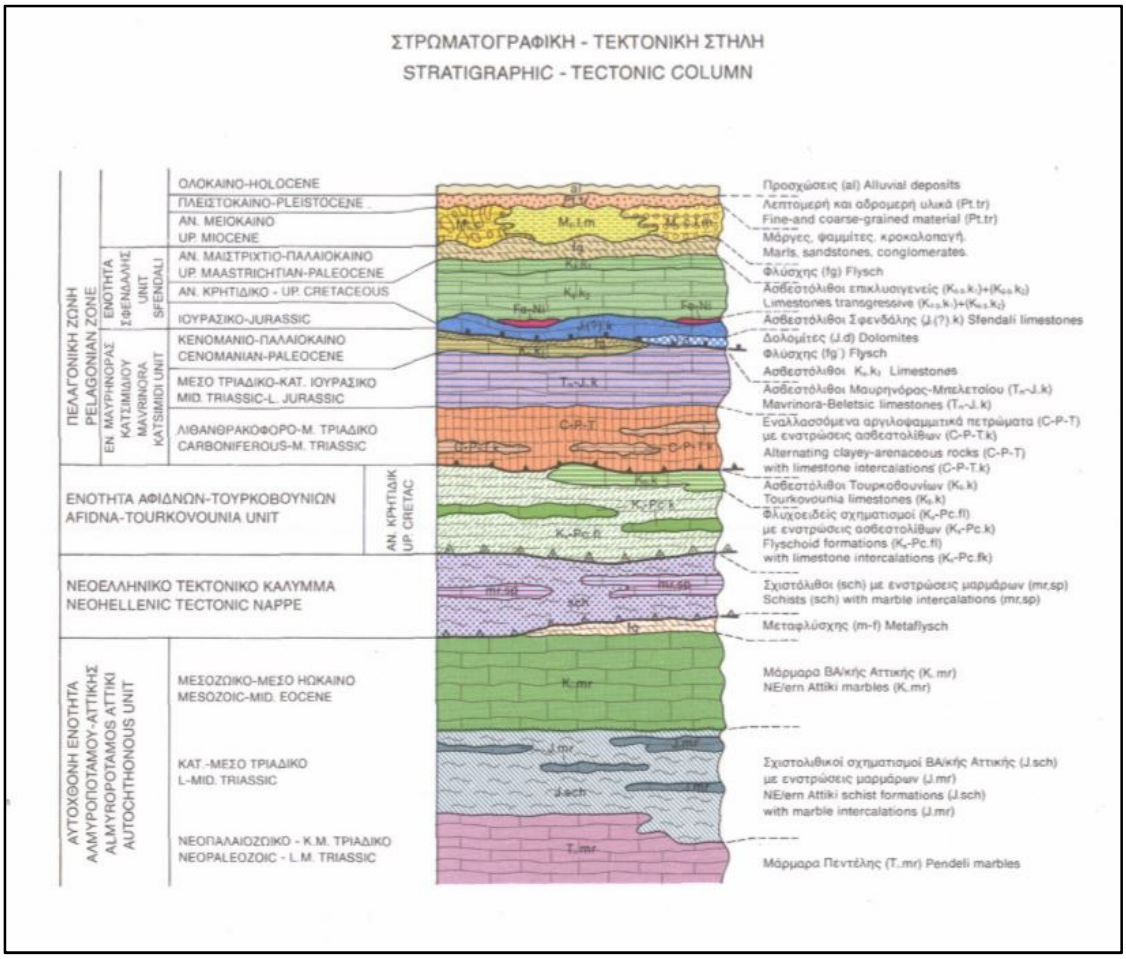
Εικ. 2.16. Στρωματογραφική στήλη βοιωτική ζώνη.

Εντοπίζεται ακόμη μια σειρά εναλλασσόμενων αργιλοψαμμιτικών πετρωμάτων με ενστρώσεις ασβεστολίθωνηλικίας Λιθανθρακοφόρο - Πέρμιο.

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. 2.17. Περιγραφική στρωματογραφική στήλη Λεκανοπεδίου Αθηνών.

2.3.3 Νεογενενείς σχηματισμοί

Θαλάσσιοι Σχηματισμοί: Η κύρια εμφάνιση αυτών των σχηματισμών (Πλειοκαινικής ηλικίας) εντοπίζεται στην περιοχή της Πειραϊκής χερσονήσου και

αποτελούνται από κίτρινες ψαμμιτικές μάργες, 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 ριπιδίου και χαρακτηρίζονται από εναλλαγές αδρομερών και λεπτομερών υλικών.

2.3.5. Γεωλογία Κυθήρων

Στην Περιοχή των Κυθήρων εντοπίζονται αλπικοί σχηματισμοί τριών διαφορετικών ενοτήτων:

Ενότητα Πίνδου: Όπου απαντώνται ο Φλύσχης Πίδου , Ανωκρητιδικοί Ασβεστόλιθοι, Ερυθρές μάργες που ονομάζονται πρώτος φλύσχης, Ερυθροί Πηλίτες, Ραδιολαρίτες και Πηλίτες Καστελίου, καθώς και Κλαστικά Τριαδικού.

Ενότητα Τρίπολης: Κατά το Ηώκαινο εντοπίζονται ασβεστόλιθοι και Δολομιτικοί Ασβεστόλιθοι, στο Παλαιόκαινο παχυστρωματώδεις Ασβεστόλιθους κατά το Ιουρασικό και Κρητιδικό απαντώνται Δολομιτικοί Ασβεστόλιθοι και Δολομίτες. Χαρακτηρίζτικό της ενότητας αποτελεί η ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά που ονομάζεται Στρώματα Τυρού.

Ενότητα Άρνας: Επικρατούν σχιστόλιθοι και χαλαζίτες.

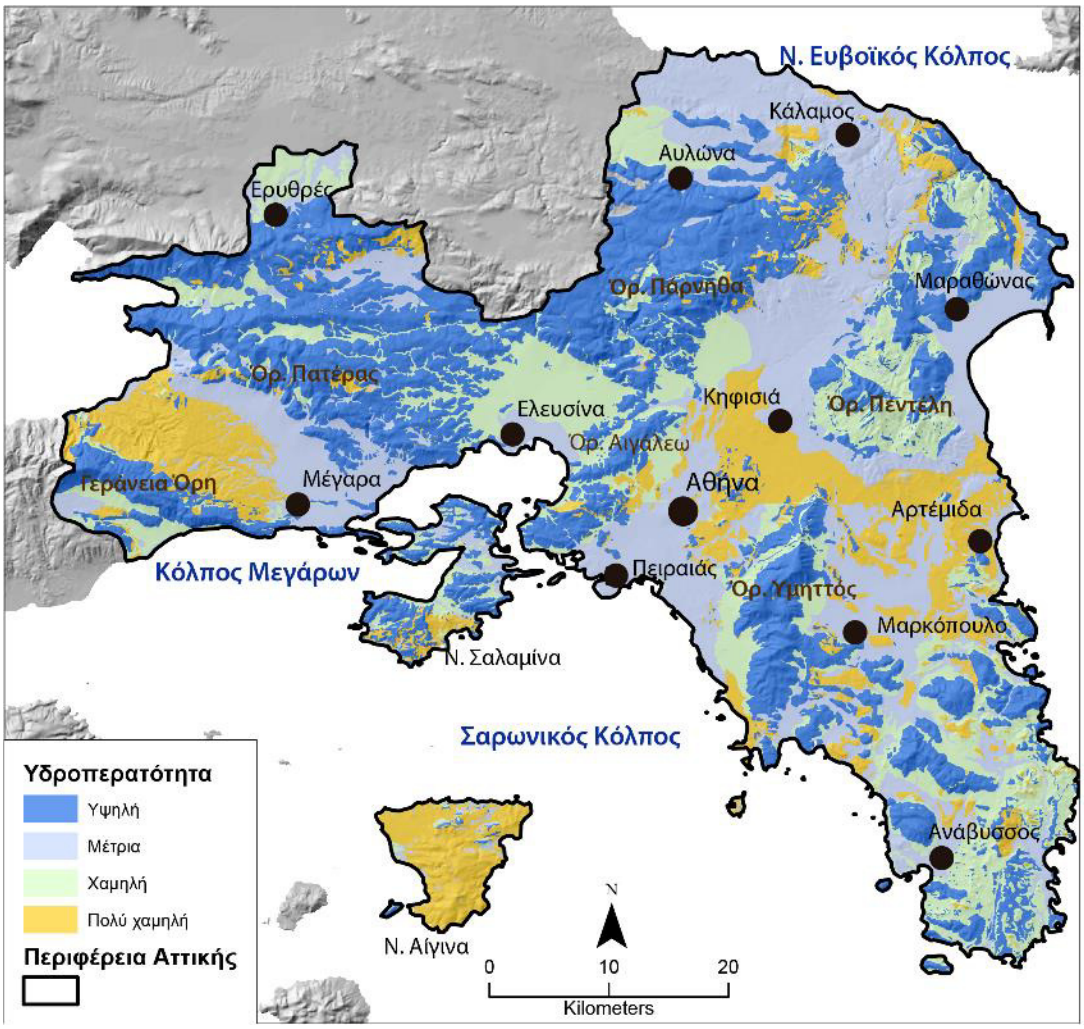
Εικ. 2.18 Γενική στρωμογραφική στήλη (απλοποιημένη) των Κυθήρων.

2.3.6 Υδρογεωλογία

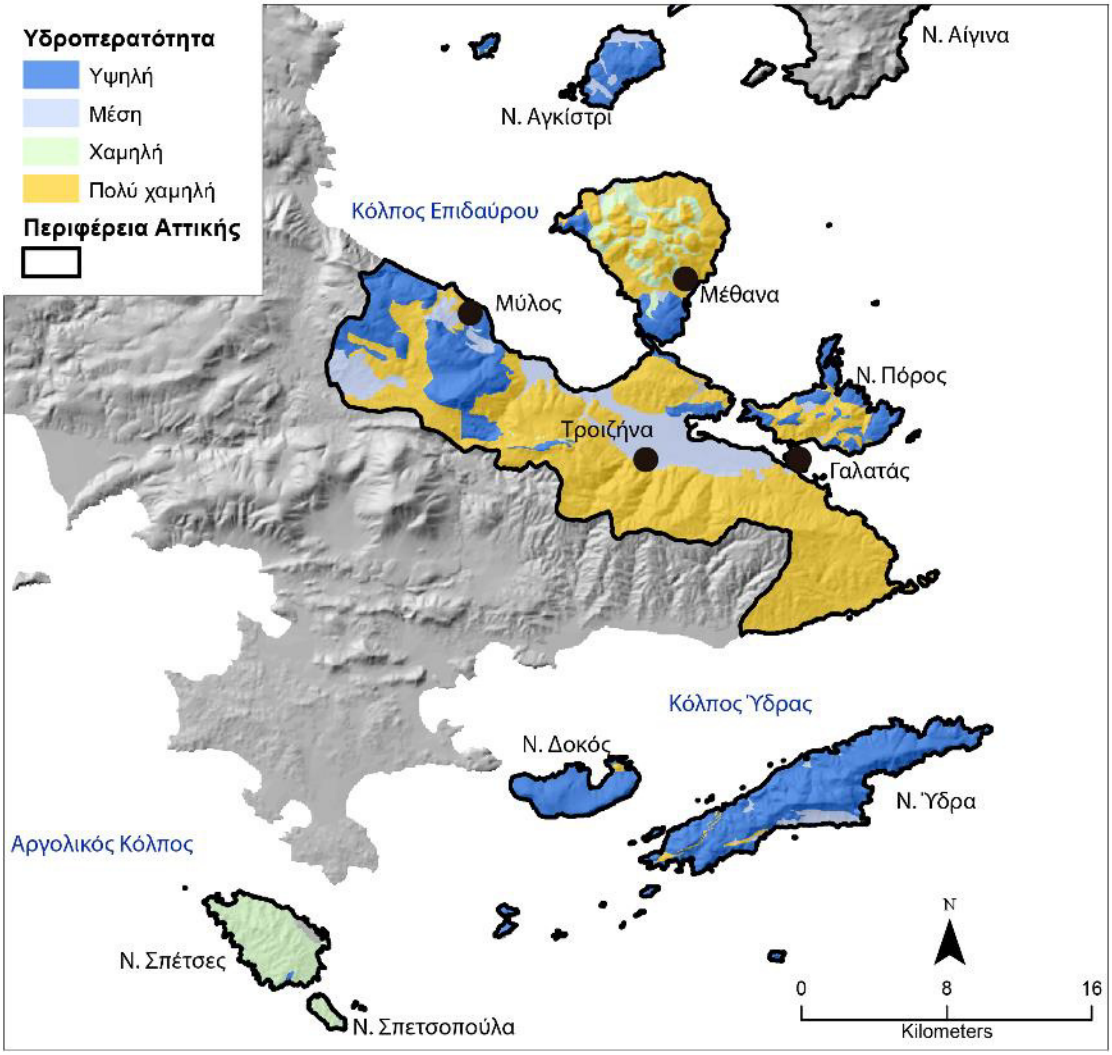
Στην ευρύτερη περιοχή του της Αττικής αναπτύσσονται τρία είδη υδροφόρων συστημάτων, το πρώτο μέσα στις τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις (κοκκώδες σύστημα), το δεύτερο μέσα στα υδροπερατά μάρμαρα και στους ασβεστόλιθους (καρστικό σύστημα) και το τρίτο, τοπικά στην μάζα τεκτονισμένων πυριγενών πετρωμάτων, 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 αλλεπάλληλους υδροφόρους ορίζοντες, 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 (Εικ.2.19-2.21).



Εικ. 2.19. Υδρολιθολογικός χάρτης της περιοχής έρευνας.

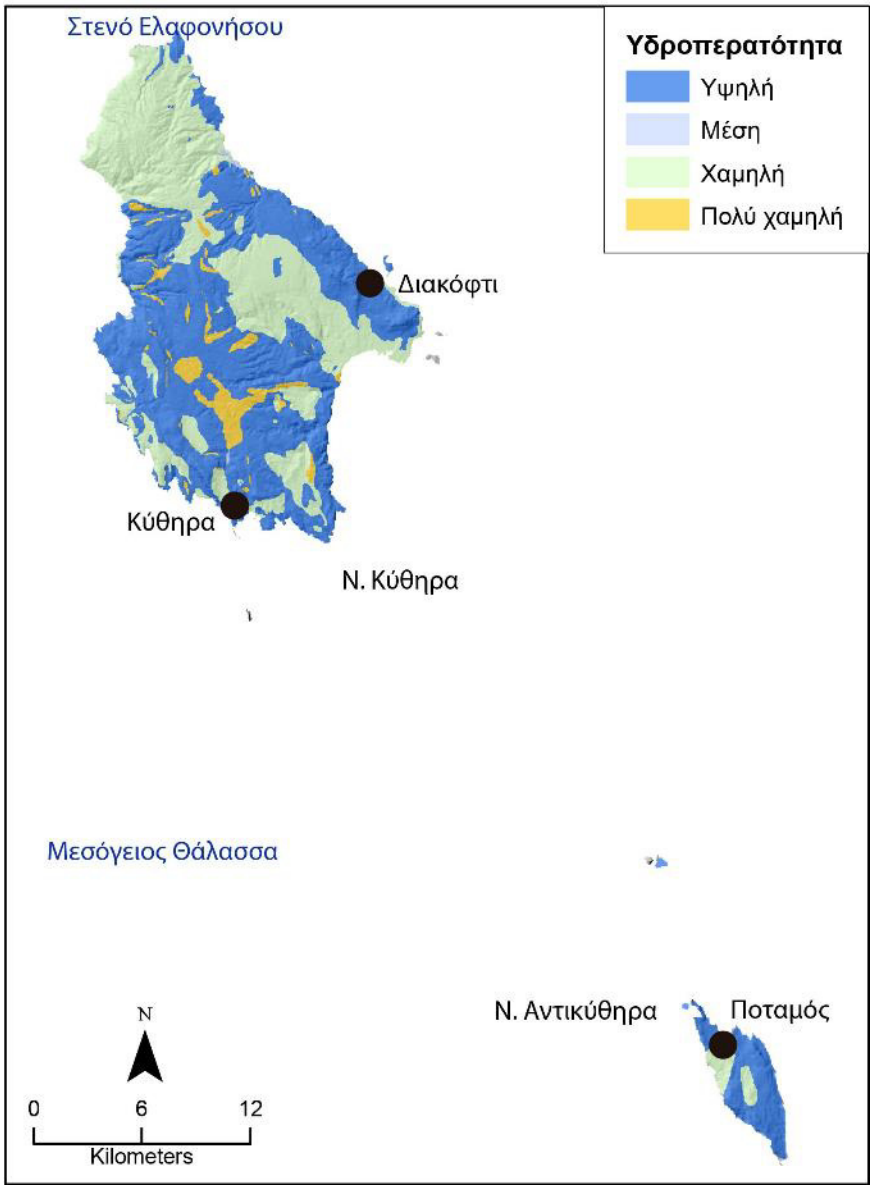


Εικ. 2.20. Υδρολιθολογικός χάρτης της περιοχής Τροιζηνίας

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%).

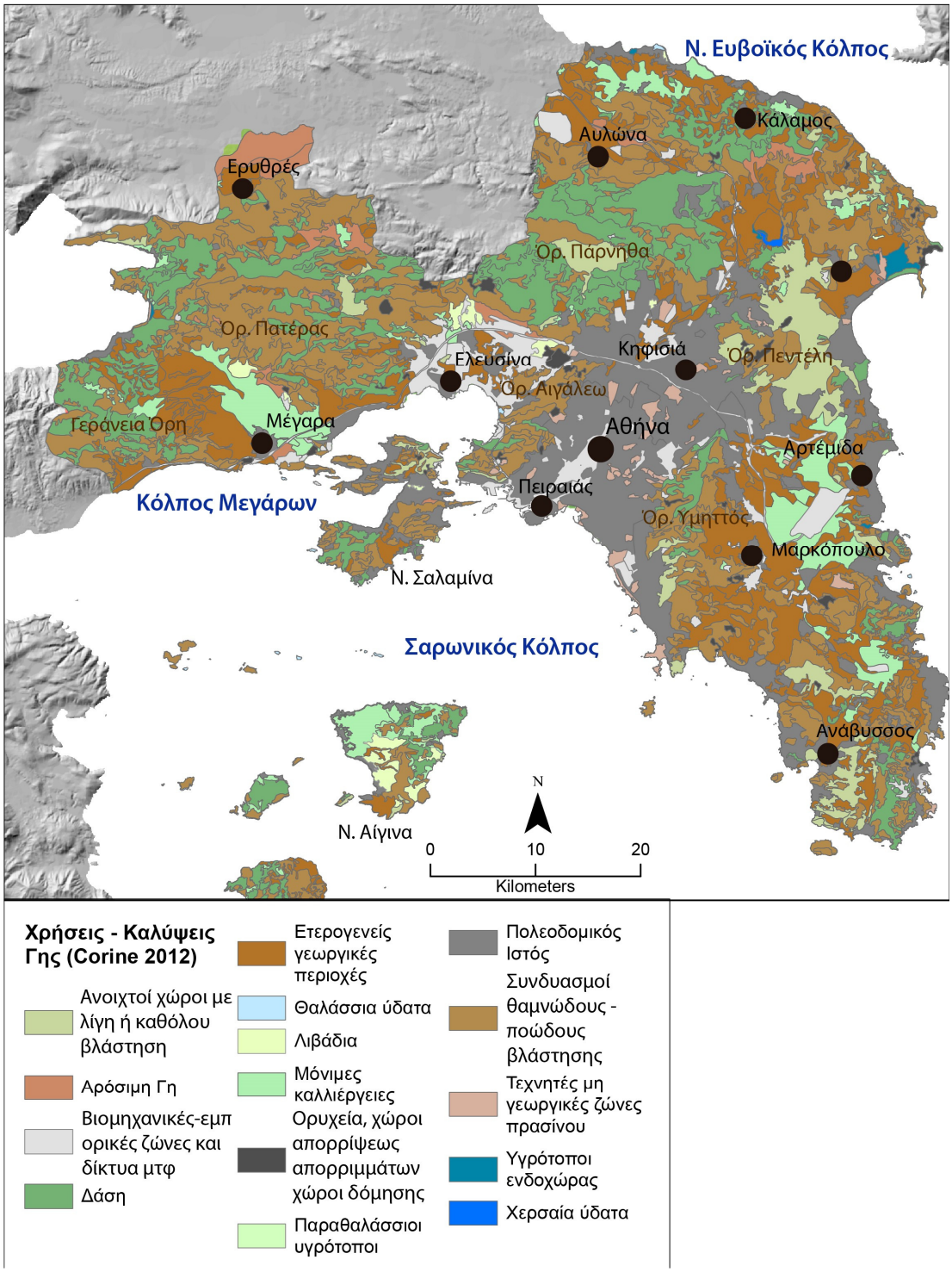


Εικ. 2.21. Υδρολογιθολοιγκός χάρτης Κυθήρων

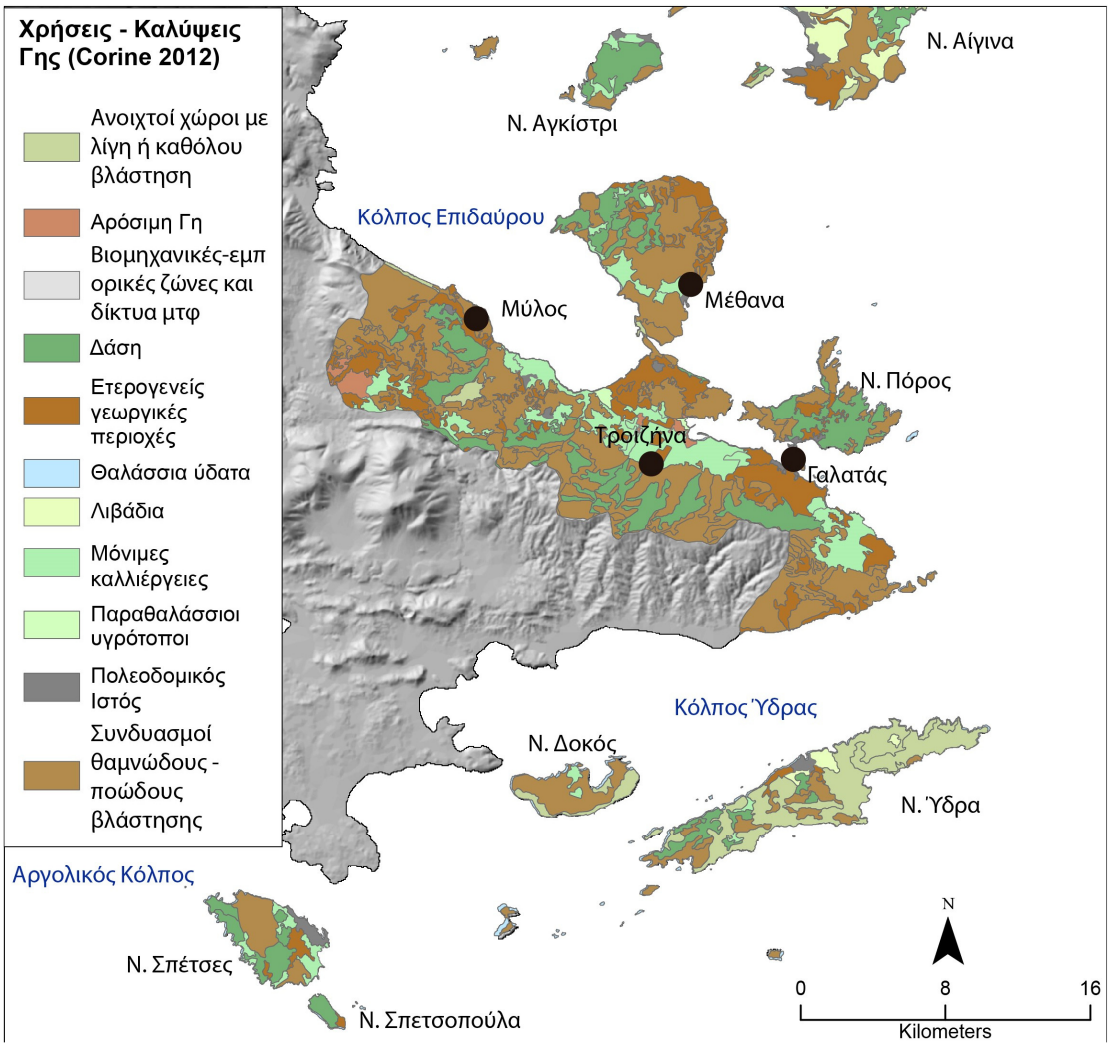
Σε ότι αφορά τα Κύθηρα, σύμφωνα με τα στοιχεία του προγράμματος CORINE για το έτος 2012, στο νησί των Κυθήρων κατεγράφησαν (MedINA report, Ιούνιος 2017) στην κατηγορία των γεωργικών περιοχών, ελαιώνες σε ποσοστό 11,31%, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας σε ποσοστό 8,26%, γη που καλύπτεται

κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης (7,49%), ενώ τα λιβάδια αποτελούν το 3,17% της έκτασης και η μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη το 3,13%,«τεχνητές επιφάνειες» (διακοπτόμενη αστική δόμηση, αεροδρόμια, χώροι οικοδόμησης) σε ποσοστό 1,75% της έκτασής του,, εκτάσεις δασών και ημιφυσικών περιοχών, που φαίνεται να καταλαμβάνουν μεγάλο τμήμα του νησιού, με τη σκληροφυλλική βλάστηση να επικρατεί σε ποσοστό 38,35% επί του συνόλου του νησιού, ενώ ακολουθούν οι εκτάσεις με αραιή βλάστηση (17,11%) και στην υπόλοιπη έκταση, μικτό δάσος (4,68%), φυσικοί βοσκότοποι (2,36%), απογυμνωμένοι βράχοι (1,63%), μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις (0,60%) και δάση πλατύφυλλων και κωνοφόρων (0,16%).

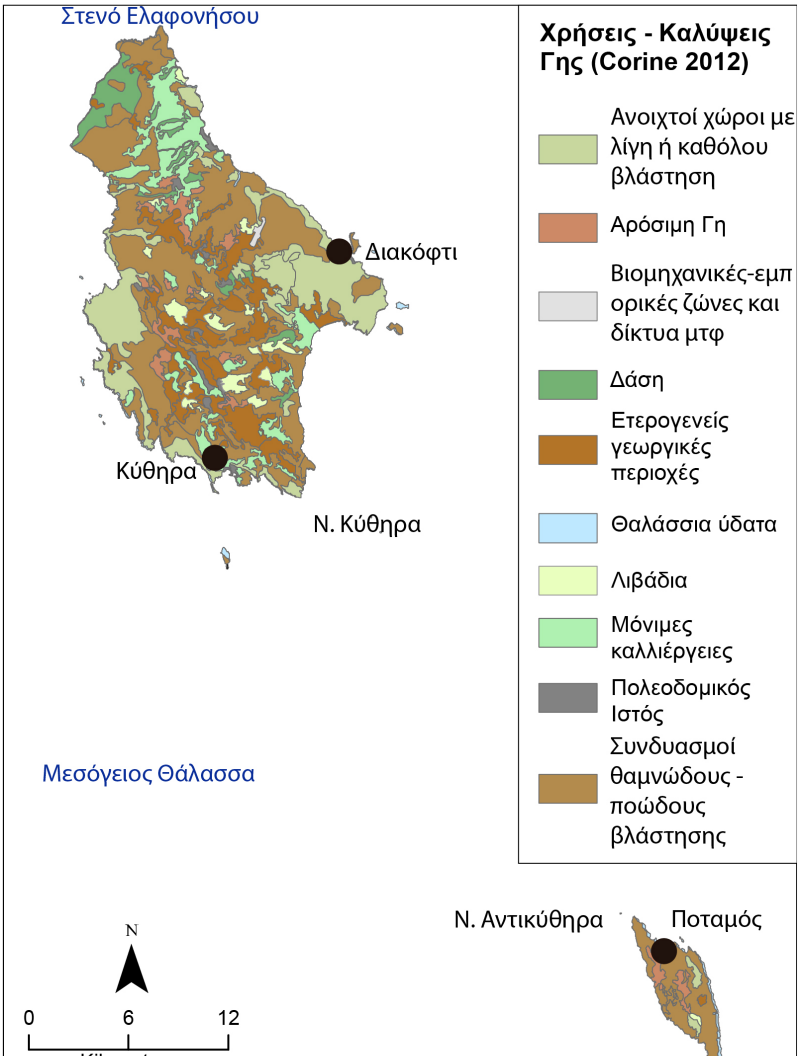
Χάρτες με την χωρική κατανομή των χρήσεων γης στην περιοχή έρευνας παρουσιάζονται παρακάτω (Εικ. 2.22-2.24).



Εικ. 2.22. Χωρική κατανομή της κάλυψης γης στην Αττική, σύμφωνα με το Corine 2012.



Εικ. 2.23. Χωρική κατανομή της κάλυψης γης στην περιοχή της Τροιζηνίας και την περιφέρεια νήσων, σύμφωνα με το Corine 2012.



Εικ. 2.24. Χωρική κατανομή της κάλυψης γης στα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα, σύμφωνα με το Corine 2012.

2.5 Υποδομές

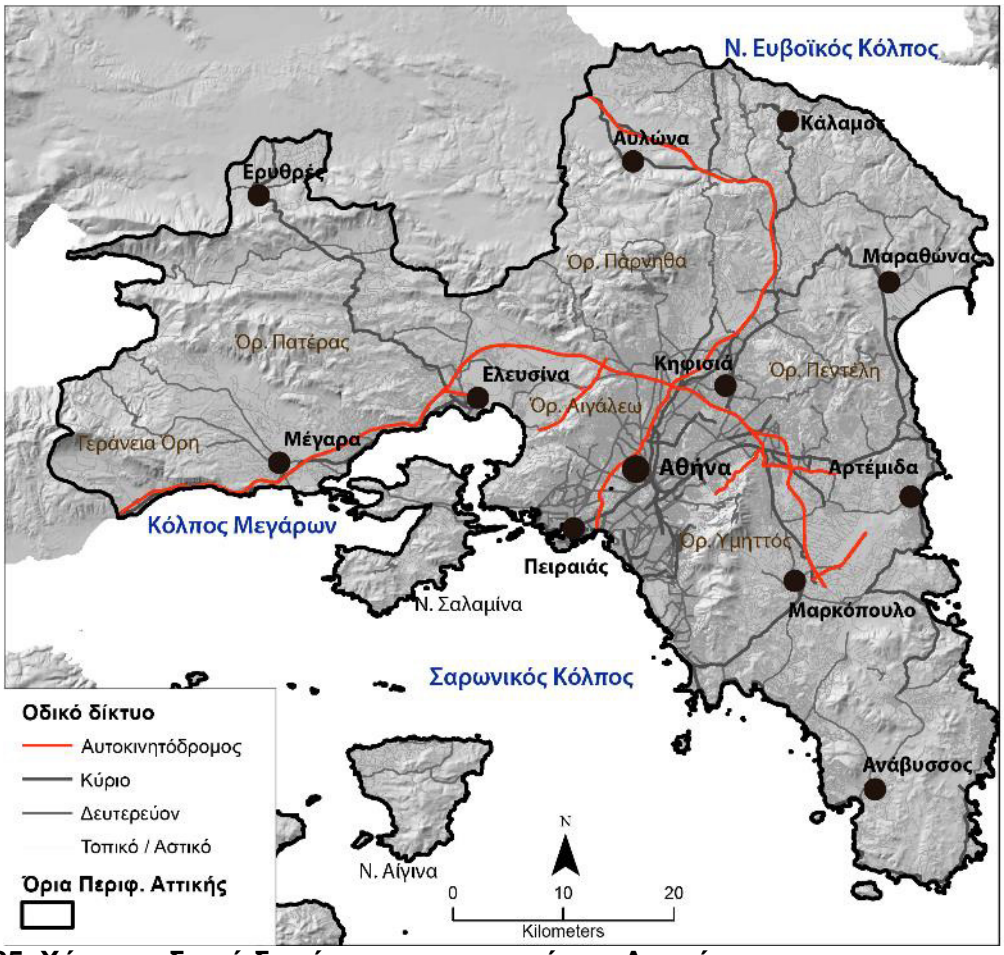
Στην Αττικήείναι ανεπτηγμένο ένα εξαιρετικά εκτεταμένο οδικό δίκτυο και δίκτυο μεταφορών με πολυάριθμα αεροδρόμια και ελικοδρόμια, λιμάνια και άλλες υποδομές μεταφορών. Συγκεκριμένα σε ότι αφορά το οδικό δίκτυο, εντοπίζονται οι εξής οδικοί άξονες: 1) Αυτοκινητόδρομος Α1 (ή 1)Εύζωνοι – Θεσσαλονίκη – Λάρισα – Λαμία – Αθήνα – Πειραιάς, 2) Αυτοκινητόδρομος Α6 (ή 6) Ελευσίνα – Ασπρόπυργος – Άνω Λιόσια – Αμαρούσιο – Γέρακας – Παλλήνη – Κορωπί – Μαρκόπουλο, καθώς και οι εξής κάθετοι άξονες: Α61Μαρκόπουλο – Καλύβια – Κερατέα – Λαύριο (υπό μελέτη), Α62 Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος – Κορωπί, Α63 Ηλιούπολη – Υμηττός – Παιανία (υπό μελέτη), Α64 Αργυρούπολη – Ηλιούπολη – Αγ. Παρασκευή – Παλλήνη – Πικέρμι, Α65 Άνω Λιόσια – Αιγάλεω – Ασπρόπυργος και Α642 Χαλάνδρι – Δουκίσσης Πλακεντίας – Αγ. Παρασκευή, 3) Αυτοκινητόδρομος Α8 Ελευσίνα – Μέγαρα – Κόρινθος – Αίγιο – Ρίο, 4) Οδός Ταχείας Κυκλοφορίας 89 Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος – Λαύριο, 5) Οδός Ταχείας Κυκλοφορίας 91 Λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού, 6) Εθνική Οδός 1 Αθήνα – Δεκέλεια – Αταλάντη – Καμένα Βούρλα – Θερμοπύλες – Λαμία – Στυλίδα – Αλμυρός – Βελεστίνο – Λάρισα – Τέμπη – Κατερίνη – Αλεξάνδρεια – Ν. Χαλκηδόνα – Γέφυρα – Πολύκαστρο – Εύζωνοι, 7) Εθνική Οδός 3 Ελευσίνα – Θήβα – Λιβαδειά – Μπράλος – Λαμία – Φάρσαλα – Λάρισα – Τύρναβος – Ελασσόνα – Σέρβια – Κοζάνη – Πτολεμαΐδα – Βεύη – Φλώρινα – Νίκη (σύνορα), 8) Εθνική Οδός 8Αθήνα – Κόρινθος – Ξυλόκαστρο – Δερβένι – Αίγιο – Ρίο – Πάτρα, 9) Εθνική Οδός 54Αθήνα – Σταυρός – Ραφήνα 10) Εθνική Οδός 56 Αθήνα – Πειραιάς, 11) Εθνική Οδός 58Οδός Αεροδρομίου Ελευσίνας, 12) Εθνική Οδός 81Άνοιξη – Καπανδρίτι – Κάλαμος, 13) Εθνική Οδός 83Αθήνα – Κηφισιά – Άνοιξη – Μαραθώνας – Ραφήνα, 14) Εθνική Οδός 85Ραφήνα – Πόρτο Ράφτη – Λαύριο, 15) Εθνική Οδός 87Γλυκά Νερά – Παλλήνη – Χριστούπολη – Σπάτα, 16) Εθνική Οδός 89Σταυρός – Παιανία – Μαρκόπουλο – Λαύριο – Προέκταση προς Κ. Ποσειδωνία – Σούνιο και 17) Εθνική Οδός 91Αθήνα – Λεωφ. Συγγρού – Γλυφάδα – Βουλιαγμένη – Βάρκιζα – Λαγονήσι – Σαρωνίδα – Παλ. Φώκαια – Σούνιο – Προέκταση προς Κ. Ποσειδωνία – Λαύριο. Επίσης, διέρχονται οι εξής σιδηροδρομικές γραμμές: 1) Σιδηρόδρομοι Πειραιώς – Αθηνών – Πελοποννήσου (Σ.Π.Α.Π.) και συγκεκριμένα η Γραμμή 1: Πειραιάς – Αθήνα – Κόρινθος – Πάτρα – Κυπαρισσία – Ζευγολατιό – Καλάμια και 2) Σιδηρόδρομοι Ελληνικού Κράτους (Σ.Ε.Κ.) και συγκεκριμένα ο Κλάδος 1: Πειραιάς – Αθήνα – Λάρισα – Ελληνοτουρκικά Σύνορα (Εικ. 2.25).

Εντός των ορίων της Αττικής, απαντώνται έντεκα κύρια επιβατικά και εμπορικά λιμάνια: (Λιμένας Πειραιώς, Λιμένας Ελευσίνας, Λιμένας Ραφήνας, Λιμένας Αγίας Μαρίνας,Λιμένας Λαυρίου, Λιμένας Σκάλας Ωρωπού, Λιμένας Παλουκίων (Σαλαμίνα), Λιμένας Σεληνίων (Σαλαμίνα), Λιμένας Μεγαλοχωρίου (Αγκίστρι), Λιμένας Αίγινας και Λιμένας Αγία Μαρίνα (Αίγινα). Στο υδατικό διαμέρισμα Αττικής και εντός των ορίων της ΖΔΥΚΠ GR06RAK0006 εντοπίζεται το Φράγμα του Μαραθώνα, επί του ποταμού Χάραδρου, στο σημείο που διασταυρώνεται με τον ποταμό Βαρνάβα. Τέλος, εντός των ορίων της Αττικής, εντοπίζονται εννέα εν ενεργεία και τέσσερις αδρανείς Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), ένας σε λειτουργία και δύο ανενεργοί ΧΥΤΑ, εφτά (7) ανενεργοί, δεκατέσσερις (14) αποκατεστημένοι και δύο (2) ενεργοί ΧΑΔΑ.

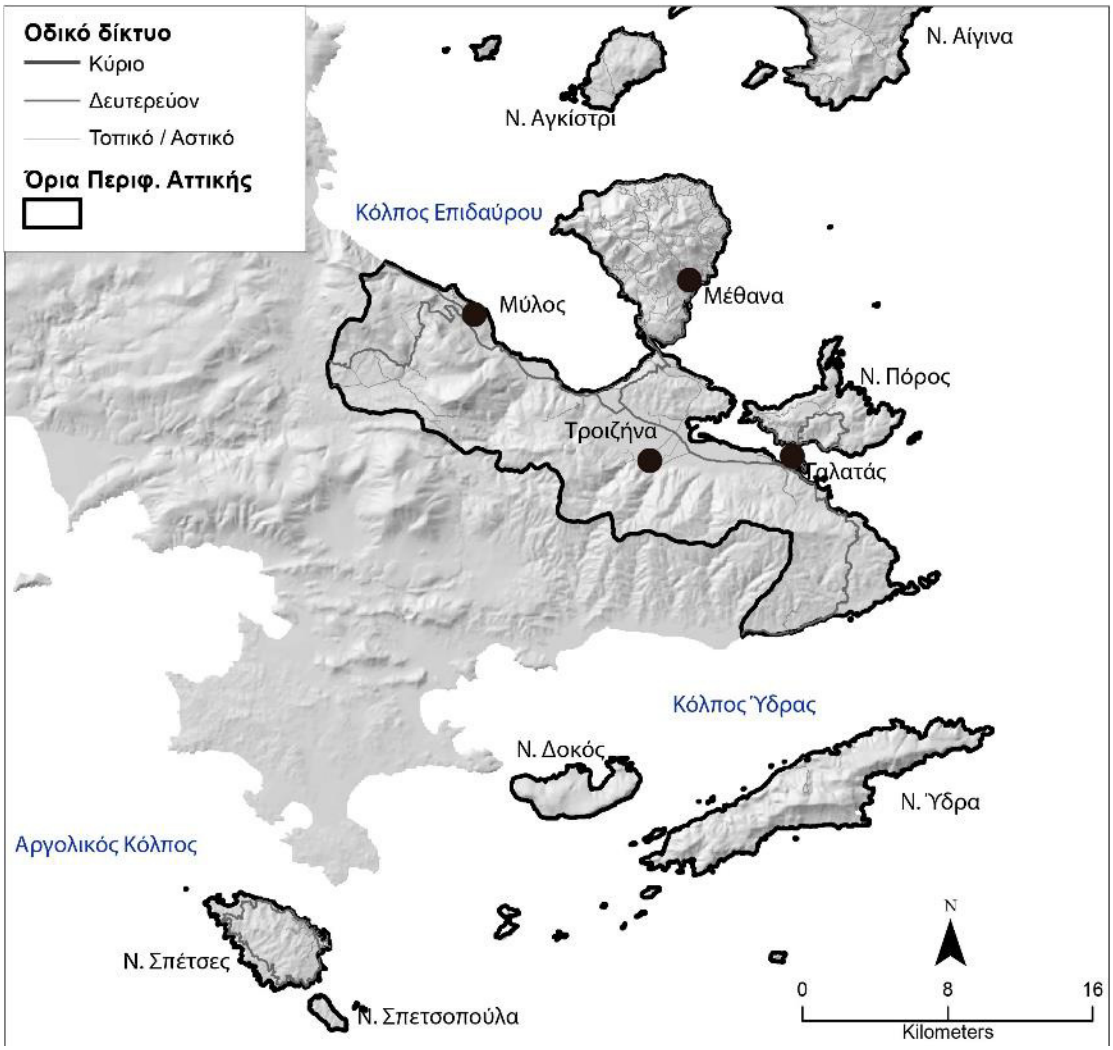
Σε ότι αφορά τα Κύθηρα, σε επίπεδο υποδομών, διαθέτουν σύγχρονο και πλήρως εξοπλισμένο και επανδρωμένο αεροδρόμιο, αλλά και δύο κύρια και λειτουργικά λιμάνια καθώς κι άλλα μικρότερα δευτερεύοντα, ενώ διαθέτουν επίσης και ένα εκτενές οδικό δίκτυο (Εικ. 2.27).

Η συγκοινωνία με την υπόλοιπη Ελλάδα διεξάγεται ακτοπλοϊκώς και αεροπορικώς και η συχνότητα των δρομολογίων και των πτήσεων εξαρτώνται από την εποχή, αλλά και τις επικρατούσες συνθήκες στην ακτοπλοΐα και αεροπλοΐα κάθε φορά. Το νησί συνδέεται με πλοίο με την Κρήτη (Καστέλι Κισσάμου) και με την Πελοπόννησο (Γύθειο και Καλαμάτα), ενώ τοπικό πλοίο το συνδέει και με τη Νεάπολη, που είναι η πλησιέστερη πελοποννησιακή ακτή. Συνήθως υπάρχει και σύνδεση με τον Πειραιά και τα Αντικύθηρα, το λιγότερο μια φορά εβδομαδιαίως. Η διαδρομή για την Κρήτη διαρκεί 4 ώρες, για τα Αντικύθηρα 2 ώρες, για τη Νεάπολη 1 ώρα, για το Γύθειο 2,5 ώρες, για την Καλαμάτα 4,5 ώρες και τον Πειραιά 6,5 ώρες. Ο Κρατικός Αερολιμένας Κυθήρων «Αλέξανδρος Αριστοτέλους Ωνάσης» (ΚΑΚΘΩ) βρίσκεται στα Σύμπετρα και απέχει από τη πόλη των Κυθήρων 24 km. Η πρώτη προσγείωση σε αυτό το αεροδρόμιο πραγματοποιήθηκε στις 20 Δεκεμβρίου του 1971.

Οι ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες διεξάγονται από τον Κεντρικό Λιμένα Διακοφτίου. Τα Κύθηρα διαθέτουν δύο ακόμη λιμένες: τον λειτουργικό λιμένα της Αγίας Πελαγίας και τον λιμένα Καψαλίου, που δεν χρησιμοποιείται για ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες, αλλά λειτουργεί ως μαρίνα για την εξυπηρέτηση σκαφών αναψυχής. Υπάρχουν κι άλλα δευτερεύοντα λιμάνια, όπως της Πλατειάς Άμμου και του Αβλέμονα καθώς και μικρά λιμανάκια, όπως του Λιμνιώνα στο δυτικό τμήμα των Κυθήρων. Η απόσταση του Κεντρικού Λιμένα Διακοφτίου από τον Πειραιά είναι 106 ναυτικά μίλια (ν.μ.), από τη Σούδα 83 ν.μ., από τη Νεάπολη 14 ν.μ. και από το Γύθειο 38 ν.μ.

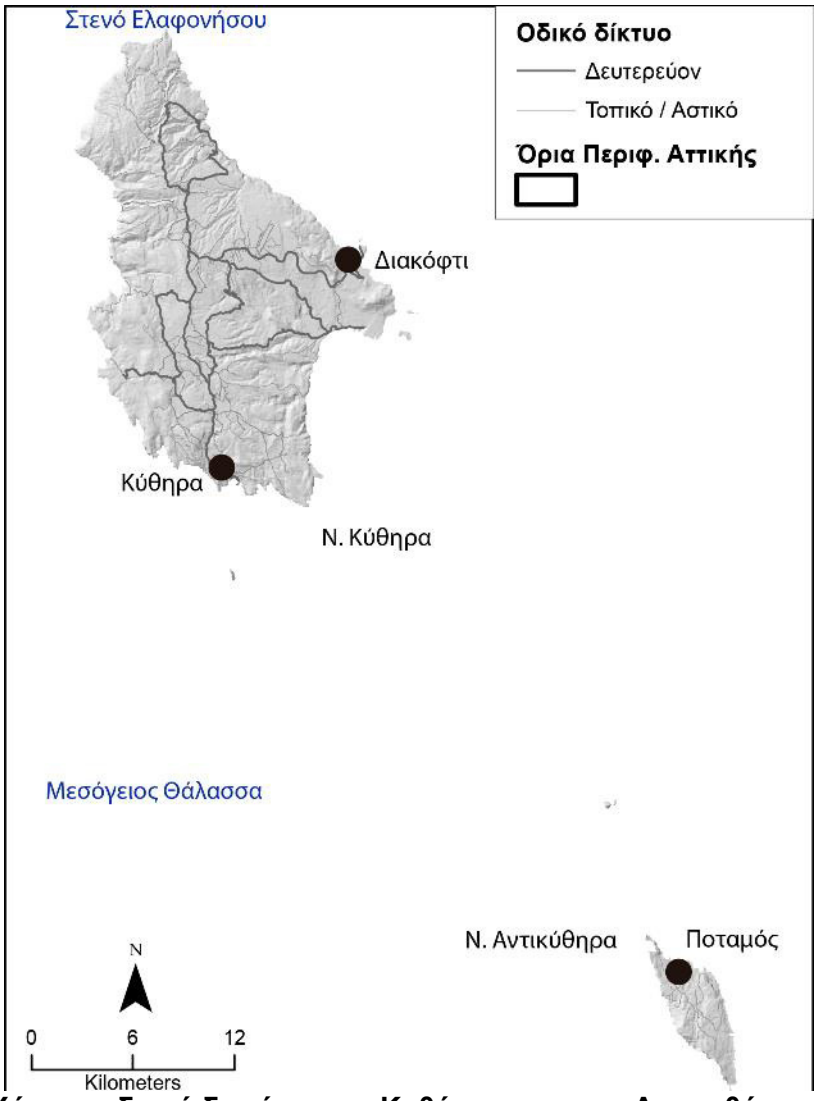


Εικ. 2.25. Χάρτης οδικού δικτύου στην περιοχή της Αττικής.



Εικ. 2.26. Χάρτης οδικού δικτύου στην περιοχή της Τροιζηνίας και νήσων.

Οι ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες διεξάγονται από τον Κεντρικό Λιμένα Διακοφτίου. Τα Κύθηρα διαθέτουν δύο ακόμη λιμένες: τον λειτουργικό λιμένα της Αγίας Πελαγίας και τον λιμένα Καψαλίου, που δεν χρησιμοποιείται για ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες, αλλά λειτουργεί ως μαρίνα για την εξυπηρέτηση σκαφών αναψυχής. Υπάρχουν κι άλλα δευτερεύοντα λιμάνια, όπως της Πλατειάς Άμμου και του Αβλέμονα καθώς και μικρά λιμανάκια, όπως του Λιμνιώνα στο δυτικό τμήμα των Κυθήρων. Η απόσταση του Κεντρικού Λιμένα Διακοφτίου από τον Πειραιά είναι 106 ναυτικά μίλια (ν.μ.), από τη Σούδα 83 ν.μ., από τη Νεάπολη 14 ν.μ. και από το Γύθειο 38 ν.μ.



Εικ. 2.27. Χάρτης οδικού δικτύου των Κυθήρων και των Αντικυθήρων.

2.6 Κλιματικές συνθήκες

2.6.1 Γενικά κλιματολογικά στοιχεία

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.

Στο νότιο άκρο της περιοχής έρευνας το κλίμα παρουσιάζει ορισμένες διαφορές σε σχέση με αυτό της Αττικής. Γενικά το κλίμα των Κυθήρων και των Αντικυθήρων είναι εύκρατο με ήπιο χειμώνα και θερμό καλοκαίρι, και σχετικά αυξημένη υγρασία που μεταφέρεται από το Ιόνιο πέλαγος δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για την χλωρίδα και πανίδα των νησιών. Στα νησιάκαταγράφεταιμεγάλη ποικιλία βοτάνων, και είναι βασικός σταθμός των αποδημητικών πτηνών στο ταξίδι τους προς νότο για θερμότερα κλίματα. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα δημοσιευμένα στατιστικά στοιχεία της ΕΜΥ της περιόδου μεταξύ των ετών 1955 έως 1997, η περιοχή χαρακτηρίζεται από μια ξηρή, θερμή περίοδο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, με σχετικά υψηλές θερμοκρασίες και μέτρια χαμηλές θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες.

Από τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού «Κύθηρα» προκύπτει ότι το μέσο ύψος βροχής είναι 516.9mm σε ετήσια βάση (στοιχεία ΕΜΥ, έτη 1971-2009), με υγρότερους μήνες το Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο, ενώ η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 17.6 C. Γενικά το κλίμα του νησιού είναι ήπιο εύκρατο, ξηρό στα παράλια και με περισσότερη υγρασία στο εσωτερικό. Χαρακτηριστικοί είναι επίσης οι ισχυροί άνεμοι.

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.

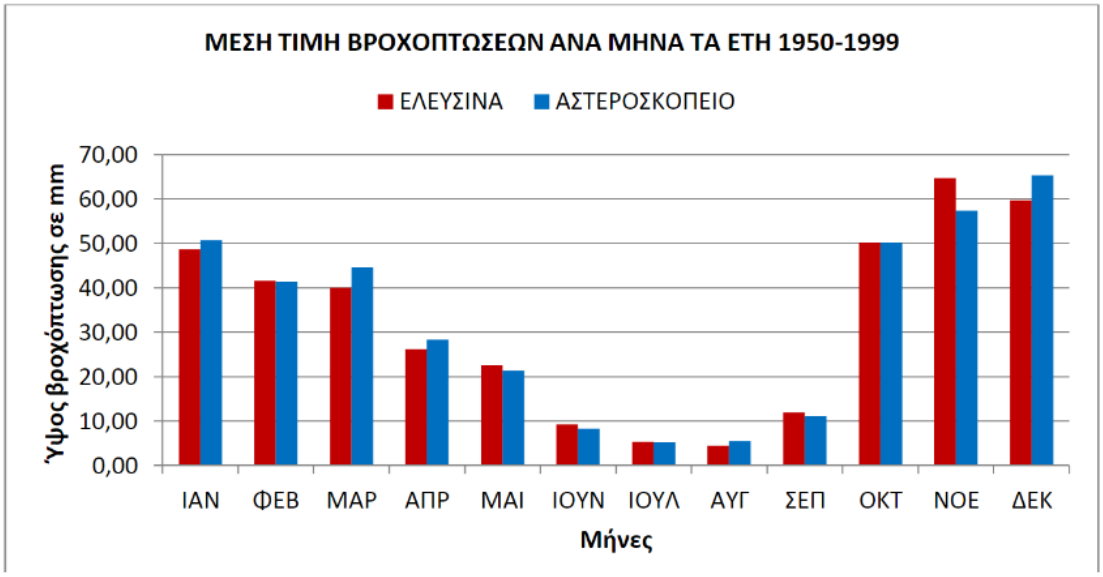
Η διακύμανση της ετήσιας θερμοκρασίας και του υετού στην περίοδο 1970-2000 και εντός του έτους για το σταθμό του Ελληνικού (ενδεικτικό του Λεκανοπεδίου) παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες (Εικ. 2.28-2.32).

Πίνακας 2.3Μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Ελευσίνας (mm) για τα έτη 1950-1995

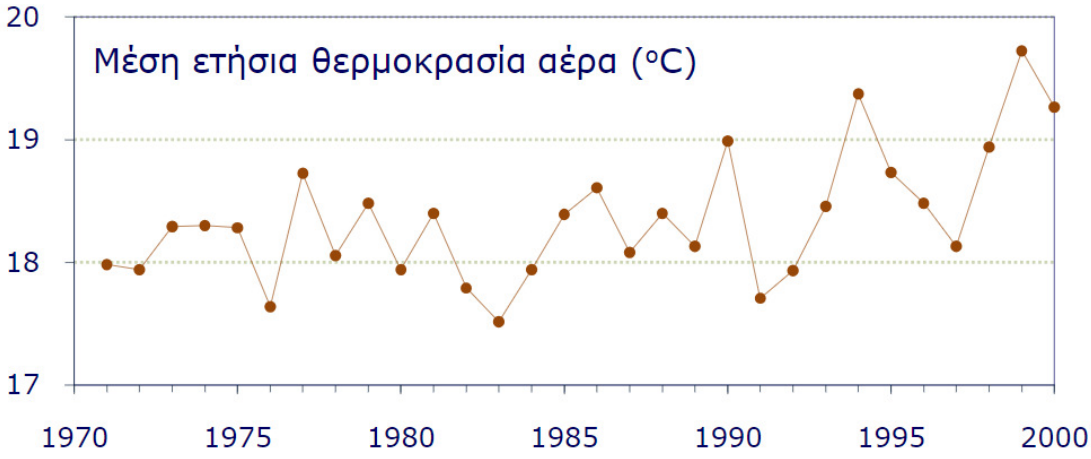
ΥΔΡ.ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΕΤΟΣ
1950-1951				134,60	13,60	0,00	0,00	8,20	24,00	12,00	5,30	16,70	
1951-1952	30,60	73,60	42,80	50,00	44,90	48,90	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	4,30	302,10
1952-1953	17,20	94,00	91,50	68,50	12,30	30,10	20,80	92,00	29,00	0,00	0,00	0,50	455,90
1953-1954	93,70	46,50	33,80	92,40	46,10	53,30	31,80	47,80	10,00	0,00	0,00	5,30	460,70
1954-1955	86,20	82,40	42,00	127,70	49,30	4,50	62,00	0,00	23,10	0,90	5,90	56,80	540,80
1955-1956	244,60	162,20	3,40	27,40	114,10	83,40	16,00	0,90	0,50	0,00	0,00	2,20	654,70
1956-1957	10,40	73,90	45,00	34,20	25,00	14,40	29,90	79,60	3,40	0,00	0,00	25,10	340,90
1957-1958	133,00	57,30	31,40	109,90	5,50	40,20	35,80	28,90	7,20	0,00	0,00	47,50	496,70
1958-1959	23,50	97,10	5,80	34,20	3,20	31,80	22,30	18,90	41,70	11,90	0,00	12,20	302,60
1959-1960	44,10	40,30	19,70	78,10	17,70	24,20	25,20	8,40	0,80	0,00	0,00	11,30	269,80
1960-1961	16,10	107,30	155,10	93,60	29,80	105,80	24,00	5,80	10,20	1,80	2,20	0,00	551,70
1961-1962	22,20	30,30	63,90	35,60	70,90	10,90	4,90	3,40	0,00	0,00	0,00	57,20	299,30
1962-1963	43,00	97,50	146,80	36,50	30,50	11,40	33,30	53,40	0,00	13,50	0,00	0,00	465,90
1963-1964	139,00	88,00	66,30	46,50	12,50	21,80	1,20	0,50	21,40	0,00	0,00	10,00	407,20
1964-1965	19,60	16,90	49,30	60,30	97,80	65,00	44,20	20,00	18,40	0,00	19,40	0,00	410,90
1965-1966	1,60	11,60	75,20	46,50	5,80	52,00	25,70	25,60	12,50	0,00	1,10	34,30	291,90
1966-1967	20,40	40,10	51,80	22,40	22,70	23,80	28,00	19,40	5,20	0,00	2,00	21,60	257,40
1967-1968	51,80	44,40	20,90	68,30	85,10	44,50	9,60	47,40	5,00	0,00	4,00	0,00	381,00
1968-1969	73,10	141,30	113,40	43,10	23,70	78,80	8,00	8,40	4,70	0,00	0,00	32,50	527,00
1969-1970	1,30	42,00	171,70	50,30	56,00	30,40	1,40	13,50	9,80	5,30	0,00	24,00	405,70
1970-1971	57,30	10,80	67,10	44,70	59,60	98,90	12,20	11,10	2,50	36,70	7,90	16,20	425,00
1971-1972	51,80	35,50	78,40	65,00	92,00	27,60	113,70	7,20	0,00	34,20	66,10	8,60	580,10
1972-1973	169,10	3,10	15,40	56,90	54,30	43,10	11,90	3,40	5,10	30,40	0,70	2,10	395,50
1973-1974	14,60	21,90	0,00	42,60	49,80	70,60	12,20	17,20	5,00	0,00	5,60	0,00	239,50
1974-1975	18,30	44,20	35,00	42,30	24,00	7,30	12,60	23,30	9,10	0,00	6,50	0,00	222,60
1975-1976	9,30	55,90	119,10	31,70	114,50	46,60	42,80	88,40	1,50	2,70	13,50	27,50	553,50
1976-1977	116,90	165,80	24,80	28,80	7,70	10,30	4,70	1,80	15,60	0,00	0,00	20,50	396,90
1977-1978	3,70	137,40	91,30	97,70	39,30	15,00	26,00	8,90	6,00	0,00	0,00	48,50	473,80
1978-1979	103,30	30,20	116,80	25,90	69,00	11,80	0,00	39,40	1,00	0,80	0,00	0,00	398,20
1979-1980	78,20	105,20	33,70	27,40	13,00	87,10	15,70	22,60	10,00	0,00	4,40	0,00	397,30
1980-1981	108,80	31,30	57,40	99,40	32,10	16,10	36,60	12,80	0,00	2,50	2,30	0,00	399,30
1981-1982	20,50	43,70	84,50	25,00	53,70	53,90	83,20	24,80	4,70	0,00	4,00	8,00	406,00
1982-1983	20,20	76,50	63,20	0,00	88,60	22,40	2,40	10,50	3,00	26,00	1,10	0,50	314,40
1983-1984	2,20	80,50	95,20	18,90	18,70	84,70	64,50	0,00	0,00	36,00	17,00	0,00	435,70
1984-1985	1,80	124,60	28,40	63,30	11,70	71,60	28,40	7,10	2,70	5,70	0,10	2,60	348,00
1985-1986	36,90	56,00	21,50	25,10	46,60	17,80	9,20	33,90	46,20	1,60	0,00	0,00	294,80
1986-1987	36,20	15,00	23,40	20,60	26,30	66,80	67,80	1,00	15,10	0,00	12,70	0,10	285,00
1987-1988	53,10	111,60	42,90	26,40	76,10	83,90	20,30	10,20	9,10	0,00	0,00	9,80	443,40
1988-1989	3,40	75,60	70,80	1,80	4,00	10,90	2,50	14,90	7,80	0,00	0,20	3,40	195,30
1989-1990	101,20	13,60	10,00	5,40	12,30	6,00	10,30	1,70	0,00	0,00	7,00	19,40	186,90
1990-1991	16,30	37,10	114,60	59,70	67,40	34,70	72,20	56,90	0,00	0,00	8,20	0,50	467,60
1991-1992	33,50	27,90	102,00	8,40	24,70	38,20	29,10	31,00	48,10	5,40	0,00	0,00	348,30
1992-1993	12,10	35,40	24,00	8,70	29,10	4,00	22,60	25,20	0,00	0,00	0,00	0,00	161,10
1993-1994	0,00	97,40	19,80	143,80	22,00	19,20	0,00	45,40	2,40	5,70	0,00	0,00	356,30
1994-1995	46,40	20,20	0,00	89,90	14,60	44,70	7,90	0,70					
Μ.ΤΙΜΗ	**50,19**	**64,72**	**59,75**	**48,72**	**41,61**	**40,09**	**26,16**	**22,62**	**9,25**	**5,30**	**4,48**	**11,92**	**384,81**

Πίνακας 2.4 Μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Αστεροσκοπείου Αθηνών (mm) για τα έτη 1950-1999.

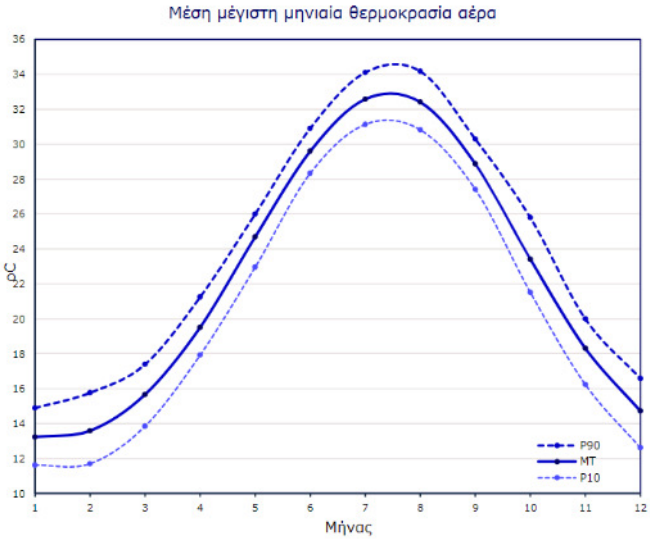
ΔΡ.ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΕΤΟΣ
1950-1951	9,20	12,70	129,40	117,40	21,80	27,90	7,90	22,60	34,60	2,70	38,20	18,10	442,50
1951-1952	35,20	68,50	49,80	39,30	51,30	73,90	0,20	34,70	3,70	1,40	0,00	2,70	360,70
1952-1953	33,40	86,50	117,80	83,30	7,00	36,20	30,60	100,30	7,20	0,90	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. 2.28.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.



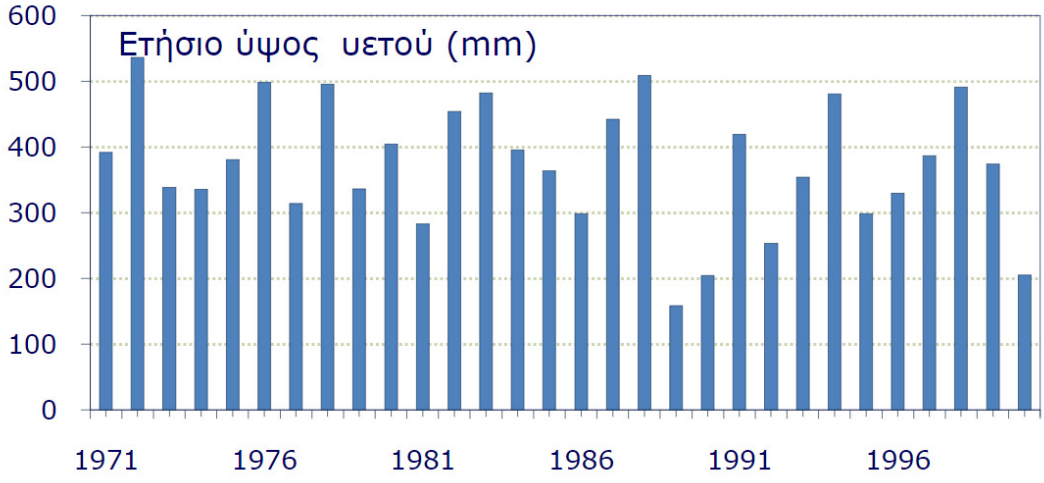
Εικόνα. 2.29. Διακύμανση μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1971-2000) (ΕΜΥ 2017).



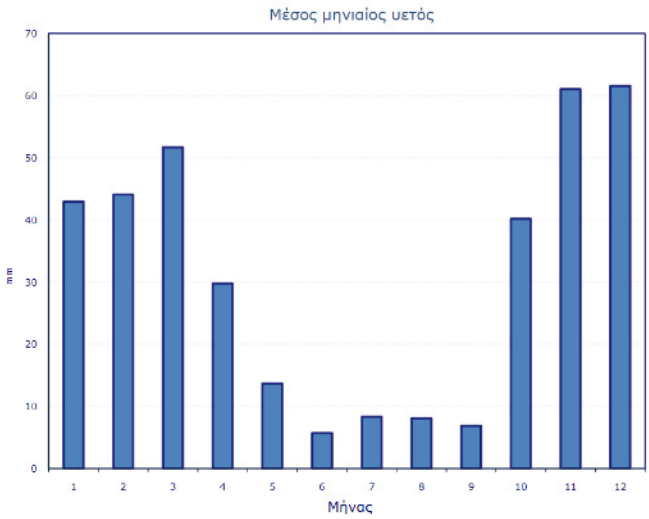
	MxTx	P90	MTx	P10	MnTx
ΙΑΝ	15.1	14.9	13.2	11.6	11.0
ΦΕΒ	16.8	15.8	13.6	11.7	11.0
ΜΑΡ	18.5	17.4	15.7	13.9	11.9
ΑΠΡ	21.7	21.2	19.5	17.9	16.7
ΜΑΙ	26.2	26.0	24.7	23.0	22.5
ΙΟΥΝ	31.7	30.9	29.6	28.3	27.5
ΙΟΥΛ	34.7	34.1	32.6	31.1	30.7
ΑΥΓ	34.3	34.2	32.4	30.8	29.6
ΣΕΠ	32.0	30.3	28.9	27.4	26.5
ΟΚΤ	26.3	25.8	23.4	21.5	21.4
ΝΟΕ	20.9	20.0	18.3	16.2	15.4
ΔΕΚ	17.3	16.6	14.7	12.6	10.4

P10: 10ο εκατοστημόριο
P90: 90ο εκατοστημόριο
MxT: μεγαλύτερη μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα
MnT: μικρότερη μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα
MT: μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα

Εικόνα. 2.30. Διακύμανση μέσης μηναίας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1970-2000) (ΕΜΥ 2017).



Εικόνα 2.31. Διακύμανση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στο σταθμό του Ελληνικού (1971-2000) (ΕΜΥ 2017).



	MxP	P90	MP	P10	MnP
ΙΑΝ	126.0	91.0	43.0	3.7	2.4
ΦΕΒ	129.3	93.9	44.1	5.6	2.6
ΜΑΡ	205.3	89.8	51.7	7.4	0.7
ΑΠΡ	112.7	68.8	29.8	6.2	1.6
ΜΑΙ	48.9	40.0	13.7	0.6	0.0
ΙΟΥΝ	37.1	14.4	5.7	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	60.7	43.8	8.3	0.0	0.0
ΑΥΓ	73.0	34.0	8.1	0.0	0.0
ΣΕΠ	69.4	22.5	6.9	0.0	0.0
ΟΚΤ	151.8	100.2	40.2	2.7	0.0
ΝΟΕ	203.2	104.7	61.0	15.6	5.9
ΔΕΚ	148.1	116.2	61.6	18.3	11.2

P10: 10ο εκατοστημόριο
P90: 90ο εκατοστημόριο
MxP: μεγαλύτερος μέσος μηνιαίος υετός
MnP: μικρότερος μέσος μηνιαίος υετός
MP : μέσος μηνιαίος υετός

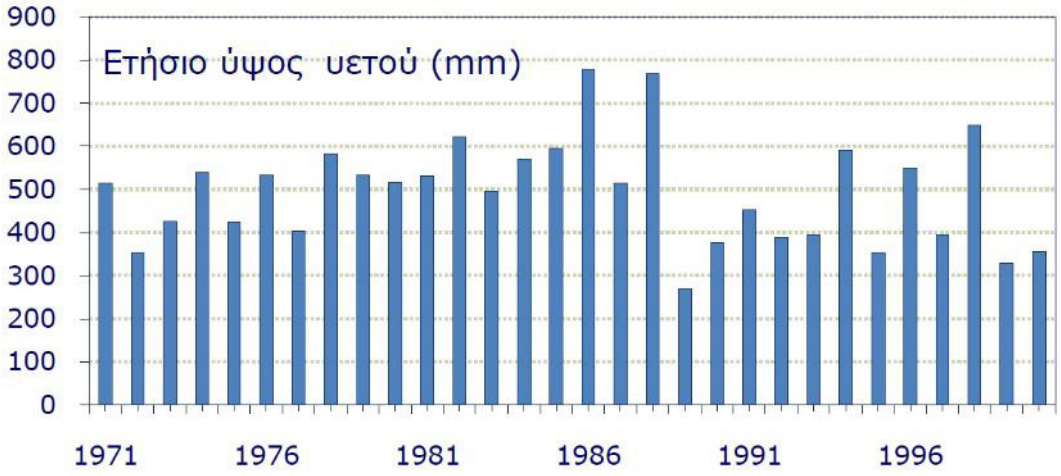
Εικόνα. 2.32 Διακύμανση μέσου μηνιαίου υετού στο στο σταθμό του Ελληνικού (1970-2000) (ΕΜΥ 2017).

Παρακάτω παρατίθενται Εικ.τα που παρουσιάζουν τα βασικά μετεωρολογικά στοιχεία από το μετεωρολογικό σταθμό των Κυθήρων (Εικ. 2.33 - 2.37), στοιχεία έντασης της βροχόπτωσης (Πίν. 2.5).

Πίνακας 2.5. Βασικά μετεωρολογικά στοιχεία Κυθήρων (ΕΜΥ 2017)

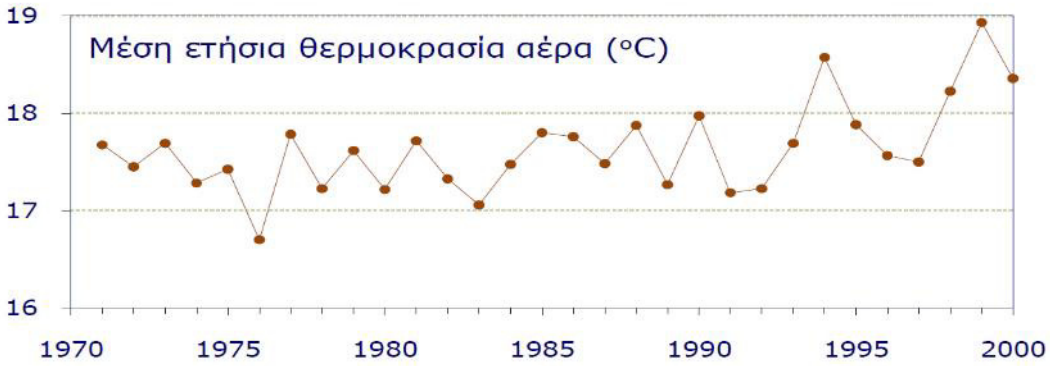
ΜΗΝΑΣ	Μέσος αριθμός ημερών με ΒΡΟΧΗ	Μέσος αριθμός ημερών με ΚΑΤΑΙΓΙΔΑ	Μέσος αριθμός ημερών με ΧΑΛΑΖΙ	Μέση μηνιαία ΕΝΤΑΣΗ ΑΝΕΜΩΝ (m/sec)	Μέσος αριθμός ημερών με ΘΥΕΛΛΩΔΕΙΣ ΑΝΕΜΟΥΣ	Μέση πίεση στην επιφάνεια της ΘΑΛΑΣΣΑΣ (hPa)	Μέση ΝΕΦΟΚΑΛΥΨΗ (όγδοα)
ΑΝ	4,2	2,6	,4	7,3	3,9	1016,9	4,9
ΕΒ	1,4	2,8	,4	7,1	3,3	1015,5	4,9
ΑΡ	,2	1,9	,2	6,8	4	1015,1	4,4
ΠΡ	,2	1	,1	5,9	2,7	1013,6	3,9

ΑΪ	2,7	0,4	0	5,2	1,4	1014,2	3,1
ΟΥΝ	1,1	0,3	0	4,6	1	1013,4	1,6
ΟΥΛ	0,4	0,1	0	4,5	0,9	1012,3	0,7
ΥΓ	0,4	0,3	0	4,6	1	1012,6	0,7
ΕΠ	2,1	0,8	0,1	5	1,5	1015,5	1,6
ΚΤ	6,8	3,1	0,1	6,5	3,9	1017,5	3,3
ΟΕ	10,4	3,7	0,1	5,7	2,2	1018,1	4,3
ΕΚ	14,3	3,8	0,3	7,2	3,4	1016,8	4,8

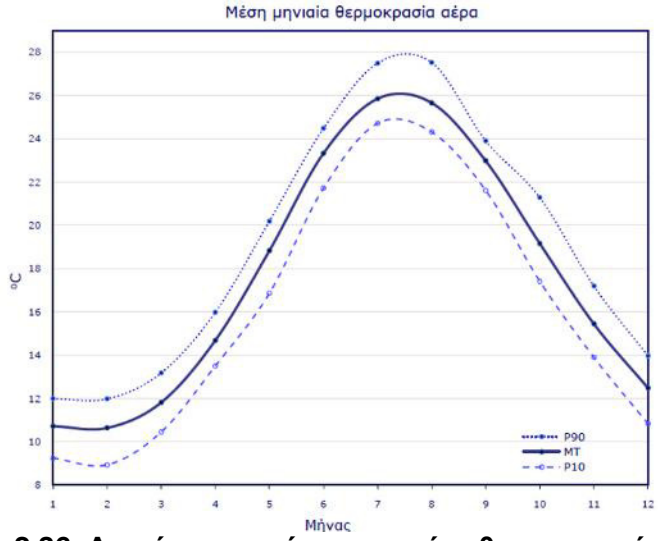


Εικόνα 2.33. Διακύμανση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στο σταθμό των Κυθήρων (1971-2005) (ΕΜΥ 2017).

Εικόνα. 2.34. Διακύμανση μέσης ετήσιας ηλιοφάνειας στο σταθμό των Κυθήρων (1975-2005) (ΕΜΥ 2017).



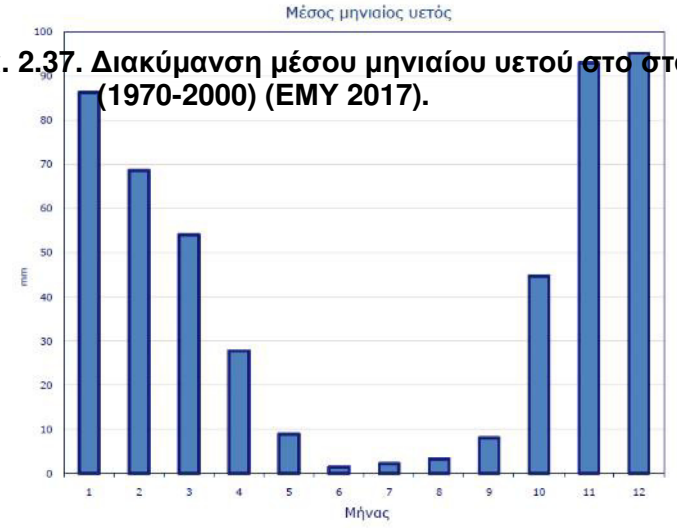
Εικόνα. 2.35 Διακύμανση μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στο σταθμό των Κυθήρων (1970-2000) (ΕΜΥ 2017).



	MxT	P90	MT	P10	MnT
ΙΑΝ	12.6	12.0	10.7	9.2	9.0
ΦΕΒ	13.5	12.0	10.6	8.9	8.5
ΜΑΡ	13.3	13.2	11.8	10.5	8.7
ΑΠΡ	16.6	16.0	14.7	13.5	12.6
ΜΑΙ	21.0	20.2	18.8	16.9	16.5
ΙΟΥΝ	25.0	24.5	23.3	21.7	21.4
ΙΟΥΛ	28.2	27.5	25.8	24.7	24.1
ΑΥΓ	27.8	27.5	25.7	24.3	23.1
ΣΕΠ	25.6	23.9	23.0	21.6	21.1
ΟΚΤ	21.5	21.3	19.2	17.4	17.1
ΝΟΕ	17.8	17.2	15.4	13.9	13.2
ΔΕΚ	14.8	14.0	12.5	10.8	8.9

P10: 10° εκατοστημόριο
P90: 90° εκατοστημόριο
MxT: μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα
MnT: μικρότερη μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα
MT: μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα

Εικόνα. 2.36. Διακύμανση μέσης μηναίας θερμοκρασίας στο σταθμό των Κυθήρων (1970-2000) (ΕΜΥ 2017).



	MxP	P90	MP	P10	MnP
ΙΑΝ	196.9	162.7	95.1	26.0	24.1
ΦΕΒ	140.5	109.8	68.6	12.3	5.1
ΜΑΡ	147.6	118.4	54.1	6.3	0.0
ΑΠΡ	82.0	74.2	27.8	4.7	0.9
ΜΑΙ	68.8	25.0	8.9	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	24.2	2.5	1.5	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	31.4	9.1	2.2	0.0	0.0
ΑΥΓ	31.4	19.0	3.4	0.0	0.0
ΣΕΠ	50.5	36.2	8.1	0.0	0.0
ΟΚΤ	198.9	93.7	44.7	6.8	2.8
ΝΟΕ	189.1	158.4	92.9	28.9	16.1
ΔΕΚ	196.9	162.7	95.1	29.5	18.0

P10: 10° εκατοστημόριο
P90: 90° εκατοστημόριο
MxP: μεγαλύτερος μέσος μηνιαίος υετός
MnP: μικρότερος μέσος μηνιαίος υετός
MP : μέσος μηνιαίος υετός

Εικόνα. 2.37. Διακύμανση μέσου μηνιαίου υετού στο σταθμό των Κυθήρων (1970-2000) (ΕΜΥ 2017).

Πίνακας 2.6. Μηνιαίο ύψος υετού σε χιλιοστά στο σταθμό των Κυθήρων (1971 – 2010).

ΤΟΣ												
1971	4.5	02.7	2.6	1.3	.7	.5	1.4		7.8		6	7.7
1972	3.7	4	7.4	5.3	.3				.7	6.5	6.1	4.5
1973	1.6	3.6	1.6	0.3					.7	5.3	1.6	8.4
1974	31.5	4.1	0.4	3.7	.9	.4		8	9.5	2.1	12.8	5.5
1975	7.3	5.2	0	1.1	.3	.8		9.1	.3	0.7	03.7	7.8
1976	9.3	1.2	5.9	1.1	.1		.4	.8		3	26	9.1
1977	8.6	1.6	.6	5.7			.4		1.1		7.4	41
1978	12.4	01.4	3.4	9.8	.7				0.5	4.2	6.3	04.3
1979	07.6	0.7	1.2	0	8.8		.4			5.6	44.8	9.1
1980	04	4.1	7.2	6.3	.7	4.2		.6	.1	3.7	0	13
1981	35.4	3.1		0.5	.7		1.3	.8		8.1	41	26.4
1982	1.8	7.3	47.6	0.6	6.8					7.1	3.2	56.2
1983	4.8	9.1	0.2	5.5	6.5	.9	.6		.6	6.3	21.6	51.8
1984	8.8	13.4	6.5	0.5					.4	7.7	89.1	1.7
1985	84.8	3.2	5.5	2	.1					9.5	0.2	8.4
1986	58.7	08.8	7.9	3.6	5.4					98.9	12.9	23.2
1987	03.6	9.9	18.5	6.1	.3					6.3	59.9	9.8

1988	05.3	0.1	22.9	.9	.9				.3	5.6	21.7	96.9
1989	4.3	.1	3.1	.1					2.6	3.4	5.2	8
1990	2.4	6.7		6.5		.3		.1	.4	3.3	3.2	63.4
991	2.7	7.3	6.1	3.3	3.6	.2		1.4		3.9	3.7	60.8
992	6.9	9.1	4.7	4.9	.2	0.1					5.4	0
993	4.1	40.5	0.6	2.1	.5						37.6	8.3
994		09.9	.3	7.6	2.5					34.1	39.5	3.4
995	64.4	6.9	5.1	1.5	.9	.6			.2	2.1	8.1	7
996	32.5	07.3	17.1	.2	2.6				7.7	0.2	8.1	8.7
997	8.2	0.5	6.6	9.3				3.2		0.4	5.8	9.7
998	13.5	1.8	5.7	4		.1				6.5	63.7	91
999	6.7	1.7	8.2		.7	.6		.2	2.2	.8	6.9	6.3
000	4.3	6.6	6.6		.8				.8	5.2	0	59.9
001	1.8	7	1.3	4.2	1.3				.6		87.3	40.3
002	6	8.4	8.4	4	.9			.5	1.9	4.6	45	05.4
003	19.9	40.4	4.1	2.8	2.4			.7	.1	41.3	02.9	97
004	36.4		2.5	0.9	.4	.8	.7		3.8	0.4	8.8	7
005	29.8	7.8	3.9	.7	.9		.1		.2	.6	46.4	4.8
006									0.5	66.6	6.2	0.5
007	6.9	3.4	2.9	.2	5.4	.9			.6	6.7	8.2	08.6

008	9.6	2.2	3.1	0.6	0.1				8.1	.3	24.3	4.7
009	72.7	7.2	4.2	4.6	.6				2.5	2.8		
010	02.3	4.1	.5			.1			.8	.4		
/O	2.6	1.0	4.4	9.9	0.3	.1	.7	.9	8.7	7.2	9.8	06.6

2.6.2 Ραγδαιότητα βροχοπτώσεων – όμβριες καμπύλες

Οι όμβριες καμπύλες (Εικ. 3.1) είναι καμπύλες έντασης (i) – χρονικής κλίμακας (διάρκειας) (d) – περιόδου επαναφοράς (T) των βροχοπτώσεων. Η κατάρτισή τους αποτελεί προϋπόθεση για την εκτίμηση των παροχών σχεδιασμού των τεχνικών έργων. Η κατάρτιση όμβριων καμπυλών σε μία θέση βασίζεται στην πιθανοτική ανάλυση παρατηρημένων (από βροχογράφους και βροχόμετρα) ακραίων υψών ή εντάσεων βροχής οπότε το μήκος του δείγματος, η ποιότητα των μετρήσεων αλλά και η θέση των σταθμών μέτρησης επηρεάζουν σημαντικά την αξιοπιστία των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Ακόμα, η μεθοδολογία που ακολουθείται και οι παραδοχές κατά την επεξεργασία των δεδομένων καθορίζουν τη μορφή των καμπυλών και κατά συνέπεια το μέγεθος της έντασης της βροχόπτωσης σχεδιασμού.

Η κατάρτιση των όμβριων καμπυλών ως μεθοδολογία αλλά και ως αποτελέσματαέχει δημοσιευθεί από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2016) σε επίπεδο Υδατικού Διαμερίσματος με κοινή μεθοδολογία για όλα τα Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας.

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές ακολουθήθηκε η μεθοδολογία της μελέτηςΚουτσογιάννηςetal. (2010) . Η μεθοδολογία περιγράφεται, για κάθε Υδατικό Διαμέρισμα, στα τεύχη Π02 «ΣΤΑΔΙΟ Ι – Α΄ ΦΑΣΗ, ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2: ΌΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ» που δημοσιεύονται από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2016).

Στη συνέχεια δίνεται μία συνοπτική περιγραφή της μεθοδολογίαςπου ακολουθήθηκε για την κατάρτιση των ομβρίων καμπυλών από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (και τον ανάδοχο του εν λόγω προγράμματος). Σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε πλήρης καταγραφή και αξιολόγηση όλων των διαθέσιμων στοιχείων των σταθμών μέτρησης της βροχόπτωσης από πλευράς πληρότητας, διάρκειας και αξιοπιστίας οργάνων. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα βροχογράφων και βροχομέτρων από όλους τους αρμόδιους φορείς (ΥΠΕΚΑ, ΕΜΥ, ΔΕΗ, ΥΠΑΑΤ, ΕΑΑ), με παράλληλη αξιοποίηση των δεδομένων της βάσης της ΕΤΥΜΠ (www.hydroscope.gr).

Έγινε συλλογή, ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων με σκοπό την δημιουργία χρονοσειρών μέγιστων βροχοπτώσεων για χρονικά βήματα: 5min, 10min, 30 min, 1h, 2h, 3h, 6h, 12h, 24h και 48h. Τα πρωτογενή βροχομετρικά δεδομένα, που συλλέχθηκαν από βροχόμετρα (σε χρονικές κλίμακες ημέρας και δύο ημερών) και βροχογράφους (σε χρονικές κλίμακες από 5 min έως 48 h), αξιολογήθηκαν ως προς την συνέπεια και αξιοπιστία τους, μέσω ποιοτικών και στατιστικών ελέγχων.

Μετά τον προσδιορισμό του τελικού δείγματος των σταθμών (676 σταθμοί σε όλη τη χώρα) και των αντίστοιχων χρονοσειρών μέγιστων βροχοπτώσεων, ακολούθησαν επεξεργασίες, στατιστικές και χωρικές, για την εκτίμηση των πέντε παραμέτρων της γενικευμένης έκφρασης των ομβρίων καμπυλών.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές, εφαρμόζεται η γενική συναρτησιακή σχέση:

$$i=a(T) / b(d)$$

όπου: i (mm/h) η ένταση βροχής διάρκειας *d*(h) για περίοδο επαναφοράς *T*(έτη), και a(*T*)

και b(*d*) οι συναρτήσεις της περιόδου επαναφοράς και της διάρκειας αντίστοιχα.

Η συνάρτηση *a*(*T*) προκύπτει αναλυτικά από τη συνάρτηση κατανομής της μέγιστηςέντασης βροχής. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές σαν συνάρτηση κατανομής έχει οριστεί ηΓενική Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ).

Η συνάρτηση b(d) είναι της ακόλουθης, εμπειρικά διαπιστωμένης, γενικής μορφής:

$$b(d) = (1+ d/\theta)^{n}$$

όπου θ και η αποτελούν παραμέτρους προς εκτίμηση, με θ ≥ 0 (σε μονάδες χρόνου) και 0 <n< 1.

Συνδυάζοντας τις προηγούμενες σχέσεις, και μετά από απλοποιήσεις, προκύπτει η τελική έκφραση των ομβρίων καμπυλών (στην οποία η έκφραση του αριθμητή, μετά τον παραπάνω μετασχηματισμό, ταυτίζεται με τη συνάρτηση κατανομής Pareto):

$$i(d,T) = \frac{\lambda'(T^{\kappa} - \psi')}{(1 + \frac{d}{\theta})^{n}}$$

Επισημάνεται ότι για μικρές και μεσαίες περιόδους επαναφοράς π.χ. 50 έτη, οι εκτιμήσεις της παραπάνω προσέγγισης διαφέρουν ελάχιστα σε σχέση με τις συνήθεις κατανομές που εφαρμόζονται στις μελέτες πλημμυρών, π.χ. Gumbel. Ωστόσο, προκύπτουν σημαντικές διαφορές, προς την πλευρά της ασφαλείας, εφόσον εξετάζονται μεγάλες ή και ακραίες περίοδοι επαναφοράς, της τάξης των 1000 ή 10 000 ετών.

Για την εκτίμηση των παραμέτρων λ, ψ (ή ισοδύναμα λ΄, ψ΄), κ, θ και η των όμβριων καμπυλών εφαρμόζεται μια συνεπής στατιστική μέθοδος, που αναπτύχθηκε από τον Κουτσογιάννη (1997· βλ. και Koutsoyiannis et al., 1998), αποφεύγοντας τη χρήση εμπειρικών τεχνικών που χρησιμοποιούνταν παλιότερα. Η μέθοδος εκτιμά τις παραμέτρους σε δύο βήματα. Στο πρώτο βήμα γίνεται η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης b(d) (των θ και η) και στο δεύτερο αυτών της a(T) (των λ, ψ και κ της κατανομής GEV). Η μεθοδολογία κατάρτισης των όμβριων καμπυλών είναι άμεσα

εφαρμόσιμη μόνο στις περιπτώσεις όπου είναι διαθέσιμα δείγματα μέγιστων εντάσεων βροχής σε πολλαπλές χρονικές κλίμακες

Στην έκθεση της ΕΓΥ (2016) τονίζεται ότι οι όμβριες καμπύλες που εκτιμήθηκαν κατ' αυτόν τον τρόπο είναι σημειακές, καθώς όλες οι παράμετροί τους έχουν εκτιμηθεί από τα δεδομένα του κάθε μεμονωμένου σταθμού. Προφανώς, οι σημειακές όμβριες καμπύλες εγγυώνται τη βέλτιστη προσαρμογή των παραμέτρων τους σε κάθε δείγμα, όμως επειδή τα δείγματα αυτά είναι γενικά μικρά, η εκτίμησή τους διέπεται από σημαντική αβεβαιότητα. Για τον λόγο αυτό δεν συστήνεται η χρήση τους σε μελέτες πλημμυρικών μεγεθών μεγάλης περιόδου επαναφοράς.

Οι ανωτέρω παράμετροι της εξίσωσης υπολογίστηκαν όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 2.7) για ορισμένους ενδεικτικούς σταθμούς της περιοχής έρευνας.

Πίνακας 2.7. Τιμές των παραμέτρων εξίσωσης όμβριων καμπυλών για τον σταθμό των Κυθήρων, του Ελληνικού, της Ελευσίναςκαι της Νέας Φιλαδέλφειας ενδεικτικά(από την έκθεση της ΕΓΥ 2016).

Παράμετρος		n	κ	λ		λ ,	ψ ,
Κύθηρα	.090	0 .720	0 .102	5 2.569	.300	5 17.868	0 .767
Ελληνικό	,069	0 ,855	0 ,07	9 ,03	,03	0 ,858	4 ,448
Ελευσίνα	,106	0 ,758	- 0,11	7 ,82	,11	1 ,232	3 ,706
Νέα Φιλαδέλφεια	,09	0 ,899	0 ,12	8 ,42	,17	0 .740	3 .880

Στον Πίνακα 2.8 και 2.9 δίνονται, ενδεικτικά, οι κεντρικές τιμές που εκτιμώνται από την όμβρια καμπύλη κάθε σταθμού, και τα όρια εμπιστοσύνης 80% για το μέγιστο ύψος βροχόπτωσης διάρκειας 24h, σε όλους τους σταθμούς της περιοχής έρευνα, για τις υπόψη περιόδους επαναφοράς.

Πίνακας 2.8. Ένταση βροχόπτωσης για διάφορες διάρκειες και περιόδους επαναφοράς.

Α/Α	ΣΤΑΘΜΟΣ	κ	λ	n	d=1h			d=6h			d=12h			d=24h			d=48h		
					50	100	1000	50	100	1000	50	100	1000	50	100	1000	50	100	1000
1	Αγ. Ιερόθεος	0,125	4,8	12	37,37	42,68	63,89	13,02	14,87	22,26	8,51	9,72	14,55	5,55	6,34	9,49	3,61	4,12	6,17
2	Βύρωνας	0,07	5,39	51	34,79	39,50	56,81	12,12	13,76	19,79	7,92	9,00	12,94	5,17	5,86	8,44	3,36	3,82	5,49
3	Γ Νεκροταφείο Νίκαιας	0,125	3,45	42	27,67	31,48	46,71	9,64	10,97	16,27	6,30	7,17	10,64	4,11	4,67	6,94	2,67	3,04	4,51
4	Ελληνικό	0,125	7,4	59	49,20	57,37	90,07	17,14	19,99	31,38	11,21	13,07	20,52	7,31	8,52	13,37	4,75	5,54	8,70
5	Λόφος Νυμφών	0,125	5,56	150	38,52	44,67	69,26	13,42	15,56	24,13	8,78	10,18	15,78	5,72	6,63	10,28	3,72	4,32	6,69
6	Μαρκόπουλο	0,07	5,27	52	35,67	40,28	57,22	12,43	14,03	19,93	8,13	9,18	13,03	5,30	5,98	8,50	3,45	3,89	5,53
7	Νέα Φιλαδέλφεια	0,125	6,67	44	45,09	52,46	81,94	15,71	18,27	28,55	10,27	11,95	18,67	6,69	7,79	12,17	4,36	5,07	7,92
8	Πειραιάς	0,125	3,38	13	27,48	31,21	46,13	9,57	10,87	16,07	6,26	7,11	10,51	4,08	4,63	6,85	2,66	3,02	4,46
9	Περιστέρι	0,125	4,26	46	29,62	34,32	53,15	10,32	11,96	18,51	6,75	7,82	12,11	4,40	5,10	7,89	2,86	3,32	5,14
10	Τατόι	0,097	7,67	56	49,09	56,61	85,40	17,10	19,72	29,75	11,18	12,90	19,45	7,29	8,41	12,68	4,74	5,47	8,25
11	Χαλάνδρι	0,125	4,63	45	34,43	39,55	60,03	12,00	13,78	20,91	7,84	9,01	13,67	5,11	5,87	8,91	3,33	3,82	5,80
12	Ελευσίνα	0,125	5,85	12	40,65	47,12	72,97	14,16	16,41	25,42	9,26	10,73	16,62	6,04	7,00	10,84	3,93	4,55	7,05
13	Ζωγράφου	0,125	9,1	21	62,88	72,93	113,13	21,91	25,41	39,41	14,33	16,61	25,77	9,34	10,83	16,80	6,08	7,05	10,93
14	Αγ. Νικόλαος	0,097	7,95	12	53,46	61,26	91,12	18,62	21,34	31,74	12,18	13,95	20,76	7,94	9,10	13,53	5,17	5,92	8,81
15	Άνω Λιόσια	0,125	7,84	10	55,51	64,18	98,83	19,34	22,36	34,43	12,65	14,62	22,51	8,24	9,53	14,68	5,36	6,20	9,55
16	Γαλάτσι	0,125	4,86	11	38,26	43,63	65,10	13,33	15,20	22,68	8,72	9,94	14,83	5,68	6,48	9,67	3,70	4,22	6,29
17	Ηλιούπολη	0,07	6,98	11	40,14	46,25	68,67	13,98	16,11	23,92	9,14	10,53	15,64	5,96	6,87	10,20	3,88	4,47	6,64
18	Μάνδρα	0,125	7,28	11	53,46	61,51	93,68	18,63	21,43	32,64	12,18	14,01	21,34	7,94	9,13	13,91	5,17	5,94	9,05
19	Μενίδι	0,097	8,86	11	58,54	67,23	100,52	20,39	23,42	35,02	13,34	15,32	22,90	8,69	9,98	14,93	5,66	6,50	9,71
20	Πεντέλη (Δ.Β.)	0,097	9,55	12	65,99	75,36	111,24	22,99	26,25	38,75	15,03	17,17	25,34	9,80	11,19	16,52	6,38	7,28	10,75
21	Πεντέλη	0,097	9,94	10	62,02	71,77	109,10	21,61	25,00	38,01	14,13	16,35	24,85	9,21	10,66	16,20	5,99	6,94	10,54
22	Πικέρμι	0,097	6,25	10	43,86	49,98	73,45	15,28	17,41	25,59	9,99	11,39	16,73	6,51	7,42	10,91	4,24	4,83	7,10
23	Ψυττάλεια	0,125	5,46	11	35,32	41,35	65,48	12,31	14,41	22,81	8,05	9,42	14,92	5,24	6,14	9,72	3,41	4,00	6,33

Πίνακας 2.9 Καταιγίδες σχεδιασμού 24 ωρών για τον σταθμό των Κυθήρων (από την έκθεση της ΕΓΥ 2016).

Περίοδος επαναφοράς (Τ)	50 έτη	100 έτη	1000 έτη
Ύψος υετού (24h) – Σταθμός Κυθήρων	167,9	199,6	341,5

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

3.1 Πλημμυρικό ιστορικό

Η περιοχή έρευνας καταγράφειέναν 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 (Diakakisetal. 2012)	1880-2010
	Βάση Καταγραφής Ιστορικών Πλημμυρών (ΕΓΥ 2012)	1896-2011
	Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων - Οριοθέτηση πλημμυρών (ΥΑΣ 2016)	1994-2018
	Βάση Ακραίων Καιρικών Φαινομένων (Papagiannakietal. 2013)	2001-2011

Επιστημονικά άρθρα, Διατριβές, Μελέτες	Κρητικού 2005, Diakakis et al. 2012, Papagiannaki 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 συνδέθηκαν 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 Μαίου 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, Σεπόλια, 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 Σμύρνη	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, Μιχέλη	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 Μαίου 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, Χαιδαρόρεμα	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, Γλυφλαδα	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 Μαίου 2007	Μιχελή	Καματερό, Αχαρνές, Ζεφύρι, Άνω Λιόσια	0

Πίνακας 3.2β. Κατάλογος πλημμυρικών γεγονότων που έχουν καταγραφεί στην Ανατολική Αττική.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ
1805	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
1897	ΒΡΑΝΑΣ	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
1926	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ
21/10/79	ΚΑΤΩ ΣΟΥΛΙ	ΜΥΡΤΙΑ
27/10/80	ΒΡΑΝΑΣ	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
12/11/87	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ,ΒΡΑΝΑΣ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
25/02/88	ΠΑΙΑΝΙΑ	ΡΕΜΑ ΠΑΙΑΝΙΑΣ
25/02/88	ΒΡΑΝΑΣ	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
08/11/91	ΠΑΙΑΝΙΑ	ΡΕΜΑ ΠΑΙΑΝΙΑΣ
08/11/91	ΠΑΛΛΗΝΗ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
08/11/91	ΓΛΥΚΑ ΝΕΡΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
27/11/93	ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	ΡΕΜΑ ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ
10/01/94	ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ	ΡΕΜΑ ΒΡΥΣΗ
27/01/96	ΠΙΚΕΡΜΙ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
28/01/96	ΡΑΦΗΝΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
28/01/96	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
28/01/96	ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ	ΡΕΜΑ ΣΦΑΛΑΚΤΟ
28/01/96	ΣΠΑΤΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
28/01/96	ΠΑΛΛΗΝΗ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
25/03/98	ΒΡΑΝΑΣ	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
25/03/98	ΠΑΛΛΗΝΗ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
25/03/98	ΠΑΙΑΝΙΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
25/03/98	ΠΙΚΕΡΜΙ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
25/03/98	ΡΑΦΗΝΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
25/03/98	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΩΡΩΠΟΥ	ΑΣΩΠΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
25/03/98	ΑΓ. ΣΤΕΦΑΝΟΣ	ΡΕΜΑ ΑΓ. ΣΤΕΦΑΝΟΥ
25/03/98	ΓΕΡΑΚΑΣ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
25/03/98	ΚΟΡΩΠΙ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
26/03/98	ΚΑΛΥΒΙΑ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
26/03/98	ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ	ΡΕΜΑ ΣΦΑΛΑΚΤΟ
26/03/98	ΣΠΑΤΑ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
26/03/98	ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	ΡΕΜΑ ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ
12/11/98	ΒΡΑΝΑΣ	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
20/11/98	ΡΑΦΗΝΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
20/11/98	ΒΡΑΝΑΣ	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
20/11/98	ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ	ΡΕΜΑ ΣΦΑΛΑΚΤΟ
20/11/98	ΠΑΙΑΝΙΑ	ΡΕΜΑ ΠΑΙΑΝΙΑΣ
20/11/98	ΚΟΡΩΠΙ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
19/11/00	ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	ΡΕΜΑ ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ
19/11/00	Π. ΦΩΚΑΙΑ	ΡΕΜΑ ΠΑΛΑΙΑΣ ΦΩΚΑΙΑΣ
14/01/01	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ, ΣΟΥΛΙ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ, ΜΥΡΤΙΑ
03/11/01	Π. ΦΩΚΑΙΑ	ΡΕΜΑ ΠΑΛΑΙΑΣ ΦΩΚΑΙΑΣ
03/11/01	ΣΤΑΜΑΤΑ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ
03/11/01	ΑΥΛΩΝΑ, ΣΙΚΑΜΙΝΟΥ	ΑΣΩΠΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
04/11/01	ΩΡΩΠΟΣ	ΑΣΩΠΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
04/11/01	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
12/09/02	ΚΟΡΩΠΙ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
12/09/02	ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ	ΡΕΜΑ ΒΡΥΣΗ
12/09/02	ΛΟΥΤΣΑ	ΡΕΜΑ ΛΟΥΤΣΑΣ

Πίνακας 3.2γ. Κατάλογος πλημμυρικών γεγονότων που έχουν καταγραφεί στην Ανατολική Αττική.

Α/Α	ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ
51	07/11/02	ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	ΡΕΜΑ ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ
52	07/11/02	ΚΟΡΩΠΙ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
53	24/01/03	ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ	ΡΕΜΑ ΣΦΑΛΑΚΤΟ
54	24/01/03	ΚΟΥΒΑΡΑΣ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
55	24/01/03	ΚΟΡΩΠΙ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
56	24/01/03	ΚΑΛΑΜΟΣ	ΡΕΜΑ ΛΑΣΗ
57	24/01/03	ΜΑΛΑΚΑΣΑ	ΑΣΩΠΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
58	24/01/03	ΩΡΩΠΟΣ	ΜΑΥΡΟΡΕΜΑ
59	24/01/03	ΛΑΥΡΙΟ	ΡΕΜΑ ΛΑΥΡΙΟΥ
60	26/01/03	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ, ΣΟΥΛΙ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ, ΜΥΡΤΙΑ
61	26/01/03	ΩΡΩΠΟΣ	ΑΣΩΠΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
62	26/01/03	ΡΑΦΗΝΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
63	26/01/03	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
64	26/01/03	ΑΡΤΕΜΙΔΑ	ΡΕΜΑ ΛΟΥΤΣΑ
65	02/02/03	ΚΟΡΩΠΙ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
66	04/11/03	ΣΑΡΩΝΙΔΑ	ΡΕΜΑ ΣΑΡΩΝΙΔΑΣ
67	22/01/04	ΛΑΓΟΝΗΣΙ	ΡΕΜΑ ΚΑΛΥΒΙΩΝ
68	22/01/04	ΚΑΛΥΒΙΑ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
69	12/02/04	ΠΑΛΛΗΝΗ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
70	16/09/05	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ, ΣΟΥΛΙ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ, ΜΥΡΤΙΑ
71	23/11/05	ΚΑΛΥΒΙΑ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
72	23/11/05	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ, ΣΟΥΛΙ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ, ΜΥΡΤΙΑ
73	23/11/05	ΚΟΡΩΠΙ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
74	23/11/05	ΑΡΤΕΜΙΔΑ	ΡΕΜΑ ΛΟΥΤΣΑ
75	23/11/05	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΩΡΩΠΟΥ	ΡΕΜΑ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΩΡΟΠΟΥ
76	23/11/05	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
77	23/11/05	ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ	ΡΕΜΑ ΒΡΥΣΗ
78	23/11/05	ΚΟΥΒΑΡΑΣ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
79	24/11/05	ΛΑΓΟΝΗΣΙ	ΡΕΜΑ ΚΑΛΥΒΙΩΝ
80	01/10/06	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
81	01/10/06	ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ
82	01/10/06	ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙ	ΟΙΝΟΗΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
83	10/10/06	ΠΑΙΑΝΙΑ	ΡΕΜΑ ΠΑΙΑΝΙΑΣ
84	10/10/06	ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ	ΡΕΜΑ ΒΡΥΣΗ
85	11/10/06	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ, ΣΟΥΛΙ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ, ΜΥΡΤΙΑ
86	24/02/11	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
87	22/02/12	ΠΑΙΑΝΙΑ	ΜΕΓΑΛΟ ΡΕΜΑ
88	30/12/12	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ, ΒΡΑΝΑΣ	ΧΑΡΑΔΡΟΣ, ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ
89	30/12/12	Ν. ΜΑΚΡΗ	ΡΕΜΑ ΣΦΑΛΑΚΤΟ
90	22/02/13	ΣΠΑΤΑ	ΕΡΑΣΙΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ
91	22/02/13	ΒΡΑΝΑΣ	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑ

Πίνακας 3.2δ. Κατάλογος πλημμυρικών γεγονότων που έχουν καταγραφεί στα Κύθηρα.

Ημερ/νια	Θέσεις	Θύματα	Σύντομη περιγραφή επιπτώσεων
16/1/2001	Μυλοπόταμος	0	Εκδηλώθηκε στο κύριο ρέμα του Μυλοπόταμου και τα νερά εισήλθαν μέσα στον οικισμό σε περιορισμένη όμως έκταση κυρίως στις παράπλευρες του ρέματος οδούς και δημιούργησαν μικρο ζημιές και επιπτώσεις στις γύρω κατασκευές
2003	Παλαιόπολη	1	Εκδηλώθηκε στο κεντρικό /ανατολικό τμήμα του νησιού (περιοχή Παλαιόπολης κ.α.) με έντονες απορροές, υψηλές ταχύτητες υδάτων και ισχυρή παρουσία φερτών υλικών. Ο χώρος στον οποίο έλαβε χώρα το περιστατικό αυτό δεν καταγράφει σημαντικές υποδομές και επομένως δεν καταγράφηκαν σημαντικές επιπτώσεις. Σημειώνεται όμως ότι η ένταση των φαινομένων διαμόρφωση επικίνδυνες συνθήκες για την ανθρώπινη ζωή (ιδιαίτερως για τους χρήστες του οδικού δικτύου).

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

Εικ. 3.1.Πλημμύρα στο Ναό Αρτέμιδος στη Βραυρώνα (Παντζαρτζή Σ., 2014).

Εικ. 3.2 Πλημμύρα στην περιοχή του Μαραθώνα (Τράτσα Μ., 2009).

Εικ.3.3. Πλημμυρισμένη αίθουσα σχολείου στη Παλλήνη (Crash, 2014).

Εικ 3.4.Πλημμυρισμένη η λεωφόρος Μαραθώνα, στη Νέα Μάκρη (Newpost, 2014).

Εικ.3.5. Πλημμυρισμένος δρόμος στη Σκάλα Ωρωπού (Real, 2012).

Εικ. 3.6. Στιγμιότυπο πλημμύρας στα Κύθηρα στον οικισμό του Μυλοπόταμου το 2001.

Εικ. 3.8. Διάβρωση του εδαφικού σχηματισμού παράπλευρα της κοίτης του Μεγάλου Ρέματος με αποτέλεσμα την κατάρρευση στέγης κατοικίας (Παναγιωτίδης Θ., 2014).

Εικ.3.9. Υψηλή περιεκτικότητα φερτών υλικών (θραύσματα βλάστησης, χώμα κλπ.) σε πλημμύρα κοντά στο Ναό της Αρτέμιδος στην Βραυρώνα (Παντζαρτζή Σ., 2014).

Εικ. 3.11 Πλημμυρισμένη οδός στην ανισόπεδη διαστάυρωση της Λεωφόρου Αθηνών με τη Λεωφόρο Καβάλας στην περιοχή του Αιγάλεω το 2013.

Εικ. 3.12. Πλημμυρισμένη οδός (Λεωφόρος Πειραιώς) στην περιοχή του Ταύρου.

Εικ. 3.13. Ξαφνική πλημμύρα στον οικισμό της Μάνδρας το Νοέμβριο του 2017.

Εικ. 3.13. Ξαφνική πλημμύρα στον οικισμό της Μάνδρας από την υπερχείλιση του ρέματος της Αγίας Αικατερίνης το Νοέμβριο του 2017.

Εικ. 3.14. Διάσωση κατά τη διάρκεια ξαφνικής πλημμύρας στην περιοχή του Χαλανδρίου το Φεβρουάριο του 2013.

Εικ. 3.15. Απόθεση φερτών υλικών (debris) από το ρέμα Σούρες βόρεια του οικισμού της Μάνδρας στην Δυτική Αττική, μετά την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017.

Εικ. 3.16. Καταστροφές εντός του οικισμού της Μάνδρας μετά την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017.

Εικ. 3.17. Καταστροφές εντός του οικισμού της Μάνδρας μετά την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017.

Εικ. 3.18. Πλημμύρα στη διαστάυρωση της οδού Θηβών και Αττικής οδού στη βιομηχανική ζώνη της Μάνδρας κατά την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017.

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 καταιγίδωνπροκύπτει, ότι οι πλημμύρες της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζονται από ταχεία άνοδο της στάθμης των υδάτων, γεγονός που τους προσδίδει χαρακτήρα αιφνίδιων πλημμυρών (flashfloods). 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 (vegetationdebris). Τα φερτά αυτά υλικά σε πολλές περιπτώσεις ελαχιστοποίησαν την παροχετευτική 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 πλήτεται από πλημμύρες τύπου “flashflood“ 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.

3.3Η πλημμύρα της Μάνδρας

Το τριήμερο Τετάρτης-Παρασκευής (14-16 Νοεμβρίου) αλλεπάλληλες καταιγίδες οφειλόμενες σε έντονη αστάθεια στην ανώτερη ατμόσφαιρα προκάλεσαν βροχές και καταιγίδες σε μεγάλο μέρος της χώρας.

Η περιοχή της Μάνδρας επηρεάστηκε από καταιγίδες τις πρώτες πρωινές ώρες της Τετάρτης 15 Νοεμβρίου.

Η διερεύνηση των μετεωρολογικών και των δορυφορικών δεδομένων έδειξε μια ανατροφοδότηση καταιγίδων σε πολύ περιορισμένη περιοχή γύρω από το όρος Πατέρας στις πρώτες πρωινές ώρες τις 15ης και μέχρι το μεσημέρι της ίδιας ημέρας.

Η εντοπισμένη αυτή βροχόπτωση η οποία έπεσε στα ορεινά τμήματα της περιοχής προκάλεσε ξαφνική πλημμύρα (flash flood) στις υδρολογικές λεκάνες της περιοχής και συγκεκριμένα των ρεμάτων που απορρέουν στην πεδιάδα της Νέας Περάμου και την πεδινή περιοχή της Μάνδρας και της ΒΙΠΕ Μάνδρας.

Οι εν λόγω χείμαρροι ενεργοποίησαν τα αλλουβιακά ριπίδια που έχουν σχηματιστεί από την προσφορά ιζημάτων εντός του Τεταρτογενούς με αποτέλεσμα να προκληθούν πλημμύρες με μεγάλη ποσότητα φερτών υλικών (παρουσιάζονται παρακάτω). Οι περιοχές που κατακλύσθηκαν από ύδατα βρίσκονται πάνω στους γεωλογικούς σχηματισμούς των ριπιδίων.Η ανάπτυξη των οικισμών κάθετα στη ροή του νερού και πάνω στα αλλουβιακά αυτά ριπίδια απέκοψαν την ομαλή

αποστράγγιση των υδάτων προς τη θάλασσα με αποτέλεσμα τα ύδατα να πλημμυρίσουν τους οικισμούς.

Η ανάπτυξη οδικών και σιδηροδρομικών αξόνων κάθετα στη ροή επίσης εκτιμάται ότι απέκοψε την ομαλή απορροή με αποτέλεσμα η έκταση των πλημμυρικών υδάτων να ενισχυθεί ως προς το πλάτος.Από την ανάλυση προκύπτει σημαντικά περιορισμένη χωρική εξάπλωση της καταιγίδας σε ότι αφορά την ένταση της βροχόπτωσης.

Οι πεδινές εκτάσεις δέχθηκαν σημαντικά μικρότερα ποσά βροχής σε σχέση με τις πιο ορεινές. Εκτιμάται ότι οι κάτοικοι των περιοχών που επλήγησαν να βίωσαν πολύ μικρότερη ένταση βροχής από αυτή που έπεσε στα ορεινά και οδήγησε στην σημαντική απορροή των ρεμάτων.

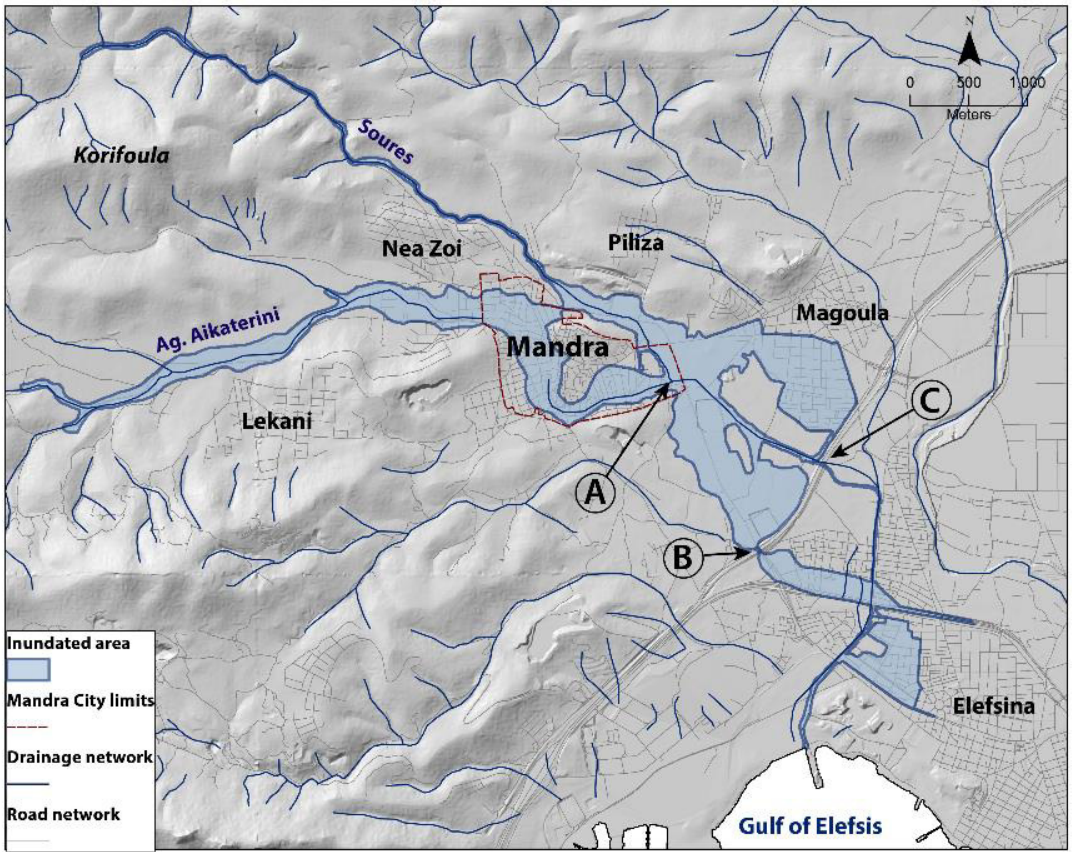
Η καταιγίδα που προκάλεσε την καταστροφική ξαφνική πλημμύρα που έπληξε τη Μάνδρα, χαρακτηρίστηκε από σύντομη διάρκεια και έντονα τοπικά επιλεκτική ένταση κατακρηνισμάτων.

Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά είναι τυπικά των καταιγίδων που προκαλούν ξαφνικές πλημμύρες στη Μεσόγειο. Το αποτέλεσμα υπολογισμού της βροχόπτωσης του IMERG (Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM), που βασίζεται στην αποστολή μέτρησης της παγκόσμιας βροχόπτωσης της (NASA Global Precipitation Measurement) κατέγραψε πολύ καλά όλα τα χωροχρονικά χαρακτηριστικά της καταιγίδας και μαρτυρά το ακραίο του γεγονότος.

Σύμφωνα με αυτές τις αρχικές εκτιμήσεις, η περιοχή ανάντη της Μανδρας δέχθηκε ~150mm βροχόπτωσης κατά μέσο όρο μέσα σε περίπου 7 ώρες (από τις from 00:30-07:30 UTC στις 15 Νεμβρίου 2017), μια ποσότητα που αντιστοιχεί σε μεγάλο ποσοστό της ετήσιας βροχόπτωσης της περιοχής. Σημείωνεται ότι κατά θέσεις η ποσότητα της βροχόπτωσης έφτασε τα 280mmτοπικά (Andreadakisetal. 2017).

Η πλημμύρα της Μάνδρας ήταν από τις πιο καταστρεπτικές και με τον μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων τα τελευταία 40 έτη στην Ελληνική επικράτεια. Ανέδειξε τις ελλείψεις σε πολλούς τομείς του τομέα των πλημμυρών όπως στην έγκαιρη προειδοποίηση, στην επέμβαση έκτακτης ανάγκης, στις επικοινωνίες την ώρα της καταστροφής, τις κακοτεχνίες και τον κακό σχεδιασμό του πολεοδομικού ιστού, τη γεωδυναμική των λεκανών, τη μέτρηση των βροχοπτώσεων, την εκτίμηση ακραίων καταιγίδων και την κατάσταση της πολιτικής προστασίας εν γένει στη χώρα.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο χάρτης του πλημμυρικού φαινομένου (Εικ. 3.19).



Εικ. 3.19. Χάρτης με την έκταση της πλημμύρας της Μάνδρας που παρουσιάζει τις περιοχές που επλήγησαν (με θαλασσί) (Andreadakis et al. 2017).

4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

4.1 Προσέγγιση - Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε 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 πλημμύρών 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.

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 εξης:

«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).

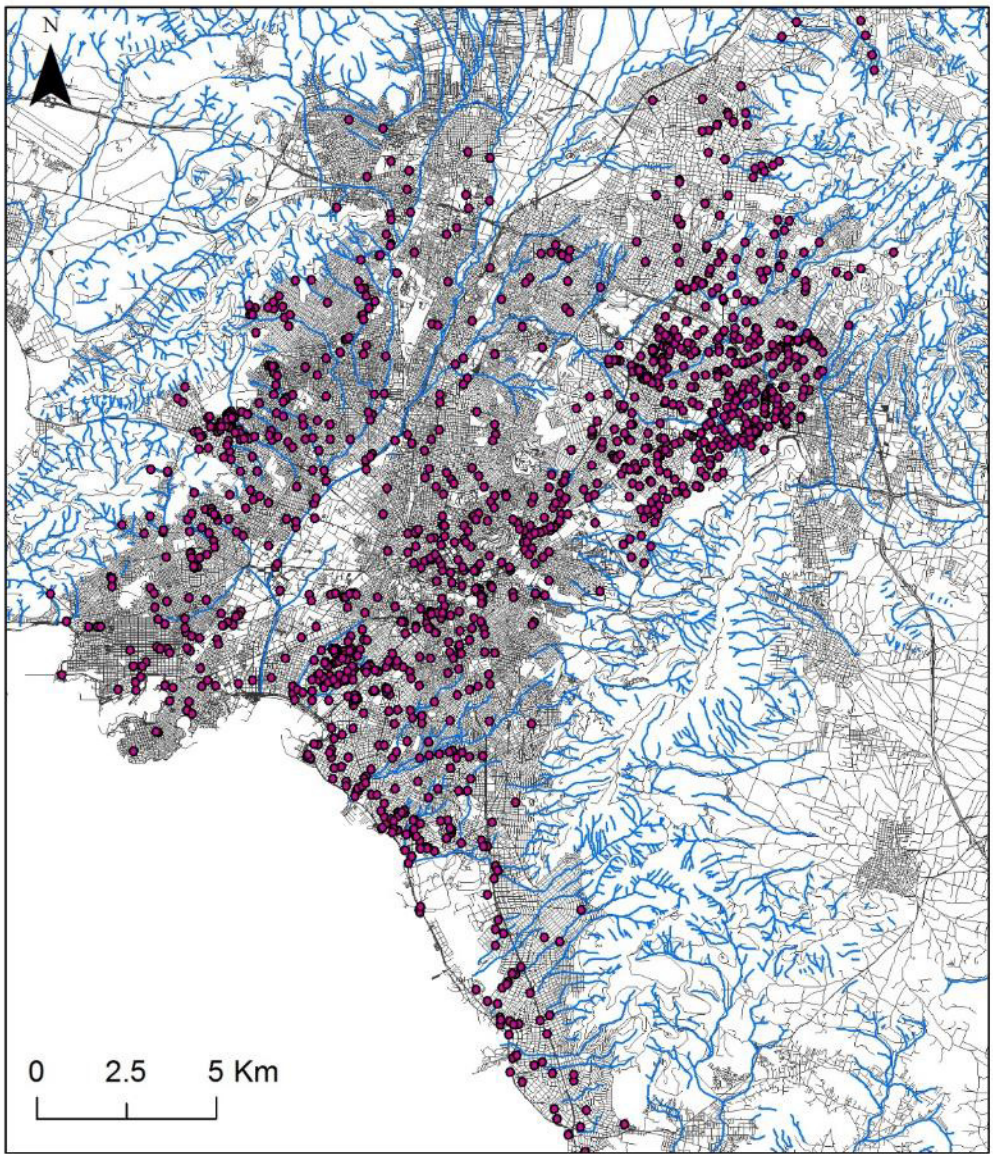
Στην παρούσα έρευνα έγινε παρουσίαση με υπόβαθρο ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου και χάρτη σκιασμένου αναγλύφου.

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 πολυκριτιριακή 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:

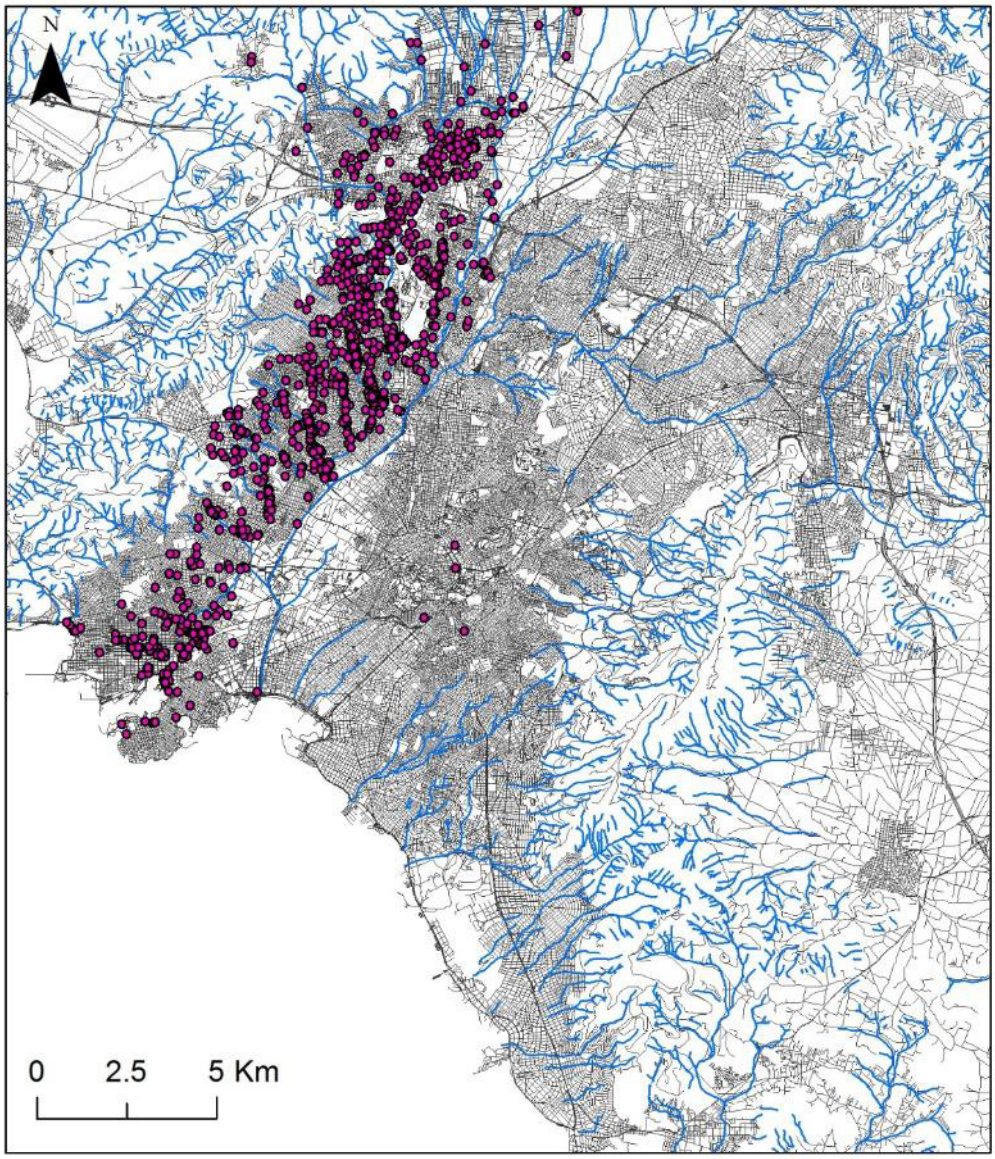
- Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και τις ειδικές γεωμορφές της περιοχής.
- Τις μορφολογικές κλίσεις.
- Την οριοθέτηση του πλημμυρικού πεδίου.
- Την δημιουργία αλλουβιακών ριπιδίων.
- Την ύπαρξη ποτάμιων αναβαθμίδων.
- Την λεπτομερή καταγραφή των ενεργών αναβαθμίδων με την έννοια του ενεργού πλημμυρικού πεδίου.
- Τις πλημμυρικές αποθέσεις (flooddeposits) 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.

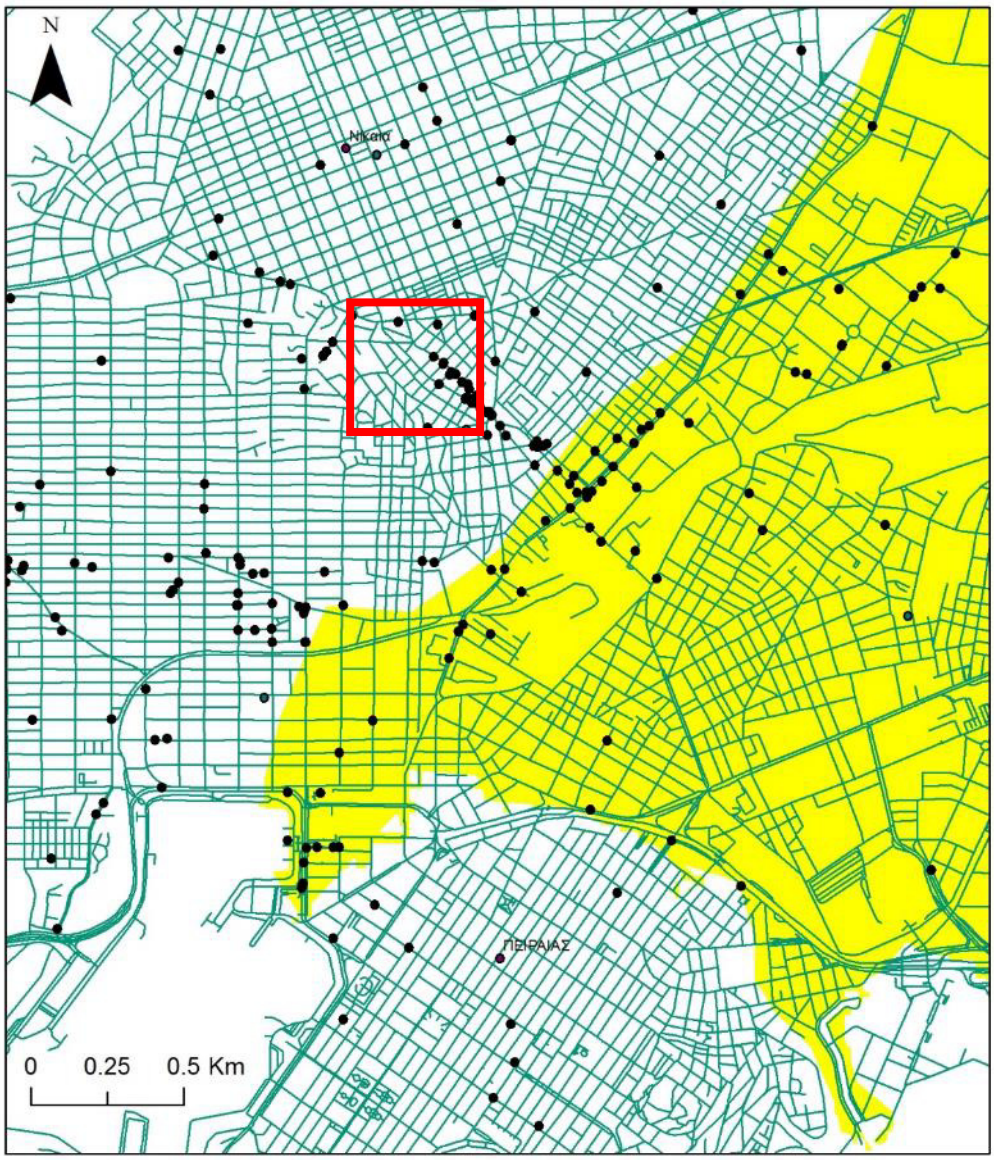
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται παραδείγματα επιπτώσεων πλημμυρών του παρελθόντος προβεβλημένες σε περιβάλλον GIS (Εικ 4.1 - 4.4).



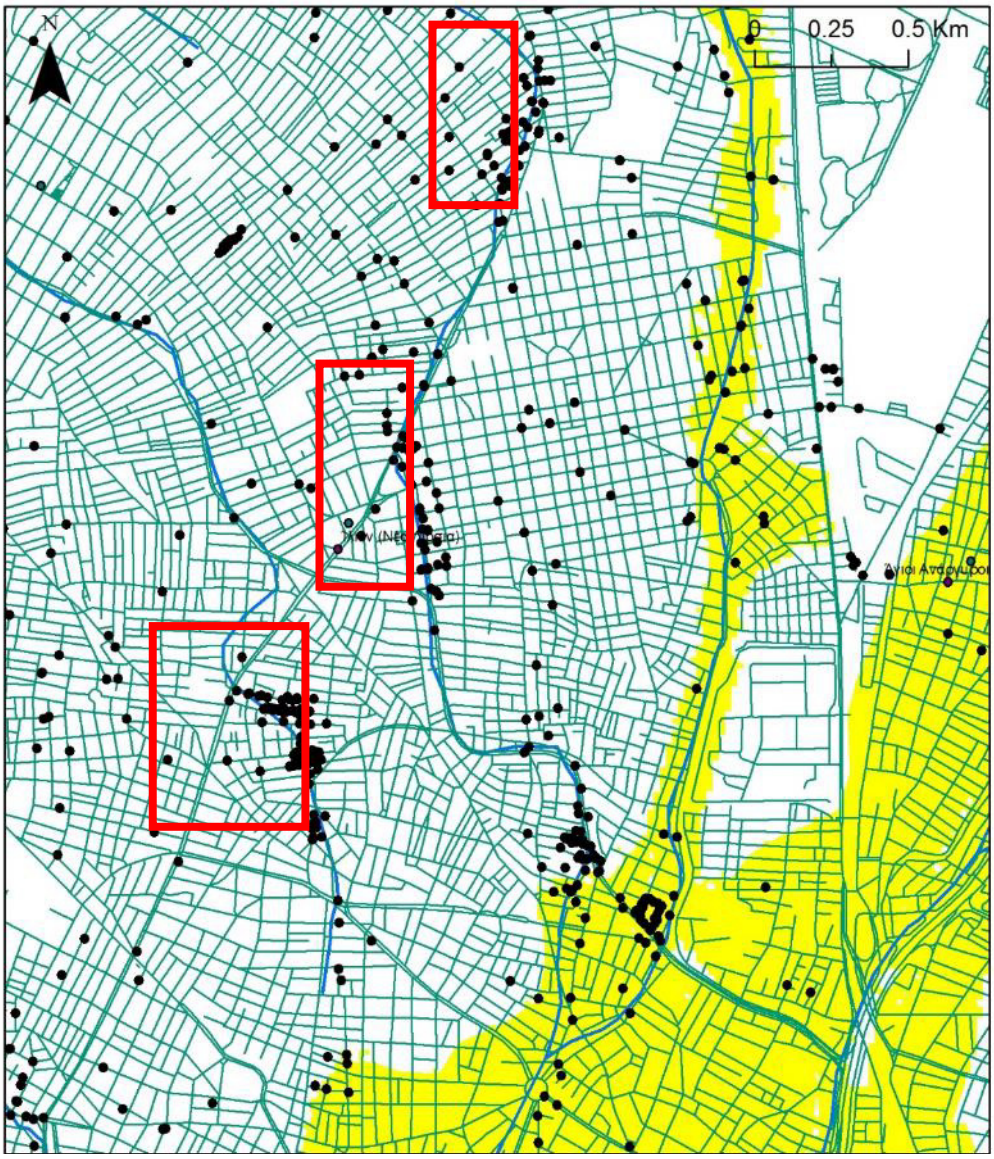
Εικ. 4.1. Ζημιές από την πλημμύρα της 22ας Φεβρουαρίου 2013 στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Στοιχεία: Πυροσβεστικό Σώμα 2013).



Εικ. 4.2. Ζημιές από την πλημμύρα του Οκτωβρίου 2014 στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Στοιχεία: Πυροσβεστικό Σώμα 2015 και ΔΑΕΦΚ 2015).



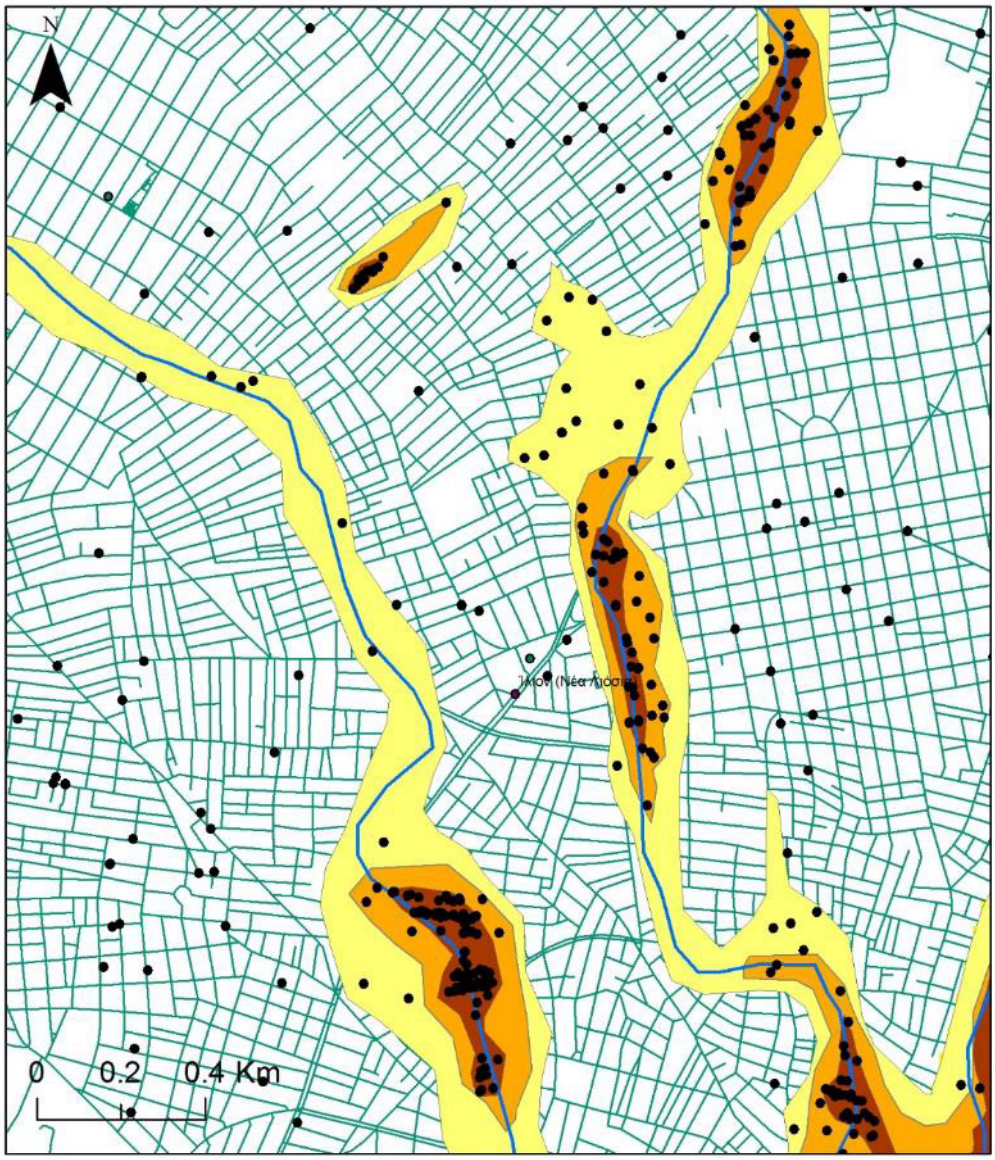
Εικ. 4.3. Ζημίες από πλημμύρικά φαινόμενα (μαύρα σημεία) κατά την πλημμύρα του Οκτωβρίου 2014 στην Δυτική Αθήνα και τον Πειραιά. Με κίτρινο παρουσιάζεται η έκταση της πλημμύρας στο σενάριο των Τ=1000 ετών από το Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017). Είναι εμφανές 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. 4.4. Ζημίες από πλημμύρικά 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 Τ=1000 ετών από το Σχεδίου 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 όριοθετήθηκαν 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. 4.5.



Εικ. 4.5. Παράδειγμα οριοθέτησης ζωνών χαμηλού (κίτρινο), μέσου (πορτοκαλί) και υψηλού κινδύνου (καφέ) με βάση την πυκνότητα των ιστορικών ζημιών από πλημμυρικά φαινόμενα.Οι ζημίες από πλημμύρικά 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 (π.χ. Μάνδρα 2017) 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 και Μάνδρας 2017).

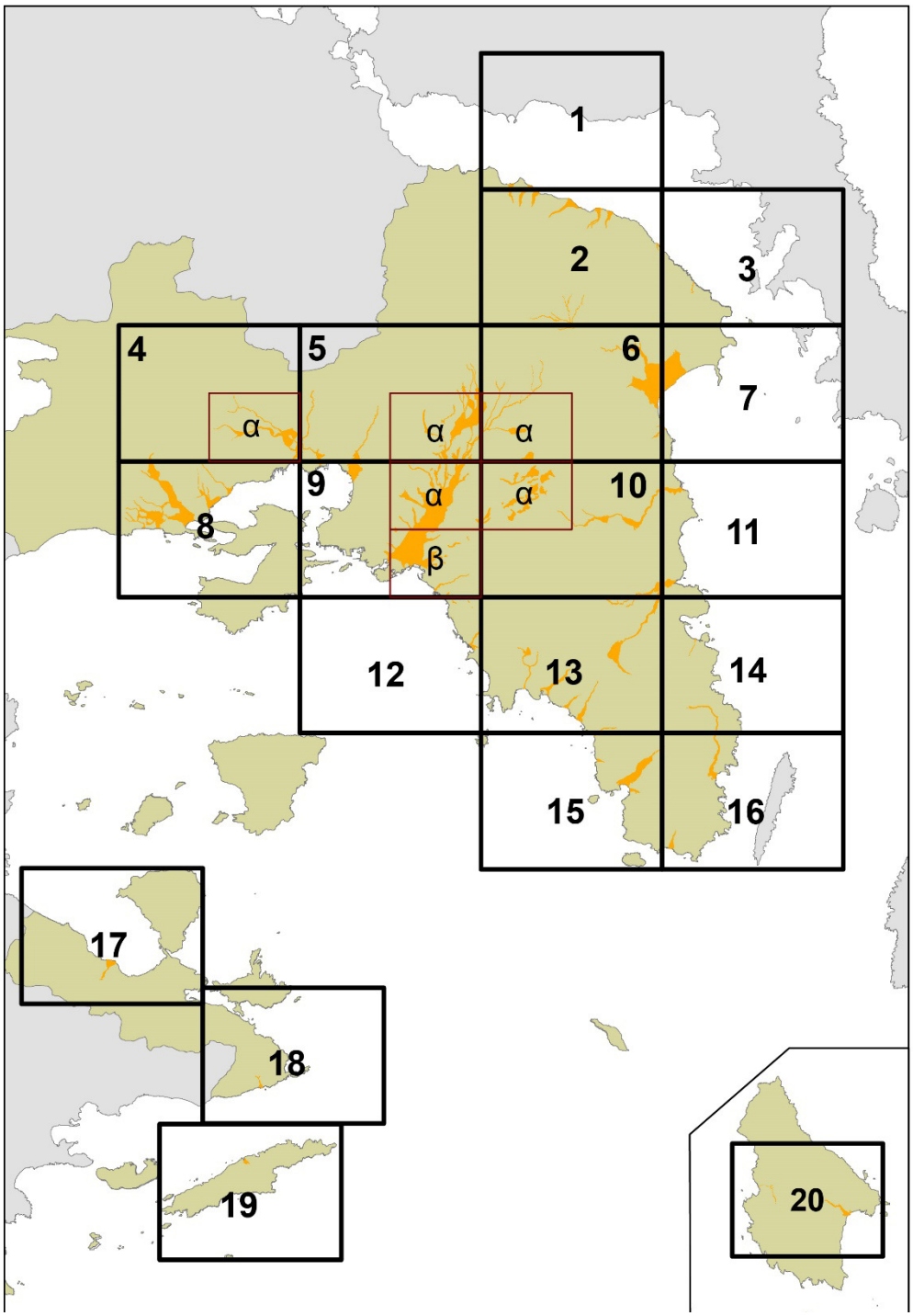
Η συγκεκριμένη προσέγγιση επιλέχθηκε αφενός για να αξιοποιήσει το σημαντικό και καλής ποιότητας αποτέλεσμα της έρευνας που έγινε στο πλαίσιο του Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ 2017) και αφετέρου να συμπεριλάβει τη συστηματική σύγχρονη γνώση που προκύπτει από την ανάλυση του ιστορικού πλημμυρών στην περιοχή έρευνας.

4.3 Αποτελέσματα

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 κατανεμμημένη 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. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η διανομή των χαρτών (Εικ. 4.6).

Τμήματα της περιοχής έρευνας όπως τα Αντικύθηρα και τμήματα της Βόρειας Αττικής τα οποία δεν καλύπτονται από τη διανομή, απουσιάζουν από την ανάλυση λόγω έλλειψης συστηματικών δεδομένων.

Στα παρακάτω υποκεφάλαια παρουσιάζονται και περιγράφονται αναλυτικά οι χάρτες, οι οποίοι εκτός του Κεφαλαίου 4, παρουσιάζονται επίσης και στο Παράρτημα του παρόντος τεύχους.



Εικ. 4.6. Διανομή των χαρτών κινδύνου στην περιοχή έρευνας. Με αριθμούς παρουσιάζονται τα φύλλα χαρτών, ενώ με γράμματα (α και β) οι περιοχές οι οποίες παρουσιάζονται σε μεγαλύτερη ανάλυση στους παρακάτω χάρτες.

4.3.1. Ευρύτερη περιοχή βόρειας – βορειοανατολικής Αττικής

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στους χάρτες με αριθμό: 1, 2 και 3. Η συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει σχετικά υψηλές μορφολογικές κλίσεις και σχετικά περιορισμένη ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου σε μικρές λεκάνες απορροής, οι οποίες αποστραγγίζονται στο νότιο Ευβοϊκό, στα βόρεια και βορειοανατολικά της Αττικής. Λόγω της γεωμορφολογίας και του γεωδυναμικού καθεστώτος τους, τα εν λόγω ρέματα ακόμα και σε επίπεδο κύριου κλάδου παρουσιάζουν μεγάλες τιμές κλίσης, με αποτέλεσμα τα ύδατα κατά την απορροή τους να παρουσιάζουν υψηλή ενέργεια και μεγάλες ταχύτητες, χαρακτηριστικά που ενισχύουν τον κίνδυνο και την καταστρεπτικότητα μιας πλημμύρας στην περιοχή.

Στις εκβολές των υδρογραφικών αυτών δικτύων στις μικρές πεδινές εκτάσεις που διαμορφώνονται κατά μήκος της ακτογραμμής, αναπτύσσονται αλλουβιακά ριπίδια, τα οποία καταγράφουν την μεγάλη μεταφορική ικανότητα των ρεμάτων αυτών. Λόγω του ότι η ροή κατά την υπερχείλιση τέτοιων συστημάτων (αλλουβιακών ριπιδίων) καταλαμβάνει λόγω της μορφολογίας μεγάλη έκταση κ κινείται απρόβλεπτα, τα ριπίδια αυτά παρουσιάζουν ιστορικό σε όλη την έκτασή τους και κατά συνέπεια, το σύνολο της περιοχής που καταλαμβάνουν κινδυνεύει από πλημμύρες. Παράλληλα, η ύπαρξη των ριπιδίων και τα γεωλογικά τους και ιζηματολογικά τους χαρακτηριστικά, αποδεικνύουν ότι τα χαρακτηριστικά των πλημμυρών στην περιοχή είναι συγγενή με φαινόμενα λασπορροών ή πλημμυρών με μεγάλο φορτίο φερτών υλικών από τα ανάντη των λεκανών.

Ιδιαίτερη δε προσοχή θα πρέπει να δοθεί στη διαμόρφωση του κινδύνου πλημμυρών, μετά από πυρκαγιές στην περιοχή, καθώς ένα μεγάλο μερος των λεκανών απορροής καταλαμβάνεται από δάση. Με βάση την επιστημονική γνώση (ShakesbyandDoerr 2006) αλλά και παρατηρήσεις από τον ελληνικό χώρο (Diakakisetal. 2017), είναι διαπιστωμένο ότι μετά από πυρκαγιές, σε υδρολογικές λεκάνες με μεγάλες κλίσεις, παρουσιάζεται αυξημένη συχνότητα πλημμυρών με στοιχεία λασπορροών ή με μεγάλο φορτίο φερτών υλικών και θραυσμάτων βλάστησης. Ο κίνδυνος αυτός θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στις εν λόγω περιοχές, καθώς η στρατηγική μείωσης του κινδύνου και η επιλογή των αντιπλημμυρικών μέτρων θα πρέπει να συνυπολογίσει τέτοιου είδους φαινόμενα.

4.3.2. Ευρύτερη περιοχή Μαραθώνα - Νέας Μάκρης

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στους χάρτες με αριθμό: 6 και 7. Η συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει μικρές ή και πολύ μικρές λεκάνες απορροής οι οποίες απορρέουν στον κόλπο του Μαραθώνα στο Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο.

Σε ότι αφορά την πεδιάδα του Μαραθώνα, ο πλημμυρικός κίνδυνος εκτείνεται σε μεγάλη έκταση καθώς η διαμόρφωση των ρεμάτων, οι πολύ μικρές κλίσεις, αλλά και η διαμόρφωση θινών στην παραλιακή ζώνη (οι οποίες δημιουργούν εμπόδιο στη ροή), οδηγούν στην εξάπλωση των πλημμυρικών υδάτων σε μεγάλο μέρος της πεδινής έκτασης. Αυτό είναι κάτι που επιβεβαιώνεται από το ιστορικό της περιοχής. Η κατασκευή του φράγματος στη δεκαετία του 1930, έχει μειώσει τον κίνδυνο σε ένα από τα 2 κύρια ρέματα της περιοχής (το Χάραδρο) όπως διαπιστώνεται από σχετικές έρευνες (Diakakis 2010). Με βάση το ιστορικό στην περιοχή της Πεδιάδας του Μαραθώνα, το μεγαλύτερο πρόβλημα καταγράφεται στην θέση των Πατητηρίων στην ευρύτερη περιοχή του Βρανά, η οποία διατρέχεται από το ρέμα της Ραπεντώσας. Τα δύο ρέματα (Ραπεντώσας και Χάραδρου) έχουν πλούσιο ιστορικό πλημμυρών σε μεγάλο μέρος της Πεδιάδας του Μαραθώνα.

Σε ότι αφορά τη Νέα Μάκρη, εντός του οικισμού απορρέουν σχετικά μικρές λεκάνες απορροής, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις αποστραγγίζονται από μικρά ρέματα τα οποία εξαφανίζονται μέσα στον πολεοδομικό ιστό ή αντικαθίστανται από πλακοσκεπείς αγωγούς (όπως και στην περίπτωση του ρέματος Ραπεντώσας). Η διαμόρφωση αυτή δημιουργεί κινδύνους υπερχείλισης των ρεμάτων αυτών κατά τη διάρκεια ή μετά έντονων βροχοπτώσεων μικρής διάρκειας, στις οποίες είναι ευαίσθητες οι εν λόγω λεκάνες. Η ομαλή αποστράγγιση των λεκανών αυτών δεν επιτυγχάνεται λόγω της διαμόρφωσης του πολεοδομικού ιστού παράλληλα προς την ακτογραμμή. Η συγκεκριμένη διάταξη έχει οδηγήσει σε ενίσχυση του προβλήματος των πλημμυρών και σε άλλες περιοχές (π.χ. πλημμύρα Νέας Περάμου 2017) και χρήζει συνολικής αντιμετώπισης, με διάνοιξη των οδών του νερού προς τη θάλασσα. Το ιστορικό της περιοχής επιβεβαιώνει τη φύση του προβλήματος, καθώς οι πλημμύρες ξεκινούν σε μεγάλο βαθμό στα ανάντη (δυτική πλευρά) του οικισμού.

4.3.2. Περιοχή Μεγάλου Ρέματος Ραφήνας

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στους χάρτες με αριθμό: 10 και 11. Ο πλημμυρικός κίνδυνος στην εν λόγω λεκάνη καταγράφεται κατά μήκος του κύριου κλάδου, όχι μόνο κοντά στην ακτογραμμή αλλά σε μεγάλο μήκος στη χέρσο (inland). Οι χαμηλές μορφολογικές κλίσεις του κύριου κλάδου, επεκτείνουν τη ζώνη πλημμύρας προς τα ανάντη της λεκάνης, αντίθετα με το παράδειγμα των λεκανών του βόρειου τμήματος της Αττικής όπου η μορφολογία περιορίζει τις ζώνες κινδύνου κοντά στην ακτογραμμή. Η ζώνη υψηλού κινδύνου στην περίπτωση του Μεγάλου Ρέματος, λαμβάνει μεγαλύτερη έκταση κοντά στην εκβολή. Με βάση την ανάλυση των συμβάντων στην περιοχή αλλά και την ευρύτερη γνώση που υπάρχει στις πλημμυρικές απορροές, θα πρέπει να τονισθεί ότι ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει

να δοθεί στις γέφυρες και τους αγωγούς κατά μήκος του κυρίου ρέματος, όπου συχνά μειώνεται δραματικά η παροχετευτική ικανότητα λόγω απόθεσης φερτών.

4.3.3. Περιοχή Ερασίνου (Μεσόγεια)

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στους χάρτες με αριθμό: 10, 11 και 13. Η λεκάνη απορροής του Ερασίνου παρουσιάζει γενικά χαμηλές κλίσεις, ενώ σημαντικό ρόλο στον όγκο απορροής παίζουν τα υπόγεια νερά, καθώς σημαντικές πηγές βγαίνουν εντός της κοίτης του κύριου κλάδου του ποταμού στα τελευταία χιλιόμετρα πριν την εκβολή του στη θάλασσα. Το υδρογραφικό δίκτυο του Ερασίνου έχει υποστεί σημαντικές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις με σημαντικότερη αυτή της κατασκευής πλακοσκεπών αγωγών κατά μήκος της Αττικής οδού και έργων αποστράγγισης κατά μήκος της λεωφόρου Βάρης – Κορωπίου. Τα περισσότερα προβλήματα εξαιτίας των πλημμυρών στην εν λόγω λεκάνηπροκύπτουν με βάση το ιστορικό σε δύο περιοχές. Αφενός στα ανάντη όπου οι μικρές ρεματίες που απορρέουν από τα ανατολικά πρανή του Υμηττού και των άλλων υψομάτων εισρέουν εντός οικισμών όπως η Παιανία και το Κορωπί και δημιουργούν προβλήματα. Αφετέρου κοντά στις εκβολές όπου ο Ποταμός Ερασίνος υπερχειλίζει την κοίτη του σε μια ευρεία σχετικά περιοχή πλήττοντας υποδομές του οδικού δικτύου και τον αρχαιολογικό χώρο της Βραυρώνας (Ναός Αρτέμιδας). Επιπρόσθετα προβλήματα εμφανίζονται στον κλάδο που απορρέει από το Νότο περνώντας από τον οικισμό των Καλυβίων και του Κουβαρά.

4.3.4.Παραλιακή ζώνη Πόρτο Ραφτη – Σούνιο - Λαγονήσι

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στους χάρτες με αριθμό: 13, 14, 15 και 16. Η συγκεκριμένη περιοχή δεν παρουσιάζει όσο πλούσιο ιστορικό πλημμυρών όσο το τμήμα Ραφήνας, Νέας Μάκρης και Μαραθώνα. Παρόλα αυτά η περιοχή του Λαγονησίου και της Αναβύσσου καταγράφουν σημαντικά πλημμυρικά συμβάντα. Στις περιπτώσεις των λεκανών που παρουσιάζονται σε αυτό το τμήμα και εκβάλουν στο Πόρτο Ραφτη, το Λαύριο, τα Λεγρενά, την Ανάβυσσο, την Παλαιά Φώκαια, το Λαγονήσι και άλλων, το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ήπιο, οι μορφολογικές κλίσεις παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις σημαντικό ρόλο στο πλημμυρικό πρόβλημα διαδραματίζει η ανάπτυξη του πολεοδομικού ιστού των ανωτέρω οικισμών παράλληλα με την ακτογραμμή. Η διάταξη αυτή όπως και στο Μαραθώνα και τη Νέα Μάκρη δυσχεραίνει την ομαλή αποστράγγιση με αποτέλεσμα την αύξηση του κινδύνου τοπικά, κυρίως στα ανάντη όρια του πολεοδομικού ιστού. Οι ζώνες κινδύνου στις περιοχές αυτές παρουσιάζουν μεγάλη διαπλάτυνση λόγω της εξάπλωσής των υδάτων σε περίπτωση πλημμύρας κάθετα στη ροή μέσα στους πολεοδομικούς ιστούς των ανωτέρω οικισμών.

4.3.5.Περιοχή λεκανοπεδίου και νοτίων προαστίων

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στους χάρτες με αριθμό: 5, 6, 9, 10 και 12. 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 πρανή 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 τελευταια 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 Περιστέρι μέχρι πιο νότια στα Καμίνια Πειραιά ρέουν από δυσμάς προς ανατολάς προς τον κύριο κλάδο του Κηφισού. Τα ρέματα διαρρέουν κατά κύριο λόγω 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 πλημμυρικα φαινόμενα δεν είναι πολύ συχνά τα τελευταία χρόνια σε σχέση με τις αρχές του αιώνα (Diakakisetal. 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 Ιλισσό το 2013 (οριακή υπερχείλιση). Πλημμυρικό ιστορικό καταγράφεται στην περιοχή της Καλλιθέας και στις Τζιτζιφιές σε συγκεκριμένες θέσεις που οριοθετούνται στον αντίστοιχο χάρτη.

Στην περιοχή των νοτίων προαστίωντα υδατορέματα ρέουν από τα δυτικά πρανή 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 ρέματαστην 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 ιστούείναι πιθανό να οδηγούν στην καθυστέρηση των υδάτων προς την κύρια κοίτη.

4.3.7. Περιοχή Μάνδρας - Νέας Περάμου - Ελευσίνας

Το τμήμα αυτό της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στους χάρτες με αριθμό: 4, 5, 8, και 9. Στην περιοχή αυτή η πρόσφατη πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017, με 24 θύματα και εκταταμένες ζημιές κατέδειξε την πλημμυρική λειτουργία, τον τρόπο κίνησης των υδάτων και τα χαρακτηριστικά των πλημμυρών στην περιοχή. Η δε σπανιότητα της πλημμύρας (Andreadakisetal. 2017),η οποία εικάζεται ότι μπορεί να είναι της τάξης των 500 ετών, ανέδειξε τις περιοχές που κινδυνεύουν με μεγάλο βαθμό βεβαιότητας. Η πλημμύρα έπληξε την περιοχή της Μάνδρας και της Νέας

Περάμου και στον χάρτη κινδύνου, η ακριβής χάραξη των περιοχών που πλημμύρησαν (όπως περιγράφονται από τους Andreadakisetal. 2017) διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο ώστε να καθοριστούν τα όρια των ζωνών πλημμύρας. Η έντονη παρουσία φερτών υλικών από το βουνό Πατέρας αλλά και η ένταση των επιπτώσεων εντός του οικισμού της Μάνδρας σε σχέση με αυτόν της Ελευσίνας ήταν επίσης πολύ χρήσιμα συμπεράσματα.

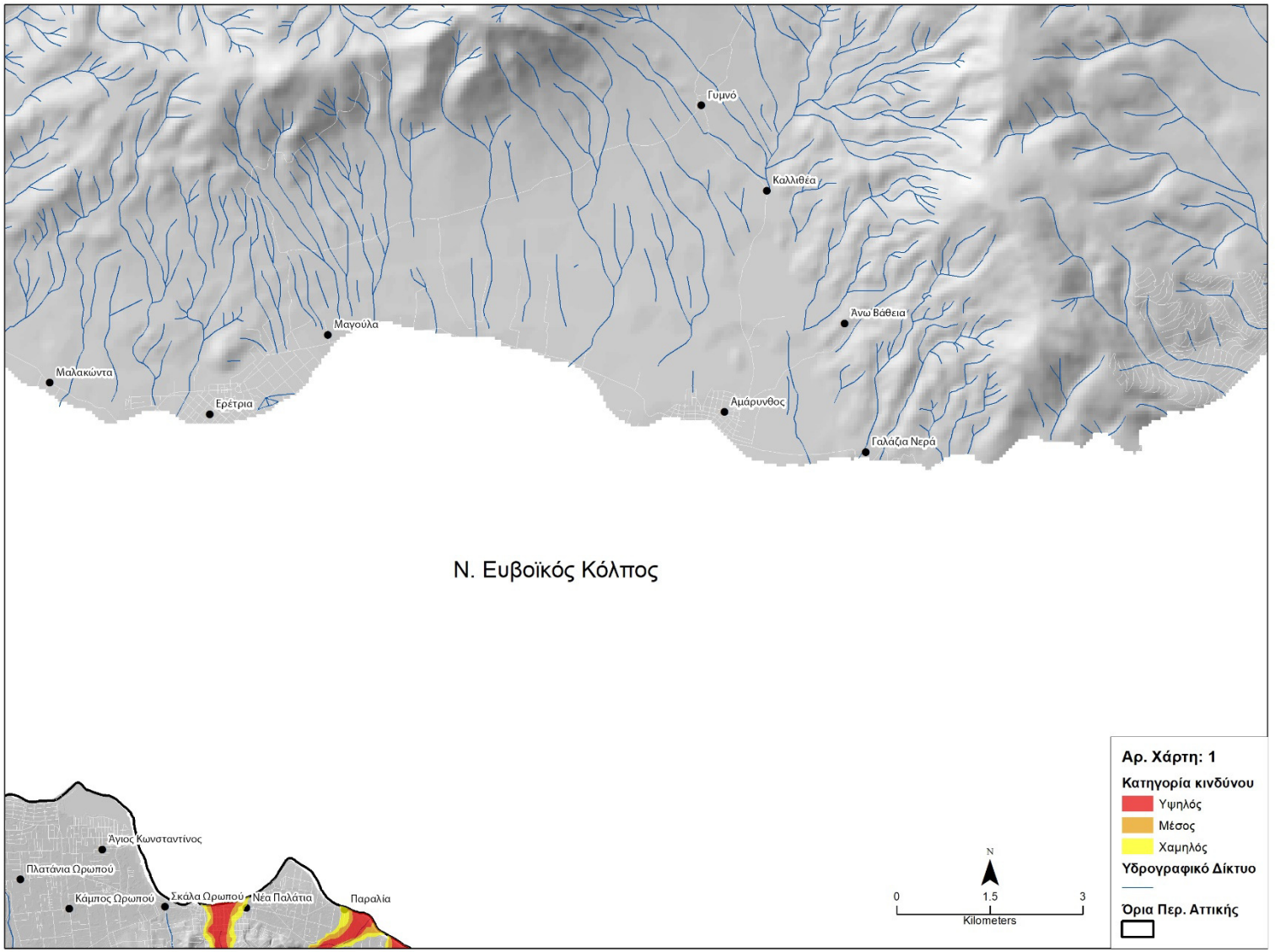
Η περιοχή της Μάνδρας και της Ελευσίνας πλήττονται από τα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης. Το πρώτο κινείται σε μια στενή κοιλάδα η οποία φιλοξενεί έναν κύριο οδικό άξονα προς Θήβα (ο οποίος κατατράφηκε κατά την πλημμύρα) και διοχετεύται στα βόρεια και ανατολικά όρια του οικισμού της Μάνδρας και απο εκεί ρέει προς την Ελευσίνα. Αντίστοιχα, το ρέμα της Αγίας Αικατερίνης ρέει από τους πρόποδες του Πατέρα προς τον οικισμό της Μάνδρας και εισχωρεί στον οικιστικό της ιστό αφού πρώτα η κοίτη του εκφυλίζεται και χάνει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της. Η ύπαρξη αγωγών ομβρίων μέσα στον οικισμό δεν είναι επαρκείς και σε συνδυασμό με τα φερτά υλικά το νερό διοχετεύεται εντός του οικισμού κυρίως επί της οδού Κοροπούλη αλλά και στις γύρω παράλληλες και κάθετες. Στις ΝΑ παρυφές της πόλης συμβάλει με τον Σούρες και από εκει διοχετεύονται προς Ελευσίνα. Κατά την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017, ο ίδιος ο οικισμός της Μάνδρας καθώς και οι οδικοί άξονες που έχουν κατασκευασθεί κάθετα στη ροή ανάσχεσαν το κύμα της πλημμύρας με αποτέλεσμα η ενέργεια των υδάτων να είναι πολύ λιγότερη κοντά στην ακτογραμμή και στην Ελευσίνα.

Αντιστοίχως στη Νέα Πέραμο, όπου διαμορφώνεται ένα αλλουβιακό ριπίδιο, τα ρέματα που υπερχείλισαν κατά την πλημμύρα του 2017 ανέδειξαν την φύση των πλημμυρών στην περιοχή με φαινόμενα διάβρωσης και μεταφοράς φερτών υλικών προς τη θαλάσσια περιοχή.

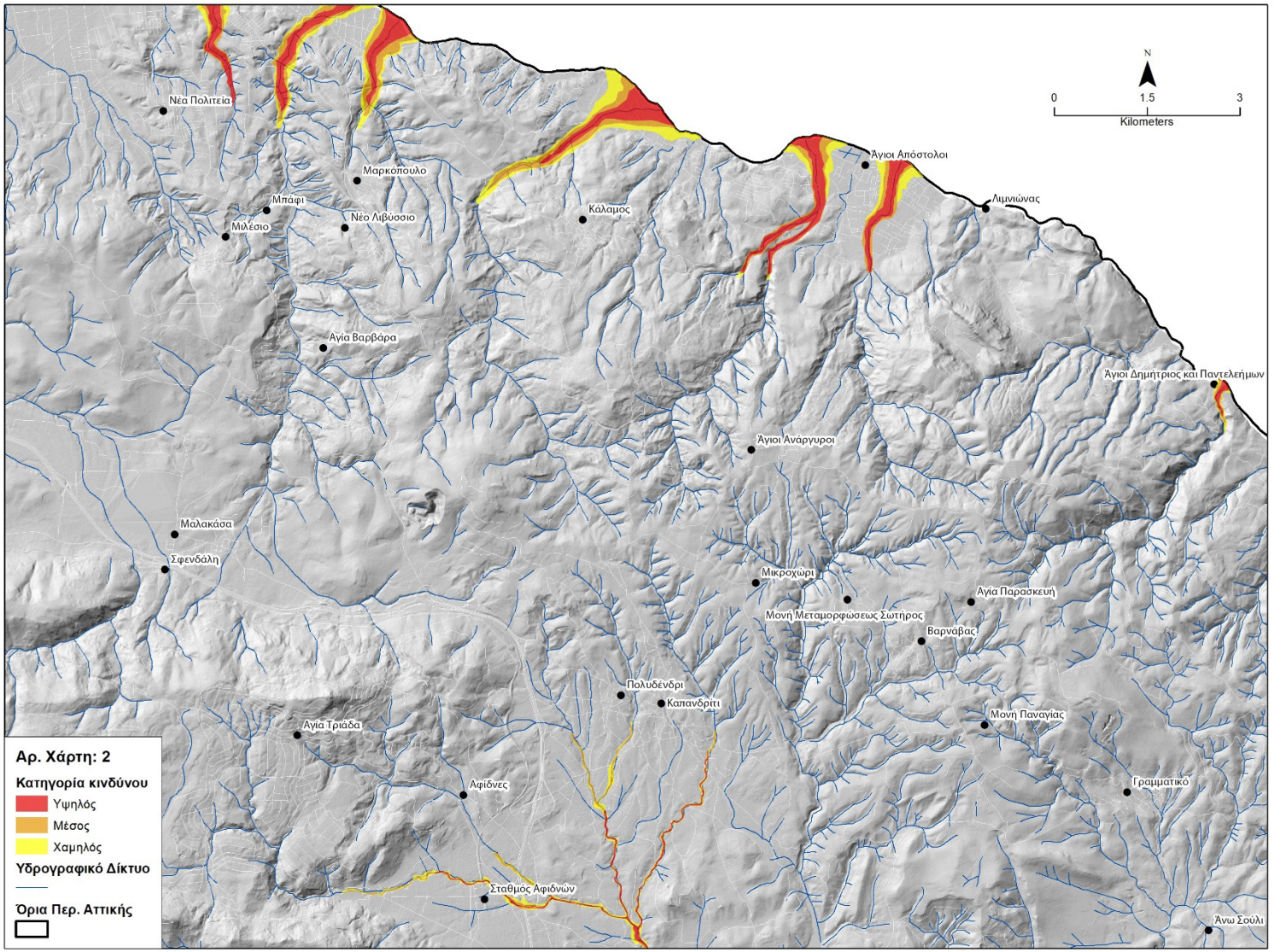
1.1.1. 4.3.8. Περιοχή Κυθήρων

Ειδικότερα τα Κύθηρα, έχουν καταγράψει επεισόδια πλημμυρικών παροχών τα τελευταία χρόνια με πιο σημαντικό αυτό του 2003, το οποίο εκδηλώθηκε στο κεντρικό /ανατολικό τμήμα του νησιού (περιοχή Παλαιόπολης κ.α.) με έντονες απορροές, υψηλές ταχύτητες υδάτων και ισχυρή παρουσία φερτών υλικών. Ο χώρος στον οποίο έλαβε χώρα το περιστατικό αυτό δεν καταγράφει σημαντικές υποδομές και επομένως δεν καταγράφηκαν σημαντικές υλικές ζημιές. Σημειώνεται όμως ότι η ένταση των φαινομένων διαμόρφωσε επικίνδυνες συνθήκες για την ανθρώπινη ζωή. Ο κίνδυνος με βάση τα αποτελέσματα διαμορφώνεται υψηλός στην περιοχή της Παλαιόπολης στην πεδινή έκταση κοντά στην παραλία. Επιπρόσθετα, ανάντη του οικισμού του Μυλοποτάμου καταγράφεται υψηλός κίνδυνος κυρίως κατά την είσοδο του ομώνυμου ρέματος στον οικισμό από τα νότια. Σε γενικές γραμμές τα Κύθηρα λόγω της γεωμορφολογίας τους και της καταβάθος διάβρωσης που παρουσιάζει το υδρογραφικό δίκτυο, καταγράφουν απομάκρυνση των οικισμών από τις κοίτες των ρεμάτων γεγονός το οποίο μειώνει την τρωτότητα και εν γένει τη διακινδύνευση. Οι 2 αυτες περιοχές που αναδεικνέονται στην παρούσα έρευνα αποτελούν εξαίρεση. Για το νησί των Αντικυθήρων δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα, αλλά αναμένεται ο

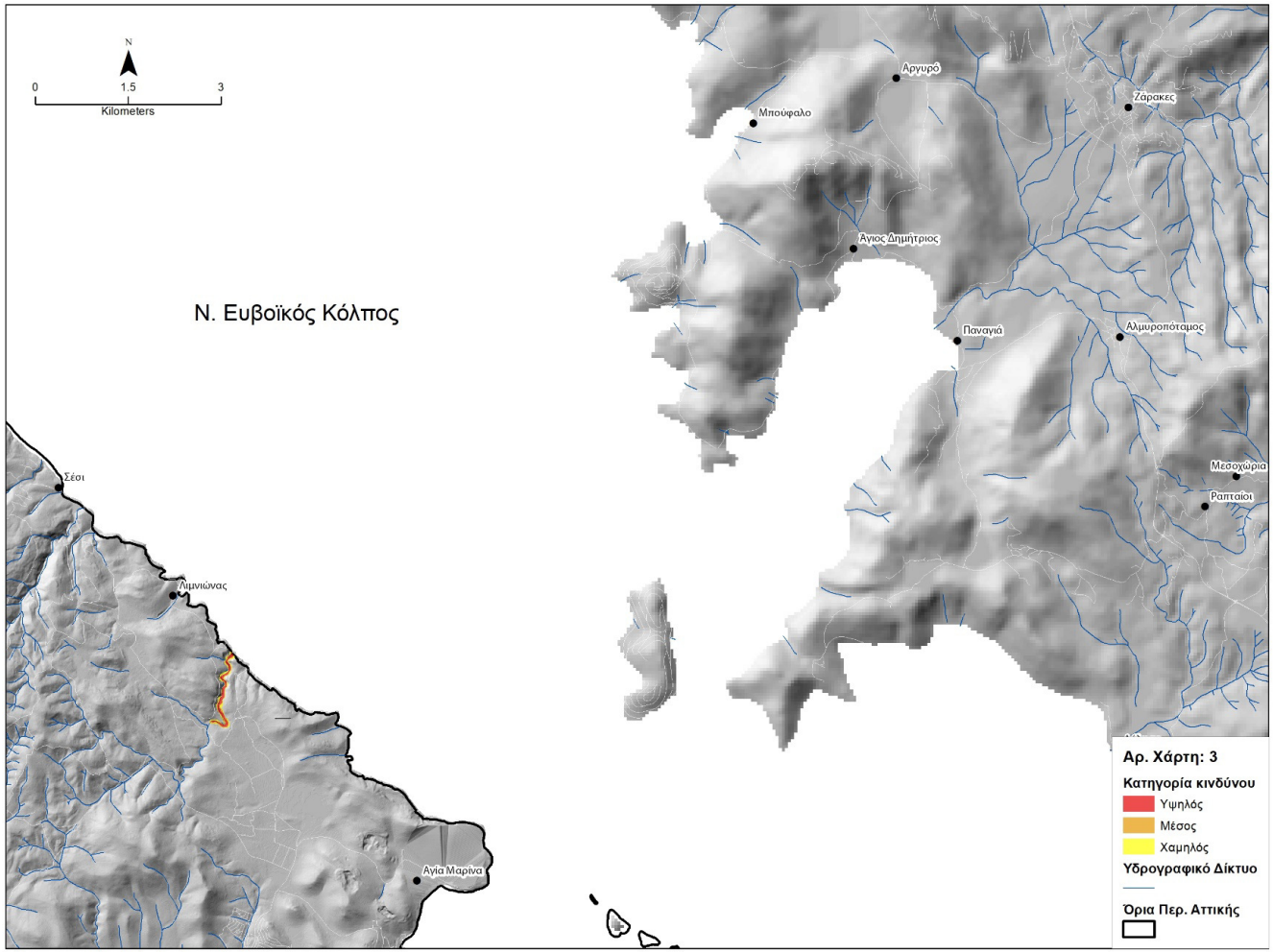
πλημμυρικός κίνδυνος να είναι περιορισμένος σε χαμηλά επίπεδα, καθώς δεν καταγράφεται πλημμυρικό ιστορικό.



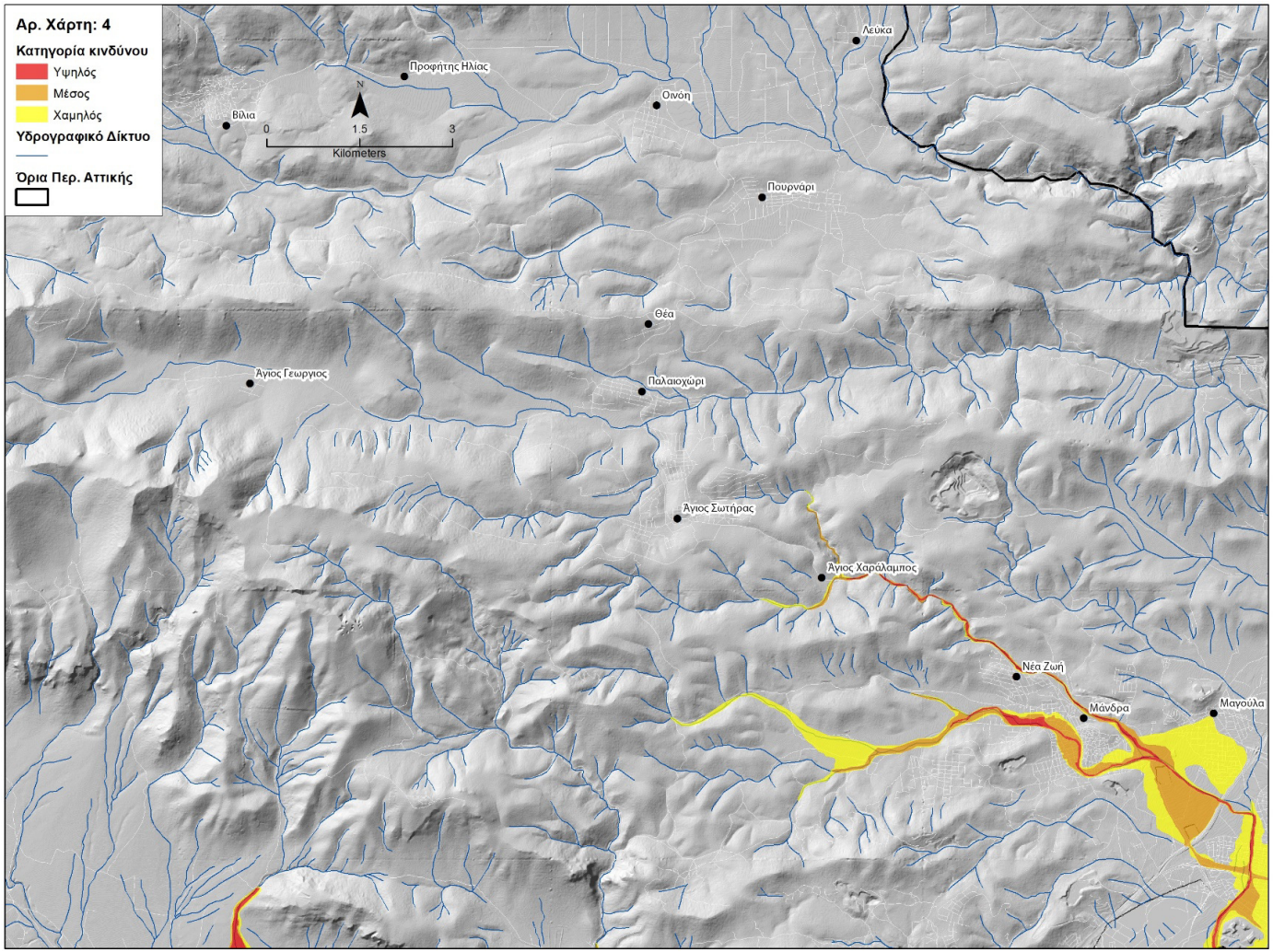
Εικ. 4.7. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Βόρειας Αττικής (Αρ. Χάρτη 1).



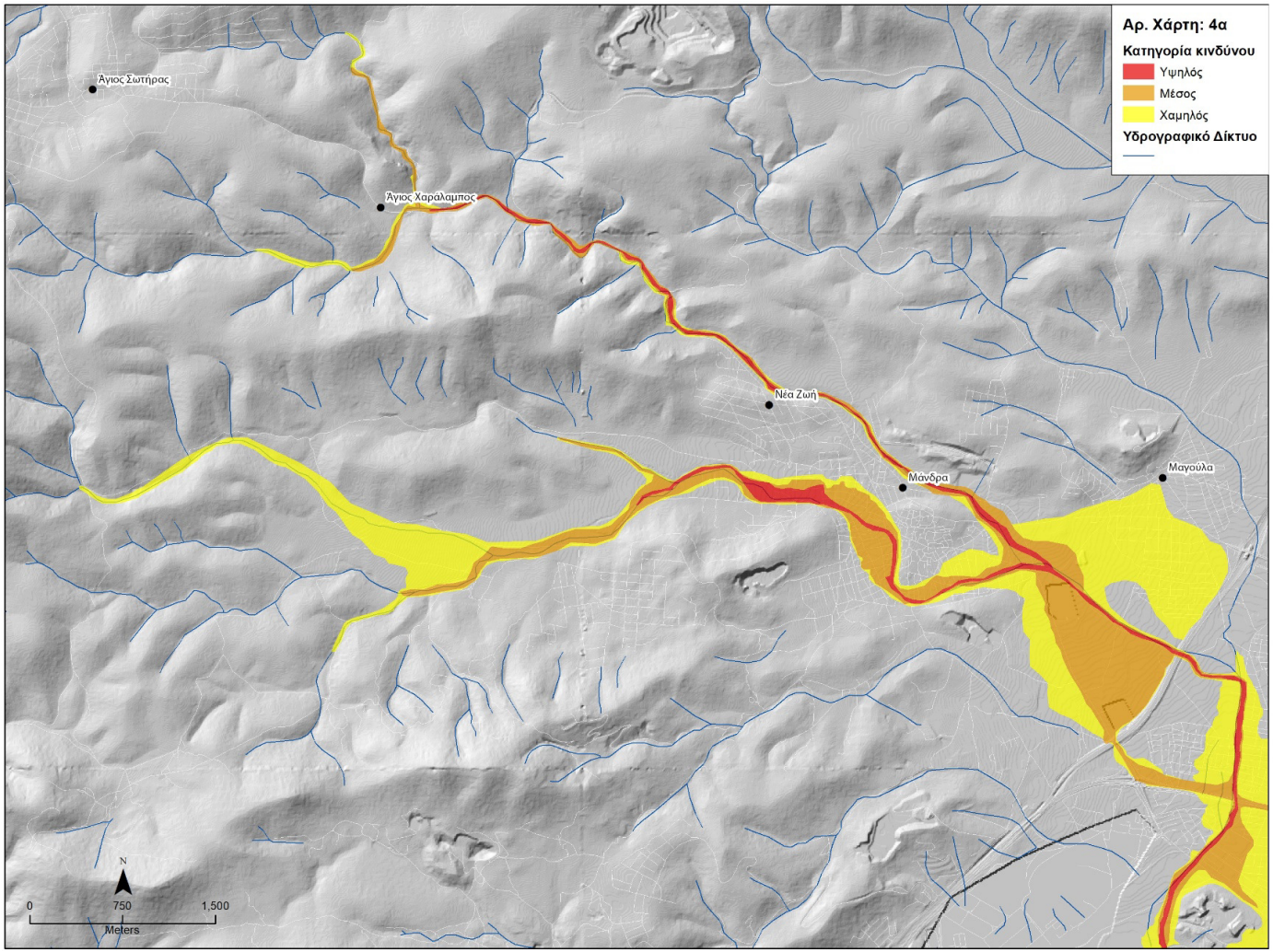
Εικ. 4.8. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Βόρειας Αττικής (Αρ. Χάρτη 2).



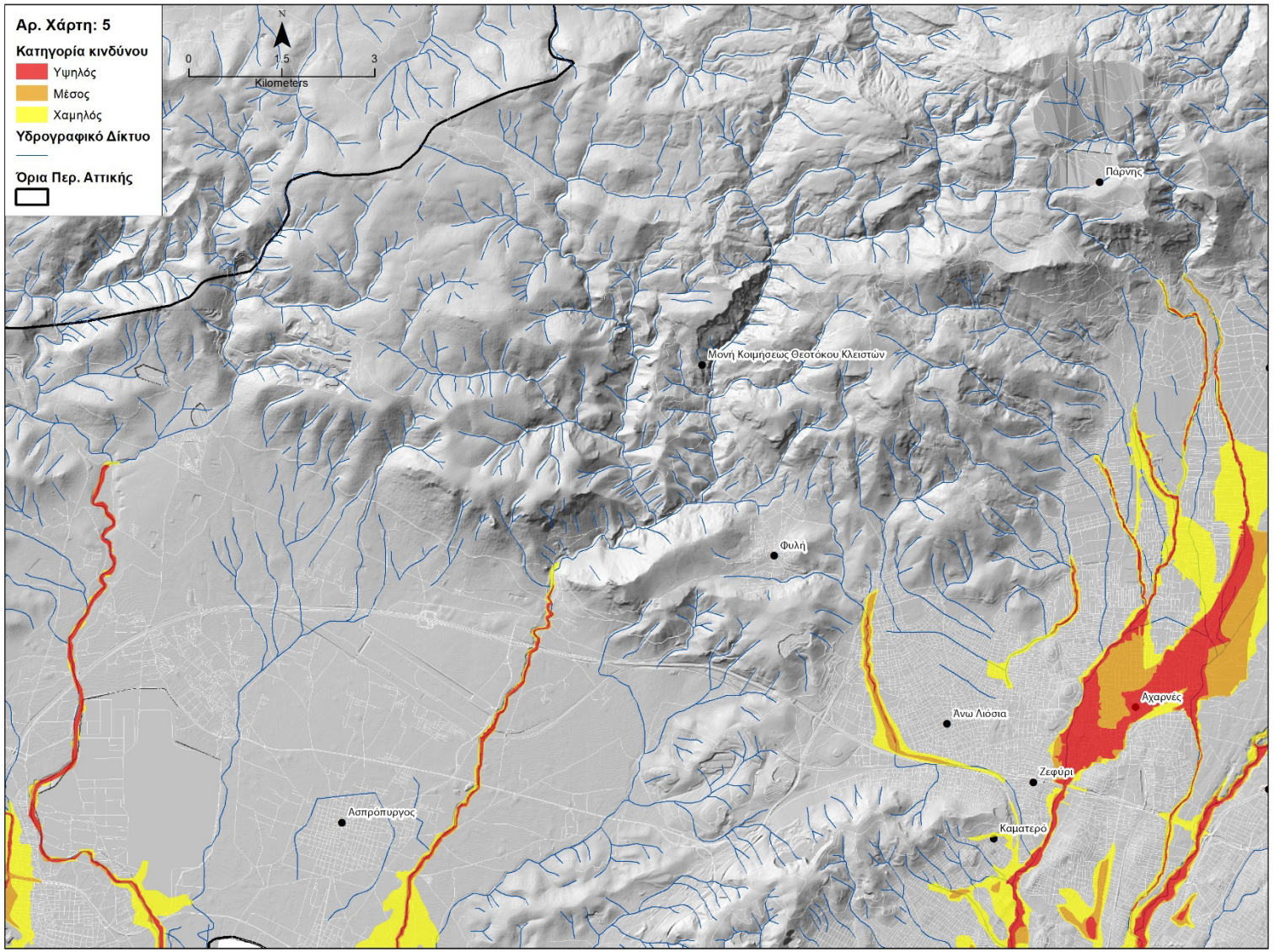
Εικ. 4.9. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Βόρειας Αττικής (Αρ. Χάρτη 3).



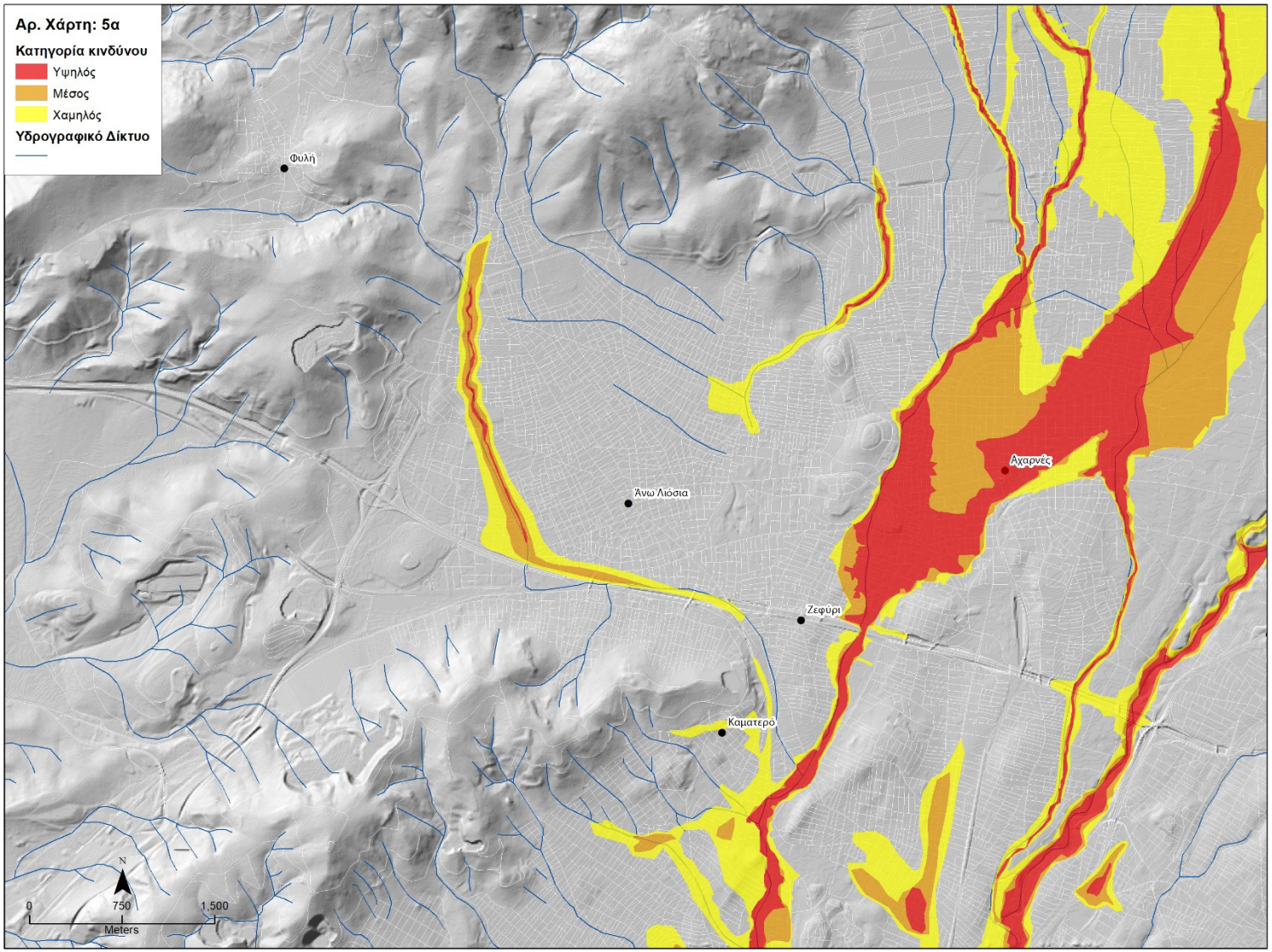
Εικ. 4.10. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Δυτικής Αττικής – περιοχή Μάνδρας (Αρ. Χάρτη 4).



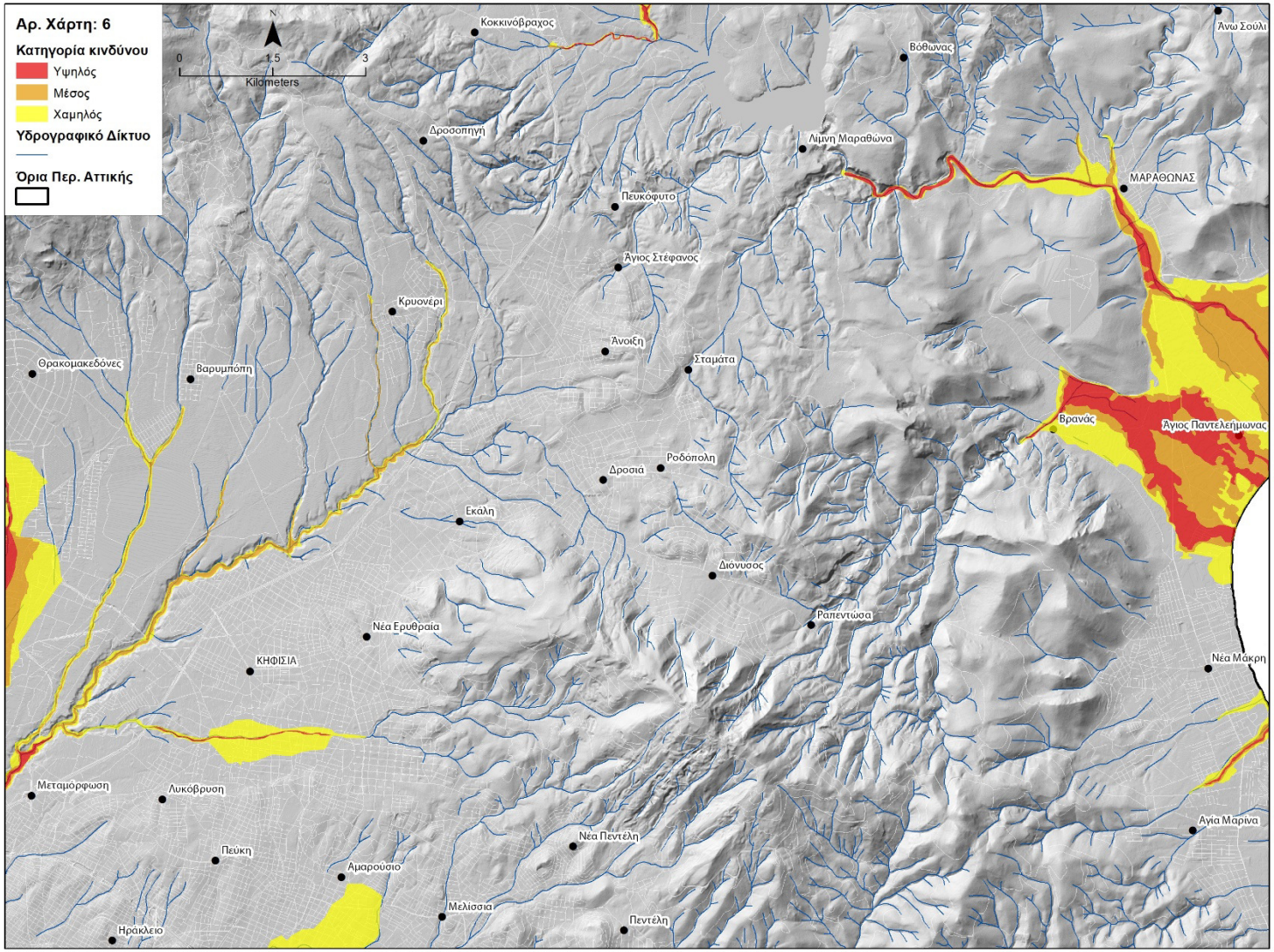
Εικ. 4.11. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Δυτικής Αττικής – Μάνδρα (Αρ. Χάρτης 4α)



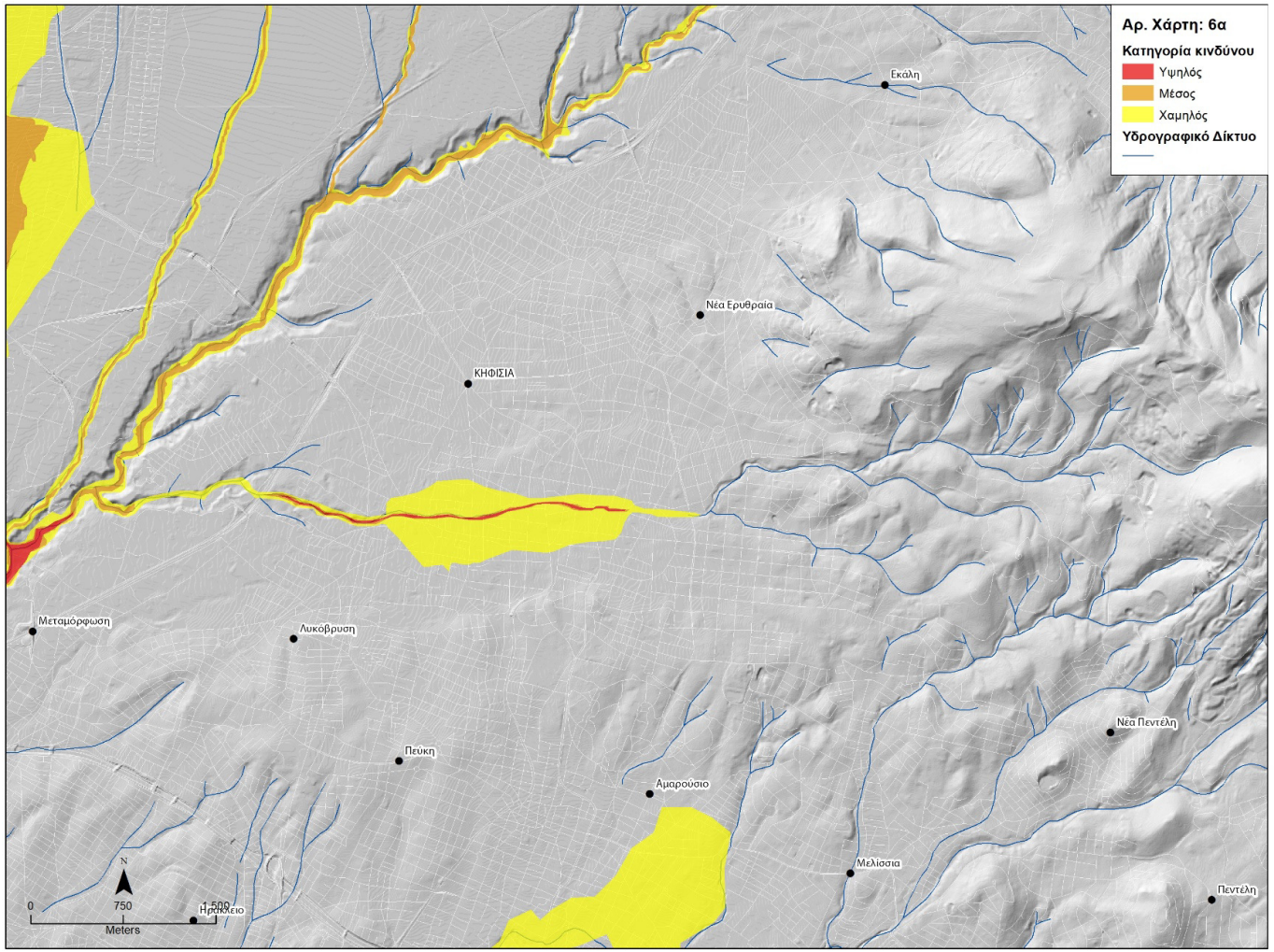
Εικ. 4.12. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή Δυτικής Αττικής – περιοχή Ασπρόπυργος – Άνω Λιόσια (Αρ. Χάρτη 5).



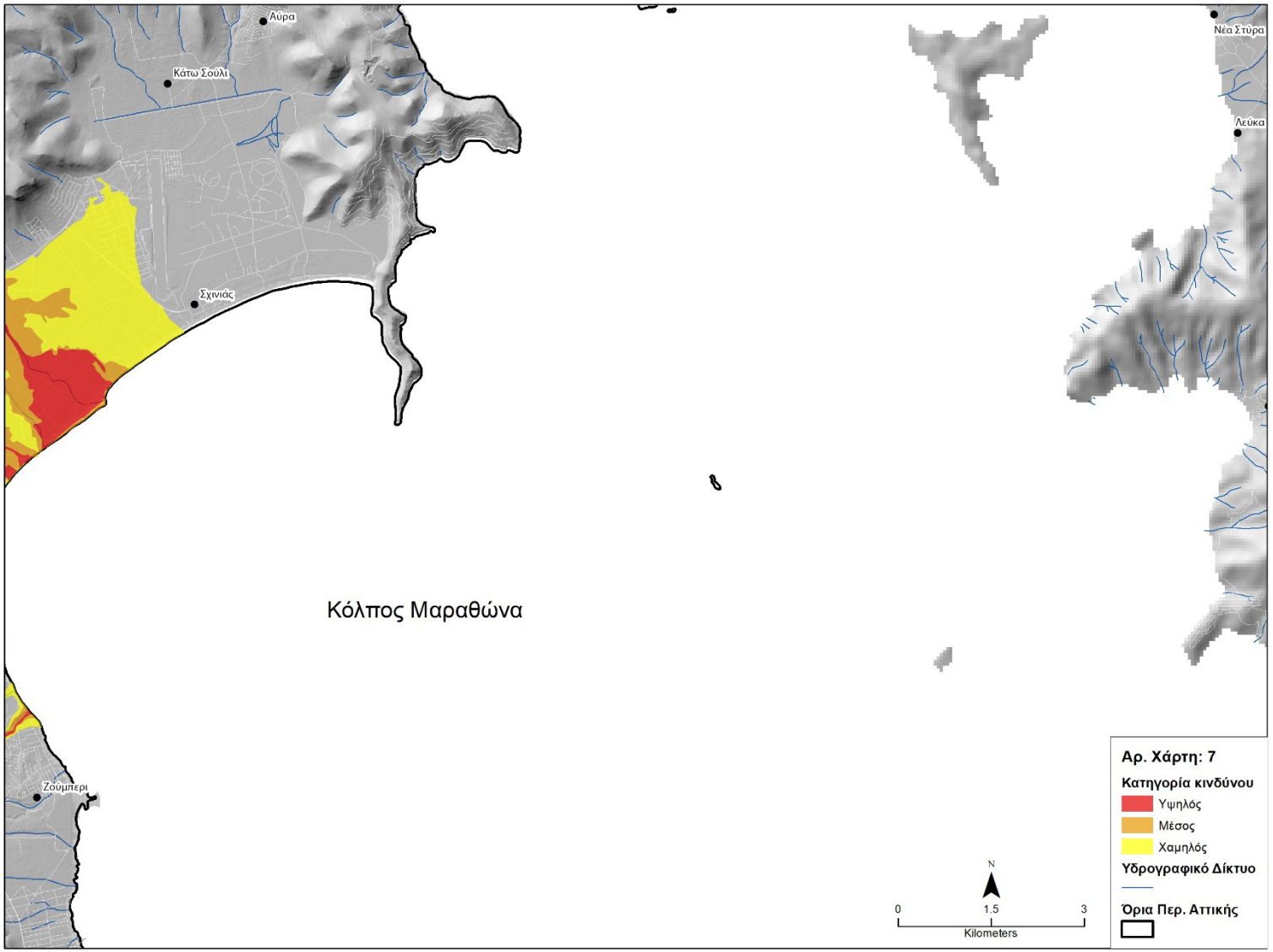
Εικ. 4.13. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή των Άνω Λιοσίων – Αχαρνών στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Αρ. Χάρτη 5α).



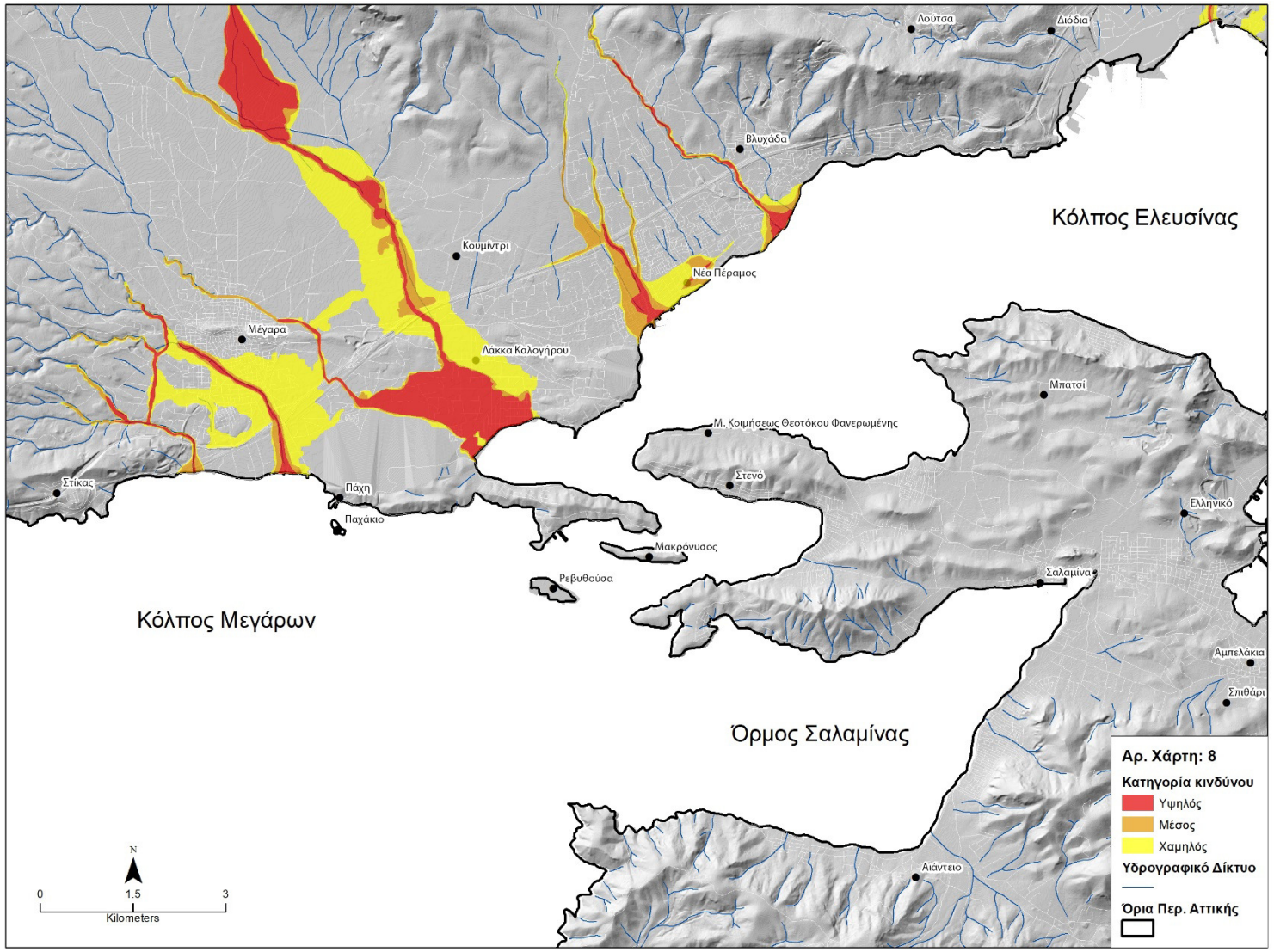
Εικ. 4.14. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Βόρειοανατολικής Αττικής – Περιοχή Κηφισιάς – Μαραθώνα (Αρ. Χάρτη 6).



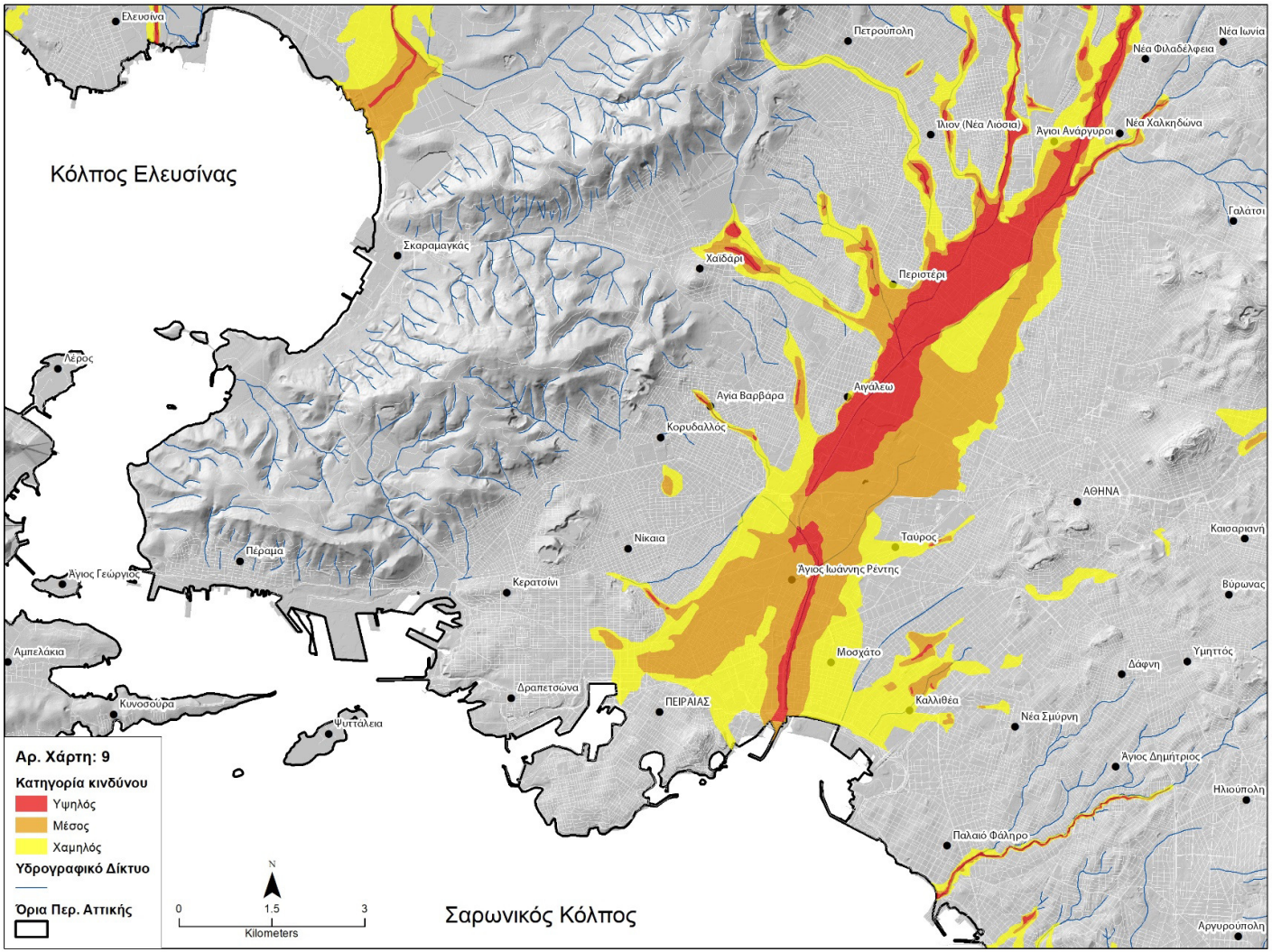
Εικ. 4.15. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Βόρειας Αττικής – Περιοχή Κηφισιάς (Αρ. Χάρτη 6α).



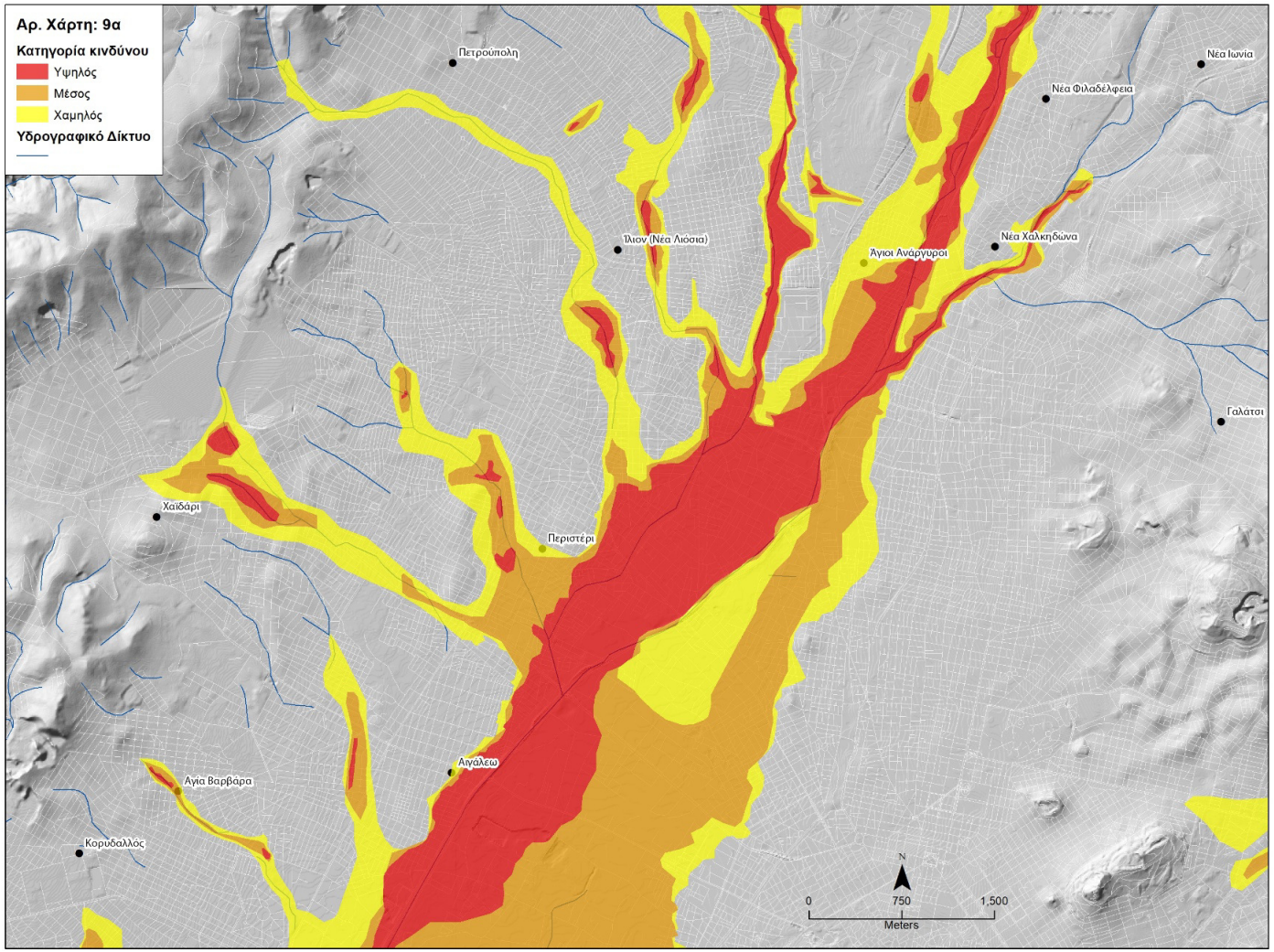
Εικ. 4.16. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Βόρειοανατολικής Αττικής – Κόλπος Μαραθώνα (Αρ. Χάρτη 7).



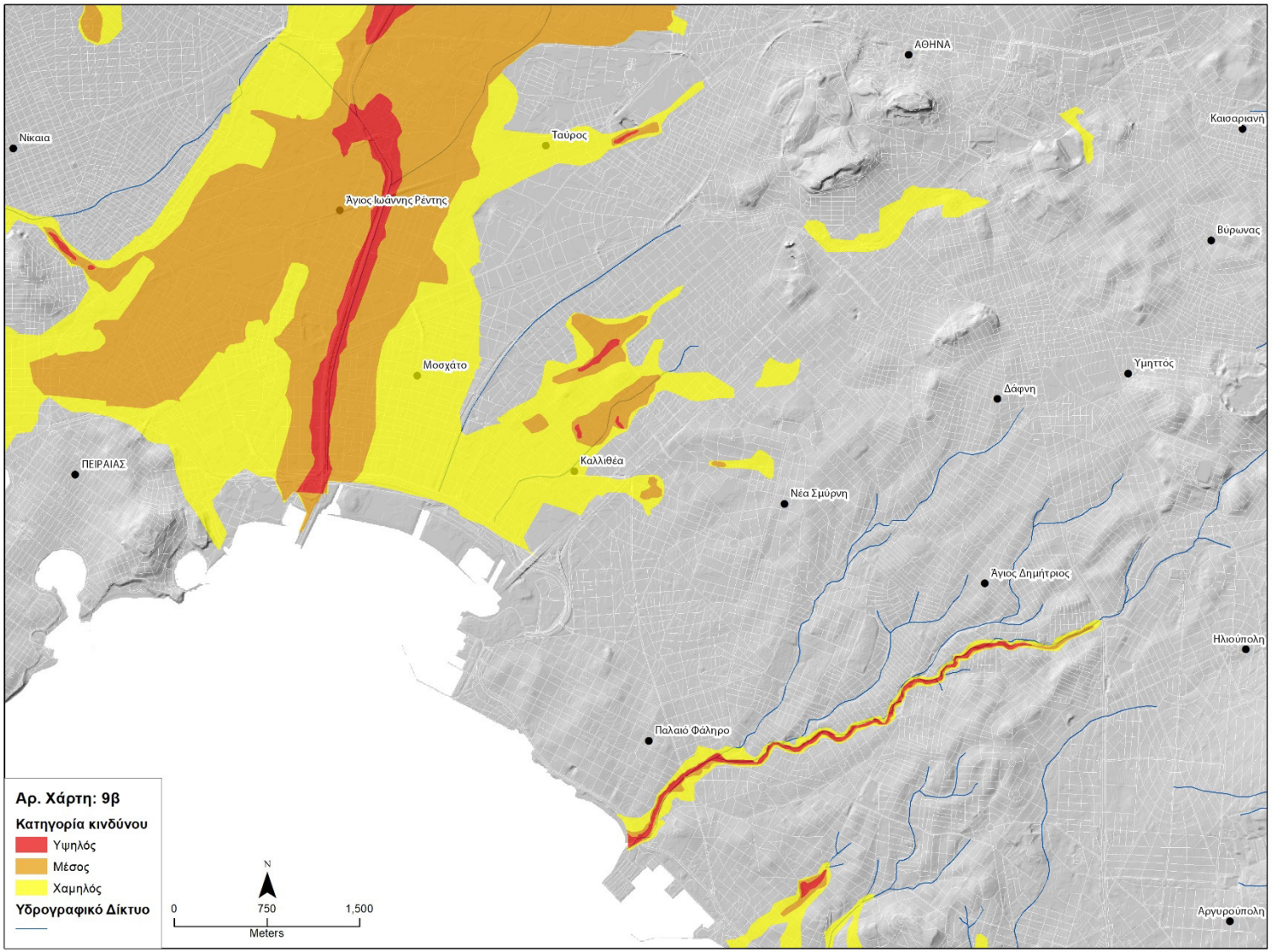
Εικ. 4.17. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή των Μεγάρων και της Νέας Περάμου (Αρ. Χάρτη 8).



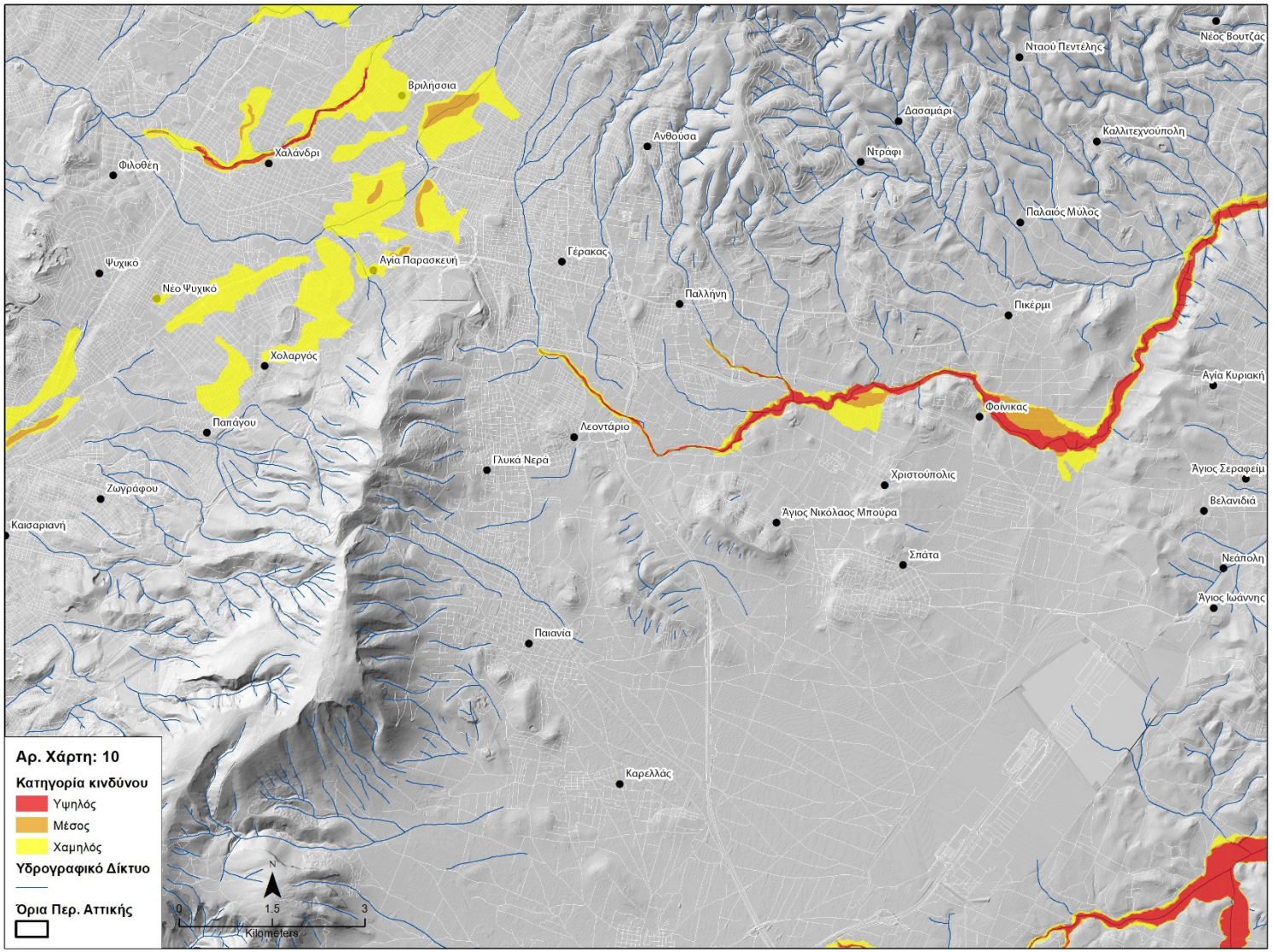
Εικ. 4.18. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή του Λεκανοπεδίου (Αρ. Χάρτη 9)



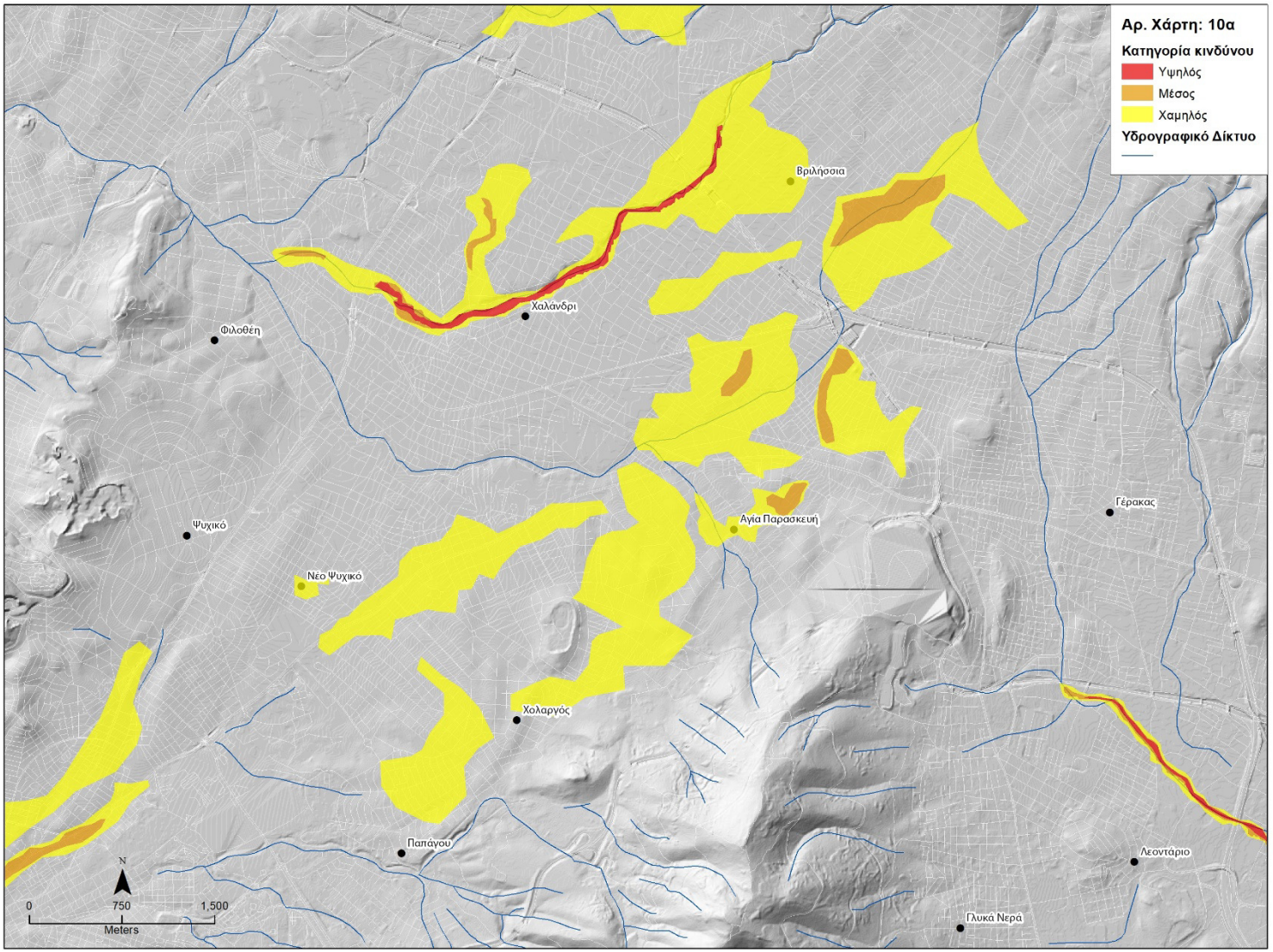
Εικ. 4.19. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή του Λεκανοπεδίου – Βόρειο τμήμα (Αρ. Χάρτη 9α)



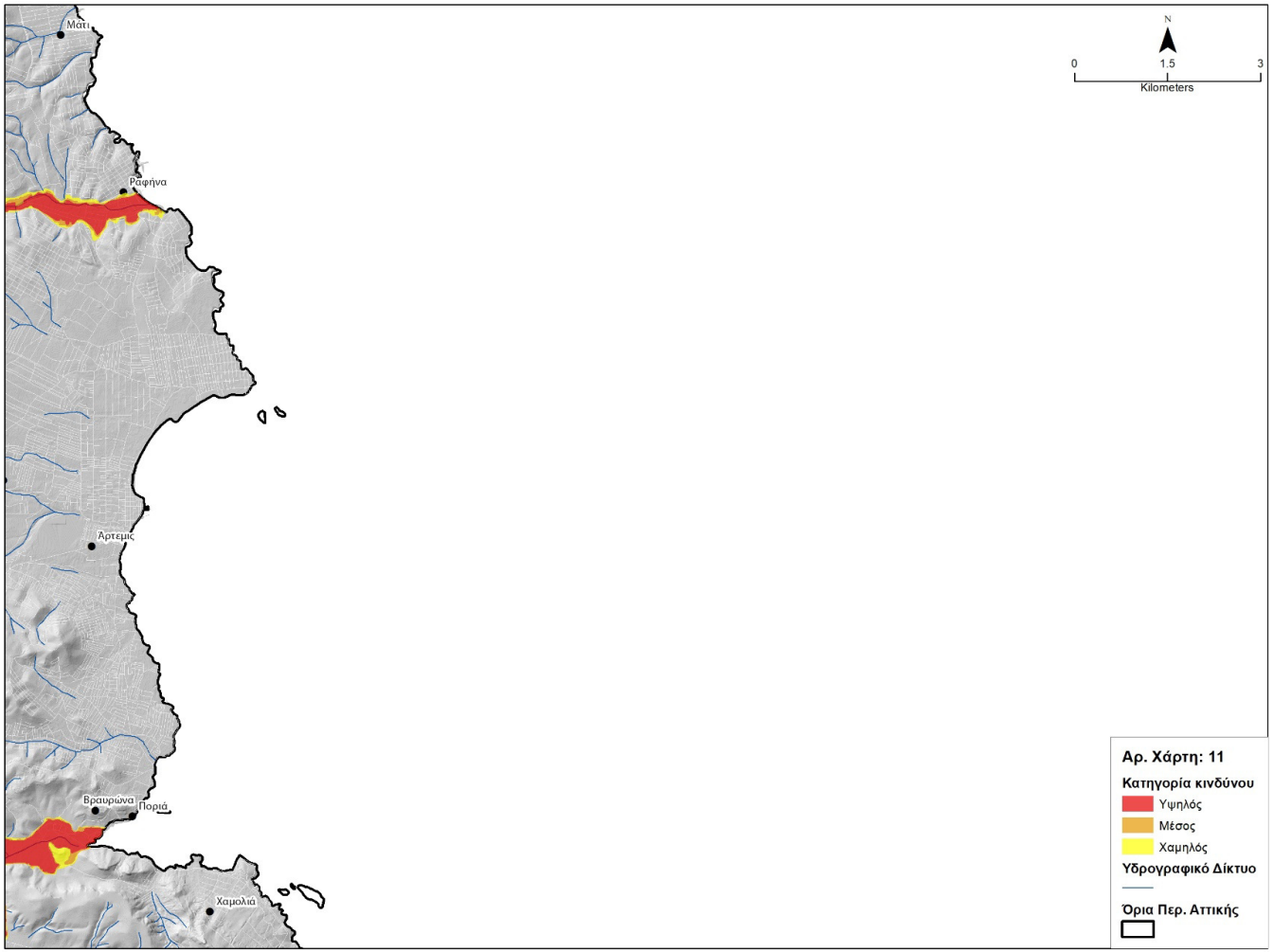
Εικ. 4.20. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή του Λεκανοπεδίου – Νότιος τομέας και ρ. Πικροδάφνης (Αρ. Χάρτη 9β)



Εικ. 4.21. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή των Μεσογείων – Μεγάλο Ρέμα (Αρ. Χάρτη 10)

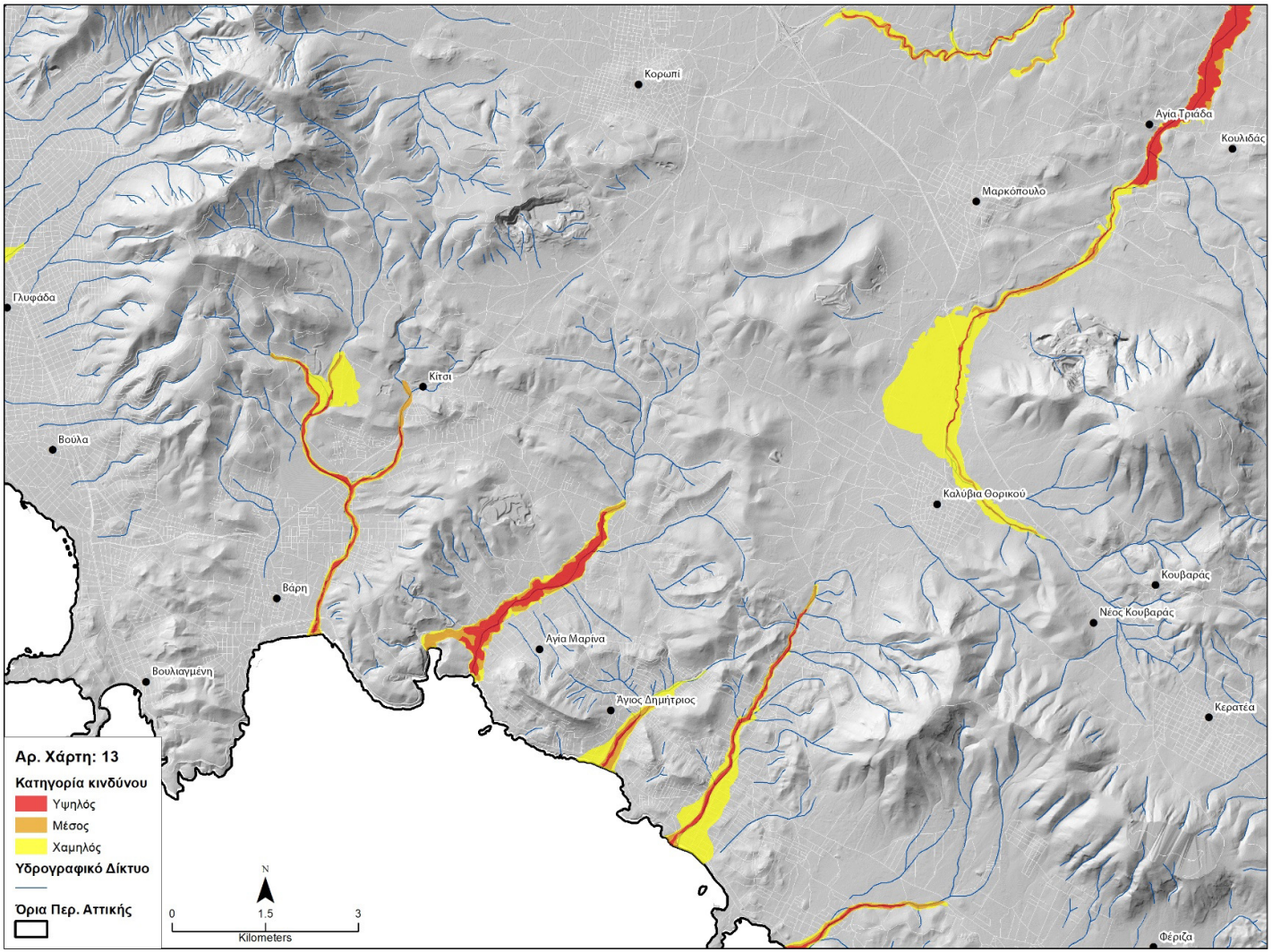


Εικ. 4.22. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή του Λεκανοπεδίου – ανατολικό τμήμα (Αρ. Χάρτη 10α)

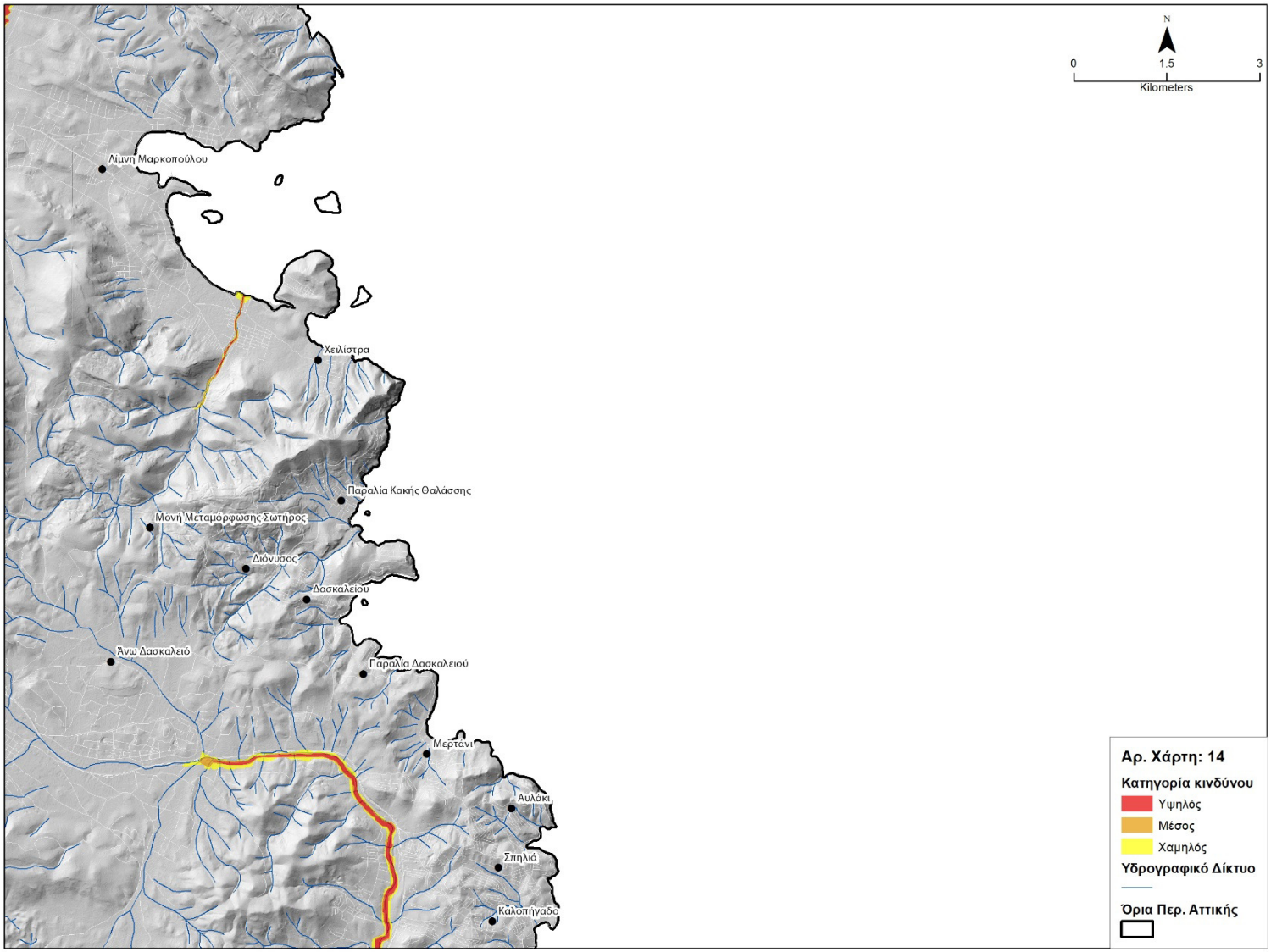


Εικ. 4.23. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή των εκβολών Μεγάλου Ρέματος και Ερασίνου (Αρ. Χάρτη 11)

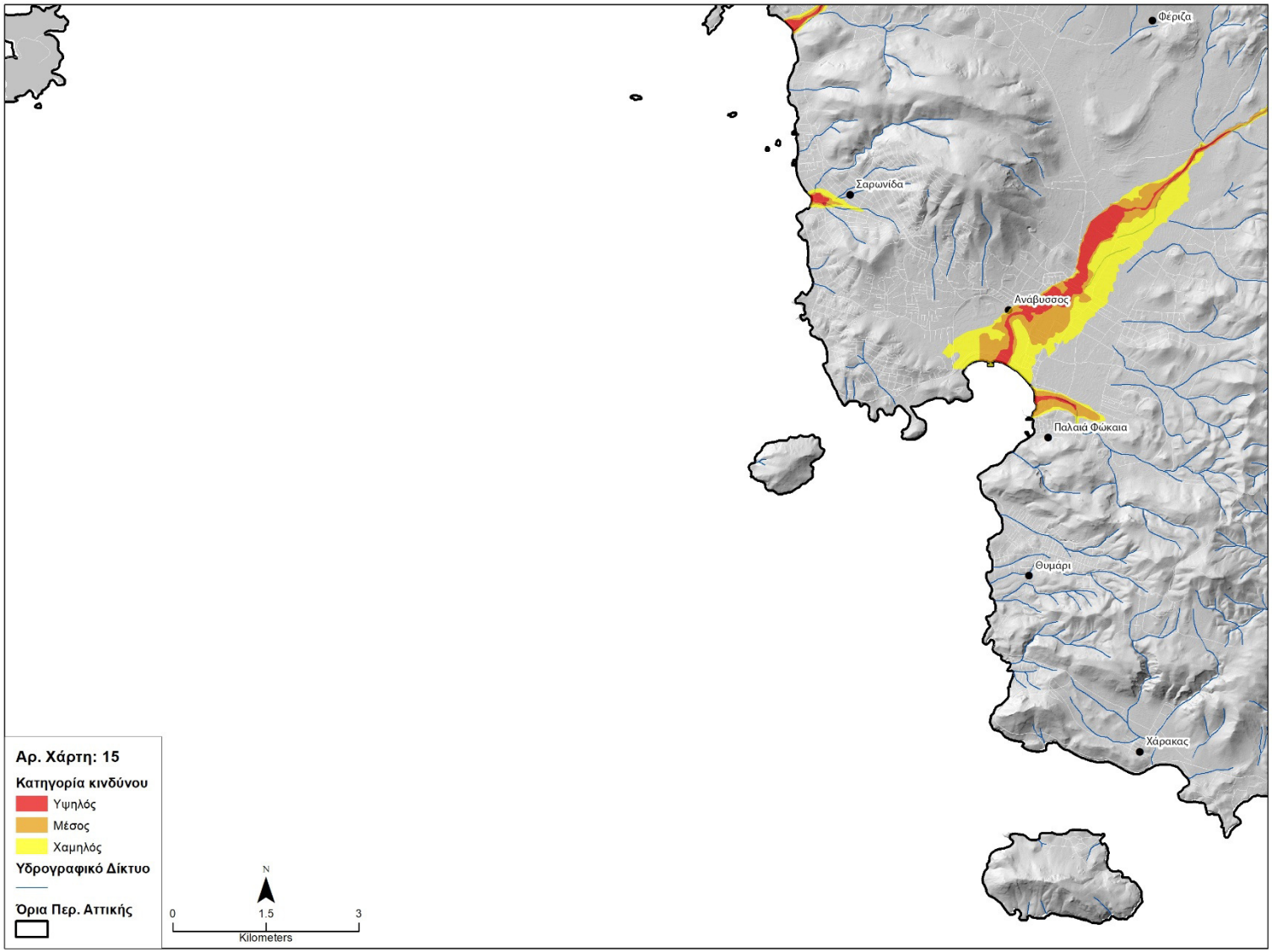
Εικ. 4.24. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή των νότιων προαστίων της Αθήνας – Γλυφάδα (Αρ. Χάρτη 12)



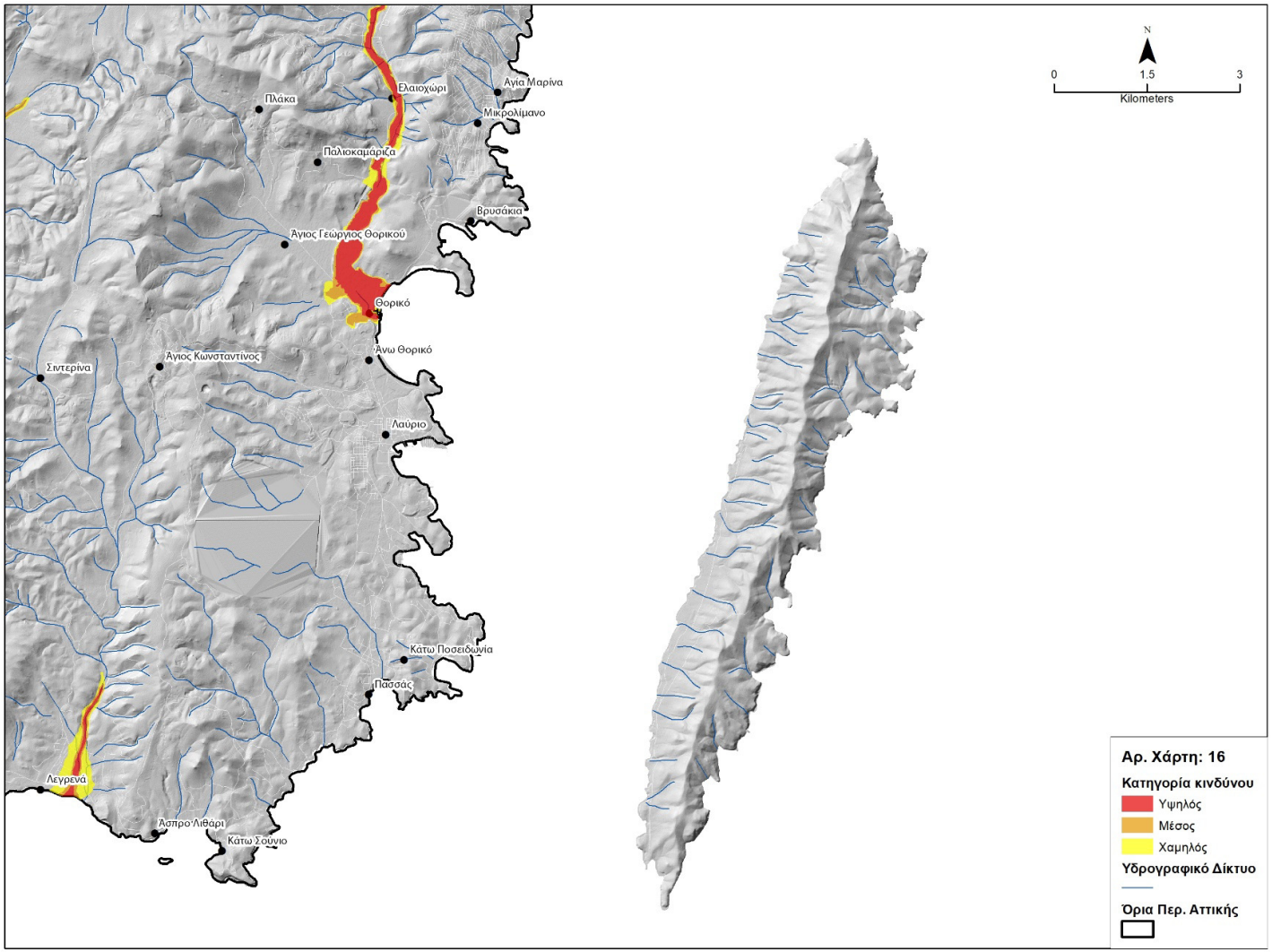
Εικ. 4.25. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Νότιας Αττικής – Βάρη – Λαγονήσι (Αρ. Χάρτη 13)



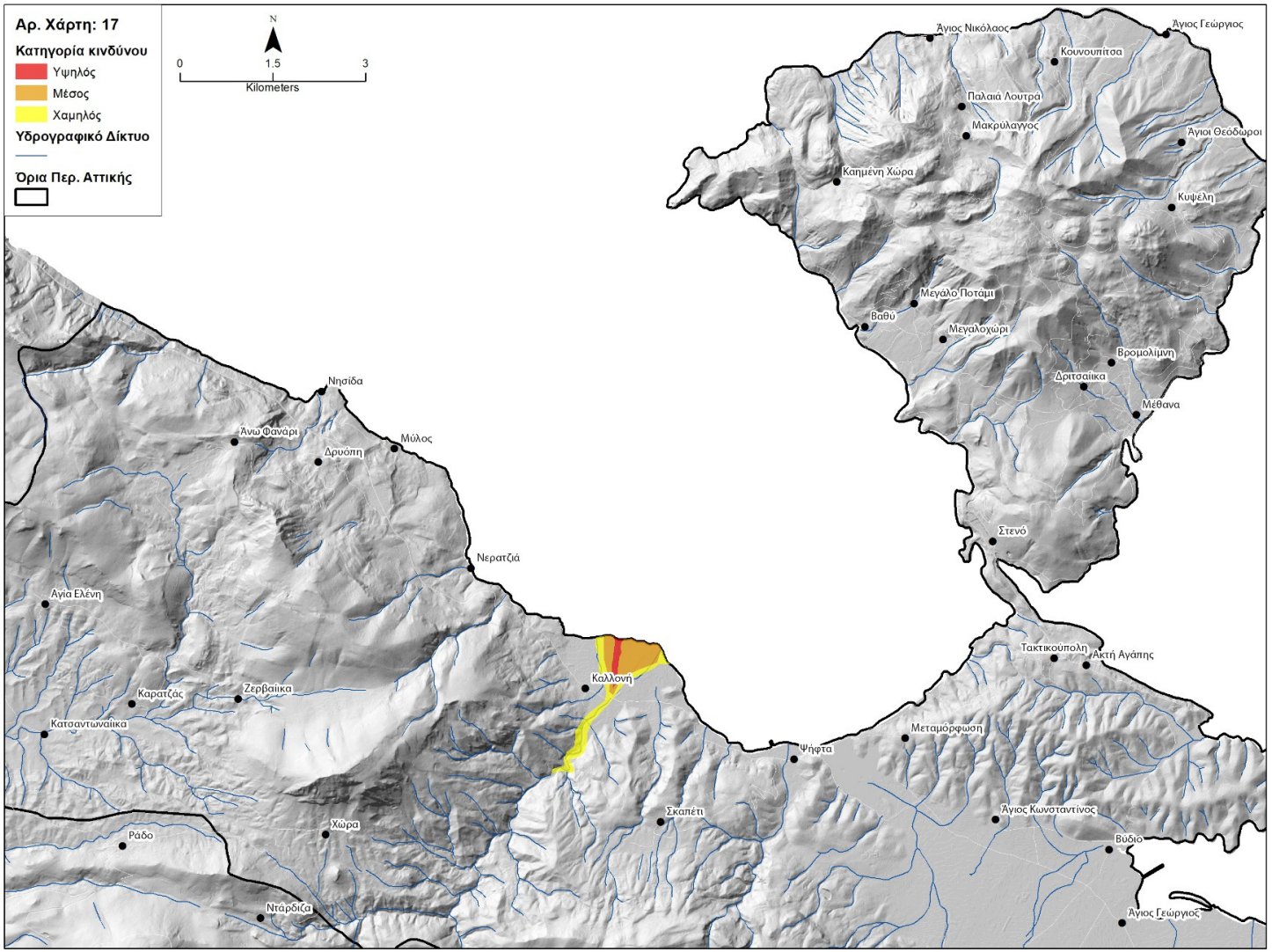
Εικ. 4.26. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Ανατολικής Αττικής – Περιοχή Δασκαλειού (Αρ. Χάρτη 14)



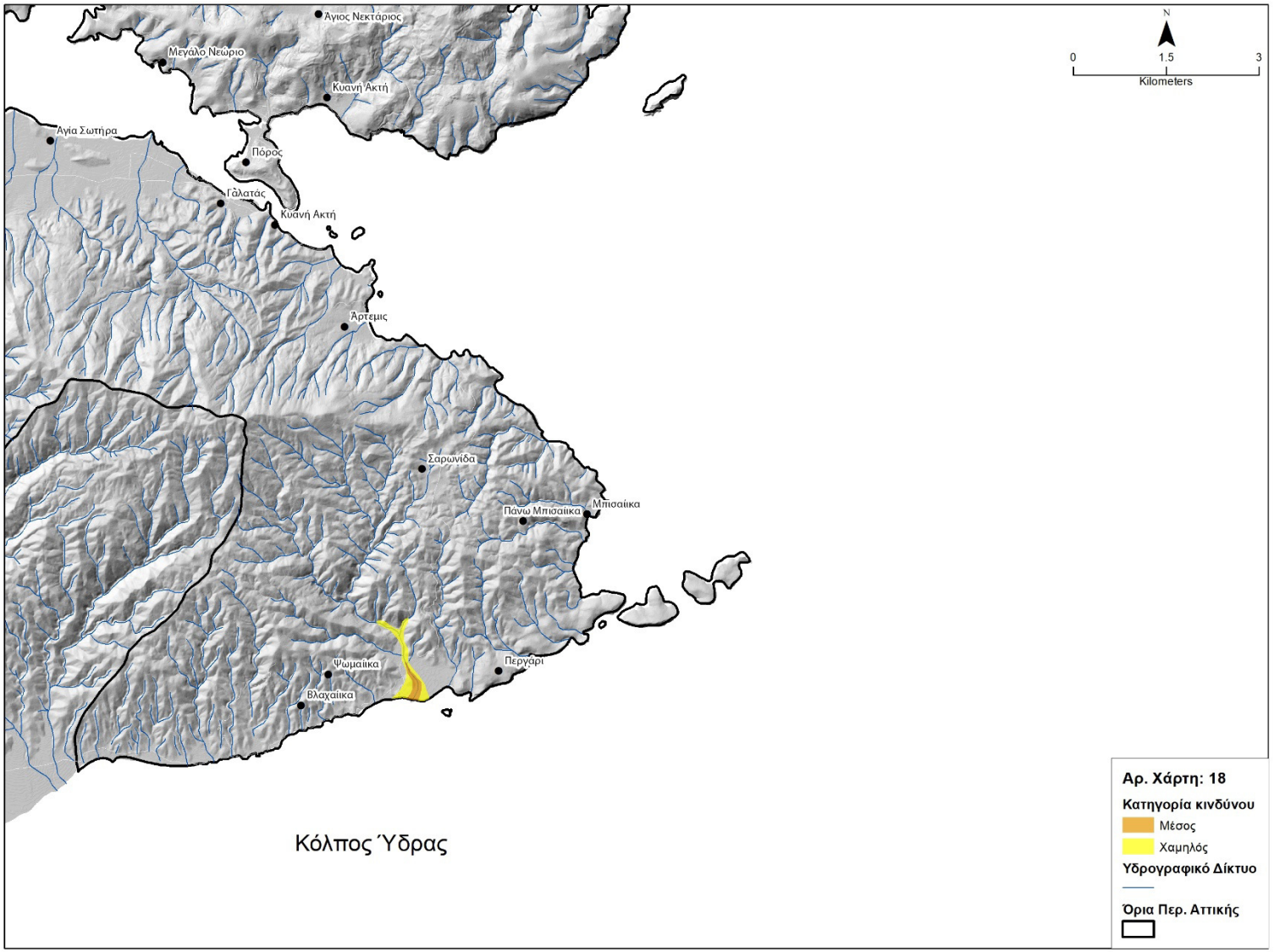
Εικ. 4.27. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Αναβύσσου (Αρ. Χάρτη 15)



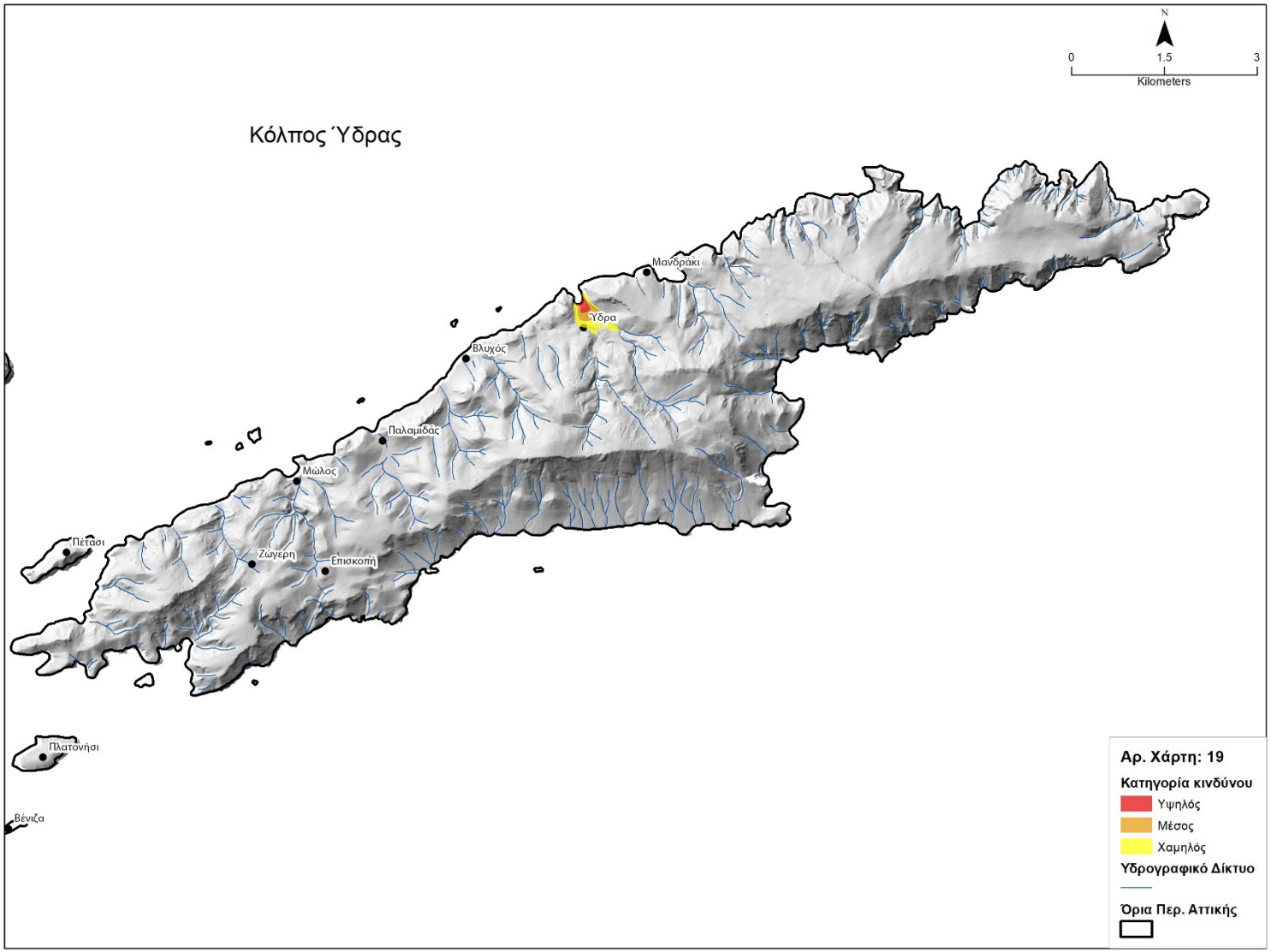
Εικ. 4.28. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Νότιας Αττικής – Λεγρενά – Θορικό (Αρ. Χάρτη 16)



Εικ. 4.29. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή Τροιζηνίας (Μέθανα)(Αρ. Χάρτη 17)



Εικ. 4.30. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή Τροιζηνίας (Αρ. Χάρτη 18)



Εικ. 4.31. Χάρτης κινδύνου πλημμυρών στην περιοχή της Τροιζηνίας (Ύδρα) (Αρ. Χάρτη 19)

4.3.9. Γενικές παρατηρήσεις / 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 παροχετευτικότητας 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. 4.8).

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 ξεπερασθούν κατά τη διάρκεια ενός τέτοιου επεισοδίου.

Εικ. 4.32. Περίπτωση ολικού φραξίματος διατομών τεχνικών έργων από την πλημμύρα της Μάνδρας το Νοέμβριο του 2017.

5. Ανάλυση ακραίων φαινομένων στην Αττική

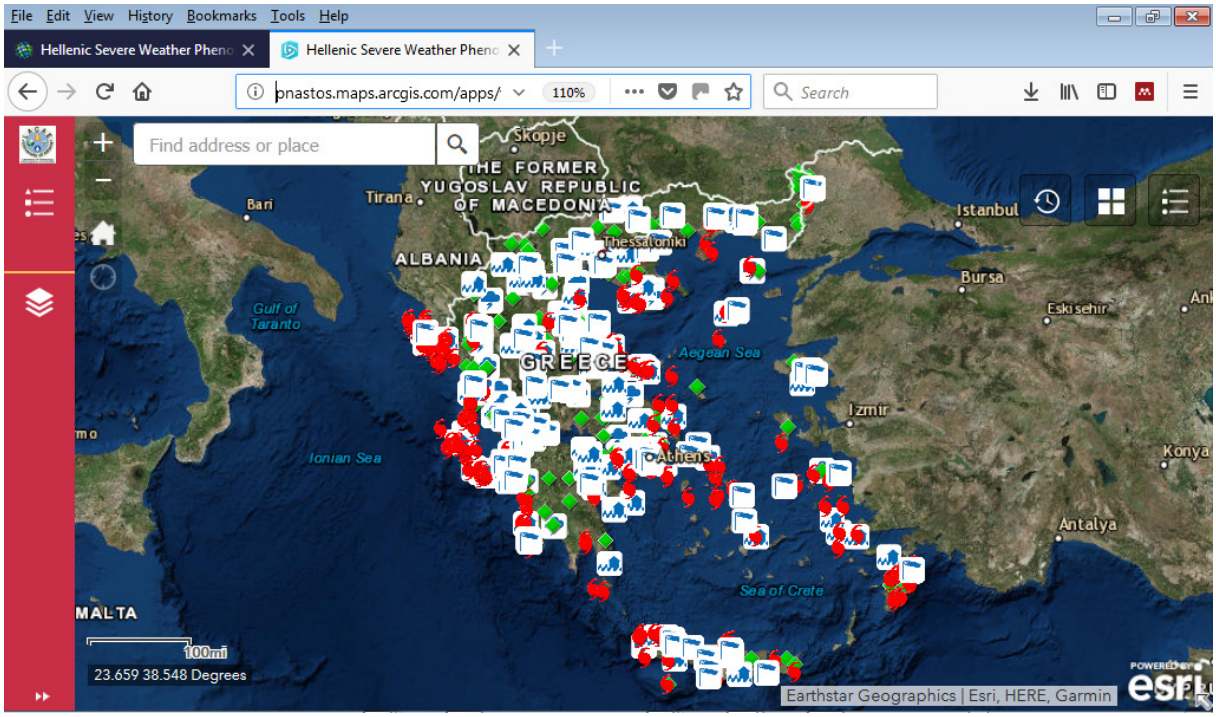
5.1. Εισαγωγή

Το Εργαστήριο Κλιματολογίας και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος (http://lacae.geol.uoa.gr) ανήκει στο Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η βασική και εφαρμοσμένη ερευνητική δραστηριότητα των μελών ΔΕΠ του Εργαστηρίου, που ασχολούνται με την Κλιματολογία και το Ατμοσφαιρικό Περιβάλλον, εστιάζεται στη μελέτη της κλιματικής μεταβλητότητας, τόσο σε περιοχική όσο και σε παγκόσμια κλίμακα, στις επιπτώσεις του καιρού και του κλίματος στην δημόσια υγεία, στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, στην αποτίμηση της ανθρώπινης θερμικής άνεσης, με χρήση βιοκλιματικών μοντέλων, στον αστικό σχεδιασμό από βιομετεωρολογικής πλευράς και στη διερεύνηση των αιτίων και διεργασιών που σχετίζονται με τα ακραία καιρικά φαινόμενα (κύματα καύσωνα, ξηρασία, πλημμύρες, ανεμοστρόβιλοι κ.λ.π.). Επίσης λειτουργεί «Ερευνητική Μονάδα Καταγραφής και Πρόγνωσης Ακραίων Καιρικών Φαινομένων» (http://tornado.geol.uoa.gr) με έμφαση στην έγκαιρη προειδοποίηση εμφάνισης ανεμοστρόβιλων και καταιγίδων στην Ελλάδα, με εφαρμογή μοντέλου υψηλής χωρικής ανάλυσης (WRF). Επίσης, στο τελευταίο στάδιο υλοποίησης, βρίσκεται η συνεχής καταγραφή των ακραίων καιρικών φαινομένων σε online GIS database. Όπως φαίνεται παρακάτω (Εικ.5.1, 5.2), γίνεται συνεχής καταγραφή θυελλωδών ανέμων, ανεμοστροβίλων/υδροσιφώνων, πλημμυρών, χαλαζόπτωσης και αστραπών, με σκοπό να διευρυνθεί η καταγραφή και άλλων τύπων ακραίων φαινομένων.

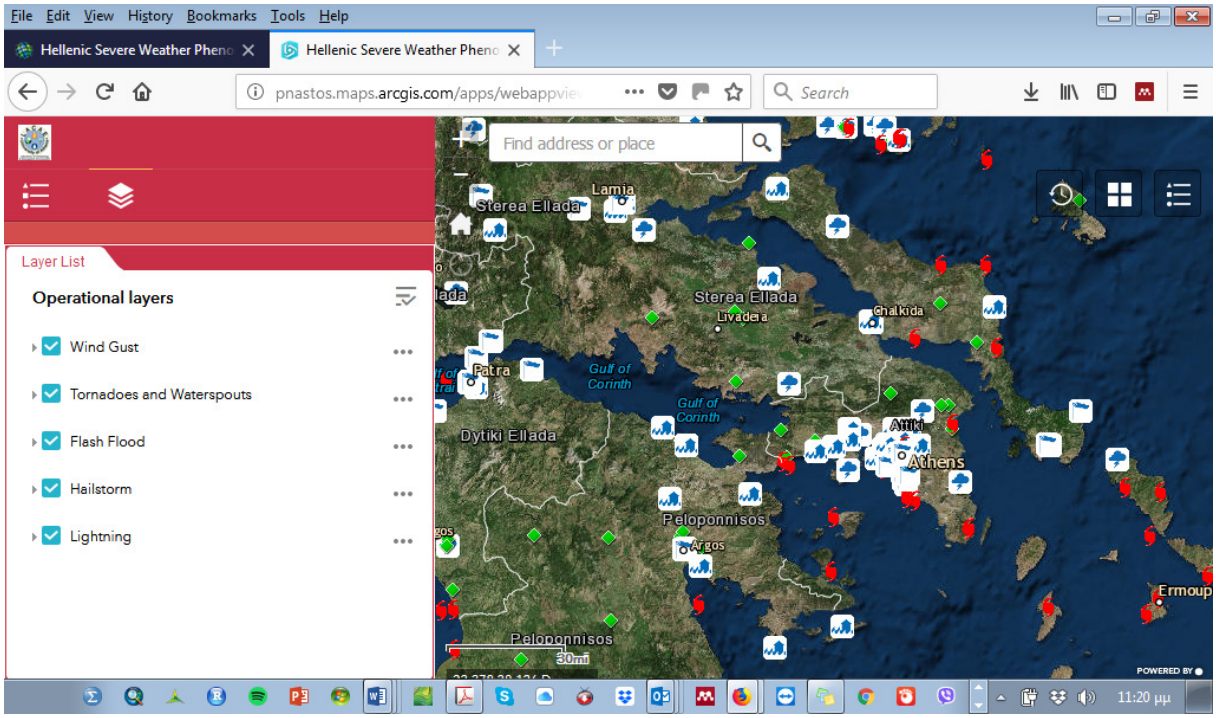
Μέχρι σήμερα τα ζητήματα της προστασίας του πολίτη αφορούσαν κυρίως σε σχέδια ενημέρωσης και σχέδια έκτακτης ανάγκης, κυρίως σε περίπτωση σεισμών και σπανίων γεωφυσικών φαινομένων. Προς αυτή την κατεύθυνση έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες εκλαΐκευσης και ενημέρωσης του κοινού και ιδιαιτέρως μαθητών σχετικά με κανόνες προστασίας σε περίπτωση σεισμών. Δυστυχώς δεν υπάρχουν αντίστοιχες οδηγίες και κανόνες, ούτε καν η στοιχειώδης ενημέρωση για θέματα όπως είναι εκείνα που συνδέονται ή μπορεί να συνδέονται με την κλιματική αλλαγή. Ακόμα χειρότερα, δεν υπάρχει ενημέρωση στην περίπτωση συνέργειας ακραίων φαινομένων τόσο καιρικών όσο και γεωφυσικών.

Ένα παράδειγμα συνεργιστικής καταστροφής είναι η εμφάνιση, μετά από ξηρασία, πλημμύρας, η οποία αποσταθεροποιεί επικλινή εδάφη, τα οποία στη συνέχεια είναι ακόμα πιο ευάλωτα σε σεισμούς για την εμφάνιση κατολισθήσεων. Τα παραδείγματα είναι πολλά και έχουν σχέση να κάνουν με ακραία καιρικά φαινόμενα. Η πλειονοψηφία των μαθητών, αλλά και του πληθυσμού γενικότερα, αγνοούν τι πρέπει να κάνουν σε περίπτωση μιας ανθρωπογενούς ή φυσικής καταστροφής γενικότερα με μικρή ίσως εξαίρεση την περίπτωση

των σεισμών. Η υπερθέρμανση του πλανήτη μας, τα αίτια και η συνεισφορά του ανθρώπου χρειάζεται να γίνουν κτήμα του καθενός, όπως επίσης θα πρέπει να γνωρίζει ο καθένας το εύρος των διακυμάνσεων των κλιματικών στοιχείων αλλά και άλλων γεωφυσικών παραμέτρων στηνπεριοχή του, έτσι ώστε να αρχίσει να αντιλαμβάνεται πόσο ακραία μπορεί να είναι μια κατάσταση στη δική του περίπτωση. Για παράδειγμα, οι υψηλές τιμές θερμοκρασίας σε πληθυσμούς της άνω Αιγύπτου μπορεί να είναι ακραίες έως και θανατηφόρες σε περιοχές της Ελλάδος και εντελώς θανατηφόρες για τα ευαίσθητα τμήματα του πληθυσμού (παιδιά, ηλικιωμένοι) στις βόρειες χώρες. Τέτοια ακραία κατάσταση έζησε η Ευρώπη το 2003 (39.000 θερμόπληκτοι) και η Ελλάδα το 1987, όπου μόνο στην Αθήνα υπήρχαν 1.000 θάνατοι θερμοπλήκτων.



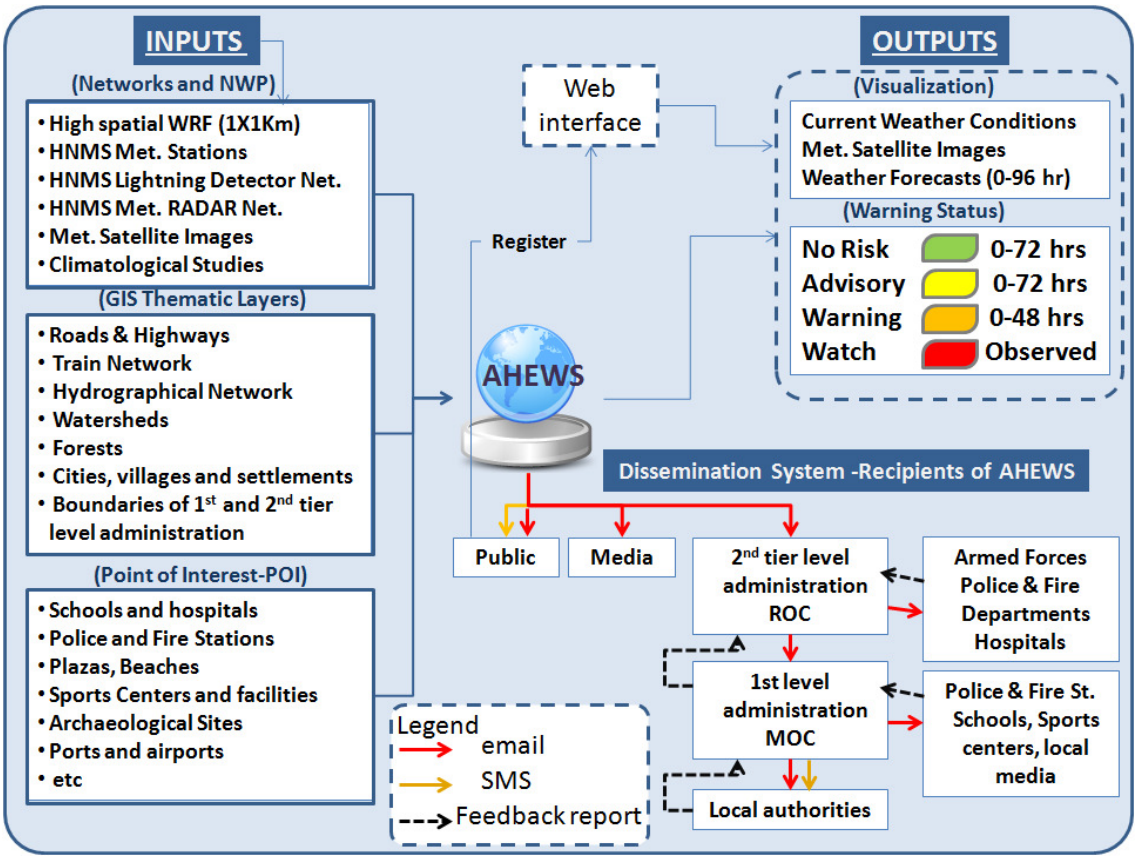
Εικ.5.1. Online GIS database με συνεχή καταγραφή ακραίων καιρικών φαινομένων στην Ελλάδα.



Εικ.5.2. Online GIS database με συνεχή καταγραφή ακραίων καιρικών φαινομένων στην Ελλάδα; εστιάζοντας στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής.

Όχι μόνον είναι χρήσιμο να γνωρίζει κάθε κάτοικος το εύρος αυτών των διακυμάνσεων του περιβάλλοντος, αλλά πρέπει να γνωρίζει και τα μέτρα προστασίας της δικής του αλλά και της οικογένειάς του που θα πρέπει να λαμβάνονται. Θα πρέπει να εξοικειωθεί με το περιβάλλον, που δεν του το δίδαξε κανείς. Κανείς δεν του δίδαξε τα φορτία που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και με τα οποία είναι λουσμένη κάθε τάξη, κάθε σπίτι, κάθε παραλία και κάθε τοποθεσία στην οποία ζούμε, ούτε στα βουνά, είτε κοντά στη θάλασσα. Τα φορτία αυτά υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και παίζουν σημαντικό ρόλο σε περίπτωση σημαντικών ατμοσφαιρικών διαταράξεων. Η προστασία του καθενός από τις σιγανές εκκενώσεις και ιδιαίτερα από την πτώση των κεραυνών, αποτελούν άγνωστα θέματα στα σχολεία μας. Το ίδιο ισχύει για τις περιόδους ξηρασίας και για την ανάγκη προφύλαξης των φυσικών πόρων. Η ίδια άγνοια υπάρχει για την εξοικονόμησης ενέργειας που έχει άμεση σχέση με την κλιματική αλλαγή στο εσωτερικό περιβάλλον, που ζούμε τα 2/3 της ζωής μας, αλλά και στο εξωτερικό περιβάλλον, που μεταβάλλεται όχι μόνον σε ποιότητα αλλά και σε ποσότητα διαθέσιμων φυσικών πόρων.

Για τους παραπάνω λόγους οι Nastos and Matsangouras (2013) πρότειναν ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης ακραίων ατμοσφαιρικών φαινομένων (Atmospheric Hazards Early Warning System; AHEWS), εναρμονισμένο στη νέα δομή της Ελληνική Περιφερειακής Διοίκησης “Καλλικράτης” (Εικ.5.3).



Εικ.5.3. Προτεινόμενο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης ακραίων ατμοσφαιρικών φαινομένων (Atmospheric Hazards Early Warning System; AHEWS), εναρμονισμένο στη νέα δομή της Ελληνική Περιφερειακής Διοίκησης "Καλλικράτης" (Nastos and Matsangouras, 2013).

Οι φυσικοί κίνδυνοι αποτελούν μια αυξανόμενη απειλή για την κοινωνία και γι 'αυτό είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν μοντέλα και μεθοδολογίες για την καλύτερη κατανόηση και πρόβλεψη ακραίων καιρικών φαινομένων.

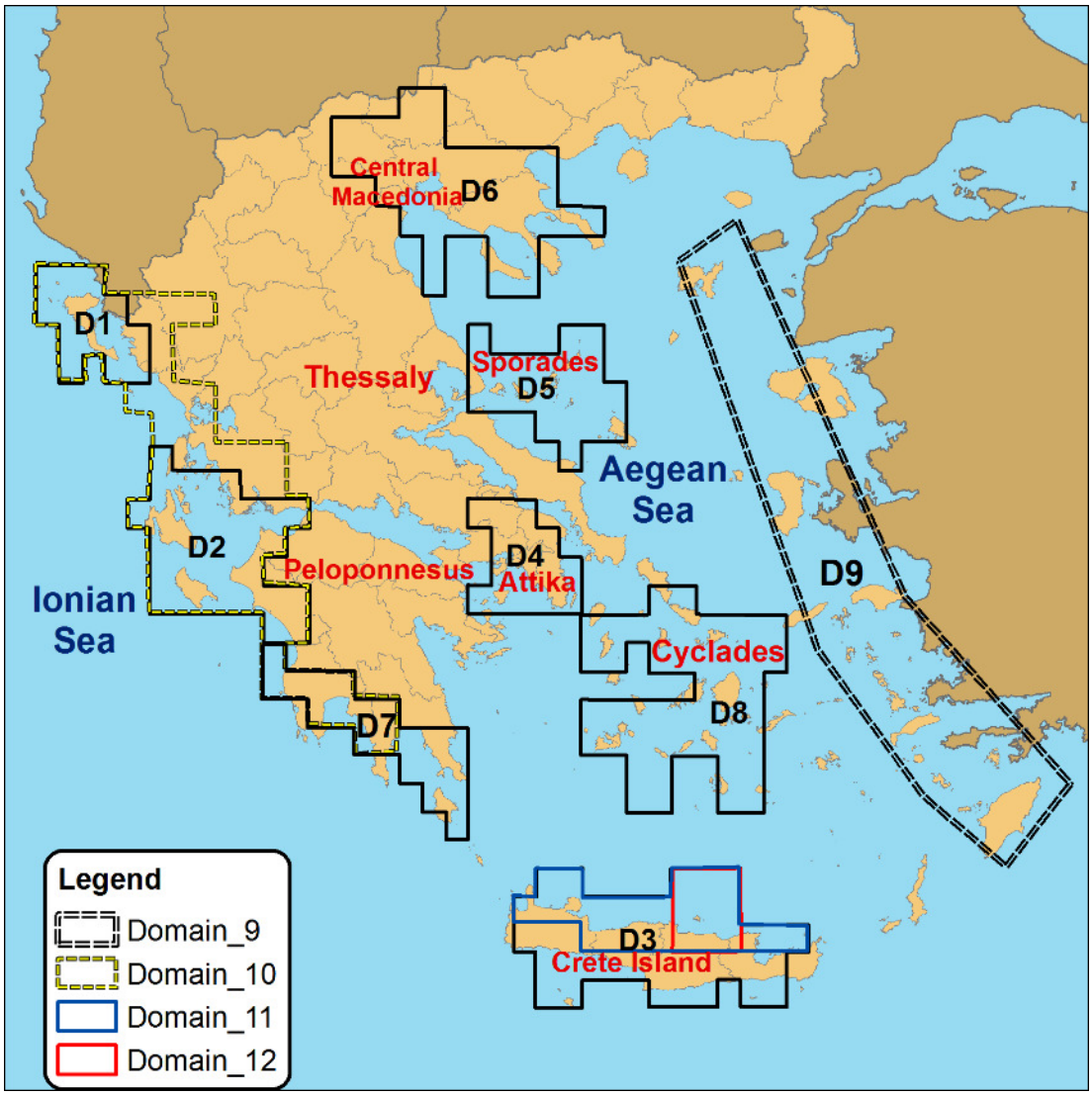
Μια νέα δομή της Ελληνικής Περιφερειακής Διοίκησης (Καλλικράτης) ιδρύθηκε το 2011, βάσει γεωγραφικών κριτηρίων, προκειμένου να δημιουργηθεί μια λειτουργική και ικανή διοίκηση. Ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για τον ατμοσφαιρικό κίνδυνο (AHEWS) μπορεί να χαρακτηριστεί ως απόλυτο εργαλείο για τις τοπικές αρχές (επίπεδο πρώτου και δεύτερου επιπέδου) προκειμένου να οργανωθούν και να εφαρμοστούν αποτελεσματικά σχέδια για τον μετριασμό του κινδύνου. Τα νέα κέντρα εκμετάλλευσης (που σχετίζονται με το επίπεδο της περιφερειακής και τοπικής διοίκησης) προτείνεται να στελεχωθούν και να εξοπλιστούν με το προτεινόμενο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης. Το AHEWS θα συνδεθεί με εκτεταμένα σύνολα δεδομένων GIS και μεθοδολογίες για σχέδια ασφάλειας από κυβερνητικές υπηρεσίες και υπηρεσίες, προκειμένου να μετριαστούν οι επιπτώσεις που προκαλούνται από ακραίες ατμοσφαιρικές εκδηλώσεις.

Το AHEWS περιλαμβάνει προϊόντα πρόγνωσης υψηλής ανάλυσης (NWP), δίκτυο παρατηρήσεων εδάφους, δίκτυο ανίχνευσης κεραυνών και δορυφορικές πληροφορίες από την άποψη της έγκαιρης κινητοποίησης και της άμεσης πρόγνωσης (now casting). Οι καταιγίδες, οι αστραπές, οι ανεμοστρόβιλοι, τα χιόνια, το χαλάζι, οι χαμηλές θερμοκρασίες, τα κύματα καύσωνα και πολλά άλλα ακραία γεγονότα είναι φαινόμενα καιρικών φαινομένων που αντιμετωπίζει το AHEWS, προκειμένου να αποτρέψουν και να μετριάσουν τις επιπτώσεις στον άνθρωπο και στις κατασκευές. Μια διαδικασία αυτοματοποιημένης διάδοσης για μεμονωμένους και διοικητικούς χρήστες ακολουθούμενη από σχέδια ασφάλειας και δράσης αντίστοιχα περιγράφεται στο προτεινόμενο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για τον ατμοσφαιρικό κίνδυνο.

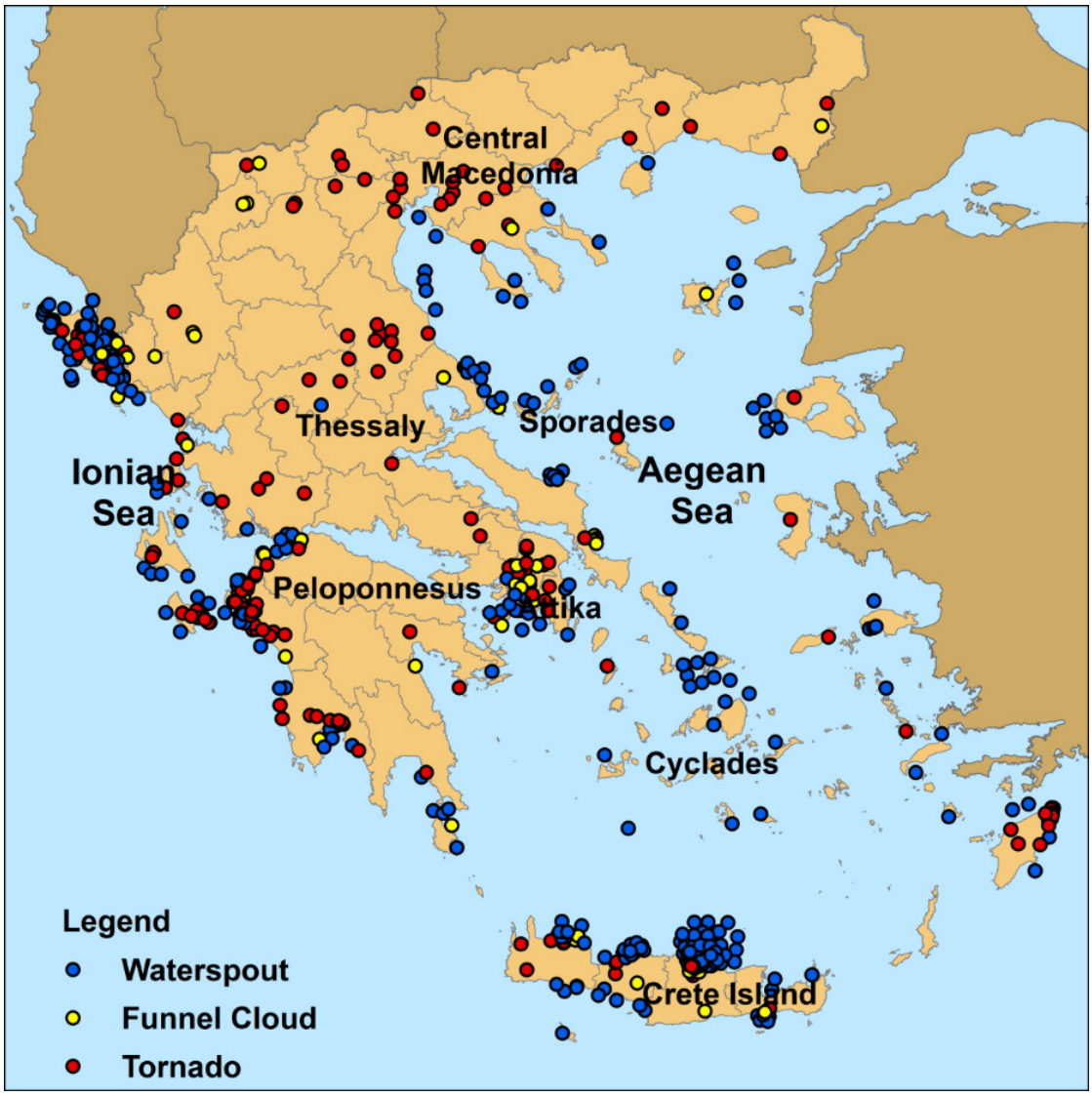
5.2 Ανεμοστρόβιλος (Σίφωνας)

Ο ανεμοστρόβιλος ή αλλιώς σίφωνας είναι μια βίαιη στροβιλιζόμενη στήλη αέρα σε επαφή με το έδαφος, είτε κρέμεται από σωρειτόμορφο νέφος (cumulonimbus) ή βρίσκεται κάτω από σωρειτόμορφο νέφος και συχνά (αλλά όχι πάντα) ορατό ως νέφος χωνί. Οι σίφωνες ξηράς (Tornadoes) και οι σίφωνες θάλασσας (waterspouts) είναι ολόιδια φαινόμενα, ο πρώτος ορισμός χρησιμοποιείται για πάνω από την ξηρά ενώ ο δεύτερος για πάνω από την θάλασσα. Η οριζόντια έκταση του ανεμοστρόβιλου φθάνει και τα 250 m, η δε ταχύτητα κίνησης του είναι σχετικά μικρή (8-20 m/s). Η ταχύτητα της στροβιλιζόμενης στήλης του αέρα στην κεντρική περιοχή φτάνει τα 100 m/s, μπορεί όμως και να υπερβεί τις ταχύτητες αυτές φτάνοντας τα 200 m/s. Παράλληλα ισχυρές είναι και οι κατακόρυφες κινήσεις του αέρα. Η πίεση από την περιφέρεια προς το κέντρο του ανεμοστρόβιλου παρουσιάζει μεγάλη πτώση και μπορεί να φθάσει τα 25 hPa. Αποτέλεσμα αυτής της μείωσης είναι και η σφοδρότητα της περιστροφικής κίνησης του ανέμου στο σίφωνα. Η τροχιά που διανύει ένας σίφωνας είναι σχετικά μικρή, 10km, χωρίς να λείπουν και οι περιπτώσεις που η τροχιά του φτάνει τα 200km και η περίοδος της ζωής του είναι 4-5 ώρες. Η διέλευση ενός ανεμοστρόβιλου προκαλεί μεγάλες καταστροφές λόγω των θυελλωδών ανέμων και της μεγάλης πτώσης της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι δώδεκα περιοχές της Ελλάδος με φθίνουσα συχνότητα εμφάνισης ανεμοστροβίλων και υδροσιφώνων (Εικ.5.4), καθώς και η χωρική κατανομή των ανεμοστροβίλων, υδροσιφώνων και χωνοειδών νεφών στην Ελλάδα, κατά την χρονική περίοδο 1709-2012 (Εικ.5.5) (Matsangouras, Nastosetal. 2013).



Εικ.5.4. Οι 12 τομείς που εμφανίζουν αυξημένη συχνότητα ανεμοστροβίλων και υδροσιφώνων στην Ελλάδα, με χρήση GIS: η D1 υπο-περιοχή βρίσκεται στο βόρειο Ιόνιο πέλαγος, συμπεριλαμβανομένης της Κέρκυρας; Η υπο-περιοχή D2 βρίσκεται στο κεντρικό Ιόνιο και περικλείει το ΒΔ τμήμα της Πελοποννήσου; η υπο-περιοχή D3 αφορά την Κρήτη; η υπο-περιοχή D4 περιορίζεται σε όλη την Αττική; η υπο-περιοχή D5 αφορά το νησιωτικό σύμπλεγμα των Σποράδων, στο ΒΔ Αιγαίο; η υπο-περιοχή D6 αφορά την κεντρική Μακεδονία; η υπο-περιοχή D7 περιλαμβάνει τις νότιες περιοχές της Πελοποννήσου; η υπο-περιοχή D8 αφορά το νησιωτικό συγκρότημα των Κυκλάδων και η υπο-περιοχή D9 την ανατολική πλευρά του Αιγαίου, που περιλαμβάνει διάσπαρτες εκδηλώσεις ανεμοστροβίλων σε λίγα νησιά ή κατά μήκος της περιοχής του ανατολικού Αιγαίου Πελάγους, Τέλος, αναφέρονται ακόμη τρεις τομείς: D10, που καλύπτει τα δυτικά μέρη της Ελλάδας; D11 πάνω από το βόρειο τμήμα της D3 και D12 πάνω από την βόρεια Κρήτη (Ηράκλειο πόλη).



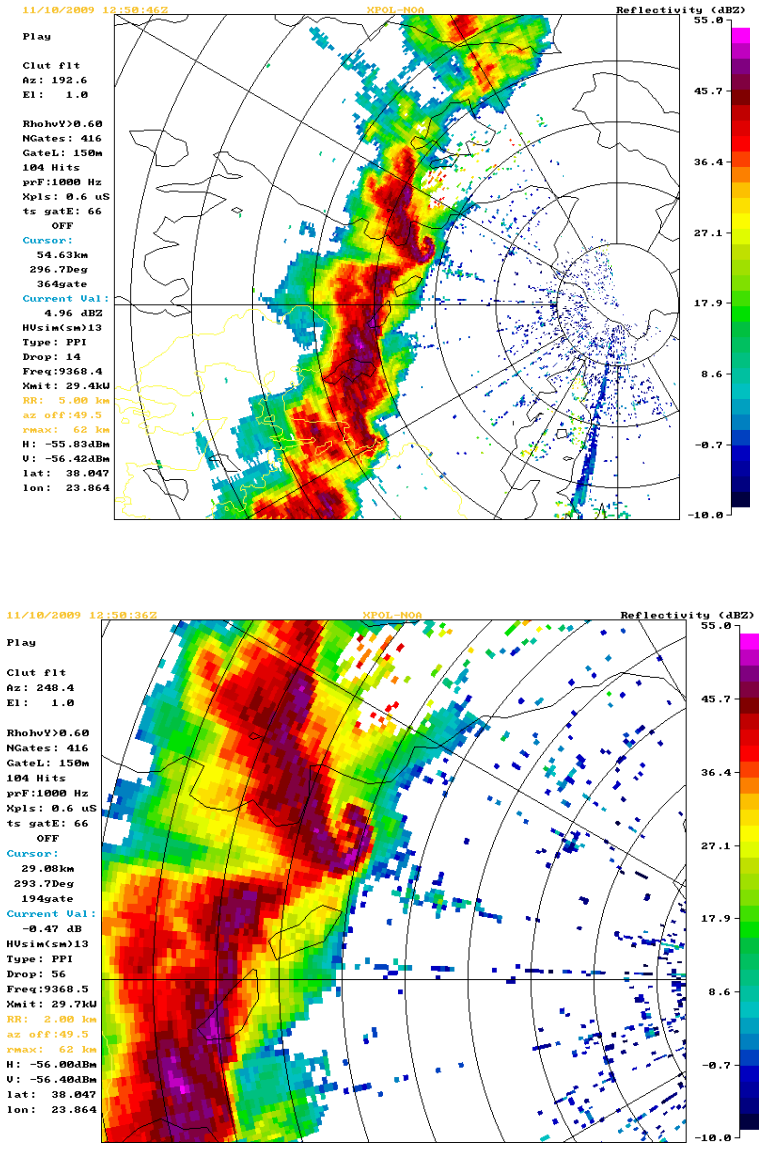
Εικ.5.5. Χωρική κατανομή ανεμοστροβίλων, υδροσιφώνων και χωνοειδών νεφών στην Ελλάδα, για την περίοδο 1709-2012. (Πολυάριθμα γεγονότα αντιπροσωπεύονται κάτω από τα σύμβολά του Εικ.τος, τα οποία δεν εμφανίζονται εξαιτίας της χαμηλής ανάλυσης του γραφήματος.

Η Αττική εμφανίζεται τέταρτη υποπεριοχή στην κατάταξη όσον αφορά την συχνότητα εμφάνισης ανεμοστροβίλων, γεγονός που αν συνδυαστεί με την πυκνή δόμηση που την χαρακτηρίζει, την κάνει να εμφανίζει μεγάλη τρωτότητα στο φαινόμενο. Χαρακτηριστικές είναι μεταξύ άλλων, οι περιπτώσεις ανεμοστροβίλων που έπληξαν το Ελευθέριος Βενιζέλος στις 27 Ιουλίου 2002 (Εικ. 6) και τα Τουρκοβούνια στις 22 Οκτωβρίου 2015 (Εικ. 7).

Εικ.5.6. Ανεμοστρόβιλος στο διεθνές αεροδρόμιο "Ελευθέριος Βενιζέλος" στις 27 Ιουλίου 2002. Ο ανεμοστρόβιλος έπληξε κυρίως την πίστα του αεροδρομίου, την ώρα που αποβιβάζονταν οι επιβάτες από αεροσκάφος.

Εικ.5.7. Ανεμοστρόβιλος στις 22 Οκτωβρίου 2015, που σχηματίστηκε στα Τουρκοβούνια και έγινε ορατός από Μαρούσι και Ψυχικό.

Οι ανεμοστρόβιλοι στην Αττική μπορούν να παρατηρηθούν από την ανακλαστικότητα (echo, dBz) του μετεωρολογικού ραντάρ. Πιο συγκεκριμένα, η ευρύτερη περιοχή της Αττικής εποπτεύεται από το ραντάρ της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας στον Υμηττό. Χαρακτηριστικές είναι οι εικόνες που αποτυπώνουν την υπογραφή του ανεμοστρόβιλου (hookechoreflectivity) (Εικ.5.8 a, b), που εμφανίστηκε στη δυτική Αττική στις 10 Νοεμβρίου 2009, που συνοδευόταν από πολύ υψηλές ριπές ανέμου, που έφταναν και τα 100km/h,



Εικ.5.8. Οριζόντια ανακλαστικότητα (dBz) του ραντάρ που αποτυπώνει την υπογραφή του ανεμοστρόβιλου (hook-echo signature) στις 12:50:36 UTC, την 10η Νοεμβρίου 2009 στη δυτική Αττική.

5.3 Καύσωνας

Για να είμαστε απόλυτα ακριβείς, αυστηρός ορισμός για τον καύσωνα ως κλιματολογικό φαινόμενο της Γης δεν υπάρχει από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO). Ως κύμα καύσωνα μπορεί να χαρακτηριστεί μια περίοδος με ασυνήθιστο (abnormal) και δυσάρεστο (uncomfortable) θερμό καιρό με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Τα κριτήρια για τον ορισμό του διαφοροποιούνται ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και τις κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής

Για τα δεδομένα των κλιματολογικών συνθηκών της χώρας μας, ο λεγόμενος καύσωνας αποτελεί εποχιακό φαινόμενο συνηθισμένο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αν και κάποτε κάνει επίσης την εμφάνισή του λίγο νωρίτερα ή λίγο αργότερα από το καλοκαίρι. Συγκεκριμένα, καύσωνας, για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, θεωρείται μια περίοδος τουλάχιστον 3 ημερών, όπου οι θερμοκρασίες στις πεδινές περιοχές της ηπειρωτικής χώρας ξεπερνούν τους 37°C και η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι τουλάχιστον 31°C, δηλαδή η θερμοκρασία δε μειώνεται αρκετά κατά τις νυκτερινές ώρες (δεν πέφτει κάτω από τους 25-26°C).

Επίσης, σύμφωνα με την ελληνική μετεωρολογική πρακτική, χαρακτηρίζουμε ως «καύσωνα» τις περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών όταν συνυπάρχουν τα παρακάτω κριτήρια:

1. Η μέγιστη θερμοκρασία σε συνοπτικούς ή αεροναυτικούς μετεωρολογικούς σταθμούς είναι μεγαλύτερη ή ίση των 39 βαθμών Κελσίου.

2. Η ελάχιστη θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη των 26 βαθμών Κελσίου.

3. Επικρατεί άπνοια ή ασθενείς άνεμοι και το θερμοκρασιακό εύρος είναι μικρό.

4. Οι υψηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται σε ευρεία γεωγραφική έκταση και η διάρκειά τους υπερβαίνει τις τρεις ημέρες.

Η κυριότερη αιτία για την εμφάνιση υψηλών θερμοκρασιών στη χώρα μας είναι η μεταφορά θερμών αερίων μαζών από τις ακτές της Αφρικής. Αν και οι υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται συνήθως το τρίτο δεκαήμερο του Ιουλίου, σε ορισμένες περιοχές, όπως η Αττική, έχουν εμφανιστεί και το πρώτο δεκαήμερο, με μέγιστη τιμή τους 48 βαθμούς στο Τατόι στις 10.7.1977.

Ημέρες με υψηλές θερμοκρασίες είναι ημέρες κατά τις οποίες οι θερμοκρασίες ανεβαίνουν σε υψηλά επίπεδα τις μεσημβρινές και πρώτες απογευματινές ώρες, αλλά κατά τις νυκτερινές ώρες οι θερμοκρασίες μειώνονται αρκετά, με αποτέλεσμα ο ανθρώπινος οργανισμός να μπορεί να αναλάβει δυνάμεις και να αντεπεξέλθει στην καταπόνηση που υφίσταται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Οι επιπτώσεις στον πληθυσμό από τις υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να είναι από απλή δυσφορία, θερμική εξάντληση ως και θερμοπληξία η οποία χρειάζεται άμεση ιατρική βοήθεια. Πιο ευάλωτες είναι οι ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού (παιδιά, ηλικιωμένοι, πάσχοντες από χρόνιες παθήσεις) καθώς και άτομα τα οποία εργάζονται σε εξωτερικούς χώρους.

Κατά τη διάρκεια των ημερών με υψηλές θερμοκρασίες, οι επιπτώσεις στον πληθυσμό μπορεί να είναι δυσμενέστερες αν επιδρούν και άλλοι επιβαρυντικοί παράγοντες, όπως:

- Η σχετική υγρασία του αέρα να παραμένει σε υψηλά επίπεδα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η δυνατότητα απαγωγής της θερμότητας από τον ανθρώπινο οργανισμό μέσω του μηχανισμού της εφίδρωσης.

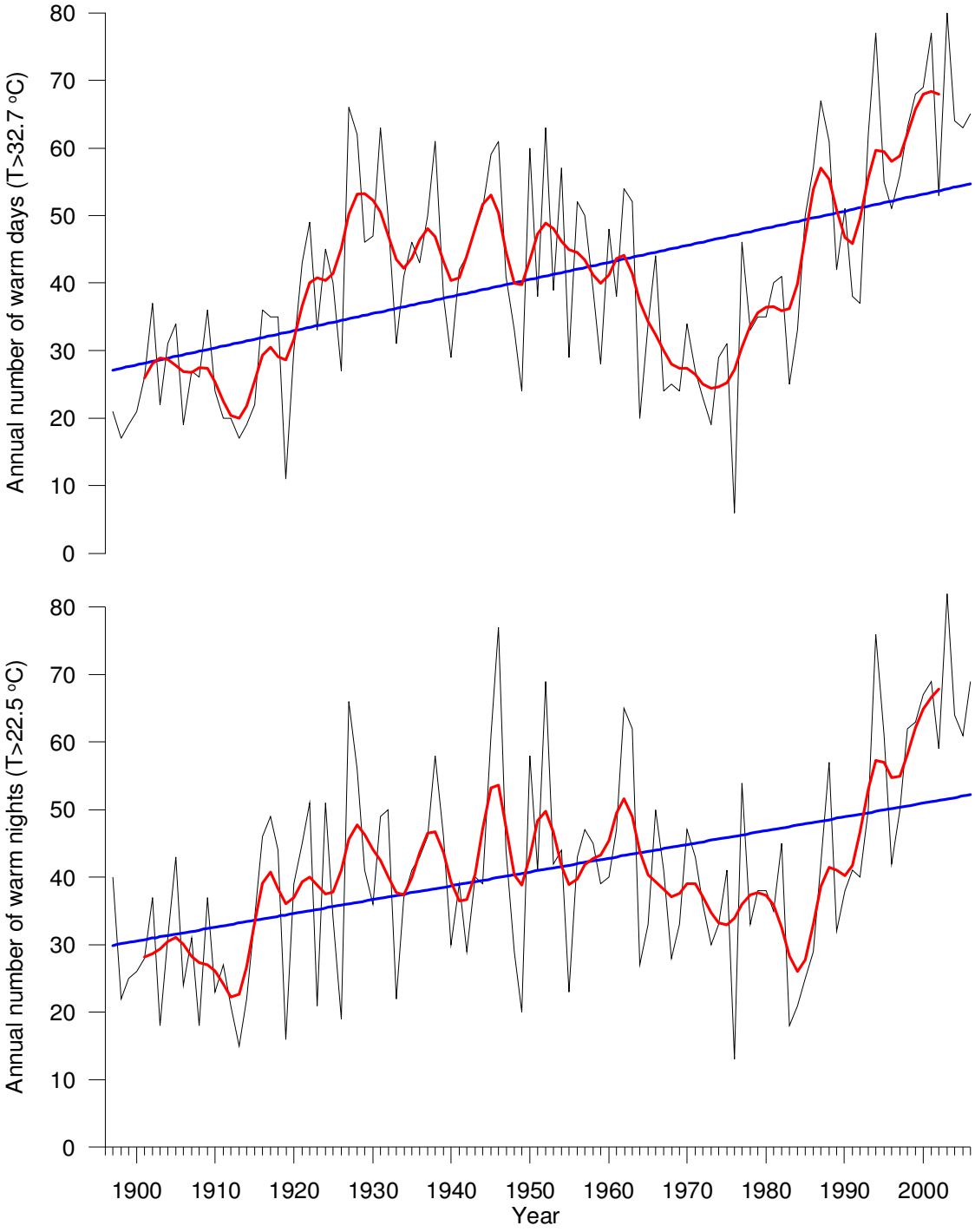
- Η ένταση του ανέμου να είναι χαμηλή, με αποτέλεσμα να δυσκολεύεται η απαγωγή θερμότητας από την επιφάνεια του δέρματος (μέσω του δέρματος γίνεται περίπου το 90% της συνολικής μεταφοράς θερμότητας προς το περιβάλλον).

- Η ατμοσφαιρική ρύπανση σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες επιβαρύνει ιδιαίτερα τις ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού. Συνήθως οι ατμοσφαιρικές συνθήκες οι οποίες δημιουργούν τις υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν και τη συσσώρευση των ατμοσφαιρικών ρύπων στην ατμόσφαιρα.

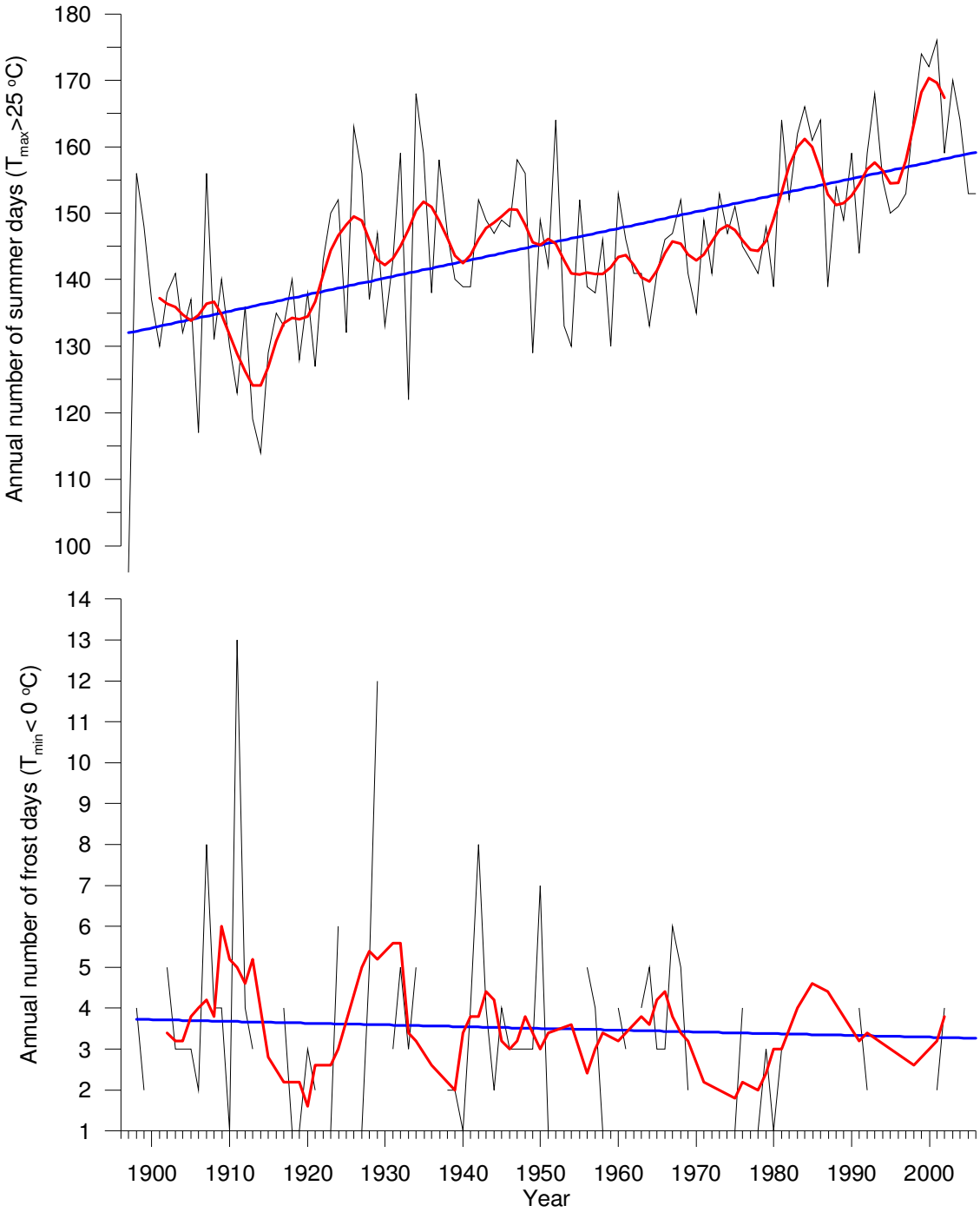
- Ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα οι υψηλές θερμοκρασίες είναι δυνατό να δημιουργήσουν δυσμενέστερες καταστάσεις σε σχέση με την ύπαιθρο. Τα κτήρια και η άσφαλτος των δρόμων συγκεντρώνουν μεγάλα ποσά θερμότητας κατά την διάρκεια της ημέρας, τα οποία και αποδίδουν στην ατμόσφαιρα κατά τις νυκτερινές ώρες, με αποτέλεσμα στο κέντρο των μεγάλων πόλεων ακόμα και τις νυκτερινές ώρες η θερμοκρασία να παραμένει υψηλή, επιτείνοντας την αίσθηση των υψηλών θερμοκρασιών στους κατοίκους.

Όσον αφορά την Αθήνα, (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών), παρουσιάζονται οι τάσεις των χρονοσειρών του ετήσιου αριθμού θερμών ημερών (που ορίζονται ως οι ημέρες κατά τις οποίες η μέγιστη θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη από το 90^{o} εκατοστημόριο της κατανομής της μέγιστης θερμοκρασίας), θερμών νυχτών (που ορίζονται ως οι ημέρες κατά τις οποίες η ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη από το 90^{o} εκατοστημόριο της κατανομής της ελάχιστης θερμοκρασίας), θερινών ημερών (που ορίζονται ως οι ημέρες κατά τις οποίες η μέγιστη θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη από 25^{o}C), και ημερών

παγετού (που ορίζονται ως οι ημέρες κατά τις οποίες η ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα είναι μικρότερη από 0°C), κατά την διάρκεια της περιόδου 1897-2006 (Εικ. 5.9, 5.10) (NastosandFounda, 2008)



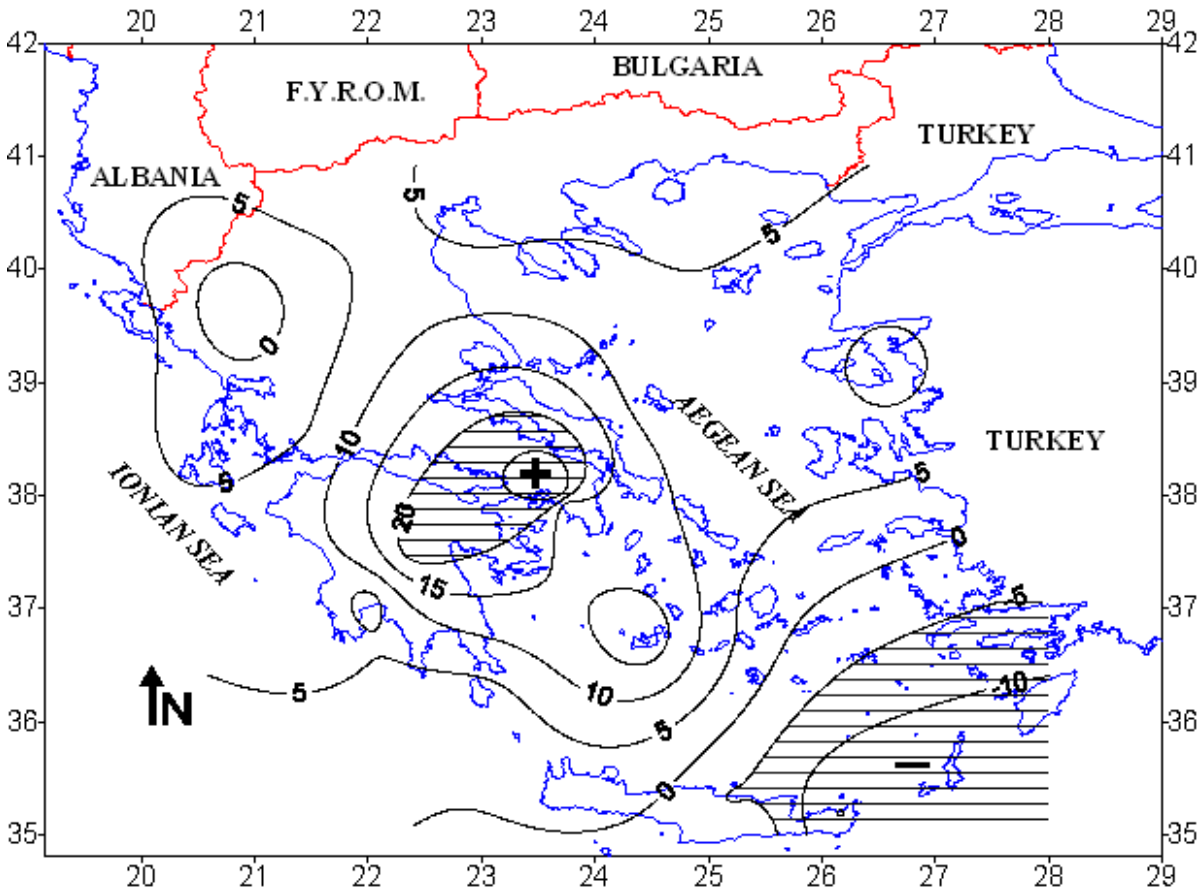
Εικ.5.9. Χρονοσειρές του ετήσιου αριθμού θερμών ημερών (πάνω γράφημα) και θερμών νυχτών (κάτω γράφημα), για την Αθήνα κατά την διάρκεια της περιόδου 1897-2006 (Nastos and Founda, 2008).



Εικ.5.10. Χρονοσειρές του ετήσιου αριθμού θερινών ημερών (πάνω γράφημα) και ημερών παγετού (κάτω γράφημα) για την Αθήνα κατά την διάρκεια της περιόδου 1897-2006 (Nastos and Founda, 2008).

Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια ολόκληρης της εξεταζόμενης περιόδου, αποκαλύφθηκαν θετικές τάσεις θερμών ημερών (2.5 ημέρες / 10 χρόνια), θερμές νύχτες (2.0 νύχτες / 10 χρόνια) και καλοκαιρινές ημέρες (2.5 ημέρες / 10 χρόνια). Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο σε σχέση με τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Αρνητικές τάσεις, όχι στατιστικά σημαντικές, υπάρχουν για τις κρύες νύχτες, τις κρύες μέρες και τις ημέρες παγετού. Επιπλέον, η μέση ημερήσια θερμοκρασία θερμοκρασίας αέρα εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική τάση (0.06 ^{o}C / 10 έτη) και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η μέγιστη θερμοκρασία αέρα αυξάνεται περισσότερο από την αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα.

Αναλύοντας τις τροπικές ημέρες στην Ελλάδα (που ορίζονται ως οι ημέρες κατά τις οποίες η μέγιστη θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη από 30^{o}C) είναι φανερή η μεγάλη αύξηση του ετήσιου αριθμού τροπικών ημερών που παρατηρείται πάνω από την Αττική (Εικ. 5.11) (NastosandMatzarakis, 2008).

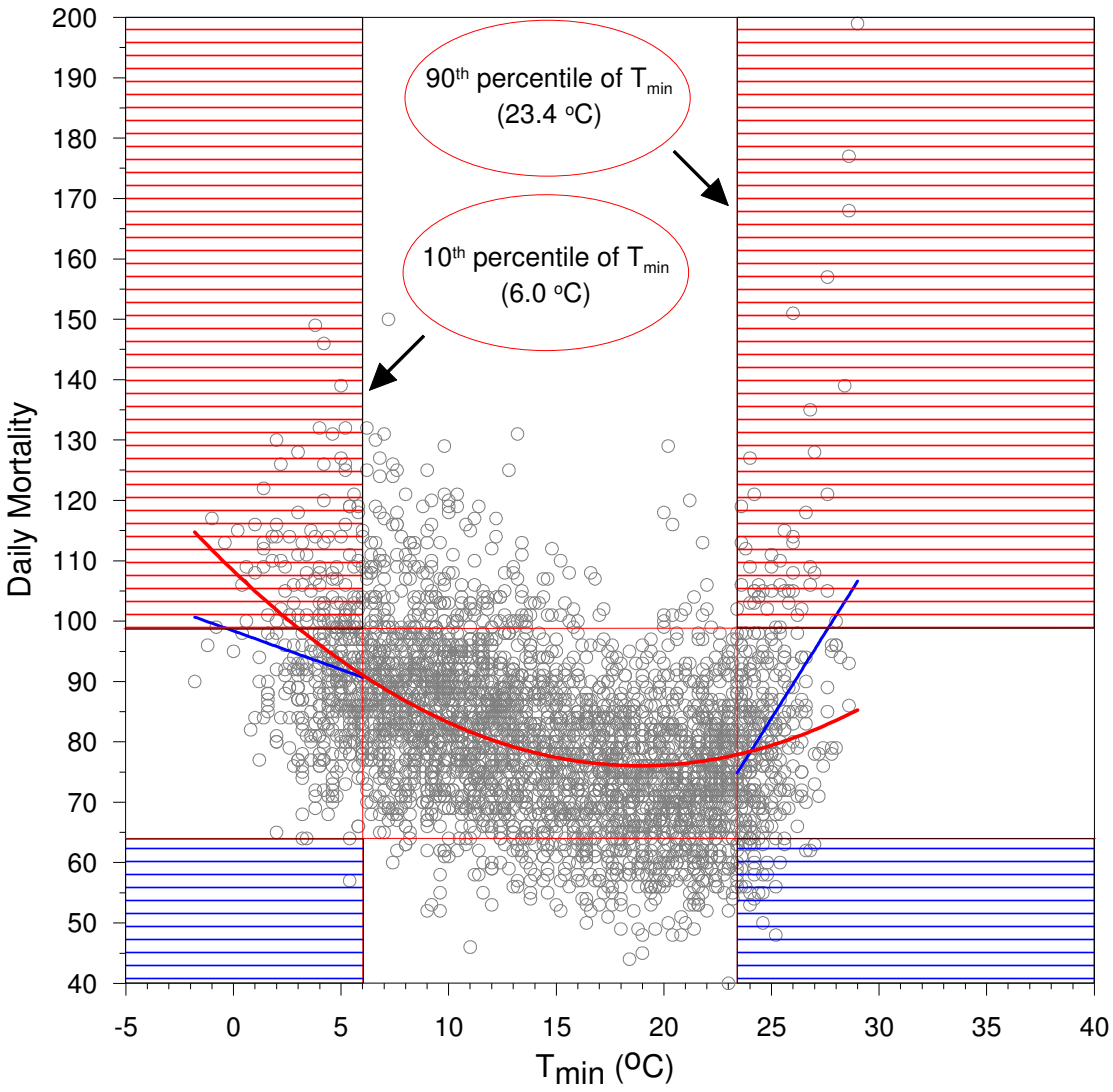


Εικ.5.11. Χωρική κατανομή των τάσεων του ετήσιου αριθμού τροπικών ημερών στην Ελλάδα, κατά την περίοδο 1960-2000 (Nastos and Matzarakis, 2008).

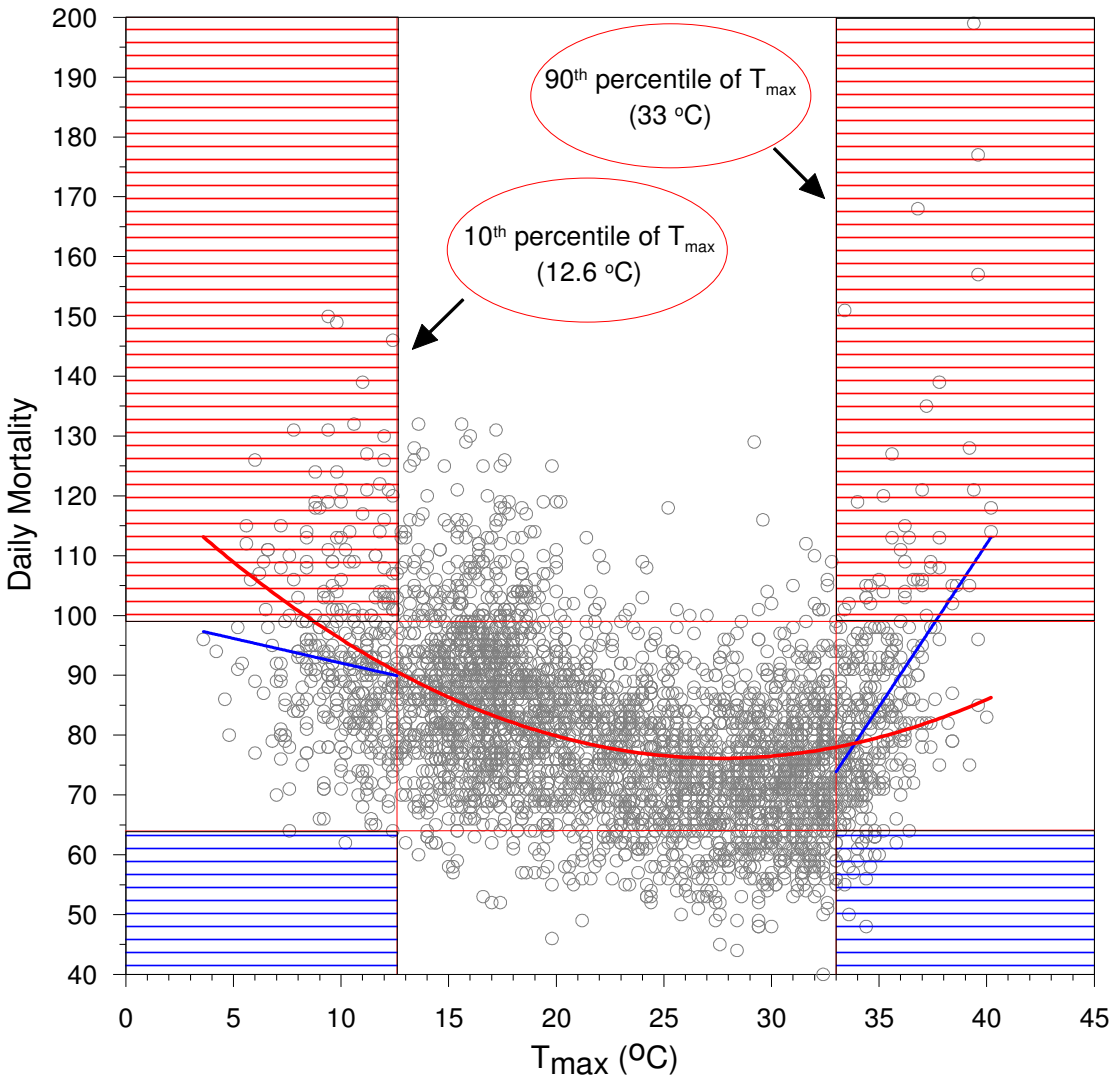
Η αύξηση των τάσεων του ετήσιου αριθμού τροπικών ημερών, οι οποίες είναι ως επί το πλείστο ασήμαντες, δείχνουν μια χωρική συγκέντρωση στα κεντρικά μέρη της Ελλάδας. Σημαντικά αυξημένες τάσεις παρατηρούνται σε Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (+0.41 τροπικές ημέρες / έτος) και Ν. Φιλαδέλφεια (+0.66 τροπικές ημέρες / έτος). Η κύρια αιτία είναι πιθανώς η επίδραση της θερμικής αστικής νησίδας λόγω της ανάπτυξης των πόλεων τις τελευταίες δεκαετίες (Philandras et al 1999) και όχι λόγω της κλιματικής αλλαγής.

Τα κύματα καύσωνα επιδρούν σημαντικά στην υγεία των ανθρώπων στα μεγάλα αστικά κέντρα. Χαρακτηριστική είναι σχετική μελέτη για την Αθήνα που αφορά την συσχέτιση της ημερήσιας θνησιμότητας στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας με τις θερμικές συνθήκες για την δεκαετία 1992-2001 (Nastos and Matzarakis, 2012). Οι Εικ.5.12 και 5.13 δείχνουν μια μη γραμμική σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και της θνησιμότητας. Όπως φαίνεται, όχι μόνο η καθημερινή θνησιμότητα μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, αλλά επιπλέον, το δεξί μέρος του χαρακτηριστικού σχήματος U απεικονίζει το "θερμό" συστατικό της σχέσης. Αξιοσημείωτη είναι η απότομη αυξητική τάση της καθημερινής θνησιμότητας, η οποία εμφανίζεται όταν οι μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες αέρα είναι πάνω/κάτω από τα αντίστοιχα ακραία εκατοστημόρια (90^{α} και 10^{o}, αντίστοιχα) όπως φαίνεται από τις γραμμικές τάσεις στο θερμό και ψυχρό τμήμα των σχέσεων μεταξύ ημερήσιας μέγιστης, ελάχιστης θερμοκρασίας και θνησιμότητας από βιολογικά αίτια στην Αθήνα, αντίστοιχα.

Όλες αυτές οι τάσεις είναι στατιστικά σημαντικές (p = 0,000). Οι κατακόρυφες γραμμές στα διάγραμμα διασποράς αντιπροσωπεύουν το 10^{o} και το 90^{o} εκατοστημόριο της κατανομής της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα, ενώ οι οριζόντιες γραμμές αντιπροσωπεύουν το 10^{o} και το 90^{o} εκατοστημόριο για την ημερήσια θνησιμότητα. Εκτός αυτού, αυτά τα όρια δείχνουν ότι η ημερήσια συχνότητα θνησιμότητας του δεξιού μέρους της σχέσης σχήματος U φτάνει σε υψηλότερα επίπεδα. Αυτό αποκαλύπτει ότι τα ακραία κύματα καύσωνα συνδέονται με υψηλότερες καθημερινές συχνότητες θνησιμότητας στην Αθήνα (Nastos and Matzarakis, 2012).



Εικ. 5.12. Διάγραμμα διασποράς της ημερήσιας θνησιμότητας από βιολογικά αίτια σε σχέση με την ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία (Tmin), μαζί με πολυωνυμική προσαρμογή τετάρτου βαθμού (κόκκινη καμπύλη) και γραμμικές τάσεις (μπλέ γραμμές) για τις πολύ χαμηλές και υψηλές ελάχιστες θερμοκρασίες, για την Αθήνα κατά την περίοδο 1992-2001 (Nastos and Matzarakis, 2012).

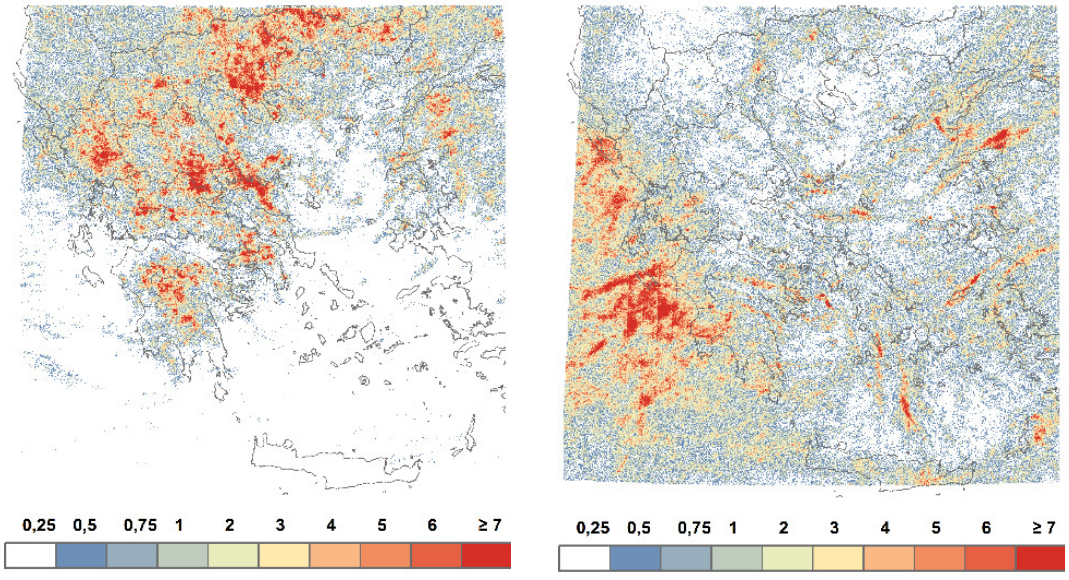


Εικ. 5.13. Διάγραμμα διασποράς της ημερήσιας θνησιμότητας από βιολογικά αίτια σε σχέση με την ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία (Tmax), μαζί με πολυωνυμική προσαρμογή τετάρτου βαθμού (κόκκινη καμπύλη) και γραμμικές τάσεις (μπλέ γραμμές) για τις πολύ χαμηλές και υψηλές ελάχιστες θερμοκρασίες, για την Αθήνα κατά την περίοδο 1992-2001 (Nastos and Matzarakis, 2012).

Χρησιμοποιώντας τις προσομοιώσεις περιοχικών κλιματικών μοντέλων από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα ENSEMBLES έχουν υπολογιστεί οι χωρικές κατανομές διαφόρων δεικτών που ερμηνεύουν τις ακραίες θερμοκρασίες. Για παράδειγμα, στην Αττική οι τροπικές ημέρες το καλοκαίρι θα αυξηθούν κατά περίπου 15 ημέρες για το εγγύς μέλλον (2012-2050) και 25 ημέρες για το μακρινό μέλλον (2071-2100) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990, για το σενάριο εκπομπών A1B (NastosandKapsomenakis, 2014).

5.4 Καταιγίδες

Οι καταιγίδες είναι από τα πιο βίαια ατμοσφαιρικά φαινόμενα και συνοδεύονται από ραγδαίες βροχές, ισχυρούς ανέμους με μεταβλητή ένταση και διεύθυνση, οι οποίοι μπορεί να φτάσουν τα 50 με 80 km/h ή ακόμα και τα 100 km/h, από ισχυρές ηλεκτρικές εκκενώσεις, δηλαδή κεραυνούς και πολλές φορές από χαλάζι. Η διάρκεια μιας καταιγίδας είναι το πολύ δύο ώρες. Οι ραγδαίες βροχές των καταιγίδων είναι ικανές να προκαλέσουν πλημμύρες. Η καταιγίδα αναπτύσσεται όταν η ατμόσφαιρα είναι έντονα ασταθής (δηλαδή, ευνοούνται οι ανοδικές κινήσεις των αερίων μαζών) και υπάρχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών στα κατώτερα τμήματα της ατμόσφαιρας. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, ο θερμός και υγρός αέρας κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ανέρχεται γρήγορα και ψύχεται. Η υγρασία που υπάρχει στην ατμοσφαιρική μάζα συμπυκνώνεται σε παγοκρυστάλλους και υδροσταγονίδια με αποτέλεσμα το σχηματισμό ογκωδών νεφών.Η ανάπτυξη των καταιγιδοφόρων νεφών (σωρειτομελανίες – cumulonimbus Cb) είναι το κύριο χαρακτηριστικό της καταιγίδας. Τα νέφη αυτά έχουν πολύ μεγάλο όγκο και μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη. Η κορυφή τους μπορεί να ξεπεράσει και τα 12km. Το ανώτερο τμήμα τους σχεδόν πάντα απλώνεται με τη μορφή άκμονα, ενώ η βάση τους είναι οριζόντια σε χαμηλό ύψος από το έδαφος. Παγοκρυστάλλια παρατηρούνται στο ανώτερο τμήμα τους. Η μεγαλύτερη συχνότητα των ηλεκτρικών εκκενώσεων στην Αττική εμφανίζεται το Θέρος και ακολουθεί το Φθινόπωρο, όπως χαρακτηριστικά απεικονίζεται στο Εικ.5.14 *(Nastosetal. 2014).*



Εικ.5.14. Χωρική κατανομή των ηλεκτρικών εκκενώσεων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο για το Θέρος και Φθινόπωρο κατά την χρονική περίοδο 2008-2009 (Nastos et al. 2014).

5.5 Πλημμύρες – Ακραίες βροχοπτώσεις

Πλημμύρα είναι η ανύψωση της στάθμης των νερών ποταμού, λίμνης, ή θάλασσας και η έξοδός τους από την κοίτη τους, οφείλεται συνήθως στις κλιματολογικές συνθήκες και ενισχύεται από τη μορφολογία του εδάφους.

Για την δημιουργία των πλημμύρων συνεργάζονται δύο παράγοντες: ο ένας έχει σχέση με την φύση της βροχής και ο άλλος με την ανθρωπογενή παρέμβαση στο περιβάλλον. Από τα στοιχεία της βροχής που ευθύνονται για την πλημμυρογένεση, η **ραγδαιότητα** είναι η βασικότερη παράμετρος. Πιο συγκεκριμένα, το ποσό της βροχής που πέφτει σε μια περιοχή στην μονάδα του χρόνου. Ο δεύτερος από τους παράγοντες της φύσης της βροχής έχει να κάνει με το θέμα **χρόνος**. Δηλαδή εξαρτάται αφενός μεν από την εποχή κατά την οποία σημειώνονται οι βροχές και αφετέρου από την διάρκεια τους. Ο **ανθρώπινος παράγοντας** είναι επίσης πολύ καθοριστικός στη δημιουργία της πλημμυρογένεσης. Αυτός κυρίως συνίσταται στην αποψίλωση του εδάφους από την βλάστηση, στην ανοικοδόμηση και στην υδρομόνωση των πόλεων με τον ασφαλτοτάπητα και το μπετόν.

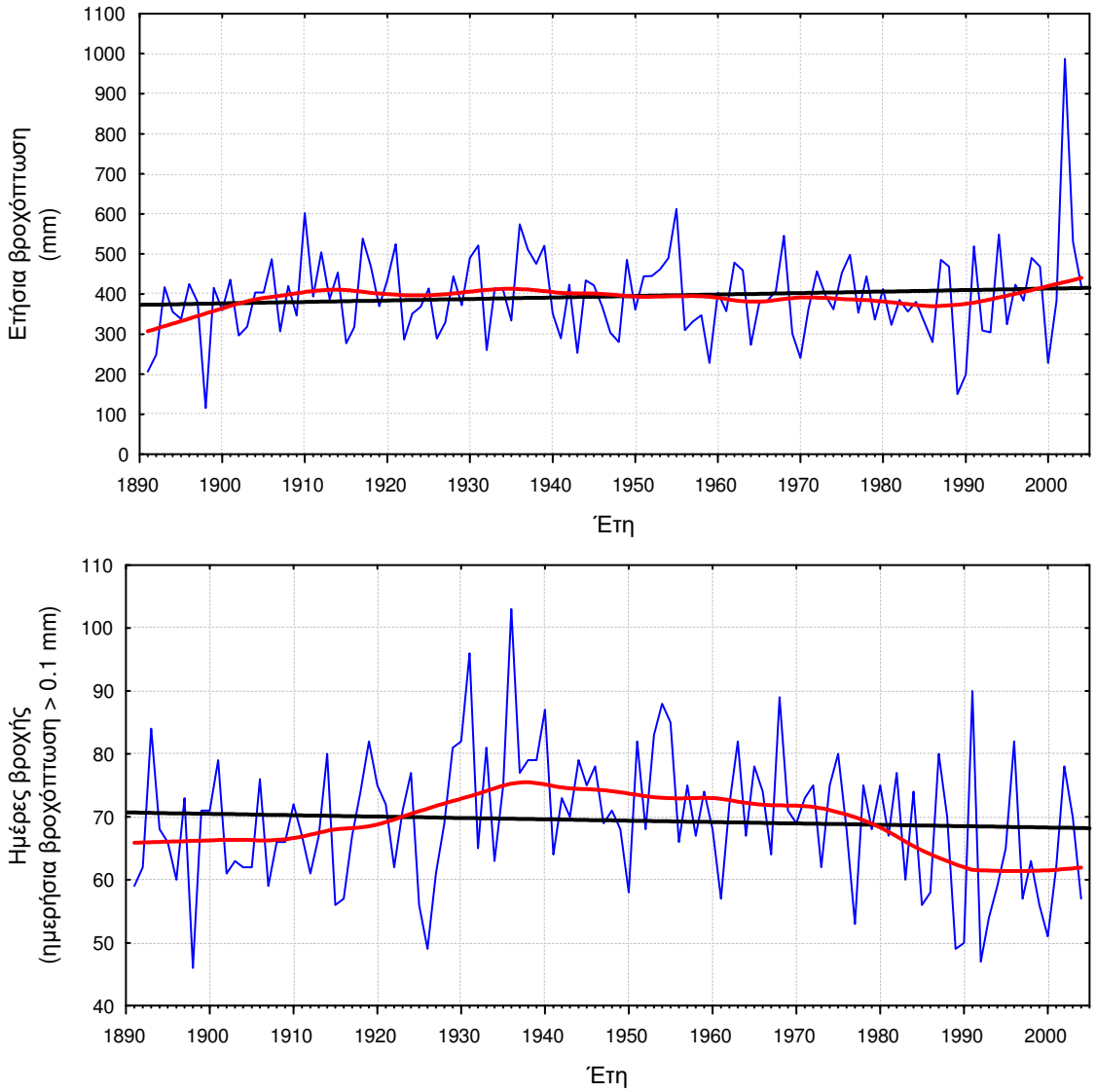
Οι πλημμύρες αποτελούν τη δεύτερη πιο συχνή φυσική καταστροφή, μετά τις δασικές πυρκαγιές, είναι αναμενόμενες και εκδηλώνονται είτε ως βραδείας εξέλιξης (ετήσιες) πλημμύρες οι οποίες δεν προκαλούν μεγάλες καταστροφές είτε ως ξαφνικά γεγονότα (flashfloods) που έχουν σοβαρές επιπτώσεις στις ανθρώπινες κοινωνίες που πλήττουν. Ανάλογα με το αίτιο που τις προκαλεί και με τα χαρακτηριστικά τους, οι πλημμύρες κατατάσσονται σε:

- ✓ Ποτάμιες πλημμύρες (river floods)
- ✓ Παράκτιες πλημμύρες (coastal floods)
- ✓ Πλημμύρες από τήξη χιονιού και πάγου
- ✓ Πλημμύρες από αστοχία ή δυσλειτουργία τεχνικού έργου

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αύξηση της έντασης της βροχής στην Αθήνα, που μπορεί να θεωρηθεί σαν αποτέλεσμα τόσο της κλιματικής μεταβολής αλλά και της έντονης αστικοποίησης. Η πιο μακροχρόνια διαθέσιμη χρονοσειρά βροχόπτωσης στην Ελλάδα είναι αυτή που έχει καταγραφεί στο Εθνικό Αστεροσκοπείο της Αθήνας (NastosandZerefos, 2007).

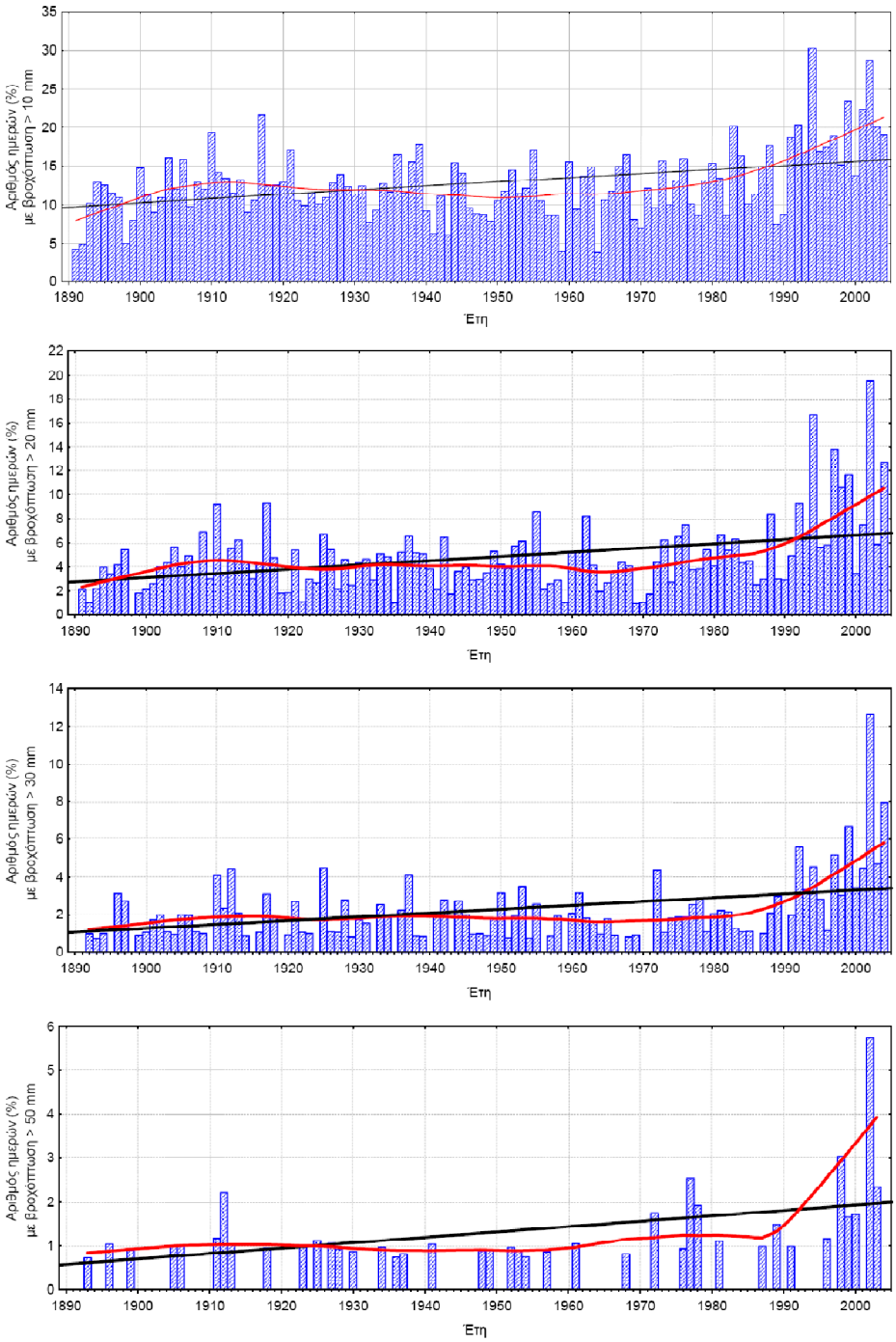
Το Εικ. 15 απεικονίζει την πορεία της χρονοσειράς της ετήσιας βροχόπτωσης (άνω γράφημα) και τον αριθμό ημερών με βροχόπτωση > 0.1 mm (κάτω γράφημα), από εδώ και

στο εξής ημέρες βροχής, μαζί με τη γραμμική και τη loess προσαρμογή, για την περίοδο 1891-2004. Η ετήσια βροχόπτωση δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική τάση (p=0.24) στην περίοδο 1891-2004 (η αιχμή που εμφανίζεται στην χρονοσειρά αντιστοιχεί στο έτος 2002, και υπερβαίνει τη μέση βροχόπτωση πάνω από δύο τυπικές αποκλίσεις). Αφ' ετέρου, η χρονοσειρά των ημερών βροχής παρουσιάζει μικρή αρνητική τάση, που δεν είναι στατιστικά σημαντική (p=0.47), κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Εντούτοις, αυτή η τάση γίνεται στατιστικά σημαντική (p=0.03) κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα επτά ετών (1968-2004). Η απουσία μιας σημαντικής τάσης στην ετήσια βροχόπτωση και της αρνητικής τάσης στις ημέρες βροχής, ειδικά στις τελευταίες τρεις δεκαετίες, μπορεί να υποδεικνύει μια αύξηση στην ακραία καθημερινή βροχόπτωση.



Εικ.5.15. Χρονοσειρές της ετήσιας βροχόπτωσης (άνω γράφημα) και του αριθμού ημερών με βροχή >0.1 mm (κάτω γράφημα), μαζί με την γραμμική και τη loess προσαρμογή (Nastos and Zerefos 2007).

Παρόμοια χρονική μεταβλητότητα εμφανίζεται πάνω από το βορειοανατολικό τμήμα των Ηνωμένων Πολιτειών, όπου κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών (που εμφανίζεται η αύξηση της πολύ έντονης βροχόπτωσης) παρατηρήθηκε μια μείωση στον αριθμό ημερών βροχής (Groisman et al. 2005). Επιπλέον, σε διάφορες περιοχές όπως η Νότια Αφρική, η Σιβηρία, η ανατολική Μεσόγειος, το κεντρικό Μεξικό, και η βόρεια Ιαπωνία, οι ημέρες βροχής εμφανίζονται λιγότερο συχνά και παρατηρείται μόνο μια αύξηση στη πολύ έντονη βροχόπτωση, ενώ η συνολική βροχόπτωση ή/και η συχνότητα των ημερών με ένα αξιόλογο ποσό βροχόπτωσης δεν αλλάζουν ή/και μειώνονται (Easterling et al. 2000, Alpert et al. 2002, Fauchereau et al. 2003, Groisman et al. 2005). Επίσης, αυτό είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Brunetti et al. (2001), που βρίσκουν μια σημαντική αρνητική τάση στον αριθμό ημερών βροχής σε όλη την Ιταλία, και μια θετική τάση στην ένταση της βροχόπτωσης, η οποία είναι σημαντική μόνο στις βόρειες περιοχές.

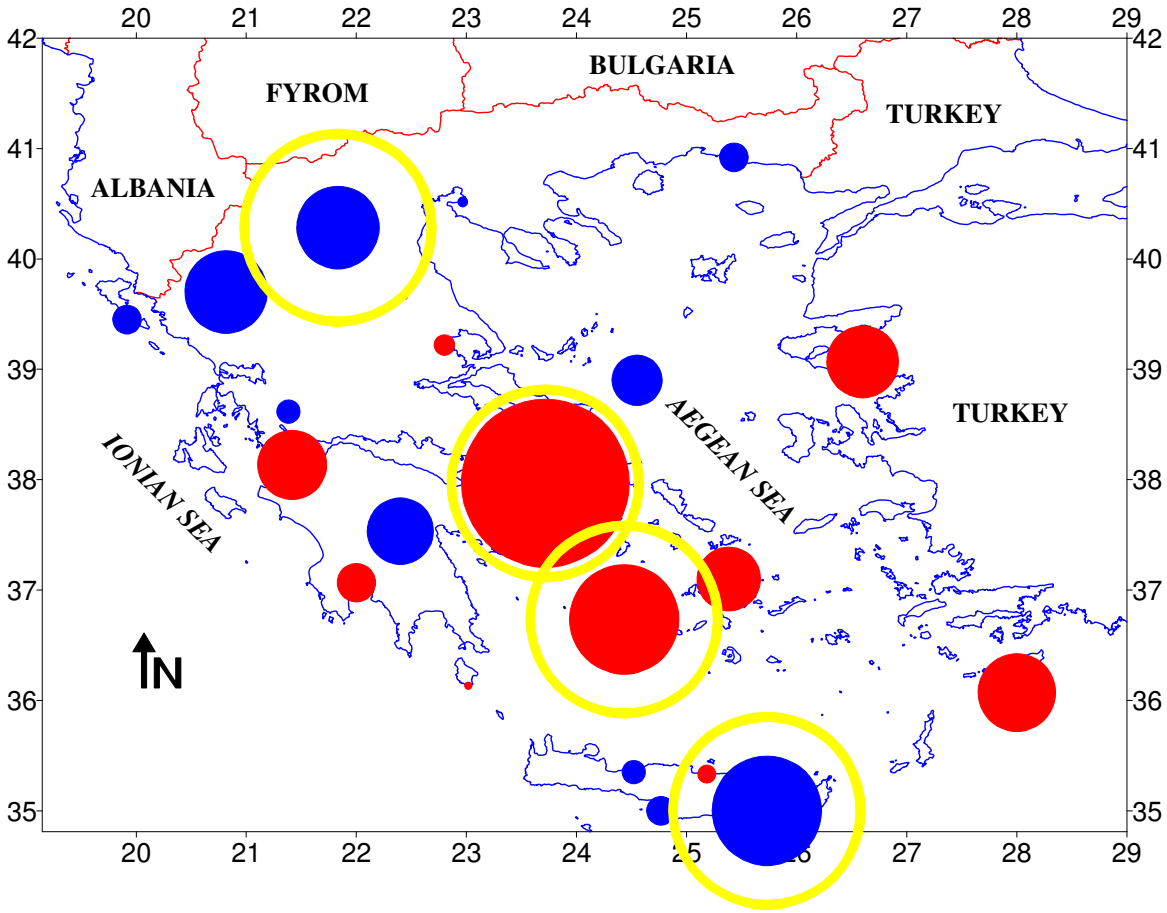


Εικ.5.16. Χρονοσειρές των ετήσιων ποσοστών των αριθμών ημερών βροχής με βροχόπτωση μεγαλύτερη από 10mm, 20mm, 30mm and 50 mm (Nastos and Zerefos, 2007).

Πιό συγκεκριμένα, οι αυξητικές τάσεις στα ποσοστά του αριθμού ημερών βροχής που υπερβαίνουν τα προκαθορισμένα κατώτατα όρια (ετήσιος αριθμός ημερών, που υπερβαίνουν τα προκαθορισμένα κατώτατα όρια, διαιρούμενος με τον αριθμό ημερών βροχής του έτους) είναι περισσότερο εμφανείς και στατιστικά σημαντικές ($p<0.05$) από τη δεκαετία του 1970 μέχρι σήμερα.

ΗΕικ. 5.15 απεικονίζει μόνο τις υπερβάσεις (%) των ημερών βροχής πάνω από 10, 20, 30 και 50 mm/ημέρα**,** αλλά η ίδια κατανομή εμφανίζεται όσον αφορά τα κατώτατα όρια 60, 70, 80, 90 και 100 mm, εντούτοις αυτά τα γεγονότα συμβαίνουν σπανιότερα, και οι χρονοσειρές τους παρουσιάζουν πολλά κενά. Ας σημειωθούν εδώ, τα ακραία γεγονότα βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του θέρους-φθινοπώρου του έτους 2002, τα οποία ήσαν τα εντονότερα κατά τη διάρκεια όλης της εξετασμένης περιόδου 1891-2004, και προκάλεσαν πολλές καταστρεπτικές πλημμύρες και ιδιαίτερες ζημίες σε όλη την Ελλάδα. Οι Groisman et al. (2005) βρήκαν ότι οι μεταβολές στις συχνότητες των έντονων βροχοπτώσεων είναι πάντα μεγαλύτερες από τις μεταβολές στα ολικά ποσά βροχόπτωσης και, σε μερικές περιοχές παρατηρήθηκε μια αύξηση στην έντονη ή/και πολύ έντονη βροχόπτωση ενώ καμία μεταβολή ή ακόμα και μια μείωση παρατηρήθηκε στα ολικά ποσά βροχόπτωσης. Σχετικές μελέτες έχουν διεξαχθεί για τις ΗΠΑ από τους Karl et al. (1995), οι οποίοι παρατήρησαν μια σημαντική θετική τάση στη συχνότητα των ακραίων βροχοπτώσεων (μεγαλύτερων από 50 mm/ημέρα) κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών στις ΗΠΑ.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της αξιοσημείωτης αύξησης της ημερήσιας έντασης της βροχής αποτελεί η Αττική, όπως φαίνεται στο Εικ.5.17, όπου παρουσιάζονται οι τάσεις σε όλη την Ελλάδα για την περίοδο 1956-2002. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι οι χρονοσειρές του δείκτη ημερήσιας έντασης της βροχόπτωσης (SDII; mm/day) εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές (ε.ε. 95%) τάσεις αύξησης πάνω από την ευρύτερη περιοχή των Αθηνών καθώς και πάνω από τη Μήλο. Η αστικοποίηση του Λεκανοπεδίου των Αθηνών αφενός και το γεωθερμικό πεδίο της Μήλου αφετέρου, είναι πολύ πιθανόν να ευθύνονται για την αύξηση των τιμών της ημερήσιας έντασης της βροχής (Νάστος, 2008).



Εικ.5.17. Χωρική κατανομή των τάσεων του δείκτη ημερήσιας έντασης βροχής (SDII; mm/day) οπάνω από την Ελλάδα. Οι κόκκινοι αναλογικοί κύκλοι αφορούν θετικές τάσεις, οι μπλέ αναλογικοί κύκλοι αφορούν αρνητικές τάσεις και τα κιτρινα δαχτυλίδια αφορούν στατικά σημαντικές τάσεις σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% (Νάστος, 2008).

5.6 Δείκτης Ξηρότητας

Η ερημοποίηση μιας περιοχής μπορεί να εκτιμηθεί με κατάλληλους δείκτες, ένας εκ των οποίων είναι ο Δείκτης Ξηρότητας (AridityIndex), ο οποίος είναι ένας χρήσιμος κλιματικός δείκτης, για την καταγραφή της εξέλιξης του φαινομένου της ξηρασίας. Όσον αφορά τις λεκάνες απορροής, οι δείκτες ξηρασίας συμβάλλουν στην ποσοτική εκτίμηση των κλιματικών ανωμαλιών στην ένταση, χωρική έκταση και τη συχνότητα της ξηρασίας για τη ζήτηση του νερού και τη διαχείριση της γεωργικής παραγωγής. Για τον υπολογισμό του είναι απαραίτητη η εκτίμηση της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (PET, Potentialevapotranspiration), η οποία μπορεί να υπολογιστεί με την μέθοδο Thornthwaite(1948). Στη συνέχεια υπολογίζεται ο Δείκτης Ξηρότητας από τον τύπο:

$$AI = P_i / PET_i$$

όπου P είναι η μηνιαία βροχόπτωση και PET η μηνιαία δυναμική εξατμισοδιαπνοή.

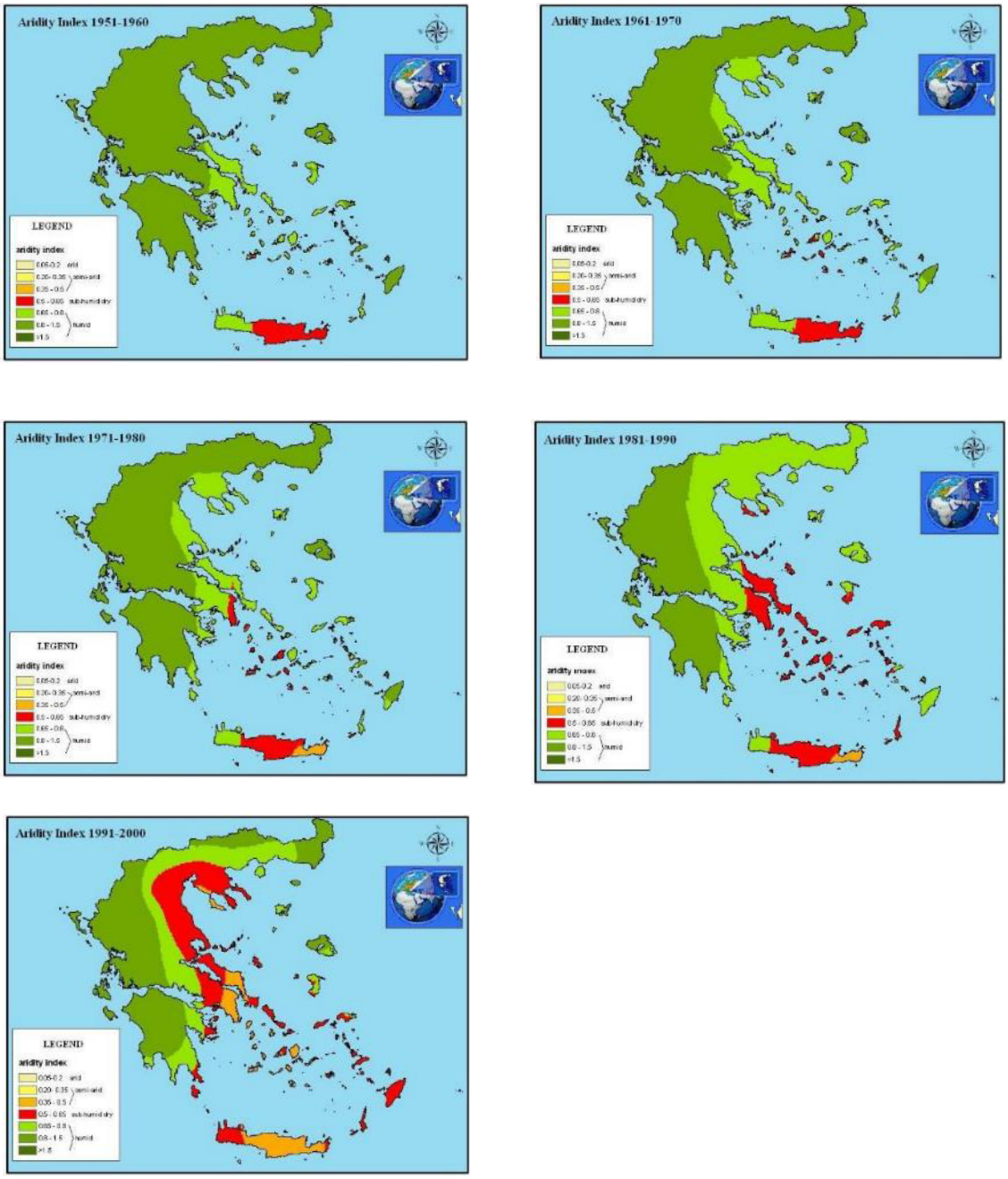
Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται τα όρια ταξινόμησης του Δείκτη Ξηρότητας σύμφωνα με την UNESCO και την UNEP.

Πίν. 5.1.. Όρια ταξινόμησης του Δείκτη Ξηρότητας (AI).

Climatic zone	UNESCO (1979) P/PET (Penman method)	UNEP (1992) P/PET (Thornthwaite method)
Υπερ-ερημικό (Hyper-arid)	<0.03	<0.05
Ερημικό (Arid)	0.03 – 0.20	0.05 – 0.20
Ημι-ερημικό (Semi-arid)	0.20 – 0.50	0.20 – 0.50
Ύπό-υγρο (Sub-humid)	0.50 – 0.75	0.50 – 0.65
Υγρό (Humid)	>0.75	>0.65

Η χωρική κατανομή του AI ανά δεκαετία για την περίοδο 1951-2000 παρουσιάζεται στηνΕικ.5.18. Η κλίμακα ταξινόμησης που χρησιμοποιείται είναι αυτή που προτείνεται από το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP, 1992) (Πίνακας 1). Στον ίδιο πίνακα, παρουσιάζεται και η προηγούμενη κατάταξη που προτάθηκε από την UNESCO (1979). Σύμφωνα με μελέτη των Nastosetal. (2013), κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1951-1960, σχεδόν ολόκληρη η περιοχή της Ελλάδας κατατάσσεται ως «υγρή» με τιμές του AI που κυμαίνονται πάνω 0,65, εκτός από την κεντρική / ανατολική Κρήτη, που ταξινομείται ως "υπό-υγρη». Κατά τα επόμενα χρόνια, ωστόσο, οι περιοχές της ανατολικής Κρήτης, οι Κυκλάδες, η Εύβοια και το λεκανοπέδιο της Αττικής, μετατοπίζονται σταδιακά σε «υπό υγρη» κλιματική ζώνη. Ειδικά, κατά την τελευταία δεκαετία της μελέτης (1991-2000), το μεγαλύτερο μέρος του νησιού της Κρήτης, οι Κυκλάδες, η ανατολικής Αττική, η κεντρική /

νότια Εύβοια και η δυτική περιοχή της Χαλκιδικής έχουν μετατοπιστεί στην «ημι-ερημική» κλιματική ζώνη.



Εικ.5.18. Χωρική κατανομή του Δείκτη Ξηρότητας (Aridity Index) ανά δεκαετία για την περίοδο 1951-2000 (Nastos et al., 2013).

6. Συμπεράσματα

Αν και η Αττική είναι μια περιοχή με τα περισσότερα ίσως έργα διευθέτησης του υδροφόρου ορίζοντα, ακραία μετερεωλογικά γεγονότα όπως αυτό στην Όρο Πατέρας το 2017, το οποίο και προκάλεσε σοβαρότατες επιπτώσεις στις περιοχές κατάντι, τονίζουν την σημασία για λήψη και εφαρμογή προτάσεων για την μείωση στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο των απωλειών ανθρώπινων ζωών και των επιπτώσεων σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο από πιθανά πλημμυρικά φαινόμενα.

Βιβλιογραφία

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 Bloschl 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 variavility 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 byAllEnvi).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). Lesunitesstructuralesdansl'iledeCythere. 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.l, 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., ZÊZERE 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 Geografical 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. Contibution 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).ΧρήσηΓεωγραφικώνΣυστημάτωνΠληροφοριών (G.I.S.) γιαεπίλυσηπροβλημάτωνΠεριβαλλοντικήςΥδρογεωλογίαςστοΝομόΚορίνθιας. 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., XXV(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 Καμπυλών 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 Δημόσιων Έργων, Ανάδοχοι: Εξάρχου Νικολόπουλος Μπενσασσών, Denco, Γ. Καραβοκύρης, κ.ά., 154 pages, Αθήνα.

ΝΑΣΤΟΣ, Π.Θ., (2008),ΧωροχρονικήμεταβλητότητατηςβροχήςστηνΕλλάδα. Proccedingsof 8thInternationalHydrogeologicalCongressofGreece, 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.), Νο 36, 45σ., Αθήναι.

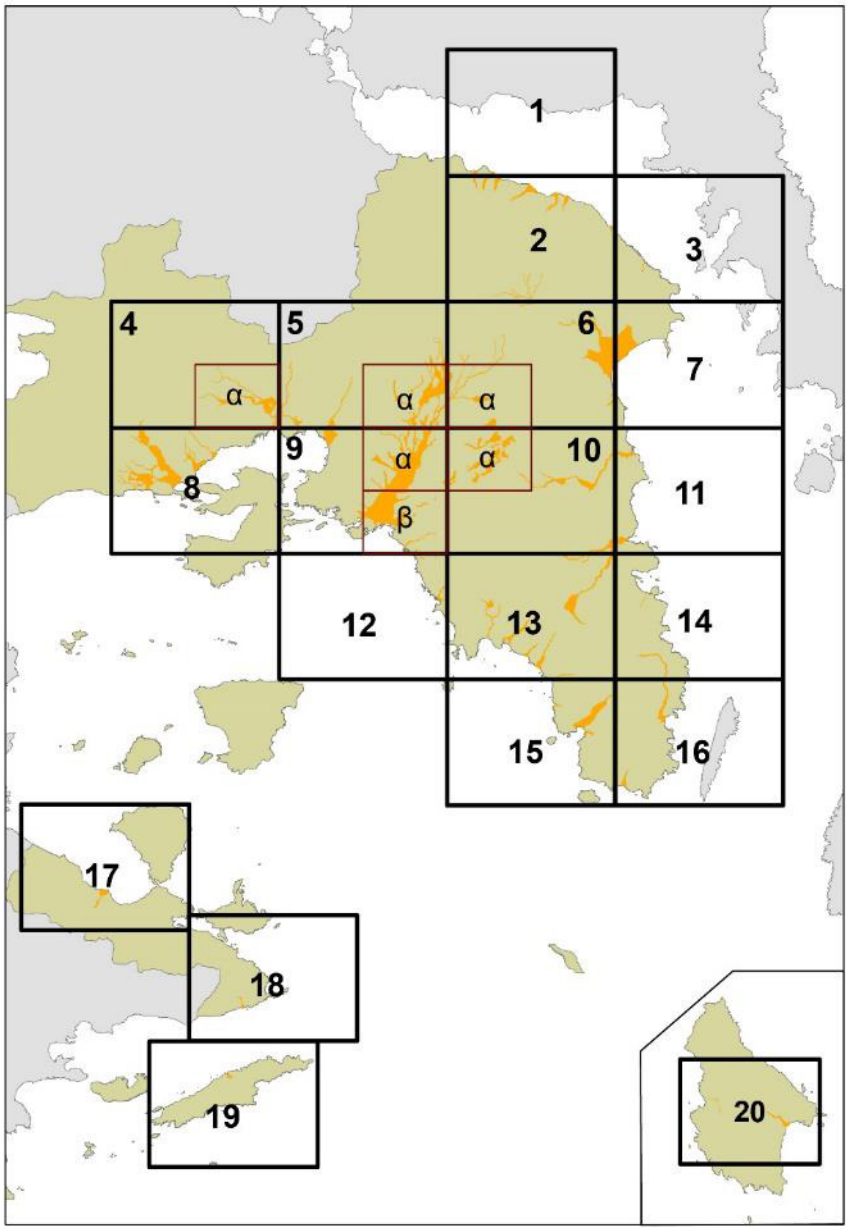
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. ΚΑΙ ΔΑΝΑΜΟΣ Γ., (1991). Αντιστοίχηση της γεωτεκτονικής θέσης των Κυθήρων και των Κυκλάδων στη γεωδυναμική εξέλιξη του ελληνικού τόξου. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, XXV(1), 65-80.

ΣΤΑΜΟΣ, Α. & ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, Δ. (2004) Διερεύνηση και αντιμετώπιση προβλημάτων ευστάθειας των πρανών 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.

Κεφάλαιο 2. Παράρτημα: Χάρτες

Το παράρτημα χαρτών που ακολουθεί, αποτελεί τμήμα του Εφαρμοσμένου Ερευνητικού Προγράμματος με τίτλο «ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΟΥΣ ΔΗΜΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΔΗΜΩΝ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΠΕΔΑ). Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΜΑΝΔΡΑΣ ΩΣ ΟΔΗΓΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ» 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.



Εικ. Π1. Διανομή χαρτών κινδύνου.