



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ
ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΣΕΡΡΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
& ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ**



**ΔΙ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Καράλη Αικατερίνη
Πτυχιούχος Γεωλόγος και Γεωπεριβαλλοντολόγος Ε.Κ.Π.Α.**

**Μελέτη της συνεργιστικής δράσης των διαφόρων παραγόντων που
οδήγησαν στην πλημμύρα στη Δυτική Αττική, τον Οκτώβριο του
2014**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**Νάστος Παναγιώτης
Πούλος Σεραφείμ
Παλιατσός Αθανάσιος**

**Καθηγητής Ε.Κ.Π.Α. (Επιβλέπων)
Καθηγητής Ε.Κ.Π.Α.
Καθηγητής Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ.**

**ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2016**

*Αφιερωμένη στη γιαγιά μου
που πάντα ήταν η κινητήριος δύναμή μου
και
στον ανιψιό μου*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο «Μελέτη της συνεργιστικής δράσης των διαφόρων παραγόντων που οδήγησαν στην πλημμύρα στη δυτική Αττική τον Οκτώβριο του 2014» εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πρόληψη και Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών» του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Σερρών. Το θέμα αυτό μου ανατέθηκε από τον Καθηγητή Κλιματολογίας κ. Νάστο Παναγιώτη του Τομέα Γεωγραφίας και Κλιματολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κ. Νάστο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα Διπλωματικής Εργασίας καθώς και για την καθοδήγηση, τις επισημάνσεις και την αμέριστη βοήθειά του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Πούλο Σεραφείμ και τον Καθηγητή του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. κ. Παλιάτσο Αθανάσιο, που αποτέλεσαν μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής.

Τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στον Αναπλ. Καθηγητή κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου για την πολύτιμη βοήθεια του σε μια σημαντική στιγμή της εκπόνησης της εργασίας μου και για το αμέριστο ενδιαφέρον του.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Λόζιο Στυλιανό και τον κ. Σούκη Κωνσταντίνο για τη βοήθεια και τις επισημάνσεις τους.

Ολόθερμες ευχαριστίες στους φίλους μου και στους ανθρώπους που μου συμπαραστάθηκαν όλο αυτό το διάστημα και παρέμειναν δίπλα μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ όμως θα ήθελα να εκφράσω στη συνάδελφο και φίλη Μελάκη Μαρία (Msc) που υπήρξε δίπλα μου όλο αυτό το διάστημα δείχνοντας ενδιαφέρον, επισημαίνοντας και δίνοντας ιδέες μέσα από διαρκή διάλογο και επικοινωνία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλη την οικογένεια μου που με υποστήριξε σε όλη αυτή την προσπάθεια και βρισκόταν πάντα δίπλα μου παρά τα εμπόδια που εμφανίστηκαν όλο αυτό το χρονικό διάστημα. Ο πατέρας μου Σταύρος Καράλης και η μητέρα μου Ελένη Καράλη, μού συμπαραστάθηκαν με κάθε τρόπο και οι συμβουλές τους αν και δεν ήταν τεχνικού περιεχομένου συνέβαλαν με τον τρόπο τους στην ολοκλήρωση όλης αυτής της διαδικασίας. Τους ευχαριστώ ιδιαίτερα γιατί μου έδωσαν τις αρχές τους και την ηθική τους, κάνοντάς με τον άνθρωπο που είμαι σήμερα, έναν άνθρωπο που δουλεύει με αυτά τα δύο εφόδια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι πλημμύρες εντός των αστικών περιοχών αποτελούν μια από τις πιο διαδεδομένες φυσικές καταστροφές οι οποίες επηρεάζουν τον άνθρωπο, τις κατασκευές και την περιουσία του. Σε κάποιες περιπτώσεις χάνονται ανθρώπινες ζωές. Έτσι, είναι επιτακτική η ανάγκη να μελετηθούν και να διευκρινιστούν τα αίτια που τις προκαλούν ούτως ώστε να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες που θα μειώσουν την εμφάνισή τους. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση των παραγόντων που έπαιξαν ρόλο στην καταστροφική πλημμύρα της 24^{ης} Οκτωβρίου 2014 στη δυτική Αττική. Στην έρευνα που έγινε, αρχικά εξετάστηκαν οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικράτησαν την ημέρα του συμβάντος. Με τη βοήθεια μετεωρολογικών χαρτών διαπιστώθηκε ότι το συγκεκριμένο γεγονός ανήκει στην κατηγορία των ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων.

Στη συνέχεια, έπειτα από συστηματική αναζήτηση, επιλέχτηκαν 34 θέσεις οι οποίες παρουσίασαν τις μεγαλύτερες καταστροφές την ημέρα της πλημμύρας, όπως πλημμυρισμένα σπίτια και καταστήματα και εκτεταμένες ζημιές σε κατασκευές και οχήματα. Με τη βοήθεια του λογισμικού GIS κατασκευάστηκαν επιμέρους χάρτες οι οποίοι περιγράφουν τις γεωμορφολογικές συνθήκες (κατάσταση υδρογραφικού δικτύου, μορφολογικές κλίσεις εδάφους) κάθε θέσης. Κατόπιν έρευνας πεδίου, διαπιστώθηκαν οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που έγιναν στο φυσικό περιβάλλον κατά την αστικοποίηση της δυτικής Αττικής και οι ελλείψεις στις τεχνικές υποδομές οι οποίες σε συνδυασμό με το ακραίο του μετεωρολογικού φαινομένου, οδήγησαν στα έντονα πλημμυρικά φαινόμενα.

ABSTRACT

Flooding is one of the most usual natural disasters that affect population and human infrastructures in urban areas. Flood-related human losses in urban areas are also often. Therefore, it is essential to investigate the reasons why floods happen and to suggest solutions that minimize these phenomena. The purpose of this thesis is to investigate the factors that led to the disastrous flood of the 24th October 2014 in west Attica. At first, the meteorological conditions of this specific day were examined. According to the meteorological charts it was confirmed that this event was classified as an extreme weather event.

Then, 34 positions were selected after systematic research. These positions suffered the most serious damages during the flood, such as inrush of water to houses and shops and extensive destruction of infrastructure and vehicles. By using GIS software, particular maps were created for each position showing its morphological state. Thus, the first group of maps depicts the condition of the drainage pattern and the second group depicts the dip slope of each area. The field work established the human interference to the natural environment during the urban expansion in west Attica and the insufficiency of local infrastructures. The combination of the meteorological and the human-related factors resulted in the catastrophic flood that is examined in this thesis.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	16
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
1.1 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας	16
1.2 Μεθοδολογία-Δεδομένα	17
1.3 Διάρθρωση της εργασίας	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	20
2. ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	20
2.1 Οι φυσικές καταστροφές.....	20
2.2 Γενικές έννοιες των πλημμυρών	24
2.2.1 Κατηγοριοποίηση πλημμυρών	25
2.2.2 Οι πλημμύρες στον κόσμο	27
2.2.3 Οι πλημμύρες στην Ελλάδα	29
2.2.4 Γεωλογία και πλημμύρες στον ελλαδικό χώρο.....	31
2.4 Ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα και πλημμύρες.....	34
2.4.1 Τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα στον κόσμο	34
2.4.2 Τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα στην Ελλάδα	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	40
3. ΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ.....	40
3.1 Περιγραφή περιοχής μελέτης.....	40
3.1.1 Γενικά στοιχεία.....	40
3.1.2 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά	43
3.1.3 Γεωλογία	45
3.2 Η αστικοποίηση της Αττικής	51
3.2.1 Ιστορική αναδρομή	51
3.2.2 Μορφή αστικού ιστού Αττικής.....	58
3.3 Το υδρογραφικό δίκτυο	58
3.3.1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.....	59
3.3.2 Το υδρογραφικό δίκτυο σήμερα	64
3.4 Ιστορικό πλημμυρών	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	69
4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	69
4.1 Χρήση βασικών μετεωρολογικών χαρτών.....	69
4.2 Περιγραφή μετεωρολογικού φαινομένου.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	87
5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	173
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	173

6.1 Συμπεράσματα.....	173
6.2 Προτάσεις.....	174
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	176
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	176
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	179
Διαδικτυακές αναφορές.....	183

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Αριθμός φυσικών καταστροφών παγκοσμίως (Πηγή: EM-DAT).....	21
Σχήμα 2: Αριθμός γεγονότων φυσικών καταστροφών σε παγκόσμιο επίπεδο για την περίοδο 1980-2014 (Πηγή: Munich Re, 2015)	22
Σχήμα 3: Γεγονότα φυσικών καταστροφών για το διάστημα 1980-2014, ποσοστιαία ανάλυση (%) (Πηγή: Munich Re, 2015)	23
Σχήμα 4: Διάγραμμα αριθμού συμβάντων πλημμυρών για τη χρονική περίοδο 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο http://www.preventionweb.net/)	24
Σχήμα 5: Στερεοδιάγραμμα λεκάνης κατάκλυσης και κοίτης ποταμού (Πηγή: Λέκκας, 2000).....	25
Σχήμα 6: Συγκεντρωτικός πίνακας με τα είδη πλημμυρών, αίτια, επιπτώσεις (Πηγή: Martini and Loat, 2007)	26
Σχήμα 7: Δεδομένα για τις πλημμύρες, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο http://www.preventionweb.net/)	27
Σχήμα 8: Αριθμός πληγέντων ατόμων, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο http://www.preventionweb.net/)	28
Σχήμα 9: Αριθμός θανάτων, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο http://www.preventionweb.net/)	28
Σχήμα 10: Ζημίες, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο http://www.preventionweb.net/)	28
Σχήμα 11: Εποχική κατανομή γεγονότων πλημμύρας (Πηγή: Diakakis et al, 2012)..	29
Σχήμα 12: Μηνιαία κατανομή γεγονότων πλημμύρας (Πηγή: Diakakis et al, 2012)..	30
Σχήμα 13: Χρονική κατανομή πλημμυρών για το χρονικό διάστημα 1880-2010 (Πηγή: Diakakis et al, 2012).....	30
Σχήμα 14: Φυσιογραφικός χάρτης Ελλάδας (Πηγή: Diakakis et al., 2012)	32
Σχήμα 15: Χάρτης χωρικής πυκνότητας πλημμυρών για συμβάντα ανά km ² για τη χρονική περίοδο 1880-2010 (Diakakis et al., 2012)	33
Σχήμα 16: Αλλαγές στην ένταση της βροχόπτωσης σε παγκόσμιο επίπεδο (Πηγή: Tebaldi et al., 2006).....	35
Σχήμα 17: Απώλειες σχετιζόμενες με καιρικά φαινόμενα για το χρονικό διάστημα 1980-2014 κατά ήπειρο (Πηγή: Munich Re, 2015).....	36
Σχήμα 18: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >10mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007).....	38
Σχήμα 19: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >20mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007).....	38
Σχήμα 20: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >30mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007).....	38
Σχήμα 21: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >50mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007).....	39
Σχήμα 22: Υδατικά Διαμερίσματα Ελλάδας (Πηγή: Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013)	40
Σχήμα 23: Γεωγραφικά στοιχεία ευρύτερης περιοχής μελέτης (Πηγή: Google Earth).....	41
Σχήμα 24: Δήμοι ενδιαφέροντος (Πηγή: Google Earth).....	42
Σχήμα 25: Αντανάκλαση ηλιακής ακτινοβολίας στα ψηλά και χαμηλά κτίρια (Πηγή: Allaby, 2007)	45
Σχήμα 26: Το εφελκυστικό ρήγμα αποκόλλησης που οριοθετεί τα μεταμορφωμένα πετρώματα της ανατολικής Αττικής (σχετικά Αυτόχθονο Αττικής) από τα αμεταμόρφωτα πετρώματα της δυτικής Αττικής (Υποπελαγονική ενότητα). (Πηγή: Παπανικολάου, 1986)	46
Σχήμα 27: Τροποποιημένος Γεωλογικός χάρτης σύμφωνα με τους Παπανικολάου κ.ά. (2002).....	49
Σχήμα 28: Η πόλη των Αθηνών σε πίνακα του Richard Temple το 1810. Αριστερά διακρίνεται η Πύλη του Αδριανού και δεξιά το Θησείο. Σε πρώτο πλάνο αριστερά η	

ρεματιά που εξελίχθηκε στις οδούς Δημοκρίτου-Βουκουρεστίου (Πηγή: Hobhouse, 1813).....	51
Σχήμα 29: Η πολεοδομική πρόταση των Κλεάνθη-Schaubert για την πόλη της Αθήνας το 1833 (Πηγή: Μπίρης, 1966).....	52
Σχήμα 30: Η τελική μορφή του πολεοδομικού σχεδίου Αθηνών μετά την επέμβαση του Gaertner (Πηγή: Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, 2009)	52
Σχήμα 31: Χάρτης της Αθήνας από τον J.A.Sommer το 1837. Διακρίνεται ο Ελαιώνας, οι δρόμοι που οδηγούν στον Πειραιά, το Φάληρο και το Μενίδι (Πηγή διαδίκτυο: https://logopoli.com/).....	53
Σχήμα 32: Τροποποιημένος χάρτης χρονικών περιόδων αστικοποίησης της Αττικής σύμφωνα με την Αβδελίδη (2010).....	56
Σχήμα 33: Χάρτης πόλεων λεκανοπεδίου Αττικής	57
Σχήμα 34: Σημαντικοί τύποι υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Παυλόπουλος και Καρύμπαλης, 2003)	59
Σχήμα 35: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου υδρολογικής λεκάνης Κηφισού, με ταξινομημένους τους κλάδους κατά Strahler (1957).....	60
Σχήμα 36: Χάρτης επιλεγμένων κλάδων υδρογραφικού δικτύου επηρεασμένων από το μεγάλο ρήγμα αποκόλλησης.	61
Σχήμα 37: Χάρτης κύριου κλάδου Κηφισού	62
Σχήμα 38: Προφίλ κύριου κλάδου Κηφισού	62
Σχήμα 39: Χάρτης κύριου κλάδου Νο1	63
Σχήμα 40: Προφίλ κλάδου Νο1.....	63
Σχήμα 41: Χάρτης κύριου κλάδου Νο2	64
Σχήμα 42: Προφίλ κλάδου Νο2.....	64
Σχήμα 43: Τροποποιημένος χάρτης υδρογραφικού δικτύου όπου απεικονίζονται οι ανοιχτές(συνεχής γραμμή) και οι καλυμμένες (διακεκομμένη γραμμή) κοίτες των ρεμάτων, σύμφωνα με τους Μαρουκιάν κ.ά. (2005).....	66
Σχήμα 44: Πίνακας πλημμυρικών γεγονότων στο λεκανοπέδιο της Αττικής (Πηγές: Diakakis, 2013, Diakakis et al, 2012, Μαρουκιάν κ.ά., 2005, Μιμίκου and Koutsoyannis, 1995, Κωτούλας, 1980, Σάρρος, 2004, Ξανθόπουλος κ.ά., 1995, Λιακατάς & Νιάνιος, 1980, Λειβαθηνός, 1933).....	68
Σχήμα 45: α) Ισοβαρείς καμπύλες σε περιοχή κυκλώνα, β) Ανοδική κίνηση ανέμων και ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (Πηγή: Ahrens, 2006)	70
Σχήμα 46: α) Ισοβαρείς καμπύλες σε περιοχή αντικυκλώνα, β) Καθοδική κίνηση ανέμων και καλοκαιρία (Πηγή: Ahrens, 2006).....	70
Σχήμα 47: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 02.00 ώρα Ελλάδας.....	72
Σχήμα 48: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 08.00 ώρα Ελλάδας.....	73
Σχήμα 49: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 14.00 ώρα Ελλάδας.....	73
Σχήμα 50: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 20.00 ώρα Ελλάδας.....	74
Σχήμα 51: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 02.00 ώρα Ελλάδας της 25 ^{ης} Οκτωβρίου	74
Σχήμα 52: Γεωδυναμικά ύψη (grdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 02.00 ώρα Ελλάδας.....	75
Σχήμα 53: Γεωδυναμικά ύψη (grdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 08.00 ώρα Ελλάδας.....	76
Σχήμα 54: Γεωδυναμικά ύψη (grdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 14.00 ώρα Ελλάδας.....	76
Σχήμα 55: Γεωδυναμικά ύψη (grdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 20.00 ώρα Ελλάδας.....	77

Σχήμα 56: Γεωδυναμικά ύψη (grdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 02.00 ώρα Ελλάδα της 25 ^{ης} Οκτωβρίου	77
Σχήμα 57: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδα.....	78
Σχήμα 58: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 08.00 ώρα Ελλάδα.....	79
Σχήμα 59: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 14.00 ώρα Ελλάδα.....	79
Σχήμα 60: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 20.00 ώρα Ελλάδα.....	80
Σχήμα 61: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδα της 25 ^{ης} Οκτωβρίου	80
Σχήμα 62: Βροχόπτωση (mm) στις 02.00 ώρα Ελλάδα.....	81
Σχήμα 63: Βροχόπτωση (mm) στις 08.00 ώρα Ελλάδα.....	82
Σχήμα 64: Βροχόπτωση (mm) στις 14.00 ώρα Ελλάδα.....	82
Σχήμα 65: Βροχόπτωση (mm) στις 20.00 ώρα Ελλάδα.....	83
Σχήμα 66: Βροχόπτωση (mm) στις 02.00 ώρα Ελλάδα της 25 ^{ης} Οκτωβρίου	83
Σχήμα 67: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδα	84
Σχήμα 68: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 08.00 ώρα Ελλάδα	85
Σχήμα 69: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 14.00 ώρα Ελλάδα	85
Σχήμα 70: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 20.00 ώρα Ελλάδα	86
Σχήμα 71: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδα της 25 ^{ης} Οκτωβρίου.....	86
Σχήμα 72: Υδρολογική λεκάνη Κηφισού, υδρογραφικό δίκτυο με κατηγοριοποίηση της κοίτης σε ανοιχτή και καλυμμένη διατομή και σημεία ενδιαφέροντος	87
Σχήμα 73: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 1 και 2	89
Σχήμα 74: α),β) Συγκλίνουσα κλίση οδοστρώματος προς αγωγό αποστράγγισης. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού	90
Σχήμα 75: Αγωγός αποστράγγισης υδάτων στη συμβολή των οδών Πηνειού και Αιγαίου Πελάγους.....	91
Σχήμα 76: Η οδός Αιγαίου Πελάγους (α) και η διευθέτηση ανοιχτής διατομής στη συμβολή των οδών Αιγαίου Πελάγους και Αχαρνών (b)	92
Σχήμα 77: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 3, 4, 5 και 6	93
Σχήμα 78: Η οδός Παγκάλου. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού. (Πηγή διαδικτύου: http://newpost.gr/)	94
Σχήμα 79: Η δυσκολία κίνησης των οχημάτων στην οδό Παγκάλου. Ένα όχημα έχει καλυφθεί σχεδόν ολόκληρο με νερό (κίτρινο περίγραμμα). Το κόκκινο βέλος δείχνει την κατεύθυνση ροής του νερού. (Πηγή διαδικτύου: http://doxthi.gr).....	94
Σχήμα 80: α) το ύψος που έφτασε το νερό στο σημείο που ένα όχημα είχε καλυφθεί εξ ολοκλήρου και β) οι σχάρες ομβρίων υδάτων σε διάσπαρτες θέσεις επί της οδού Παγκάλου.....	95
Σχήμα 81: Ροή νερού στην οδό Εθν. Αντιστάσεως. Το κόκκινο βέλος δείχνει την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=s75tx-7AbDk)	96

Σχήμα 82: Χρήση ειδικού πλαστικού Plexiglas για την προστασία των καταστημάτων από το νερό.....	96
Σχήμα 83: Η συμβολή των οδών Παγκάλου και Αγαμέμνονος καταλήγει στην οδό Εθν. Αντιστάσεως. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή: Google Earth).....	97
Σχήμα 84: Η Λ. Δεκελείας πλημμυρισμένη. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: http://www.axarnea.gr/)	98
Σχήμα 85: Το δίκτυο αποστράγγισης στη Λ. Δεκελείας (περικλείεται στον κίτρινο κύκλο) και με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού	98
Σχήμα 86: Η ροή νερού από την οδό Μάρκου Βαμβακάρη προς την οδό Λιοσίων με κόκκινο βέλος (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=op-eSmnoTwo).....	99
Σχήμα 87: α) Η συμβολή των οδών Μάρκου Βαμβακάρη και Λιοσίων με εμφανές το αποστραγγιστικό δίκτυο, β) η ροή του νερού στην οδό Μάρκου Βαμβακάρη (κόκκινο βέλος)	99
Σχήμα 88: Αισθητή μείωση της διατομής της κοίτης του ρέματος.....	100
Σχήμα 89: Η οδός Πάρνηθος που καταλήγει στα όρια του ακτινωτού ιστού του Μενιδίου. Έχει επισημανθεί το σημείο που συμβάλει ο 4ης τάξης κλάδος με τον καλυμμένο 2ης τάξης κλάδο του υδρογραφικού δικτύου	101
Σχήμα 90: Σειρά χαρτών για τη θέση 7	102
Σχήμα 91: Η οδός Ανεξαρτησίας τον Ιούλιο 2011 (Πηγή: Google maps).....	103
Σχήμα 92: Το ρέμα Εσχατιάς υπερχειλισμένο και πλημμυρισμένη η οδός Ανεξαρτησίας (Πηγή διαδικτύου: http://www.protothema.gr)	104
Σχήμα 93: Η κατάληξη του ρέματος στην οδό Ανεξαρτησίας αντί για την διευθετημένη κοίτη.....	104
Σχήμα 94: Η υποσκαφή στα θεμέλια της γέφυρας της Αττικής οδού	105
Σχήμα 95: Η οδός Ανεξαρτησίας την ημέρα του συμβάντος (Πηγή διαδικτύου: http://www.protothema.gr)	105
Σχήμα 96: Η οδός Ανεξαρτησίας 1,5 χρόνο μετά.....	106
Σχήμα 97: Η οδός Ανεξαρτησίας σήμερα, χωρίς να έχουν γίνει έργα αποκατάστασης	106
Σχήμα 98: Η αποκατάσταση στο πρανές με τη μέθοδο λιθοπλήρωτων συρματοκιβωτίων (σαρζανέτ)	107
Σχήμα 99: Σειρά χαρτών για τη θέση 8.....	108
Σχήμα 100: Το αυτοκίνητο καλύφθηκε σχεδόν εξ ολοκλήρου από νερό (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=aN0HWRFHOh0)	109
Σχήμα 101: Συγκέντρωση νερού ύψους περίπου 1,60m στο χαμηλότερο σημείο (επισήμανση με κίτρινο βέλος). Με κόκκινα βέλη φαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=aN0HWRFHOh0)	109
Σχήμα 102: α) Διακρίνεται η έντονη μορφολογική κλίση και κατεύθυνση ροής του νερού με το κόκκινο βέλος, β) Με το κίτρινο βέλος παρουσιάζεται το ύψος που έφτασε το νερό, γ) το σημείο που συγκεντρώθηκε το νερό και η μόνη θέση στις οποίες υπάρχουν σχάρες αποστράγγισης.....	110
Σχήμα 103: Σειρά χαρτών για τη θέση 9	111
Σχήμα 104: Ο κλάδος 5 ^{ης} τάξης που υπερχειλίζει (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=m-VytnQ70Ik)	112
Σχήμα 105: Η οδός Έκτορος που πλημμύρισε και τα πεζοδρόμια που ξηλώθηκαν. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=m-VytnQ70Ik)	113
Σχήμα 106: Η ολοκλήρωση εγκιβωτισμού του Κηφισού.....	113
Σχήμα 107: Έργα αποκατάστασης στο οδόστρωμα της οδού Έκτορος μετά τον εγκιβωτισμό του Κηφισού	114
Σχήμα 108: Ο αγωγός μικρής διαμέτρου εντός του σχαρών αποστράγγισης.....	114
Σχήμα 109: Σειρά χαρτών για τη θέση 10	115

Σχήμα 110: Η πλημμυρισμένη οδός Πριάμου. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού. (Πηγή διαδικτύο: https://www.youtube.com/watch?v=idivQhEUW-k)	116
Σχήμα 111: α) Σχάρες αποστράγγισης στη μέση της οδού Πριάμου. Διακρίνεται ο δρόμος σε όλο του το εύρος, β) Το οικοπέδο που μειώνει το πλάτος της οδού	116
Σχήμα 112: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 11, 12, 13, 14 και 15	117
Σχήμα 113: Ο μεγάλος όγκος νερού επί της Θηβών και τα ακινητοποιημένα οχήματα (Πηγή διαδικτύο: https://www.youtube.com/watch?v=XnyonaekL1E)	118
Σχήμα 114: Πλήθος σχαρών αποστράγγισης στον οδό Θηβών (με κόκκινες υποσημειώσεις) και το σημείο συμβολής των δύο κλάδων του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Google Earth)	118
Σχήμα 115: Με κίτρινο βέλος διακρίνεται το πλημμυρισμένο υπόγειο πάρκινγκ του σουπερ μάρκετ. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού, καθώς από την οδό Θηβών στρίβει στην οδό Βασιλικών (Πηγή διαδικτύο: https://www.youtube.com/watch?v=it2omll-RH0).....	119
Σχήμα 116: Οι ζημιές στα αυτοκίνητα στο υπόγειο πάρκινγκ του σουπερ μάρκετ (Πηγή διαδικτύο: http://www.zougla.gr/)	120
Σχήμα 117: Τοποθέτηση ειδικής πόρτας στην είσοδο του υπόγειου πάρκινγκ.....	120
Σχήμα 118: Η οδός Βασιλικών πλημμυρισμένη. Διακρίνονται τα οχήματα που παρασύρθηκαν. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύο: https://www.youtube.com/watch?v=uA1Tq6XF0ts , https://www.youtube.com/watch?v=it2omll-RH0).....	121
Σχήμα 119: Οι κτιριακές εγκαταστάσεις που βρίσκονται κάθετα στη ροή του νερού (κόκκινο βέλος). Με κίτρινο περίγραμμα επισημαίνονται οι σχάρες αποστράγγισης επί της οδού Πρωτεσιλάου	122
Σχήμα 120: Ζημιές στο κατάστημα επίπλων. Το ύψος του νερού έφτασε τα 70cm (Πηγή διαδικτύο: http://www.zougla.gr/)	123
Σχήμα 121: Η οδός Ιδομενέως. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού. Το νερό ρέει σε συνέχεια από την Θηβών	124
Σχήμα 122: Ροή νερού στην οδό Οδυσσέως (Πηγή διαδικτύο: https://www.youtube.com/watch?v=TK3Sa9DkF7A).....	125
Σχήμα 123: Η κατεύθυνση ροής του νερού στην οδό Οδυσσέως.....	125
Σχήμα 124: Η κατεύθυνση ροής του νερού στην Οδό Οδυσσέως απεικονίζεται με κόκκινο βέλος. Στο μαύρο περίγραμμα επισημαίνονται οι σχάρες αποστράγγισης στις κάθετες οδούς	126
Σχήμα 125: Σειρά χαρτών για τη θέση 16	127
Σχήμα 126: α) και β) Η συμβολή των οδών Αγ. Λαύρας και Λ. Παπανδρέου. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού από την Λ. Παπανδρέου προς την οδό Αγ. Λαύρας (Πηγή διαδικτύο για την εικόνα α): https://www.youtube.com/watch?v=g_xTdPdEPfc).....	128
Σχήμα 127: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 17, 18 και 19	129
Σχήμα 128: Ορμητικό νερό ρέει στην οδό Ξάνθου. Με κόκκινο απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή: Φωτογραφία Σπύρου Κύκνα).....	131
Σχήμα 129: Σπίτια τα οποία ανακόπτουν τη φυσική ροή του νερού (Πηγή διαδικτύο: https://www.youtube.com/watch?v=lwNfKcjR8cQ)	131
Σχήμα 130: Διακρίνεται η παλιά κατασκευή του σπιτιού που ήταν χτισμένο πάνω σε γέφυρα	132
Σχήμα 131: Το τοίχιο που έσπασε από το αυτοκίνητο	132
Σχήμα 132: Αναποδογυρισμένα οχήματα λόγω του ορμητικού νερού στην οδό Φιλιππιάδος (Πηγή διαδικτύο: http://www.enikos.gr/)	133
Σχήμα 133: Ο τοίχος που έσπασε και τα νερά πέρασαν στον ακάλυπτο (Πηγή διαδικτύο: http://www.zougla.gr/)	134
Σχήμα 134: Η πορεία του νερού επί της οδού Ξάνθου όπου τελικά κατέληξε στην οδό Φιλιππιάδος και από εκεί στη συμβολή των Οδών Χίου και Φιγαλείας (Πηγή: Google Earth)	134

Σχήμα 135: α) Οι αγωγοί κάτω από τα θεμέλια των σπιτιών στην οδό Φιλιππιάδος. Διακρίνονται σχάρες αποστράγγισης στην οδό Ξάνθου, β) Διακρίνεται το μέγεθος των αγωγών.....	135
Σχήμα 136: Οι αγωγοί που καταλήγουν σε ενιαίο χώρο κάτω από τα θεμέλια της οικοδομής στη συμβολή των οδών Χίου και Φιγαλείας	135
Σχήμα 137: Γρήγορη άνοδος της στάθμης του νερού στην οδό Φανερωμένης (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=vWfRHUiTuZo).....	136
Σχήμα 138: Γρήγορη άνοδος της στάθμης του νερού στη συμβολή των οδών Φανερωμένης, Χατζηδάκη και Φίλωνος (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=vWfRHUiTuZo)	137
Σχήμα 139: α), β) Ύψος νερού που απεικονίζεται με το κίτρινο βέλος	137
Σχήμα 140: Σειρά χαρτών για τη θέση 20	138
Σχήμα 141: Η πλατεία Μπουρναζίου και οι γύρω δρόμοι πλημμυρισμένοι (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=i9OzPnyuaol , https://www.youtube.com/watch?v=xCzhZdbZuwk).....	139
Σχήμα 142: Σειρά χαρτών για τη θέση 21	140
Σχήμα 143: Δυσκολία στην κυκλοφορία των οχημάτων, ακινητοποιημένα και παγιδευμένα οχήματα και αντικείμενα παρασυρόμενα από την ορμή του νερού στην οδό Πεύκων. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=gjmuqP0lgrU)	141
Σχήμα 144: α) η οδός Πεύκων τον Οκτώβριο 2014 (Πηγή: Google maps), β) η οδός Πεύκων σήμερα με το πυκνό δίκτυο σχαρών.....	142
Σχήμα 145: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 22 και 23	143
Σχήμα 146: Αυτοκίνητα που παρασύρονται από το νερό, άνθρωποι πάνω στα οχήματα που προσπαθούν να σωθούν (κίτρινο βέλος). Με κόκκινο απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: http://www.mixanitouxronou.gr).....	144
Σχήμα 147: α) με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής νερού στην οδό Θηβών, β) έχει επισημανθεί το άτομο που βρισκόταν στη στάση το οποίο διασώθηκε στην οδό Θηβών, γ) η διάσωση στη συμβολή των οδών Θηβών και Πελασγίας (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=02hCKOJ4lAc , https://www.youtube.com/watch?v=FbUQEiHu7ZQ)	145
Σχήμα 148: Δίκτυο σχαρών στην οδό Πελασγίας.....	146
Σχήμα 149: Χάρτης απεικόνισης θέσεων σχαρών αποστράγγισης νερού	146
Σχήμα 150: Τα οχήματα και οι κάδοι απορριμμάτων που παρασύρονται από το νερό στην οδό Θηβών (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=M1a94j2_uZw)	147
Σχήμα 151: Οι πρώτες σχάρες αποστράγγισης στην οδό Θηβών μετά τη διασταύρωσή της με την οδό Πελασγίας είναι στη συμβολή των οδών Θηβών και Σουλίου(αριθμός Νο6), (Πηγή: Google Earth).....	148
Σχήμα 152: Οι σχάρες αποστράγγισης στη συμβολή Θηβών και Σουλίου)	148
Σχήμα 153: Σειρά χαρτών για τη θέση 24	149
Σχήμα 154: Η πλημμυρισμένη οδός Φιλικών και τα παρασυρόμενα αντικείμενα (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=VcwaHvzea-w , https://www.youtube.com/watch?v=PcDp69W2SfQ)	150
Σχήμα 155: Με κίτρινο επισημαίνονται οι σχάρες αποστράγγισης σε κάθετες οδούς και με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού στην οδό Φιλικών	150
Σχήμα 156: Σειρά χαρτών για τη θέση 25	151
Σχήμα 157: Η τοποθέτηση του κάδου στην οδό Αγ. Αναστασίας για την ασφάλεια των οδηγών (Πηγή διαδικτύου: http://www.peristerinews.gr/koinonia/apisteuta_kairika_fainomena_sto_peristeri_photos.html)	152
Σχήμα 158: Σειρά χαρτών για τη θέση 26	152
Σχήμα 159: Η οδός Στέφου με την συγκλίνουσα προς το κέντρο της κλίση. Με κόκκινο βέλος επισημαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού. Έχουν επισημανθεί οι σχάρες αποστράγγισης (με μαύρο βέλος)	153

Σχήμα 160: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 27, 28 και 29	154
Σχήμα 161: α) Η εισχώρηση των υδάτων στο εσωτερικό του ΤΕΙ, β) το πλημμυρισμένο πάρκινγκ (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=_aTnmy4pJ8E)	155
Σχήμα 162: Σχάρες αποστράγγισης στον προαύλιο χώρο και στο πάρκινγκ του ΤΕΙ	156
Σχήμα 163: Ενδεικτικός χάρτης του ΤΕΙ Αθηνών. Έχει επισημανθεί η δυτική πύλη και το κτίριο Κ11	156
Σχήμα 164: Τα υπερυψωμένα παράθυρα από τα οποία εισήλθε το νερό στο οινοποιείο.....	157
Σχήμα 165: Το τοιχίο που χτίστηκε για να προστατέψει τα υπερυψωμένα παράθυρα (μαύρο βέλος)	157
Σχήμα 166: Η πλημμυρισμένη οδός Καβάλας. Το κόκκινο βέλος δείχνει την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=u4fn9d93fFo&nohtml5=False).....	158
Σχήμα 167: Το καλυμμένο ρέμα στην οδό Ρήγα. Στα αριστερά της φωτογραφίας οι αυλές των σπιτιών που έχουν επισημανθεί είναι πάνω στην καλυμμένη κοίτη. Με κόκκινο βέλος επισημαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού	159
Σχήμα 168: Ο χώρος που αποτελείται από βλάστηση αποτελεί την καλυμμένη κοίτη του ρέματος. Με κίτρινο έχουν επισημανθεί σχάρες αποστράγγισης. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού	159
Σχήμα 169: Ο χώρος που αποτελείται από βλάστηση αποτελεί την καλυμμένη κοίτη του ρέματος. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού	160
Σχήμα 170: Η οδός Ρήγα η οποία έχει επισημανθεί με κίτρινο, και το μικρό τμήμα της κοίτης του ρέματος το οποίο παραμένει ανοιχτής διατομής (έχει επισημανθεί με μαύρο) (Πηγή: Google Earth)	161
Σχήμα 171: Το πλημμυρισμένο τμήμα της Λ. Αθηνών (Πηγή διαδικτύου: http://www.mixanitouxronou.gr/)	162
Σχήμα 172: α) Η υπόγεια διάβαση της Λ. Αθηνών στην οποία παρατηρείται συγκλίνουσα κλίση και β) επισημασμένες σχάρες αποστράγγισης επί της Λ. Αθηνών	162
Σχήμα 173: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 30 και 31	163
Σχήμα 174: Το σπίτι που πλημμύρισε στην Οδό Παύλου Μελά το οποίο είναι ημιυπόγειο. Στην περίφραξη του σπιτιού είναι τοποθετημένη πινακίδα που προειδοποιεί για κίνδυνο καθίζησης	164
Σχήμα 175: Το σπίτι που πλημμύρισε στην οδό Ζαλόγγου το οποίο είναι ημιυπόγειο	164
Σχήμα 176: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 32, 33 και 34	165
Σχήμα 177: Η συμβολή των οδών Χαλκίδος και Σολωμού όπου υπήρξαν μεγάλα προβλήματα. Με κόκκινα βέλη έχουν επισημανθεί οι κατευθύνσεις ροής του νερού (Πηγές: Google Earth και διαδικτύου: https://www.youtube.com/watch?v=gHTVpfxvhmk)	166
Σχήμα 178: Η μεγάλη κλίση της οδού Σολωμού	167
Σχήμα 179: Έχει επισημανθεί το σημείο στο οποίο έφτασε το ύψος του νερού. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού	167
Σχήμα 180: Η πινακίδα που δείχνει την έγκριση των έργων	168
Σχήμα 181: α) το όχημα που έσπασε την τζαμαρία του κρεοπωλείου, β)καραμπόλα οχημάτων στη συμβολή των οδών Βαλαωρίτου και Τεγέας, γ),δ) οι ζημιές στο εσωτερικό του κρεοπωλείου (Πηγές διαδικτύου: http://sooc.photos/photo.php?id=27966 , http://sooc.photos/photo.php?id=27963 , http://www.zougla.gr/).....	169
Σχήμα 182: α) Η τρύπα που άνοιξε στο κάθετο στην οδό Χαλκίδος κτίριο (Πηγή διαδικτύου: http://www.zougla.gr/), β) Διακρίνεται το μέγεθος της τρύπας και το ύψος που έφτασε το νερό.....	170

Σχήμα 183: Το κτίριο στην οδό Τεγέας διακόπτει κάθετα τη ροή του νερού από την οδό Χαλκίδος. Το αποστραγγιστικό δίκτυο είναι πυκνό. Με κόκκινο βέλος επισημαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού	170
Σχήμα 184: α) η ροή του νερού στην οδό Τεγέας επισημαίνεται με το κόκκινο βέλος και διακρίνονται οι σχάρες αποστράγγισης, β) Η στροφή που κάνει το νερό από την οδό Χαλκίδος στην οδό Τεγέας.....	171
Σχήμα 185: Η καραμπόλα των οχημάτων έξω από την εκκλησία των Αγ. Αναργύρων (Πηγή διαδικτύου: http://newpost.gr/ , http://sooc.photos/photo.php?id=27961 , http://sooc.photos/photo.php?id=27960)	172

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και ανάλυση των παραγόντων που συνέβαλαν σε ένα γεγονός πλημμύρας και συγκεκριμένα σε αυτό που συνέβη στη δυτική Αττική στις 24 Οκτωβρίου 2014. Το μέγεθος των καταστροφών που προκλήθηκαν στα σημεία που επλήγησαν καθώς και η ένταση του ίδιου του μετεωρολογικού φαινομένου ήταν οι λόγοι που έδωσαν το έναυσμα για την ενασχόληση με το συγκεκριμένο θέμα σε αυτή τη διπλωματική εργασία.

Έχει παρατηρηθεί ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει αύξηση των φυσικών καταστροφών οι οποίες προκαλούν ζημιές αλλά και θανάτους τόσο στη χώρα μας όσο και σε άλλες χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο (Λέκκας, 2000). Από τη άλλη, η αυξημένη αστικοποίηση έχει προκαλέσει σοβαρές επιπτώσεις στο ίδιο το φυσικό περιβάλλον (Bathrellos, 2016). Καθώς η φυσική καταστροφή αποτελεί μια μορφή σύγκρουσης ανάμεσα στο φυσικό περιβάλλον και την τοπική και ευρύτερη κοινωνία και οικονομία μιας περιοχής (Λέκκας, 2000), είναι επιτακτική ανάγκη να μελετηθούν και να αναλυθούν τέτοια συμβάντα με σκοπό τη γνώση και επομένως την αποφυγή παρόμοιων γεγονότων στις ίδιες αλλά και σε διαφορετικές περιοχές.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση που θα μελετηθεί και αναλυθεί στα επόμενα κεφάλαια, οι παράγοντες που οδήγησαν στην πλημμύρα της δυτικής Αττικής έχουν τόσο ανθρώπινη διάσταση όσο και περιβαλλοντική. Η αυξημένη και άναρχη αστικοποίηση στο λεκανοπέδιο τις τελευταίες δεκαετίες έχει δημιουργήσει κατ' επανάληψη προβλήματα, τόσο στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής όσο και, ειδικότερα, στο δυτικό της τμήμα (Diakakis et al, 2011). Ο περιορισμός και η κάλυψη της κοίτης των ρεμάτων, η ελλιπής διευθέτησή τους, τα ανεπαρκή αντιπλημμυρικά έργα, το ασύνδετο δίκτυο των όμβριων υδάτων αλλά και η μείωση των δασικών εκτάσεων και των επιφανειών κατείσδυσης μέσα στο αστικό περιβάλλον (Stathis, 2004) έχουν σαν αποτέλεσμα τις πλημμύρες σε πολλές περιοχές, με καταστροφικά αποτελέσματα για τις ανθρώπινες περιουσίες αλλά ακόμα και κίνδυνο για τις ανθρώπινες ζωές. Σύμφωνα με τους Diakakis et al. (2013), μόνο στην πόλη της Αθήνας οι ανθρώπινες απώλειες κατά το χρονικό διάστημα 1880-2010 φτάνουν τις 182.

Έχοντας όλα αυτά υπόψη, θα γίνει προσπάθεια να διαπιστωθούν στην περιοχή μελέτης ποια ήταν τα σημεία που υπέστησαν τις μεγαλύτερες καταστροφές και ποιες ήταν οι ανθρώπινες παρεμβάσεις λόγω της αστικοποίησης, οι οποίες οδήγησαν σε αυτό το αποτέλεσμα.

Παράλληλα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εξίσου σημαντικός παράγοντας στο φαινόμενο της πλημμύρας, ο οποίος θα μελετηθεί σε αυτήν τη διπλωματική εργασία, είναι ο περιβαλλοντικός και συγκεκριμένα ο μετεωρολογικός. Η ένταση της βροχής στην Αθήνα, σύμφωνα με στοιχεία από το 1990 του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, παρουσιάζει αυξητική τάση (Philandras et al. 2010). Επίσης, παρόλο που η μέση ετήσια βροχόπτωση παραμένει σταθερή από τα μέσα της δεκαετίας 1980 και

μετά, έχει παρατηρηθεί ότι έχουν μειωθεί οι ημέρες βροχόπτωσης συντελώντας έτσι στο να έχει αυξηθεί η ένταση και η ραγδιότητα της βροχής (Παπαζώη κ.ά., 2010).

Επομένως, στα πλαίσια αυτής της εργασίας θα δοθεί έμφαση στην ανάλυση του μετεωρολογικού φαινομένου που έλαβε χώρα εκείνη την ημέρα. Παράλληλα, με στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν από διεθνείς μετεωρολογικές πηγές θα γίνει προσπάθεια να διαπιστωθεί πόσο ακραίο ήταν αυτό το μετεωρολογικό συμβάν.

Συνεπώς, ο στόχος αυτής της εργασίας είναι να συνδέσει τον ανθρώπινο με το μετεωρολογικό παράγοντα, και να διερευνήσει κατά πόσο αυτοί οι δύο συνδυαστικά μπορούν να επηρεάσουν μια περιοχή προκαλώντας σοβαρές καταστροφές. Η προσπάθεια που θα γίνει έχει απώτερο στόχο να αποτελέσει μια αξιολόγηση η οποία μελλοντικά θα μπορεί να ληφθεί υπόψη από τους αρμόδιους φορείς και έτσι να αποτελέσει ένα μέσο για αποφυγή παρόμοιων μελλοντικών σφαλμάτων.

Εξάλλου, αξίζει να σημειωθεί ότι το θέμα των πλημμυρών, με δεδομένο ότι επηρεάζει τις ανθρώπινες ζωές και τις ανθρώπινες περιουσίες όλο και περισσότερο στις μέρες μας, έχει οδηγήσει την Ευρωπαϊκή Ένωση στο να έχει θεσμοθετήσει την Οδηγία 2007/60/ΕΚ σύμφωνα με την οποία κάθε κράτος – μέλος της Ε.Ε. υποχρεούται να έχει προχωρήσει σε «αξιολόγηση και διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας» (European Parliament And The Council, 2007).

1.2 Μεθοδολογία-Δεδομένα

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην εκτίμηση των ανθρώπινων επεμβάσεων που έχουν γίνει στην υδρολογική λεκάνη του Κηφισού και την εκτίμηση των μετεωρολογικών φαινομένων που έλαβαν χώρα την 24^η Οκτωβρίου 2014, με σκοπό να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτοί οι δύο παράγοντες έδρασαν συνδυαστικά προκαλώντας το πλημμυρικό γεγονός της συγκεκριμένης μέρας.

Για να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος στόχος πραγματοποιήθηκαν τα εξής:

- Αρχικά χρειάστηκε να γίνει έρευνα για να διαπιστωθούν οι θέσεις στις οποίες προκλήθηκαν οι μεγαλύτερες ζημιές. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε σε σημαντικό βαθμό το διαδίκτυο, οι αναφορές από τον ημερήσιο τύπο, δεδομένα από τους κατά τόπους δήμους και εξίσου σημαντική ήταν η επικοινωνία με κατοίκους της κάθε περιοχής.
- Στη συνέχεια, αξιολογήθηκαν αυτά τα δεδομένα και έγινε διαχωρισμός για να διευκολυνθεί η εργασία πεδίου.
- Έπειτα, κατά την εργασία πεδίου διαπιστώθηκαν οι επεμβάσεις που έγιναν εντός του αστικού ιστού της Αττικής, αλλά και στο ευρύτερο περιβάλλον γύρω από αυτόν.
- Τα στοιχεία που συλλέχτηκαν αξιολογήθηκαν και συγκρίθηκαν με αυτά που είχαν προκύψει από την πρώτη έρευνα που έγινε στο γραφείο. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια Η/Υ και σύγχρονου λογισμικού.
- Στη συνέχεια, συντάχθηκαν χάρτες για την απεικόνιση των δεδομένων και επεξεργάστηκαν οι φωτογραφίες που ελήφθησαν για κάθε θέση. Όλοι οι χάρτες έχουν δημιουργηθεί σε Προβολικό Σύστημα ΕΓΣΑ '87.

Η επεξεργασία όλων αυτών των δεδομένων έγινε με τη χρήση διαφόρων λογισμικών μέσω Η/Υ. Παράλληλα, για την δημιουργία των επιμέρους χαρτών χρησιμοποιήθηκαν ψηφιοποιημένες ισοϋψείς καμπύλες ισοδιάστασης 20m. Έτσι, τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής:

- Πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου Microsoft Office 2007
- Πρόγραμμα επεξεργασίας υπολογιστικών φύλλων Microsoft Excel 2007
- Πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων Paint
- Πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων Snagit 12
- Δορυφορικές εικόνες από το Google Earth
- Λογισμικό ArcMap του ArcGis, έκδοση 10.3 της εταιρείας ESRI

Με τη χρήση όλων των παραπάνω εξήχθηκαν τα αποτελέσματα που θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια.

1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Για να παρουσιαστούν τα πορίσματα της έρευνας που διεξήχθη στα πλαίσια αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, συντάχθηκαν τα παρακάτω κεφάλαια:

Στο **1^ο Κεφάλαιο** παρουσιάζεται και αναλύεται ο σκοπός της παρούσας εργασίας καθώς επίσης και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και τα λογισμικά που χρειάστηκαν για να διεκπεραιωθεί αυτή η εργασία.

Στο **2^ο Κεφάλαιο** γίνεται αναφορά στην έννοια των φυσικών καταστροφών και δίνεται έμφαση στις πλημμύρες και στα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα. Αναφέρεται το φαινόμενο των πλημμυρών σε παγκόσμιο επίπεδο και πιο εκτενής περιγραφή για τις πλημμύρες στον ελλαδικό χώρο. Επίσης, περιγράφεται η σχέση των ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων με την εκδήλωση πλημμυρών.

Στο **3^ο Κεφάλαιο** περιγράφονται οι πλημμύρες στην Αττική στην οποία ανήκει η περιοχή μελέτης. Έτσι, γίνεται αναλυτική περιγραφή των γενικών στοιχείων που αφορούν στην Αττική και συγκεκριμένα, πληθυσμιακά, κλιματολογικά και γεωλογικά. Επίσης, δίνεται έμφαση στην εξέλιξη της αστικοποίησης στην Αττική μέσω ιστορικής αναδρομής και παρουσιάζεται η σημερινή κατάσταση. Παράλληλα, περιγράφεται η σημερινή μορφή του υδρογραφικού δικτύου και οι επεμβάσεις που έγιναν σε αυτό καθ' όλη τη διάρκεια των επεκτάσεων του αστικού ιστού.

Το **4^ο Κεφάλαιο** αφορά στην περιγραφή των μετεωρολογικών χαρακτηριστικών της 24^{ης} Οκτωβρίου 2014, που είναι και η μέρα που εξετάζεται για τα πλημμυρικά φαινόμενα που παρουσιάστηκαν στη δυτική Αττική.

Στο **5^ο Κεφάλαιο** γίνεται αναλυτική περιγραφή των επιπτώσεων της πλημμύρας εντός του αστικού ιστού της δυτικής Αττικής. Παρουσιάζονται αναλυτικά για κάθε θέση ενδιαφέροντος οι ζημιές που υπέστησαν οι ανθρώπινες κατασκευές και το περιβάλλον γύρω από κάθε σημείο. Επίσης, αναλύεται σε κάθε θέση το κατά πόσο ο

άνθρωπος έχει επέμβει στο φυσικό περιβάλλον και συγκεκριμένα στο υδρογραφικό δίκτυο, με αποτέλεσμα τις επιπτώσεις που επακολουθούν στις κατασκευές του μετά από βροχοπτώσεις και ειδικά έντονες. Τέλος, στο παρών κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια να εντοπιστούν τυχόν σφάλματα και ανεπάρκειες στις τεχνικές κατασκευές, όπως είναι το αποστραγγιστικό δίκτυο, τα οποία εντείνουν το πρόβλημα εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων.

Τέλος, στο **6^ο Κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν μέσα από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία καθώς και κάποιες ενδεικτικές προτάσεις οι οποίες στοχεύουν στη μείωση εμφάνισης τέτοιας έντασης πλημμυρικών φαινομένων εντός του αστικού ιστού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

2.1 Οι φυσικές καταστροφές

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών για τη Στρατηγική Μείωση των Καταστροφών (United Nations International Strategy for Disaster Reduction / UNISDR) ως καταστροφή ορίζεται:

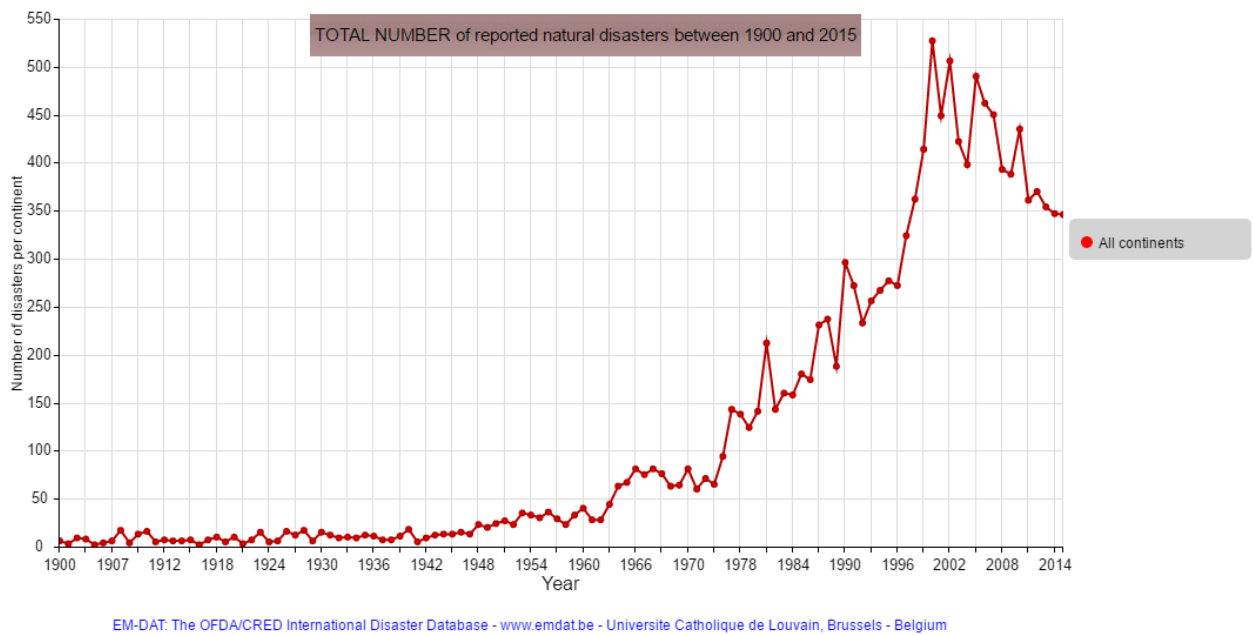
«Μια σοβαρή διαταραχή της λειτουργίας μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας που προκαλεί εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές ζημιές που υπερβαίνουν την ικανότητα της πληγείσας κοινότητας ή κοινωνίας να τις αντιμετωπίσει με τους ιδίους πόρους της».

Επίσης, σύμφωνα με τον Λέκκα, (2000) ο όρος φυσική καταστροφή έχει τρεις διαφορετικές ερμηνείες:

- «Τα στοιχεία εκείνα του φυσικού περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες σε αυτόν»
- «Η πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή»
- «Μια φυσική ή ανθρωπογενής γεωλογική κατάσταση ή φαινόμενο κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες»

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αλλά και σύμφωνα με το EM-DAT (The International Disaster Database), οι φυσικές καταστροφές παρουσιάζουν τάση αύξησης τις τελευταίες δεκαετίες σε παγκόσμιο επίπεδο [**Σχήμα 1**]. Παράλληλα, με τον αυξανόμενο αριθμό των φυσικών καταστροφών παρουσιάζεται αύξηση και στο συνολικό κόστος που αυτές συνεπάγονται (Pilon, 2004) καθώς επηρεάζουν άμεσα το φυσικό περιβάλλον και τις ανθρώπινες περιουσίες. Έτσι, η οικονομική αποκατάσταση και των δύο έχει εξελιχθεί σε μείζον ζήτημα για τα κράτη. Το κατά πόσο μια φυσική καταστροφή είναι επιζήμια εξαρτάται από το πόσες ανθρώπινες απώλειες ή τραυματισμούς έχει προκαλέσει καθώς και τι οικονομικό κόστος τελικά υπήρξε. Ωστόσο, μια μικρής έκτασης φυσική καταστροφή μπορεί να επιφέρει μεγάλες υλικές ζημιές αν η χώρα είναι ανεπτυγμένη, ενώ μια μεγάλης έκτασης φυσική καταστροφή μπορεί να επιφέρει μικρές υλικές ζημιές ακριβώς επειδή δεν έχουν αναπτυχθεί πολύ ακριβές υλικές υποδομές και δεν υπάρχουν πολύτιμα αντικείμενα (Λέκκας, 2000).

Οι φυσικές καταστροφές που απειλούν τις ανθρώπινες ζωές και περιουσίες είναι οι σεισμοί, οι εκρήξεις ηφαιστείων, οι δασικές πυρκαγιές, η ξηρασία, η διάβρωση, οι κατολισθήσεις, οι ποτάμιες πλημμύρες, οι παράκτιες καταστροφές (τσουνάμι), τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα.



Σχήμα 1: Αριθμός φυσικών καταστροφών παγκοσμίως (Πηγή: EM-DAT)

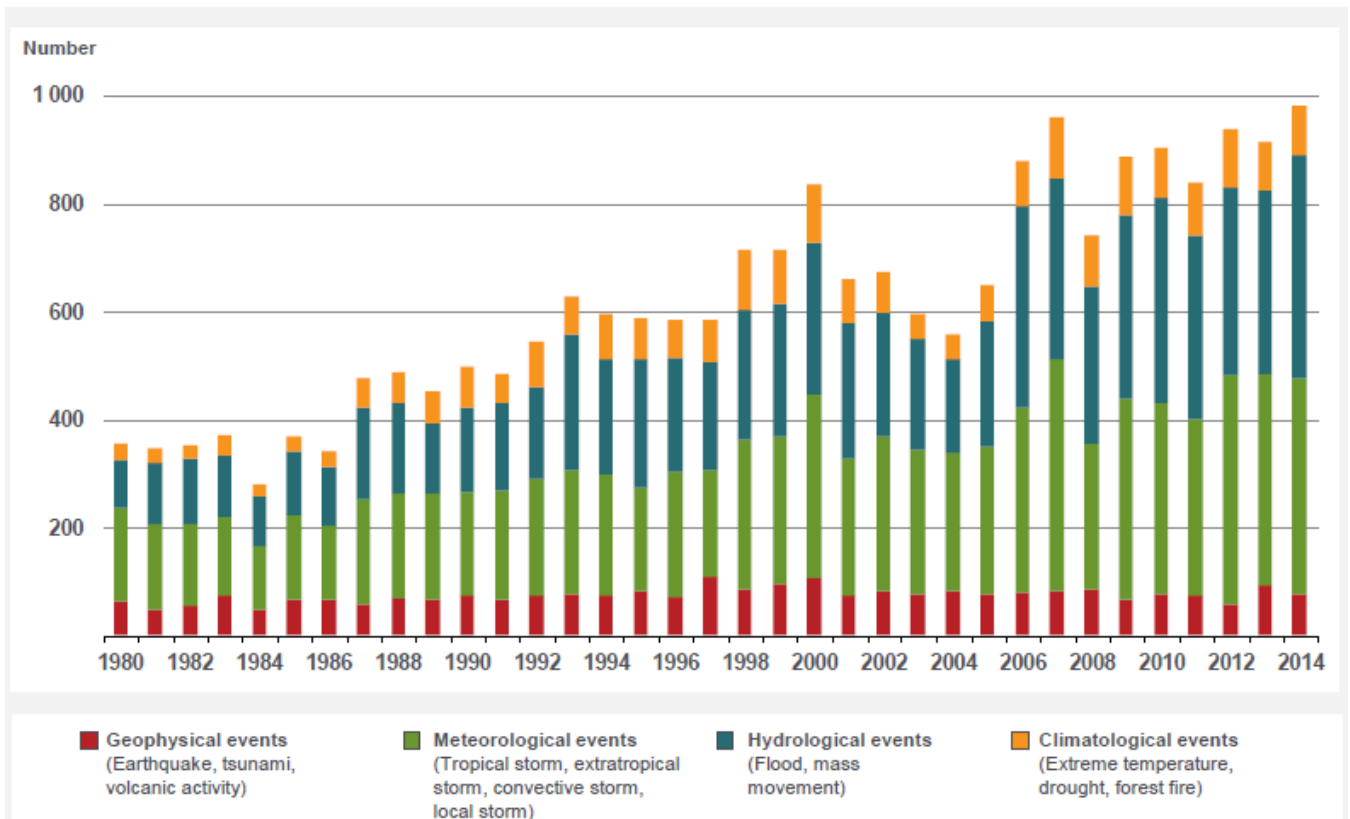
Σύμφωνα με μια από τις μεγαλύτερες ασφαλιστικές εταιρείες παγκοσμίως, την Munich Re (2015), μια ευρύτερη κατηγοριοποίηση των φυσικών καταστροφών είναι η παρακάτω:

- Γεωφυσικά συμβάντα (σεισμοί, τσουνάμι, ηφαιστειακή δραστηριότητα)
- Μετεωρολογικά συμβάντα (όλων των τύπων οι καταιγίδες)
- Υδρολογικά συμβάντα (πλημμύρες, μετακινήσεις μαζών)
- Κλιματολογικά συμβάντα (ακραίες θερμοκρασίες, ξηρασία, δασικές πυρκαγιές).

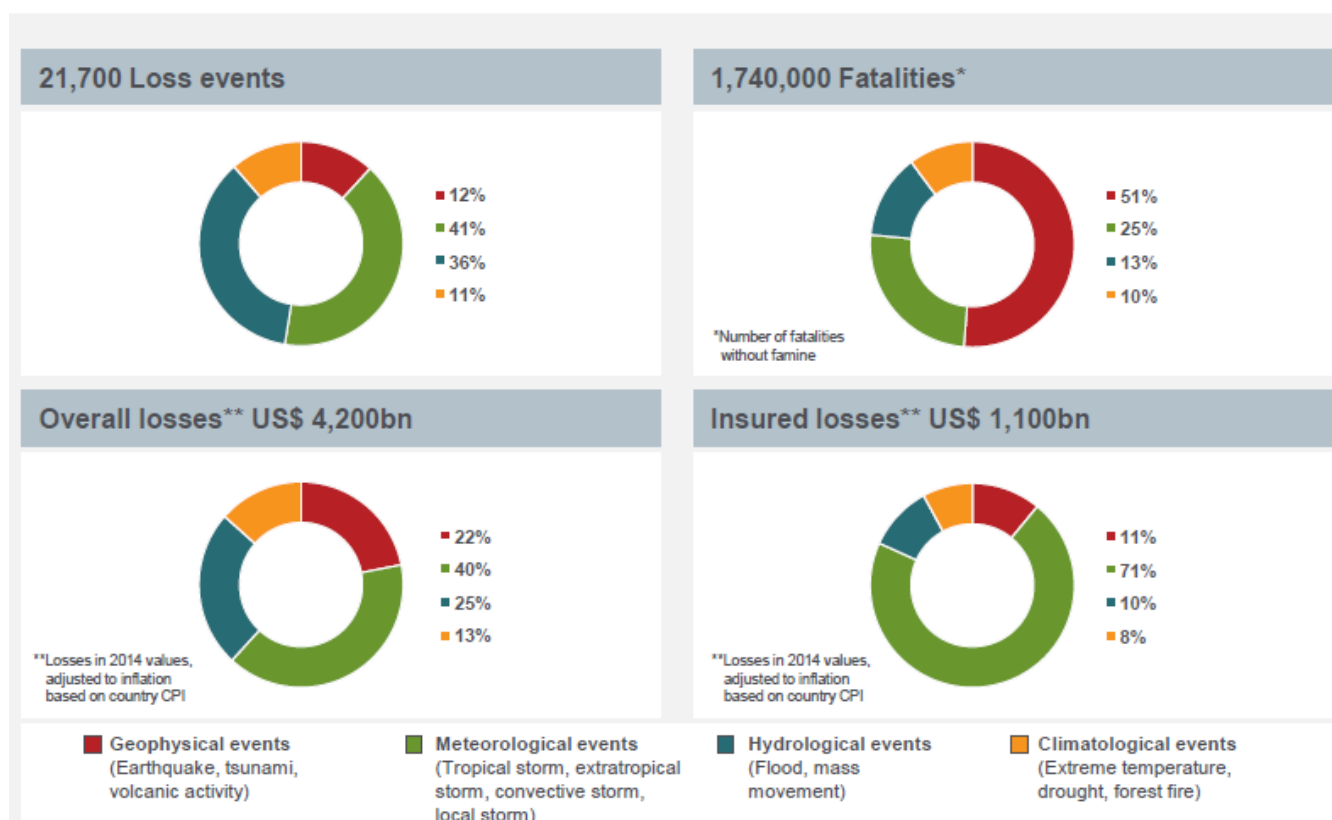
Τα στοιχεία από το 1980 μέχρι το 2014 δείχνουν ότι υπάρχει αύξηση του αριθμού όλων των τύπων φυσικών καταστροφών [Σχήμα 2]. Παρατηρεί κανείς από το διάγραμμα αυτό ότι τα μετεωρολογικά και τα υδρολογικά συμβάντα (καταιγίδες και πλημμύρες) παρουσίασαν τη μεγαλύτερη αύξηση για το συγκεκριμένο διάστημα, ενώ τα γεωφυσικά διατηρούν περίπου σταθερές τιμές.

Loss events worldwide 1980 – 2014

Number of events



Σχήμα 2: Αριθμός γεγονότων φυσικών καταστροφών σε παγκόσμιο επίπεδο για την περίοδο 1980-2014
(Πηγή: Munich Re, 2015)

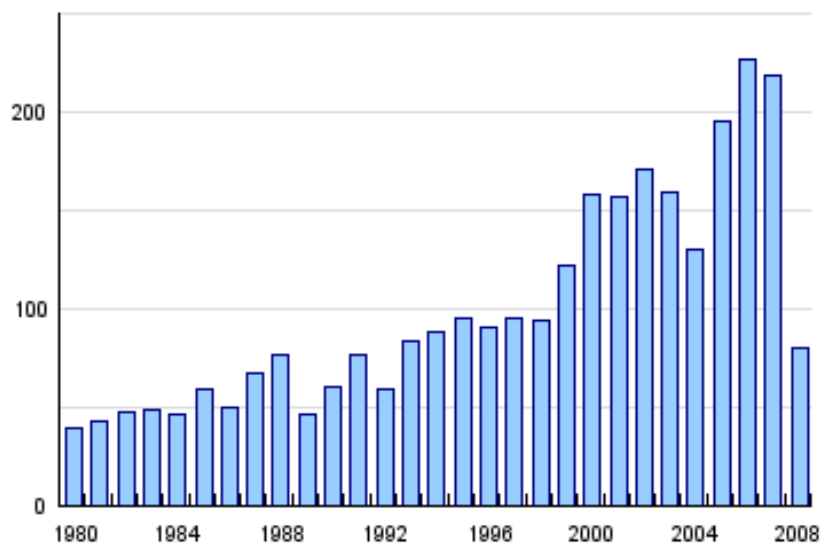


Σχήμα 3: Γεγονότα φυσικών καταστροφών για το διάστημα 1980-2014, ποσοστιαία ανάλυση (%) (Πηγή: Munich Re, 2015)

Στο **Σχήμα 3** φαίνεται η ποσοστιαία ανάλυση (%) των φυσικών καταστροφών για τα έτη 1980-2014. Για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο έλαβαν χώρα 21,700 συμβάντα. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τη μεγαλύτερη συχνότητα παρουσιάζουν καταιγίδες και πλημμύρες. Τα γεωφυσικά συμβάντα έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας, και στη συνέχεια ακολουθούν τα μετεωρολογικά, με το συνολικό αριθμό νεκρών να αγγίζει τους 1.740.000. Όσον αφορά στις ζημιές, τα μετεωρολογικά και υδρολογικά φαινόμενα κατέχουν τις θέσεις με τα μεγαλύτερα ποσοστά.

Από τις πλέον διαδεδομένες φυσικές καταστροφές είναι οι πλημμύρες. Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς και από το διάγραμμα στο **Σχήμα 4** το οποίο προέρχεται από το EM-DAT (The International Disaster Database), τις τελευταίες δεκαετίες τα φαινόμενα πλημμύρας παρουσιάζουν σημαντική αύξηση σε παγκόσμιο επίπεδο και σύμφωνα με τον Pilon (2004) πάνω από το 1/3 του συνολικού κόστους των φυσικών καταστροφών και περίπου τα 2/3 του πληθυσμού επηρεάζονται από αυτές.

Number of events reported



Σχήμα 4: Διάγραμμα αριθμού συμβάντων πλημμυρών για τη χρονική περίοδο 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο <http://www.preventionweb.net/>)

Η Ελλάδα είναι και αυτή από τις χώρες που αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα λόγω των πλημμυρών. Τις τελευταίες δεκαετίες είναι πολλές οι καταστροφές και οι απώλειες ζωών και περιουσιών που έχουν καταγραφεί. Κατά συνέπεια, κρίνεται απαραίτητο να γίνει πιο διεξοδική περιγραφή του φαινομένου της πλημμύρας και για το λόγο αυτό ακολουθούν τα επόμενα υποκεφάλαια.

2.2 Γενικές έννοιες των πλημμυρών

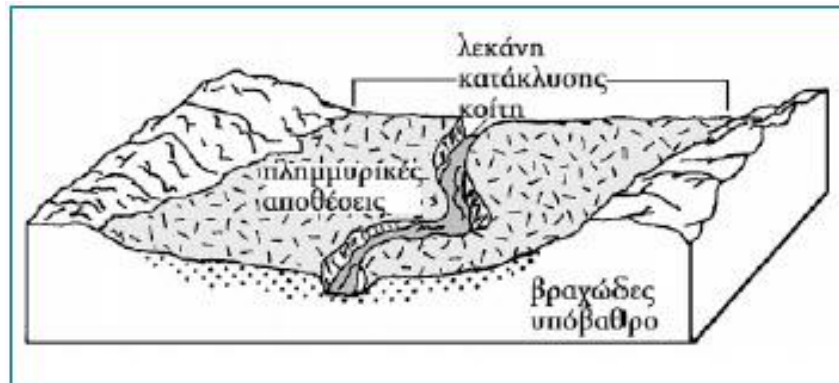
Σύμφωνα με το Άρθρο 2 της Οδηγίας 2007/60/EK της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (2013) ως πλημμύρα ορίζεται:

«Η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν καλύπτεται από νερό. Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χειμάρρους, εφήμερα ρέματα της Μεσογείου και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές, δύναται δε να εξαιρεί πλημμύρες από συστήματα αποχέτευσης».

Αυτός που αποτελεί τον μεγαλύτερο γεωμορφικό παράγοντα και ο οποίος είναι κατά βάση υπεύθυνος για τη διαμόρφωση του γήινου αναγλύφου είναι η επιφανειακή απορροή των υδάτων (Παπαπέτρου- Ζαμάνη, 1995).

Ένα ποτάμι διαβρώνει την κοιλάδα μέσω της οποίας απορρέει και ταυτόχρονα είναι υπεύθυνο για την απόθεση υλικών (πετρώματα και κλαστικά ιζήματα) στα κατάντι σημεία της. Η συνολική επιφάνεια στην οποία ένα ποτάμι έχει αποθέσει υλικά στα μέγιστα πλημμυρικά επεισόδια ονομάζεται λεκάνη κατάκλυσης [Σχήμα 5]. Το πλημμυρικό επεισόδιο συμβαίνει όταν ο όγκος του νερού ανά μονάδα χρόνου ροής

(m³/s) είναι μεγαλύτερος από την ικανότητα του υδατορέματος να εκφορτίσει αυτή την ποσότητα νερού (Λέκκας, 2000).



Σχήμα 5: Στερεοδιάγραμμα λεκάνης κατάκλυσης και κοίτης ποταμού (Πηγή: Λέκκας, 2000)

2.2.1 Κατηγοριοποίηση πλημμυρών

Σύμφωνα με την Ε.Ε. και συγκεκριμένα με το EXCIMAP (2007) και τους Martini and Loat (2007), οι πλημμύρες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Ποτάμιες πλημμύρες(River flooding)
- Παράκτιες πλημμύρες(Sea water flooding)
- Πλημμύρες ορεινών χειμάρρων (Mountain torrent activity)
- Ξαφνικές πλημμύρες (Flash floods)
- Υπεδαφικές πλημμύρες (Groundwater flooding)
- Πλημμύρες λιμνών (Lake flooding)

Παρακάτω ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα αίτια και τις επιπτώσεις των πλημμυρών [Σχήμα 6].

Τύπος πλημμύρας	Ενδεικτικά Αίτια	Ενδεικτικές Επιπτώσεις
Ποτάμιες πλημμύρες	Έντονη βροχόπτωση, βροχόπτωση μακράς διάρκειας, λιώσιμο χιονιού, αστοχία αντιπλημμυρικών	Πλημμυρικά ύδατα κατά μήκος πλημμυρικών πεδίων (στάσιμα ή ρέοντα)
Παράκτιες πλημμύρες	Υψηλές παλίρροιες, καταιγίδες, τσουνάμι, συνδυασμός των παραπάνω με έντονη βροχόπτωση	Στάσιμα πλημμυρικά ύδατα κοντά στην ακτή, υποχώρηση της ακτής, υφαλμήρηση της αγροτικής γης κοντά στο παραλιακό μέτωπο
Πλημμύρες ορεινών χειμάρρων	Καταιγίδες, αστάθεια πρανών	Λασπορροές, έντονη διάβρωση, ορμητικά πλημμυρικά ύδατα και μεταφερόμενο υλικό, δημιουργία αλλουβιακού ριπιδίου
Αιφνίδιες πλημμύρες (flashfloods) σε εφήμερους χειμάρρους	Ιδιαίτερα έντονη βροχόπτωση	Έντονη διάβρωση, ορμητικά πλημμυρικά ύδατα πολλές φορές εμπλουτισμένα με εδαφικό υλικό, λασπορροές
Πλημμύρες που συνδέονται με το υπεδαφικό νερό	Υψηλή στάθμη υπεδαφικού νερού, κορεσμός υδροφόρου ορίζοντα	Στάσιμα πλημμυρικά ύδατα στο πλημμυρικό πεδίο
Πλημμύρες λιμνών	Ταχεία αύξηση των υδατικών αποθεμάτων	Στάσιμα πλημμυρικά ύδατα πέραν της ακτής

Σχήμα 6: Συγκεντρωτικός πίνακας με τα είδη πλημμυρών, αίτια, επιπτώσεις (Πηγή: Martini and Loat, 2007)

Σύμφωνα με τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Πηγή: <http://civilprotection.gr/el/>) υπάρχουν 2 τύποι πλημμυρών που αφορούν στο ποτάμιο περιβάλλον:

- Πλημμύρες βραδείας εξέλιξης
- Ξαφνικές πλημμύρες (flash floods)

Ο δεύτερος τύπος πλημμυρών αφορά σε έντονη βροχόπτωση σε μικρό χρονικό διάστημα. Είναι ο πιο συνηθισμένος στον Ελλαδικό χώρο και είναι υπεύθυνος για τις περισσότερες καταστροφές (Diakakis et al. 2012, Martini and Loat, 2007).

Επιπρόσθετα, ένας άλλος διαχωρισμός των πλημμυρών είναι αυτός που έχει αναφέρει ο Λέκκας (2000), σύμφωνα με τον οποίο χωρίζει τις πλημμύρες σε αυτές που συμβαίνουν στα ανάντι και σε αυτές που συμβαίνουν στα κατόντι. Οι πλημμύρες στα ανάντι συμβαίνουν σε περιοχές μικρής έκτασης και οφείλονται σε έντονη βροχόπτωση μικρής διάρκειας. Αντίθετα, οι πλημμύρες στα κατόντι συμβαίνουν σε μεγαλύτερης έκτασης περιοχές και συνήθως οφείλονται σε μεγάλης διάρκειας βροχόπτωση με αποτέλεσμα να υπάρχει κορεσμός στο έδαφος και έτσι αυξημένη επιφανειακή απορροή.

Οι πλημμύρες μπορεί να οφείλονται σε έναν μόνο παράγοντα ή και σε συνδυασμό παραγόντων. Συγκεκριμένα, στο συνολικό ύψος βροχής που πέφτει σε μια περιοχή και στην κατανομή αυτής της ποσότητας νερού σε αυτήν την περιοχή. Επίσης, στο αν το έδαφος που δέχεται τη βροχή είναι περατό ή αδιαπέρατο, και στα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής που δέχεται το συγκεκριμένο ύψος βροχής. Παράλληλα, εξίσου σημαντικός είναι ο παράγοντας των χρήσεων γης στην

υδρολογική λεκάνη του εκάστοτε υδρογραφικού δικτύου (Λέκκας, 2000). Όσον αφορά στις χρήσεις γης, και κατ' επέκταση στην αστικοποίηση, θα γίνει αναφορά παρακάτω με έμφαση στην υπό μελέτη περιοχή.

2.2.2 Οι πλημμύρες στον κόσμο

Οι πλημμύρες αποτελούν μια από τις πιο καταστρεπτικές φυσικές καταστροφές σε παγκόσμιο επίπεδο. Επηρεάζουν και εκθέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή, τις περιουσίες, καταστρέφονται οι υλικές υποδομές, οι γεωργικές καθώς και οι κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις. Εξίσου σημαντικές είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς πολλές φορές τα εδάφη διαβρώνονται έντονα και οι υδάτινες μάζες μολύνονται (Παπανικολάου και Διακάκης, 2011).

Έχει διαπιστωθεί ότι σε ετήσια βάση η περισσότερο επιζήμια φυσική καταστροφή και αυτή που επηρεάζει το μεγαλύτερο ποσοστό ανθρώπων είναι η πλημμύρα (Downton and Pielke, 2001, Golian et al, 2010). Συνεπώς, αξίζει να γίνει μια μικρή ιστορική αναδρομή.

Τα στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται παρακάτω αφορούν στη χρονική περίοδο 1980-2008.

Flood disasters from 1980 - 2008

Overview

No of events:	2,887
No of people killed:	195,843
Average people killed per year:	6,753
No of people affected:	2,809,481,489
Average people affected per year:	96,878,672
Economic Damage (US\$ X 1,000):	397,333,885
Economic Damage per year (US\$ X 1,000):	13,701,168

Σχήμα 7: Δεδομένα για τις πλημμύρες, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο <http://www.preventionweb.net/>)

Από την παραπάνω εικόνα [Σχήμα 7] προκαλεί μεγάλη εντύπωση ο συνολικός αριθμός των πληγέντων ανθρώπων.

Για τα 10 πιο σοβαρά γεγονότα πλημμυρών παγκοσμίως, για την ίδια χρονική περίοδο, παραθέτονται οι παρακάτω πίνακες.

Affected people

Disaster	Date	Affected (no. of people)
China P Rep	1998	238,973,000
China P Rep	1991	210,232,227
China P Rep	1996	154,634,000
China P Rep	2003	150,146,000
India	1993	128,000,000
China P Rep	1995	114,470,249
China P Rep	2007	105,004,000
China P Rep	1999	101,024,000
China P Rep	1989	100,010,000
China P Rep	2002	80,035,257

Σχήμα 8: Αριθμός πληγέντων ατόμων, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο <http://www.preventionweb.net/>)

Killed people

Disaster	Date	Killed (no. of people)
Venezuela	1999	30,000
China P Rep	1980	6,200
China P Rep	1998	3,656
China P Rep	1996	2,775
Haiti	2004	2,665
Bangladesh	1988	2,379
Somalia	1997	2,311
Bangladesh	1987	2,055
India	1994	2,001
China P Rep	1989	2,000

Σχήμα 9: Αριθμός θανάτων, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο <http://www.preventionweb.net/>)

Economic damages

Disaster	Date	Cost (US\$ X 1,000)
China P Rep	1998	30,000,000
Korea Dem P Rep	1995	15,000,000
China P Rep	1996	12,600,000
United States	1993	12,000,000
Germany	2002	11,600,000
Italy	1994	9,300,000
China P Rep	1999	8,100,000
Italy	2000	8,000,000
China P Rep	2003	7,890,000
China P Rep	1991	7,500,000

Σχήμα 10: Ζημιές, χρονική περίοδος 1980-2008 (Πηγή: EM-DAT, δημοσίευση στο <http://www.preventionweb.net/>)

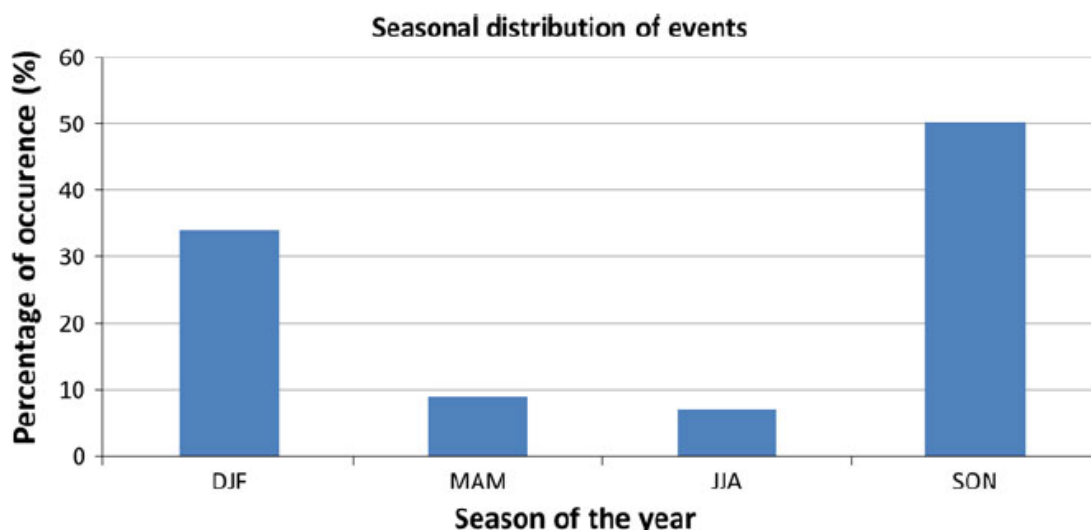
Από τα παραπάνω διαγράμματα [**Σχήμα 8, Σχήμα 9, Σχήμα 10**] διαπιστώνει κανείς ότι στην Κίνα και στην Ινδία υπάρχει ο μεγαλύτερος αριθμός πληγέντων ατόμων. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι είναι δυο χώρες οι οποίες δεν έχουν καλά ανεπτυγμένο δίκτυο υποδομών. Όσον αφορά στους νεκρούς η Ασία και η Λατινική Αμερική έρχονται πρώτες στην κατάταξη. Τέλος, τόσο η Ασία όσο και οι Ηνωμένες Πολιτείες, αλλά και ευρωπαϊκές χώρες, καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις επένδυσης μεγάλων ποσών για την οικονομική αποκατάσταση των πληγείσων περιοχών.

2.2.3 Οι πλημμύρες στην Ελλάδα

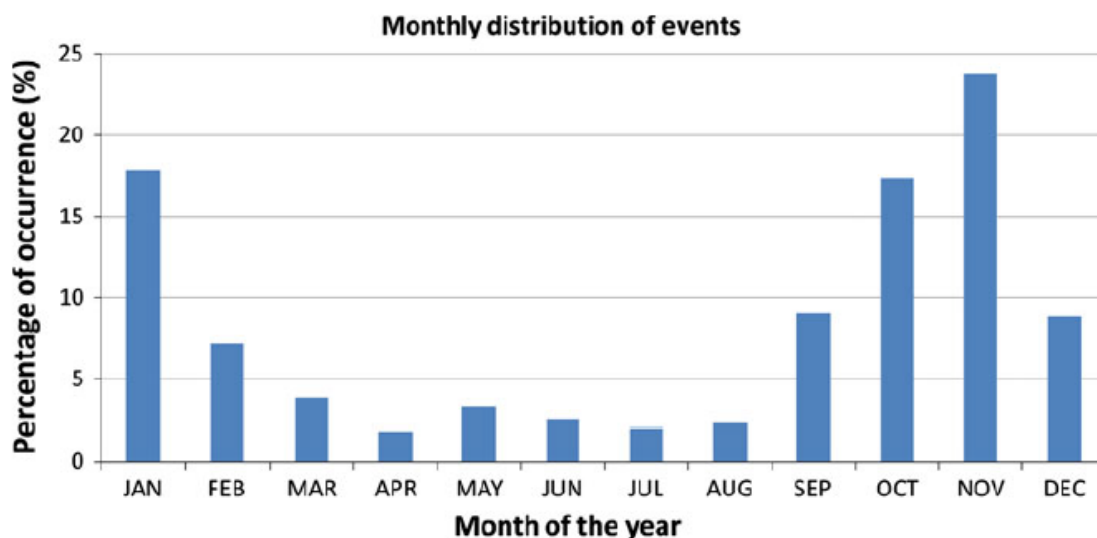
Είναι γεγονός ότι και στην Ελλάδα οι πλημμύρες αποτελούν μια φυσική καταστροφή η οποία δημιουργεί πολλά προβλήματα για την εκάστοτε τοπική κοινωνία. Στο πέρασμα των χρόνων έχουν προκαλέσει θανάτους και καταστροφές στις ανθρώπινες περιουσίες. Παράλληλα, στο φυσικό περιβάλλον έχουν παρουσιαστεί φαινόμενα διάβρωσης και οι υδάτινες μάζες όπως τα ποτάμια και η θάλασσα έχουν μολυνθεί.

Σύμφωνα με στατιστικές μελέτες, στην Ελλάδα έχουν λάβει χώρα 545 πλημμυρικά γεγονότα για το χρονικό διάστημα 1880-2010 επιφέροντας 686 θανάτους. Από αυτά τα συμβάντα η πλημμύρα του 1907 που έγινε στα Τρίκαλα Θεσσαλίας ήταν η πιο καταστρεπτική όσον αφορά σε ανθρώπινες απώλειες (300 νεκροί) (Diakakis et al, 2012).

Είναι σημαντικό να εξεταστεί η εποχικότητα που παρουσιάζουν οι πλημμύρες στον ελλαδικό χώρο. Έτσι, σύμφωνα με τους Diakakis et al. (2012), οι φθινοπωρινοί μήνες είναι αυτοί κατά τους οποίους λαμβάνουν χώρα τα περισσότερα γεγονότα πλημμύρας. Συγκεκριμένα, στο διάγραμμα του **Σχήμα 11** οι μήνες Σεπτέμβριος, Οκτώβριος και Νοέμβριος εμφανίζουν τα περισσότερα γεγονότα, και ακολουθούν οι χειμερινοί μήνες.



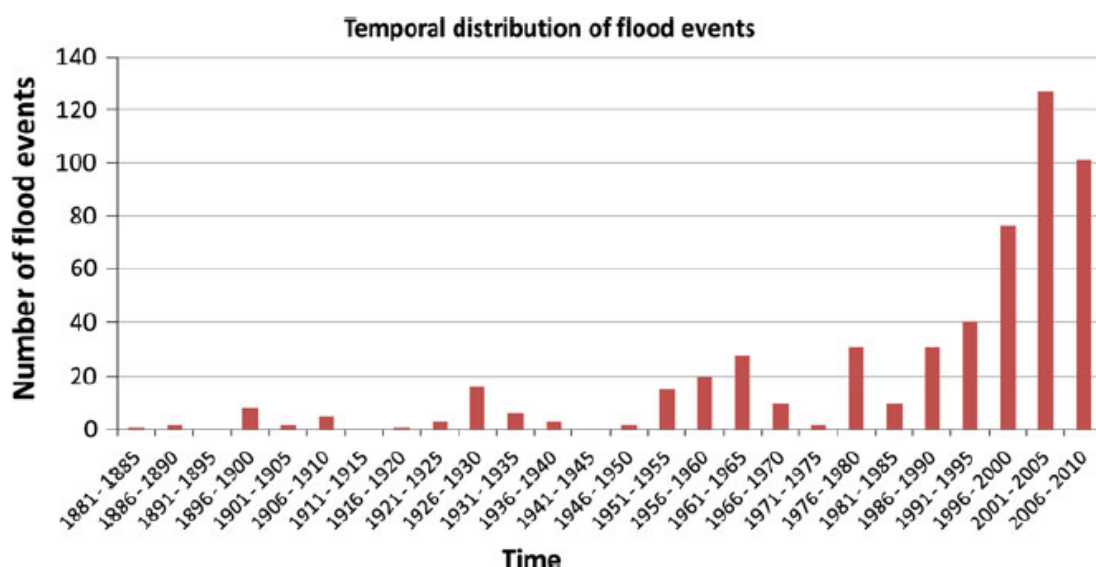
Σχήμα 11: Εποχική κατανομή γεγονότων πλημμύρας (Πηγή: Diakakis et al, 2012)



Σχήμα 12: Μηνιαία κατανομή γεγονότων πλημμύρας (Πηγή: Diakakis et al, 2012)

Όσον αφορά στη μηνιαία κατανομή, ο Νοέμβριος είναι ο μήνας που έχει τα περισσότερα γεγονότα πλημμύρας και μετά ακολουθεί ο Ιανουάριος και ο Οκτώβριος [Σχήμα 12]. Το συμβάν που θα μελετηθεί στα επόμενα κεφάλαια έλαβε χώρα το μήνα Οκτώβριο. Συνεπώς, από πλευράς εποχικότητας ήταν κάτι αναμενόμενο και όχι ένα συμβάν που συνέβη σε εποχή που δεν περιμένει κανείς μεγάλα ύψη βροχής και φαινόμενα πλημμύρας.

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη (Diakakis et al, 2012), υπάρχει μια αύξηση των πλημμυρικών συμβάντων στην Ελλάδα τις τελευταίες δεκαετίες και συγκεκριμένα από τη δεκαετία του '80 και έπειτα [Σχήμα 13].



Σχήμα 13: Χρονική κατανομή πλημμυρών για το χρονικό διάστημα 1880-2010 (Πηγή: Diakakis et al, 2012)

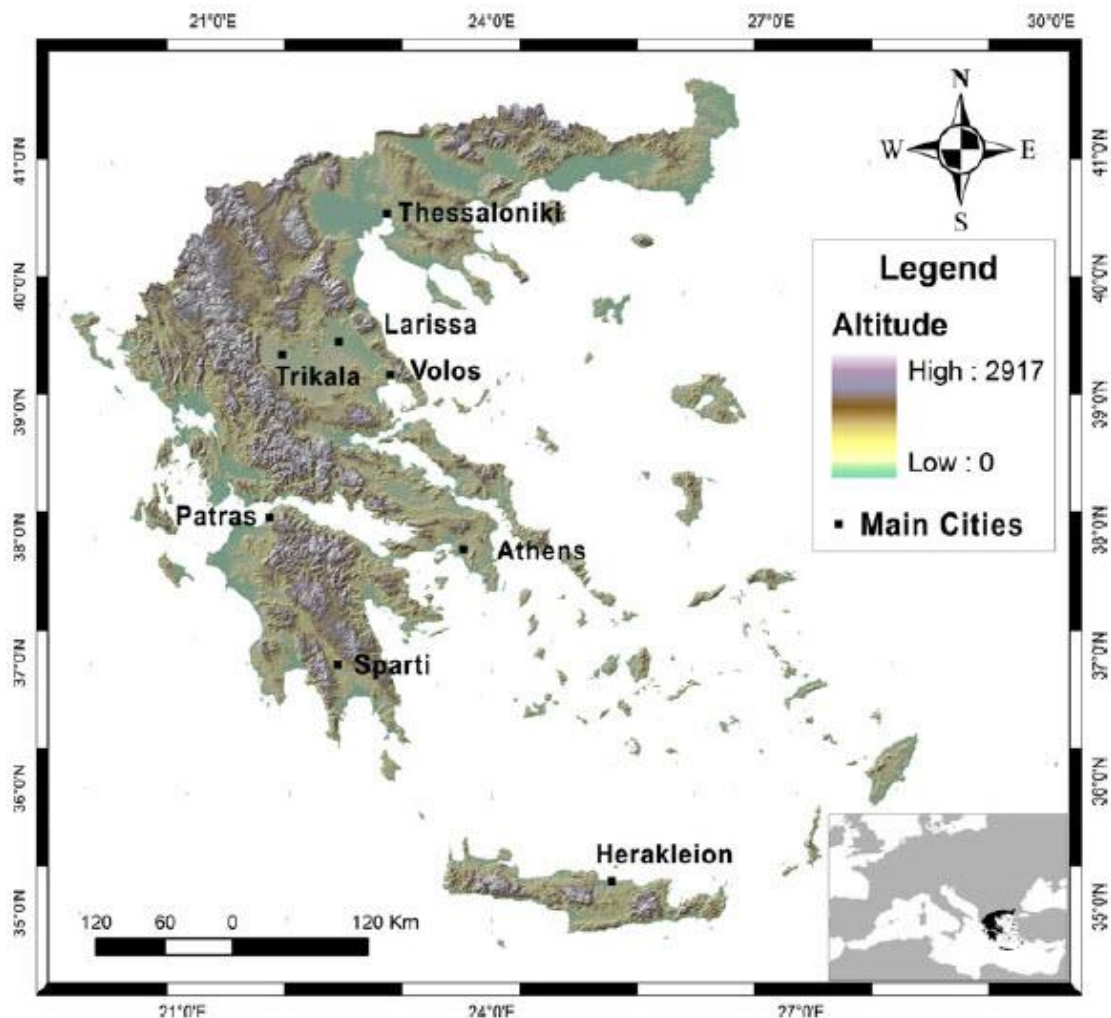
Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι περιοχές που φαίνεται να πλήττονται περισσότερο είναι τα μεγάλα αστικά κέντρα. Σ' αυτό συμβάλλουν διάφοροι παράγοντες όπως η αστικοποίηση, η συγκέντρωση του πληθυσμού σε αυτές τις περιοχές και γεωλογικοί παράγοντες. Στα επόμενα κεφάλαια θα εξεταστούν οι παράγοντες αυτοί.

2.2.4 Γεωλογία και πλημμύρες στον ελλαδικό χώρο

Ο ελλαδικός χώρος ανήκει στην αλπική Ευρώπη και προσαρτήθηκε στην Αρχαιο-Ευρώπη κατά το στάδιο της αλπικής ορογένεσης δηλαδή πριν από 50 εκατ. χρόνια. Σήμερα, το περιθώριο της ηπειρωτικής πλάκας εξακολουθεί να είναι ενεργό. Συγκεκριμένα, η Ελλάδα είναι από γεωτεκτονική άποψη το πιο ενεργό της τμήμα (Παπανικολάου και Σίδερης, 2007). Αυτός είναι και ο λόγος που ο ελλαδικός χώρος διαθέτει τόσο έντονα πολυσχιδές ανάγλυφο με μεγάλη έκταση του να απαρτίζεται από ορεινούς όγκους ποικίλων υψομετρικών διαφορών [Σχήμα 14], απόκρημνες πλαγιές αλλά και αρκετές πεδιάδες και περιοχές χαμηλού και ήπιου αναγλύφου (Diakakis et al., 2012). Σύμφωνα με τους Μαριολάκος και Φουντούλης, (2007) το υδρογραφικό δίκτυο είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την ενεργό τεκτονική με αποτέλεσμα η μορφή που αυτό παίρνει να οφείλεται καθαρά σε αυτήν την έντονη ενεργότητα του ελλαδικού χώρου.

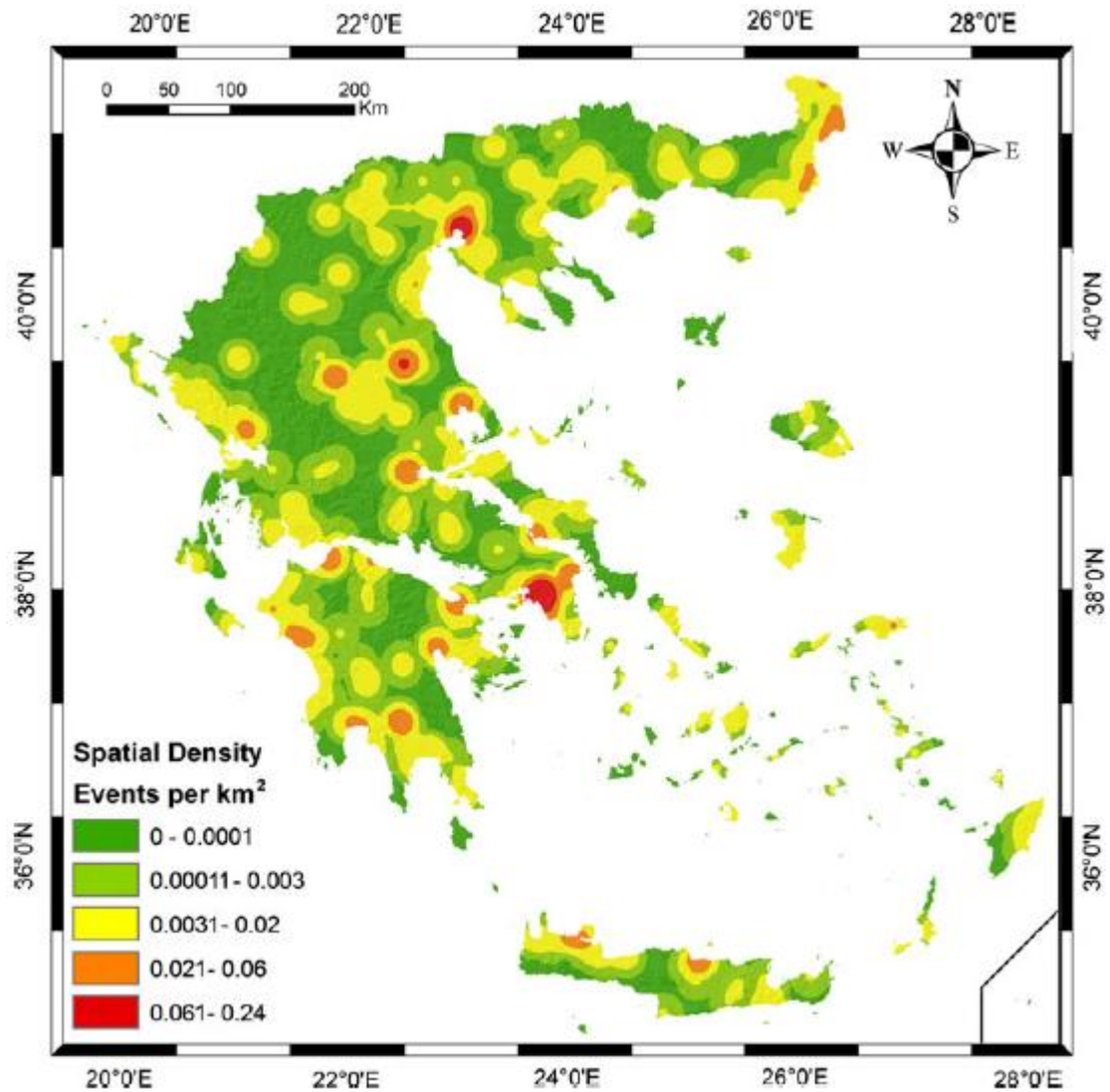
Επιπρόσθετα, και σύμφωνα με τους Diakakis et al.(2012), στον ελλαδικό χώρο υπάρχουν πολλοί ορεινοί χείμαρροι μέσω των οποίων δεν αποστραγγίζεται σε ετήσια βάση νερό, αλλά σε συγκεκριμένα γεγονότα βροχόπτωσης, καθώς επίσης και μικρές προς μεσαίες σε μέγεθος λεκάνες αποστράγγισης οι οποίες έχουν μικρή παροχευτική ικανότητα. Κατά συνέπεια, όταν πέφτουν σε μια περιοχή μεγάλα ύψη βροχής σε σύντομο χρονικό διάστημα αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ξαφνικών πλημμυρών (flash floods) που σε συνδυασμό με τις κατάντι πλημμύρες, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, και τη μικρή παροχευτική ικανότητα αυτών των μικρών σε μέγεθος λεκανών αποστράγγισης να δημιουργούνται έντονα φαινόμενα πλημμυρών.

Παράλληλα, το γεγονός ότι η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μεγάλες εναλλαγές στο ανάγλυφό της, βοηθάει στη δημιουργία των flash floods. Συγκεκριμένα, είναι σύνηθες εντός των υδρολογικών λεκανών να υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις μορφολογικές κλίσεις καθώς οι ανάντι περιοχές μιας λεκάνης βρίσκονται σε ορεινούς όγκους. Η απότομη αλλαγή στη μορφολογική κλίση έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται η ταχύτητα του νερού. Έτσι, το νερό αποκτά μεγαλύτερη ταχύτητα φτάνοντας προς τις κατάντι περιοχές της λεκάνης αποστράγγισης, οι οποίες συνήθως είναι κατοικημένες.



Σχήμα 14: Φυσιογραφικός χάρτης Ελλάδας (Πηγή: Diakakis et al., 2012)

Οι περιοχές χαμηλού και επίπεδου αναγλύφου συνήθως αποτελούν τις κατάντι περιοχές μεγάλων υδρογραφικών δικτύων, τα οποία εν τέλει εκβάλουν στη θάλασσα. Αυτές οι περιοχές συνήθως είναι ιδιαίτερα πρόσφορες και ιδανικές για καλλιέργεια. Από τον περασμένο αιώνα οι άνθρωποι είχαν αρχίσει να εγκαταλείπουν τις περιοχές με έντονο ανάγλυφο και να εγκαθίστανται σε αυτές τις περισσότερο προσοδοφόρες και πιο εύκολα καλλιεργήσιμες περιοχές. Έτσι, στο **Σχήμα 14** εμφανίζονται μερικές από τις μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας οι οποίες βρίσκονται σε τέτοιες θέσεις (Diakakis et al., 2012). Η χωρική ανάλυση που έγινε για τις πλημμύρες στην Ελλάδα από τους Diakakis et al. (2012) για τη χρονική περίοδο από το 1880-2010, συμφωνεί με το γεγονός ότι η αστικοποίηση έχει αναπτυχθεί στις περιοχές αυτές [**Σχήμα 15**].



Σχήμα 15: Χάρτης χωρικής πυκνότητας πλημμυρών για συμβάντα ανά km² για τη χρονική περίοδο 1880-2010 (Diakakis et al., 2012)

Έτσι λοιπόν, η Γεωλογία είναι υπεύθυνη για τη φυσιογραφική μορφή που έχει πάρει ο ελλαδικός χώρος. Επίσης, είναι αυτή που ορίζει το σχηματισμό των υδρογραφικών δικτύων. Παράλληλα, η ανάγκη των ανθρώπων να αναζητήσουν πιο εύκολες και πιο προσοδοφόρες περιοχές καλλιέργειας, τους οδήγησαν να κατοικήσουν στις προσχωσιγενείς πεδιάδες που είχαν δημιουργηθεί από τις εκβολές των ποταμών. Κατά συνέπεια, σε μια πλημμύρα, η οποία υπενθυμίζεται ότι είναι η προσωρινή κάλυψη μιας περιοχής με νερό που υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν θα καλυπτόταν, τα μεγάλα αστικά κέντρα τα οποία έχουν αναπτυχθεί στις θέσεις που περιγράφηκαν παραπάνω, αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα. Επιπρόσθετα, ο συνδυασμός μικρής παροχετευτικής ικανότητας των ρεμάτων, με την αυξημένη ταχύτητα του νερού στα κατάντι, δημιουργούν αυτά τα πλημμυρικά επεισόδια στις κατοικημένες περιοχές, με όποια αποτελέσματα αυτά συνεπάγονται. Στα επόμενα κεφάλαια θα αναλυθούν περαιτέρω τα χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής.

2.4 Ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα και πλημμύρες

Ως ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα ορίζονται:

«τα μετεωρολογικά φαινόμενα τα οποία υπερβαίνουν την ιστορική κατανομή, εμφανίζονται σπάνια σε ένα συγκεκριμένο τόπο ή σε συγκεκριμένο χρόνο και ξεφεύγουν από τις συνηθισμένες τιμές. Τέτοια φαινόμενα είναι ακραίες καταιγίδες, χιονοθύελλες, πλημμύρες, τυφώνες, θυελλώδεις άνεμοι, ξηρασίες»¹

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα δοθεί έμφαση στις ακραίες καταιγίδες και τις πλημμύρες καθώς και στη σχέση που έχουν αυτά τα δύο φαινόμενα μεταξύ τους. Σύμφωνα με τον Trenberth, (2008), ως ακραία τυπικά υδρολογικά φαινόμενα ορίζονται η πλημμύρα και η ξηρασία, με την πλημμύρα να σχετίζεται με μεγάλα ύψη βροχής. Επίσης, αναφέρει ότι οι πλημμύρες εντοπίζονται κυρίως σε τοπικό επίπεδο και αναπτύσσονται μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Τα ολοένα αυξανόμενα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα αλλά και τα ακραία μέγιστα ημερήσια ύψη βροχής σε παγκόσμιο επίπεδο, έχουν προκαλέσει την ανησυχία του επιστημονικού κλάδου οδηγώντας έτσι στην διεξαγωγή περισσότερων επιστημονικών ερευνών (Easterling et al., 2000).

2.4.1 Τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα στον κόσμο

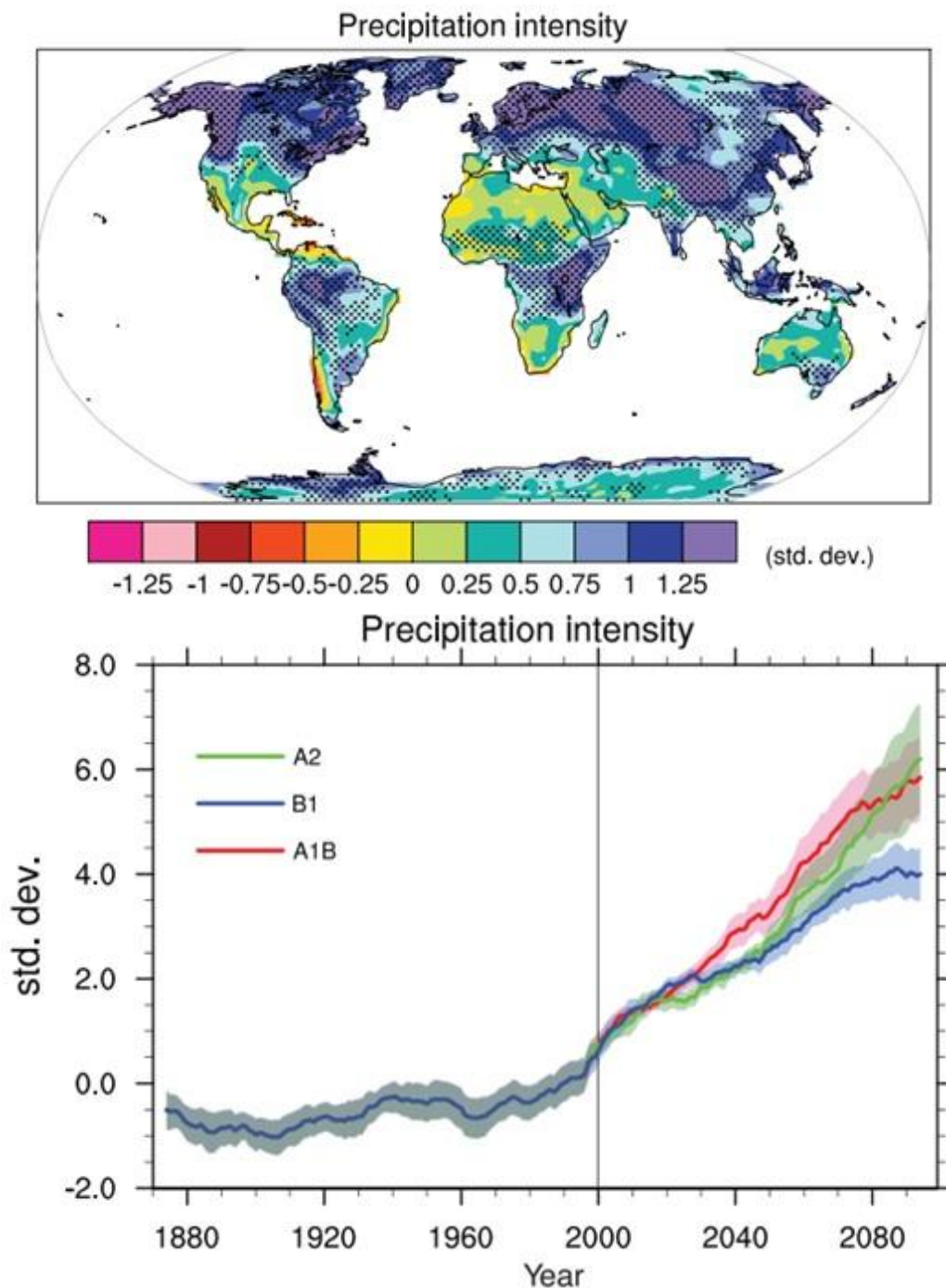
Εδώ και τρεις δεκαετίες, η επιστημονική κοινότητα και ο Τύπος άρχισαν να συνειδητοποιούν ότι τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα, και κυρίως τα φαινόμενα καταιγίδων, συμβαίνουν όλο και πιο συχνά, με συνέπεια την πρόκληση πλημμυρικών φαινομένων (Witt, 1998, Stevens, 1997, Milly et al., 2002). Η αλλαγή που έχει υποστεί ο υδρολογικός κύκλος λόγω της αλλαγής του παγκόσμιου κλίματος (Allen and Ingram, 2002, Held and Soden, 2006, Wentz et al., 2007) έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση συμβάντων με ακραίες τιμές υψών βροχής τα οποία αυξάνουν την επιφανειακή απορροή του νερού, με αποτέλεσμα τον μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης πλημμυρών (Trenberth, 2011, Kundzewicz et al., 2013, Dankers and Feyen 2009, Whitfield, 2012). Τέτοια φαινόμενα είναι πολύ πιθανό να συνεχίσουν να εμφανίζονται και στο μέλλον με σοβαρές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και στην κοινωνία (Dankers et al., 2013).

Σύμφωνα με το IPCC (Inter-Governmental Panel on Climate Change), από το 1900 μέχρι και σήμερα, η θερμοκρασία κοντά στην επιφάνεια της γης έχει αυξηθεί περίπου 0,78°C. Πιο ζεστό κλίμα οδηγεί σε αύξηση των υδρατμών. Αυτό με τη σειρά του έχει ως αποτέλεσμα να λαμβάνουν χώρα πιο έντονα φαινόμενα βροχόπτωσης με μεγαλύτερα ημερήσια ύψη βροχής, ακόμα και αν οι τιμές της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης παρουσιάζουν μείωση (Trenberth, 2008). Ο λόγος που ένα πιο θερμό

¹ Πηγή διαδίκτυο: <http://ukclimateprojections.metoffice.gov.uk/> , <http://civilprotection.gr/el>

κλίμα οδηγεί σε πιο έντονες βροχοπτώσεις είναι η ικανότητα της θερμής ατμόσφαιρας να συγκρατεί μεγαλύτερες ποσότητες νερού (Meehl et al., 2007b).

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί και με βάση προσομοιώσεις που έχουν γίνει με διάφορα μοντέλα (Tebaldi et al., 2006, Frich et al., 2002, Meehl et al., 2007b), είναι γεγονός ότι τα ακραία φαινόμενα βροχόπτωσης αυξήθηκαν κατά τον 20^ο και 21^ο αιώνα και αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον [Σχήμα 16].



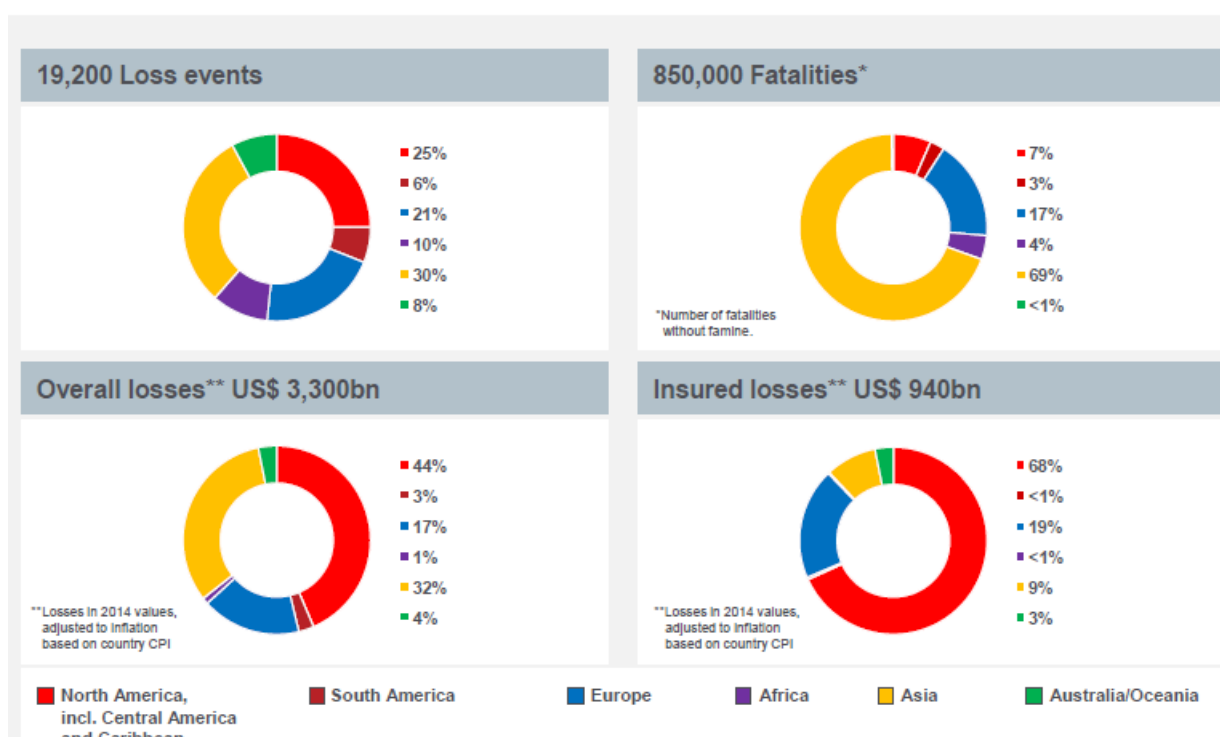
Σχήμα 16: Αλλαγές στην ένταση της βροχόπτωσης σε παγκόσμιο επίπεδο (Πηγή: Tebaldi et al., 2006)

Στη συνέχεια αξίζει να γίνει αναφορά στο ποιες περιοχές στον πλανήτη επηρεάζονται περισσότερο από ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα. Σύμφωνα με την Munich Re (2015), η οποία είναι μία από τις μεγαλύτερες ασφαλιστικές εταιρείες σε παγκόσμιο επίπεδο, για το χρονικό διάστημα 1980-2014 η Ασία, η Βόρεια και Κεντρική Αμερική και η Ευρώπη είναι από τις περιοχές στις οποίες έλαβαν χώρα τα περισσότερα γεγονότα. Το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων υπήρξε σε σημαντικό βαθμό στην Ασία και έπειτα ακολούθησε η Ευρώπη. Οι ζημιές ήταν μεγαλύτερες στην Βόρεια και Κεντρική Αμερική, έπειτα στην Ασία και λιγότερες στην Ευρώπη [Σχήμα 17].

NatCatSERVICE

Weather-related loss events worldwide 1980 – 2014 Percentage distribution – ordered by continents

Munich RE 



Σχήμα 17: Απώλειες σχετιζόμενες με καιρικά φαινόμενα για το χρονικό διάστημα 1980-2014 κατά ήπειρο (Πηγή: Munich Re, 2015)

2.4.2 Τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα στην Ελλάδα

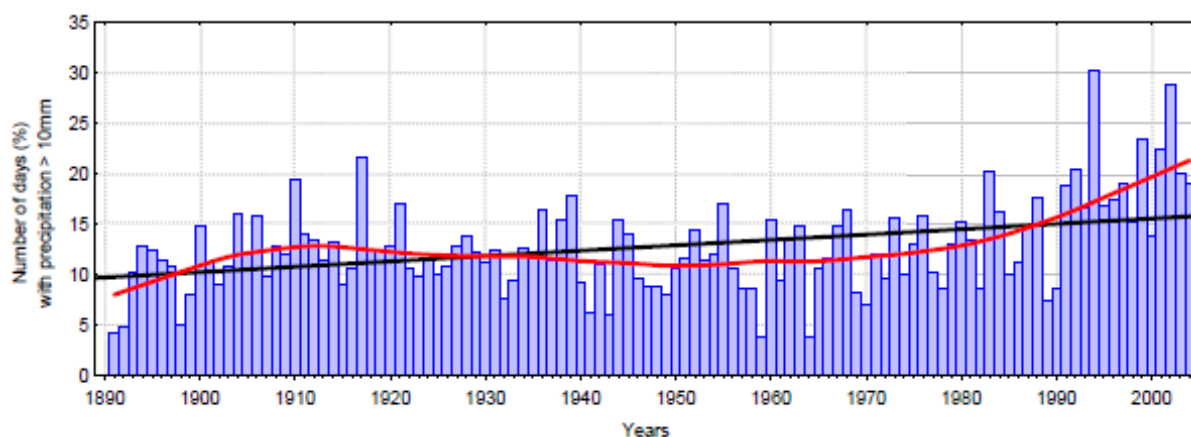
Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το φαινόμενο της αύξησης των μέγιστων ημερήσιων τιμών βροχόπτωσης, ενώ υπάρχει μείωση των συνολικών ετήσιων τιμών, έχει παρατηρηθεί ότι συμβαίνει παγκοσμίως και συγκεκριμένα συμβαίνει και στη Μεσόγειο σε μεγάλο βαθμό (Alpert et al., 2002). Μεγάλοι οργανισμοί όπως το IPCC (2007) εκτιμούν ότι γενικότερα η βροχόπτωση στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, όπου ανήκει η Μεσόγειος και η Ελλάδα, θα μειωθεί.

Σύμφωνα με τη μελέτη που έγινε από τους Anagnostopoulou et al. (2006), για τους κυκλώνες στο χώρο της Μεσογείου και με βάση το μοντέλο Hadley Center Atmospheric General Circulation Model (HadAM3P), στο μέλλον αναμένεται να μειωθεί η συχνότητα εμφάνισης έντονων κυκλώνων (<1000 hPa) αλλά προβλέπεται οι κυκλώνες να είναι πιο έντονοι, ειδικά στο επίπεδο των 500 hPa.

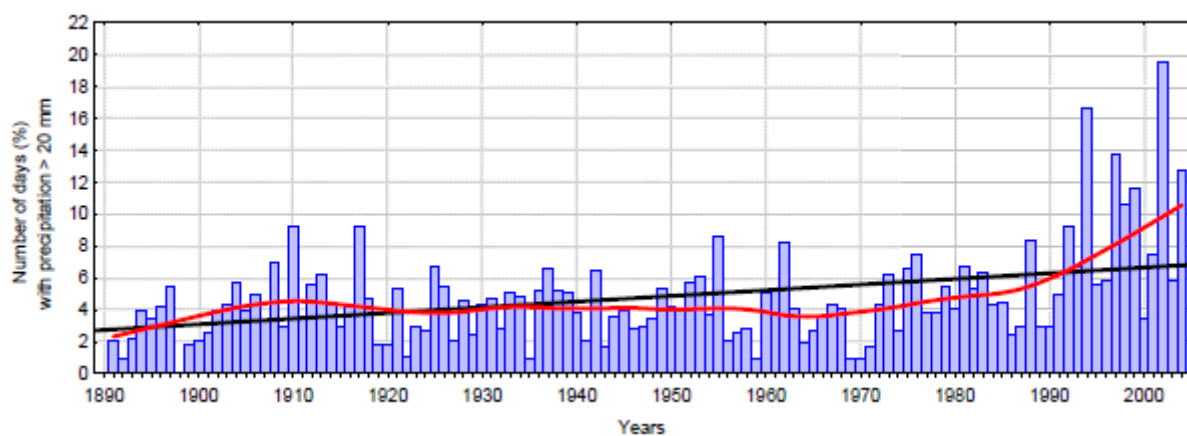
Οι Nastos and Zerefos (2008) ανέλυσαν τη συνολική ακραία ημερήσια βροχόπτωση στην Ελλάδα και κατέληξαν ότι υπάρχει ανοδική τάση στις τιμές. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στα ανατολικά και νοτιοανατολικά τμήματα της Ελλάδας, οι τιμές του ημερησίου ύψους βροχής υπερβαίνουν τα 30 και 50mm. Παράλληλα, τα συμβάντα ακραίας βροχόπτωσης λαμβάνουν χώρα κατά τους χειμερινούς μήνες στα δυτικά και ανατολικά τμήματα του ελλαδικού χώρου, ενώ κατά τους φθινοπωρινούς μήνες στα υπόλοιπα τμήματα της χώρας.

Εξίσου σημαντικός παράγοντας στη βροχόπτωση, στο καθεστώς διάβρωσης και κατ' επέκταση στις πλημμύρες είναι αυτός της φυσιογραφίας της Ελλάδας. Συγκεκριμένα, η οροσειρά της Πίνδου η οποία διασχίζει ολόκληρο τον ελλαδικό χώρο έχει δραστικό ρόλο στην κατανομή των βροχοπτώσεων. Οι πιο έντονες βροχοπτώσεις έχουν διεύθυνση από τα δυτικά, νοτιοδυτικά ή βορειοδυτικά προς το υπόλοιπο της Ελλάδας. Έτσι, λόγω της οροσειράς της Πίνδου, η μέση ετήσια βροχόπτωση στα δυτικά της χώρας ξεπερνάει τα 1800mm, ενώ στα ανατολικά της οροσειράς υπολογίζεται περίπου στα 300mm (Mimikou and Koutsoyiannis, 1995). Ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν φαινόμενα πλημμύρας στα ανατολικά και πιο ξηρά μέρη. Σύμφωνα με τους Flokas and Bloutsos (1980), για περίοδο επαναφοράς 50 ετών, το μέγιστο 24ωρο ύψος βροχής στη δυτική Ελλάδα είναι 175mm, στο ανατολικό τμήμα της οροσειράς της Πίνδου η τιμή πέφτει στα 100mm, ενώ στα νησιά του ανατολικού Αιγαίου η τιμή ξανανεβαίνει στα 175mm.

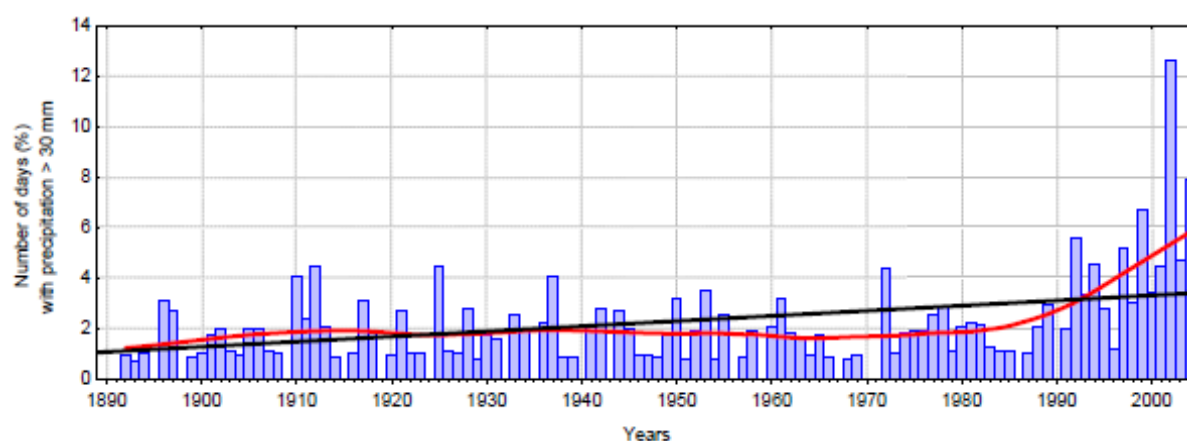
Όσον αφορά στην Αττική, οι μέρες με τιμές ακραίας βροχόπτωσης άνω των 50mm έχουν αυξηθεί με αποτέλεσμα να υπάρχουν περισσότερες καταστροφές και απώλειες σε ανθρώπινες ζωές (Nastos and Zerefos, 2007). Για να το δείξουν αυτό οι Nastos and Zerefos (2007), χρησιμοποίησαν χρονοσειρές των ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψη βροχής μεγαλύτερα από 10mm, 20mm, 30mm και 50mm [**Σχήμα 18, Σχήμα 19, Σχήμα 20, Σχήμα 21**].



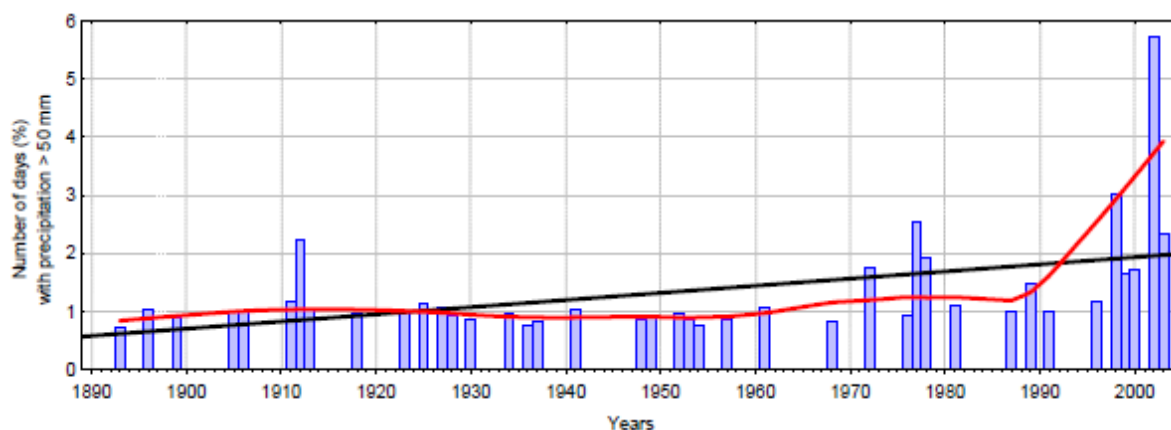
Σχήμα 18: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >10mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007)



Σχήμα 19: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >20mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007)



Σχήμα 20: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >30mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007)



Σχήμα 21: Χρονοσειρά ετήσιων ποσοστών ημερών βροχόπτωσης με ύψος βροχής >50mm (Πηγή: Nastos and Zerefos, 2007)

Συνεπώς, ο ελλαδικός χώρος βρίσκεται σε μια περιοχή στην οποία παρόλο που παρουσιάζεται μείωση στην ετήσια ποσότητα βροχόπτωσης, υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη αύξηση στα συμβάντα με μέγιστο ημερήσιο ύψος βροχής. Η ένταση και η ακραιότητα αυτών των καταιγίδων είναι τέτοια που συνεπάγεται πιο συχνά φαινόμενα πλημμυρών με καταστροφικές συνέπειες στο περιβάλλον, στην οικονομία και στους ανθρώπους που ζουν και ευημερούν στην εκάστοτε περιοχή. Η Αθήνα λόγω της έντονης αστικοποίησης μετά τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, της αυξημένης χρήσης ιδιωτικών αυτοκινήτων μετά το 1970 (Philandras et al., 1999), αλλά και λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο, παρουσιάζει το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας με αποτέλεσμα να εμφανίζει ακόμα περισσότερα ακραία συμβάντα βροχόπτωσης (Nastos and Zerefos, 2008). Όσον αφορά στην αυξημένη αστικοποίηση θα γίνει λεπτομερής αναφορά στο παρακάτω κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

3.1 Περιγραφή περιοχής μελέτης

3.1.1 Γενικά στοιχεία

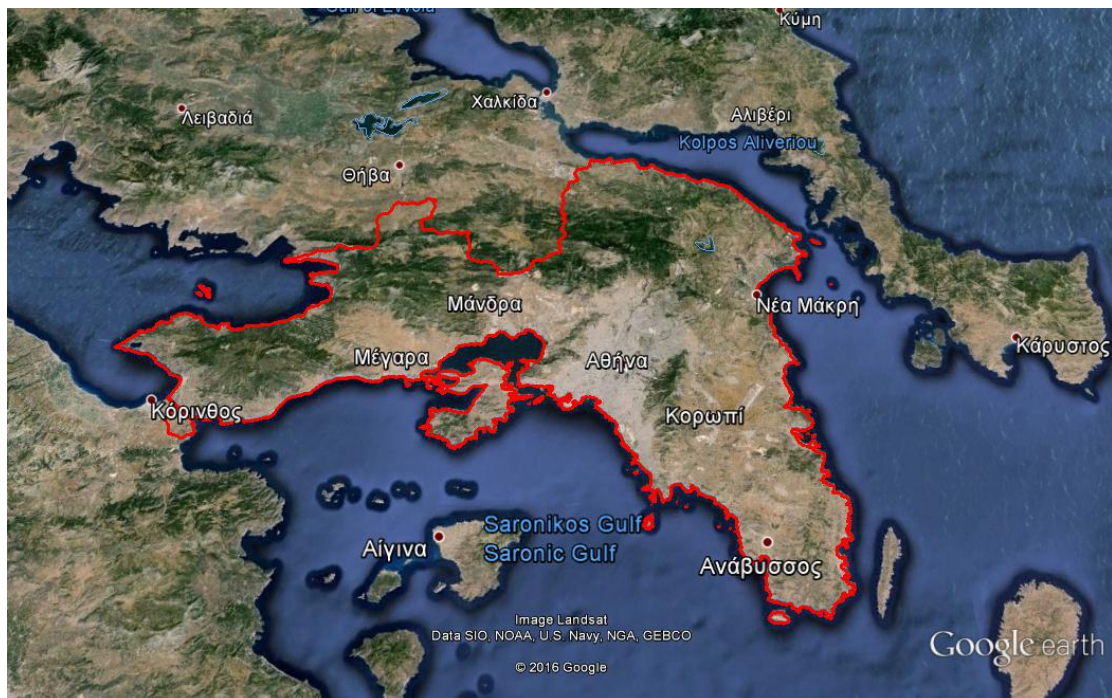
Η περιοχή μελέτης όπου έλαβε χώρα η πλημμύρα του Οκτωβρίου 2014 βρίσκεται στο νομό Αττικής και συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Εθνική Επιτροπή Υδάτων, στο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής (ΥΔ) GR06 [Σχήμα 22].



Σχήμα 22: Υδατικά Διαμερίσματα Ελλάδας (Πηγή: Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013)

Η Αττική αποτελεί το νοτιοανατολικό άκρο της Στερεάς Ελλάδας. Στα βόρεια οριοθετείται από τον ορεινό όγκο της Πάρνηθας και του Κιθαιρώνα, στα ανατολικά από τον Ευβοϊκό κόλπο, το νότιο άκρο αγγίζει το Αιγαίο Πέλαγος, ενώ στα δυτικά βρέχεται από τον Σαρωνικό κόλπο και τον Κορινθιακό [Σχήμα 23]. Η πόλη της Αθήνας, στην οποία ανήκει η υπό μελέτη περιοχή, είναι η πρωτεύουσα της Ελλάδας και αποτελεί την πιο αστικοποιημένη περιοχή της χώρας. Η Αθήνα έχει χτιστεί σε μια μορφολογική λεκάνη η οποία οριοθετείται από τέσσερις ορεινούς όγκους. Στα βόρεια βρίσκεται η Πάρνηθα (1413m), βορειοανατολικά η Πεντέλη (1109m), ανατολικά ο

Υμηττός (1026m) και δυτικά το όρος Αιγάλεω (468m). Έτσι, η Αθήνα είναι ευρέως γνωστό ότι είναι χτισμένη στο λεκανοπέδιο της Αττικής.



Σχήμα 23: Γεωγραφικά στοιχεία ευρύτερης περιοχής μελέτης (Πηγή: Google Earth)

Ο συνολικός πληθυσμός της Περιφέρειας Αττικής σύμφωνα με την απογραφή πληθυσμού που διεξήχθη το 2011 από τη ΕΛΣΤΑΤ, είναι 3.828.434 κάτοικοι. Οι δήμοι που θα απασχολήσουν αυτή τη διπλωματική εργασία [Σχήμα 24] και ο αντίστοιχος πληθυσμός τους είναι οι εξής:

Δήμος- Δημοτική Ενότητα	Πληθυσμός
Αχαρνών	100.743
Φυλής-(Άνω Λιόσια)	45.965
Αγ. Αναργύρων- Καματερού	62.529
Ιλίου	84.793
Περιστερίου	139.981
Χαϊδαρίου	46.897
Αιγάλεω	69.946
Νίκαιας-Αγ. Ιωάννη Ρέντη	105.430



Σχήμα 24: Δήμοι ενδιαφέροντος
(Πηγή: Google Earth)



Ο δήμος Αχαρνών έχει συνολική έκταση 149,1 km² και το μεγαλύτερο μέρος του ανήκει στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας. Έτσι, μόνο το νοτιότερο άκρο του δήμου είναι χτισμένο και είναι γνωστό με την ονομασία Μενίδι. Ο δήμος Φυλής ή Άνω Λιοσίων όπως συνηθίζεται να προσφωνείται (η ονομασία του δήμου πριν την ενοποίηση των δήμων λόγω Καλλικράτη) έχει συνολική έκταση 108,61 km². Και σε αυτόν το δήμο το μεγαλύτερο κομμάτι ανήκει στην Πάρνηθα και ένα μικρότερο στο όρος Αιγάλεω. Χτισμένο είναι το νοτιοανατολικό τμήμα του δήμου. Ο δήμος Φυλής και ο δήμος Αχαρνών συνορεύουν στο μεγαλύτερο τμήμα τους. Ο δήμος Αγ. Αναργύρων-Καματερού έχει συνολική έκταση 9,13 km² και είναι χτισμένος σχεδόν εξ ολοκλήρου. Στα βόρεια συνορεύει με τους δύο παραπάνω δήμους, ενώ στα νότια με το δήμο Ιλίου. Ο δήμος Ιλίου έχει συνολική έκταση 9,26 km². Το βορειοδυτικό τμήμα του δήμου βρίσκεται σε ένα τμήμα του όρους Αιγάλεω και έτσι εκεί παραμένει άχτιστο. Νοτιοδυτικά συνορεύει με τον δήμο Περιστερίου ο οποίος έχει έκταση 10,69 km² και είναι χτισμένος σε όλη του την έκταση. Νοτιοδυτικά του δήμου Περιστερίου βρίσκεται ο δήμος Αιγάλεω. Ο συγκεκριμένος είναι πλήρως αστικοποιημένος και έχει συνολική έκταση 6,53 km². Ο δήμος Χαϊδαρίου έχει έκταση 23,1 km² και στα ανατολικά συνορεύει με τους δήμους Περιστερίου και Αιγάλεω. Τη μεγαλύτερη έκταση του δήμου καταλαμβάνει το όρος Αιγάλεω, συνεπώς μικρό μέρος είναι χτισμένο. Τέλος, νοτιότερα βρίσκεται ο δήμος Αγ. Ιωάννη Ρέντη-Νίκαιας ο οποίος έχει έκταση 11,19 km² και είναι αστικοποιημένος στο μεγαλύτερο τμήμα του.

3.1.2 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά

Τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά της Αττικής έχουν σαν αποτέλεσμα να υπάρχει ποικιλία στο κλίμα της περιοχής. Γενικά το κλίμα της Αττικής θεωρείται εύκρατο, μεσογειακό και στις νότιες με νοτιοανατολικές περιοχές της ξηρό με ελάχιστες ποσότητες υετού. Το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου το κλίμα είναι ήπιο αν και παρουσιάζει μεγάλη διαφορά στα εύρη θερμοκρασίας μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα αναλογικά με άλλες περιοχές της χώρας (Πηγή διαδικτύου: <https://el.wikipedia.org/>)

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 18°C, η σχετική υγρασία 62% και η σχετική διάρκεια ηλιοφάνειας 66%. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών βροχόπτωσης είναι 72 (20%) και το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 390mm. Η μέση ετήσια διάρκεια ξηρής περιόδου είναι 7,7 ημέρες. Ωστόσο, αυτή η περίοδος κατά τους καλοκαιρινούς μήνες διαρκεί 25 ημέρες (Koutsoyiannis and Baloutsos, 2000).

Ο Ιούλιος θεωρείται ο θερμότερος μήνας και ψυχρότερος ο Ιανουάριος. Όσον αφορά στα καλοκαίρια γενικά θεωρούνται ιδιαίτερα θερμά με τη μέγιστη θερμοκρασία που έχει καταγραφεί στην Αθήνα αλλά και σε ολόκληρη την Ευρώπη να είναι 48°C στις 10 Ιουλίου 1977 ². Από τον Νοέμβριο γίνεται αισθητό το κρύο στην Αθήνα. Οι βροχοπτώσεις λαμβάνουν χώρα από το Σεπτέμβριο έως τον Απρίλιο, ενώ το υπόλοιπο διάστημα σπανίζουν χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τους ανοιξιάτικους και θερινούς μήνες δεν παρουσιάζονται ακραία γεγονότα βροχόπτωσης. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, τον Νοέμβριο παρουσιάζονται οι

² Πηγή διαδικτύου: <http://wmo.asu.edu/europe-highest-temperature>

περισσότερες βροχοπτώσεις τους έτους (Diakakis et al., 2012) [Σχήμα 12]. Οι χιονοπτώσεις γενικά σπανίζουν και συνήθως μετά από μερικές ώρες τα χιόνια λιώνουν.

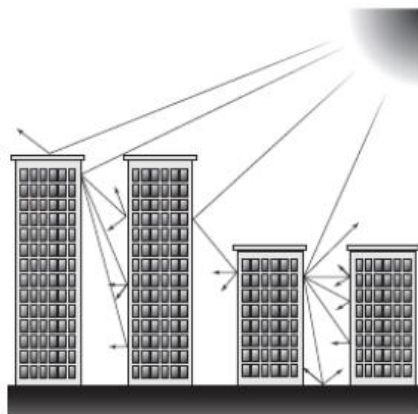
Αστική θερμική νησίδα

Ένα άλλο φαινόμενο που λαμβάνει χώρα στο λεκανοπέδιο και δημιουργεί ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στο μικροκλίμα της Αττικής είναι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Είναι ένα φαινόμενο το οποίο συνήθως παρουσιάζεται στα αστικά κέντρα. Σύμφωνα με αυτό, η θερμοκρασία του αέρα στις αστικές περιοχές είναι κατά μέσο όρο υψηλότερη μερικούς βαθμούς από την αντίστοιχη θερμοκρασία στις αγροτικές. Η διαφορά αυτή μπορεί να είναι 1-2°C την ημέρα και 6-8°C τη νύχτα σε συνθήκες άπνοιας ή ασθενών ανέμων (Αριανούτσου κ.ά., 1999). Χάρη στο φαινόμενο αυτό, η θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας αυξάνεται ταχύτατα ενώ πέφτει τη νύχτα.

Σε ορισμένες περιοχές της πόλης και ανάλογα με τις χρήσεις εδάφους (βιομηχανικές ή οικιστικές), παρατηρούνται πιο ακραίες θερμοκρασίες. Σημαντικό ρόλο παίζει και η διαμόρφωση που υπάρχει από τα κτίρια και τους δρόμους. Η επιφάνεια που δημιουργείται από τα κτίρια είναι ανώμαλη σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο της πόλης και αυτό προκαλεί μεγαλύτερη τριβή του αέρα πάνω από τα κτίρια, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα του ανέμου. Έτσι, η ταχύτητα του ανέμου μέσα στην πόλη είναι πιο μικρή και αυτό με τη σειρά του μειώνει την ανανέωση του αέρα και την αποθέρμανση της πόλης. Η συσσώρευση της θερμότητας τροποποιεί την ατμόσφαιρα της πόλης (Μπουντάς, 2014).

Παράλληλα, τα κτίρια και οι δρόμοι συσσωρεύουν θερμότητα κατά τη διάρκεια της μέρας. Η χρήση υλικών με θερμικές ιδιότητες διαφορετικές σε σχέση με αυτές που χρησιμοποιούνται στις μη αστικές περιοχές, όπως το γυαλί, το σκυρόδεμα, τα τούβλα και η ασφαλτός, έχουν σαν αποτέλεσμα να απορροφούν και να συσσωρεύουν θερμότητα κατά την ημέρα και να την εκλύουν στη διάρκεια της νύχτας. Ωστόσο, η πυκνή δόμηση με ψηλά κτίρια εντείνει τη θέρμανση της πόλης κατά τη διάρκεια της μέρας. Αυτό συμβαίνει επειδή κάποια κτίρια αντανακλούν περισσότερο την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ κάποια άλλα την απορροφούν περισσότερο ανάλογα με το οικοδομικό υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί στην εκάστοτε κατασκευή [Σχήμα 25]. Έτσι, η πόλη δεν ψύχεται αποτελεσματικά κατά τη διάρκεια της νύχτας (Ρήγα, 201).

Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με την έλλειψη πάρκων και χώρων πρασίνου συντελούν στην εμφάνιση υψηλότερων θερμοκρασιών στην πόλη.



Σχήμα 25: Αντανάκλαση ηλιακής ακτινοβολίας στα ψηλά και χαμηλά κτίρια (Πηγή: Allaby, 2007)

3.1.3 Γεωλογία

Για την περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών της Αττικής και πιο συγκεκριμένα του λεκανοπεδίου της Αθήνας, λήφθηκε υπόψη η Έκθεση «Γεωλογική – Γεωτεχνική Μελέτη Λεκανοπεδίου Αθηνών» της οποίας η εκπόνηση ανατέθηκε στο Πανεπιστήμιο Αθηνών από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας.

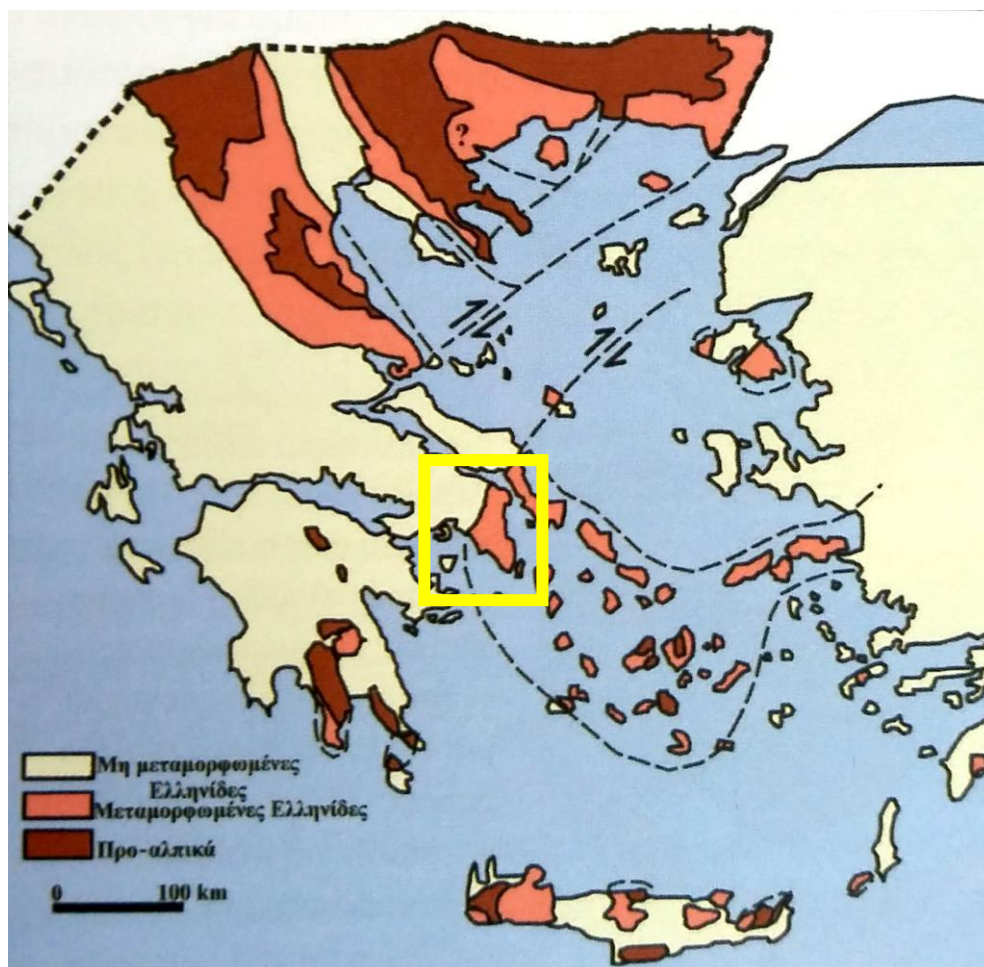
Αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με την Έκθεση, ο χώρος της Αττικής έχει μελετηθεί αρκετά στο παρελθόν τόσο από Έλληνες όσο και από ξένους ερευνητές. Έτσι, η ενδεικτική βιβλιογραφία αναφέρει ότι ο Bittner (1880) ασχολήθηκε με τη στρωματογραφία και τους γεωλογικούς σχηματισμούς της Αττικής, ενώ ο Lepsius (1893) κατασκεύασε χάρτη της Αθήνας και της κεντρικής και νότιας Αττικής. Ο Renz (1907, 1908, 1909) έδωσε βάση στη γεωλογία της Πάρνηθας. Ο Sindowski (1949) συνέταξε λεπτομερή χάρτη του λεκανοπεδίου Αθηνών ενώ ο Freyberg (1951) χαρτογράφησε τους νεογενείς σχηματισμούς. Τέλος, άλλοι ερευνητές οι οποίοι ασχολήθηκαν με τη γεωλογία της Αττικής και του λεκανοπεδίου Αθηνών είναι οι: Μαρίνος (1937, 1955), Τάταρης (1967), Μαρίνος κ.ά. (1971, 1974) και άλλοι.

Οι Παπανικολάου κ.ά. (2002) για τη σύνθεση της Γεωλογικής-Γεωτεχνικής Μελέτης, εκτός από την προαναφερόμενη βιβλιογραφία, έλαβαν υπόψη τους μια σειρά χαρτών. Συγκεκριμένα, των Lepsius (1893), Niedermayer (1949), Σαμπατακάκης (1991), ΙΓΜΕ (1986, 1980).

Έτσι, σύμφωνα με τους Παπανικολάου κ.ά. (2002), στη συνέχεια του κεφαλαίου θα γίνει η περιγραφή της γεωλογικής δομής του χώρου του λεκανοπεδίου.

Η μεγάλη τεκτονική ζώνη που χαρακτηρίζει την περιοχή του λεκανοπεδίου αποτελεί μια αλπική δομή και συγκεκριμένα ένα μεγάλο ρήγμα εφελκυστικής αποκόλλησης (detachment fault) διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ (Papanikolaou et al., 1999, Papanikolaou and Royden, 2007). Αυτή η δομή χωρίζει το λεκανοπέδιο σε δυο κατηγορίες πτερωμάτων. Η πρώτη κατηγορία αφορά αμεταμόρφωτα ιζηματογενή πετρώματα και

συγκεκριμένα ασβεστόλιθους και δολομίτες. Αυτά απαντούν στην βορειοδυτική Αττική και συγκεκριμένα στην Πάρνηθα και στον ορεινό όγκο του Αιγάλεω. Η δεύτερη κατηγορία αφορά σε μεταμορφωμένα πετρώματα όπως μάρμαρα, σχιστόλιθους, γνευσίους και απαντώνται στην νοτιοανατολική Αττική στα όρη Πεντέλη, Υμηττός και στα άλλα όρη που βρίσκονται πιο ανατολικά. Οι δυο κατηγορίες πετρωμάτων ανήκουν σε δυο διαφορετικές γεωτεκτονικές ενότητες. Η πρώτη είναι αυτή της Υποπελαγονικής ενότητας και η δεύτερη είναι η ενότητα του μεταμορφωμένου αυτόχθονου της Αττικής [Σχήμα 26]. Η δεύτερη βυθίζεται κάτω από την Υποπελαγονική ενότητα.



Σχήμα 26: Το εφελκυστικό ρήγμα αποκόλλησης που οριοθετεί τα μεταμορφωμένα πετρώματα της ανατολικής Αττικής (σχετικά Αυτόχθονο Αττικής) από τα αμεταμόρφωτα πετρώματα της δυτικής Αττικής (Υποπελαγονική ενότητα). (Πηγή: Papanikolaou, 1986)

Οι λόφοι που βρίσκονται στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου (Τουρκοβούνια, λόφοι Γαλατσίου, Λυκαβηττός, λόφος Στρέφη, Ακρόπολης, Φιλοπάππου και άλλοι μικρότεροι) καθώς και αυτοί που βρίσκονται κατά μήκος των προπόδων του όρους Αιγάλεω (λόφος Καματερού, Πετρούπολης, Χαϊδαρίου, Κορυδαλλού, Καραβά, Πειραιά) ανήκουν σε μια τρίτη γεωτεκτονική ενότητα η οποία είναι το Αλλόχθονο του λεκανοπεδίου Αθηνών (Ενότητα Αθηνών) (Papanikolaou et al., 2004). Οι σχηματισμοί αυτής της ενότητας επίκεινται τόσο στα πετρώματα της Υποπελαγονικής ενότητας όσο και στα μεταμορφωμένα πετρώματα του Αυτόχθονου Αττικής.

Πάνω σε όλους αυτούς τους αλπικούς σχηματισμούς επικάθονται μεταλπικοί σχηματισμοί ηλικίας Νεογενούς οι οποίοι εμφανίζονται σε μικρούς λοφίσκους του λεκανοπεδίου και συγκεκριμένα στις περιοχές Ζεφύρι, Ν. Φιλαδέλφεια, Ν. Ιωνία, Περιστέρι και δάσος Χαϊδαρίου αλλά και στην παραλιακή ζώνη.

Τέλος, πάνω σε όλους αυτούς τους σχηματισμούς επικάθονται οι μεταλπικοί σχηματισμοί Τεταρτογενούς ηλικίας. Οι σχηματισμοί αυτοί δημιουργούν ένα κάλυμμα πάνω σε όλους τους παλιότερης ηλικίας γεωλογικούς σχηματισμούς. Τα φερτά υλικά των δύο ποτάμιων συστημάτων του λεκανοπεδίου (Κηφισός και Ιλισός) καθώς και οι πλευρικές αποθέσεις κορημάτων και τα αλλουβιακά ριπίδια συνθέτουν τους τεταρτογενείς σχηματισμούς.

Στη συνέχεια ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των αλπικών γεωλογικών σχηματισμών του λεκανοπεδίου της Αττικής από την ανώτερη προς την κατώτερη τεκτονικά ενότητα, καθώς και ο γεωλογικός χάρτης [**Σχήμα 27**] σύμφωνα με τους Παπανικολάου κ.ά. (2002).

Η ενότητα Αθηνών είναι η ανώτερη τεκτονικά ενότητα και αποτελεί ένα κάλυμμα με διαδοχικές λεπιώσεις ανάμεσα σε δυο επιμέρους λιθολογικά σύνολα. Ο ένας λιθολογικός σχηματισμός αποτελείται από ανωκρητιδικούς νηριτικούς ασβεστόλιθους και ο δεύτερος είναι ένα σύνθετο μίγμα πετρωμάτων (melange) το οποίο παλιότερα ήταν γνωστό ως «Σχιστόλιθοι των Αθηνών». Στον δεύτερο λιθολογικό σχηματισμό εμπεριέχονται λεπτοπλακώδεις ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και αργιλικοί σχίστες, καθώς και πελαγικοί ασβεστόλιθοι μέσα σε κλαστικούς σχηματισμούς.

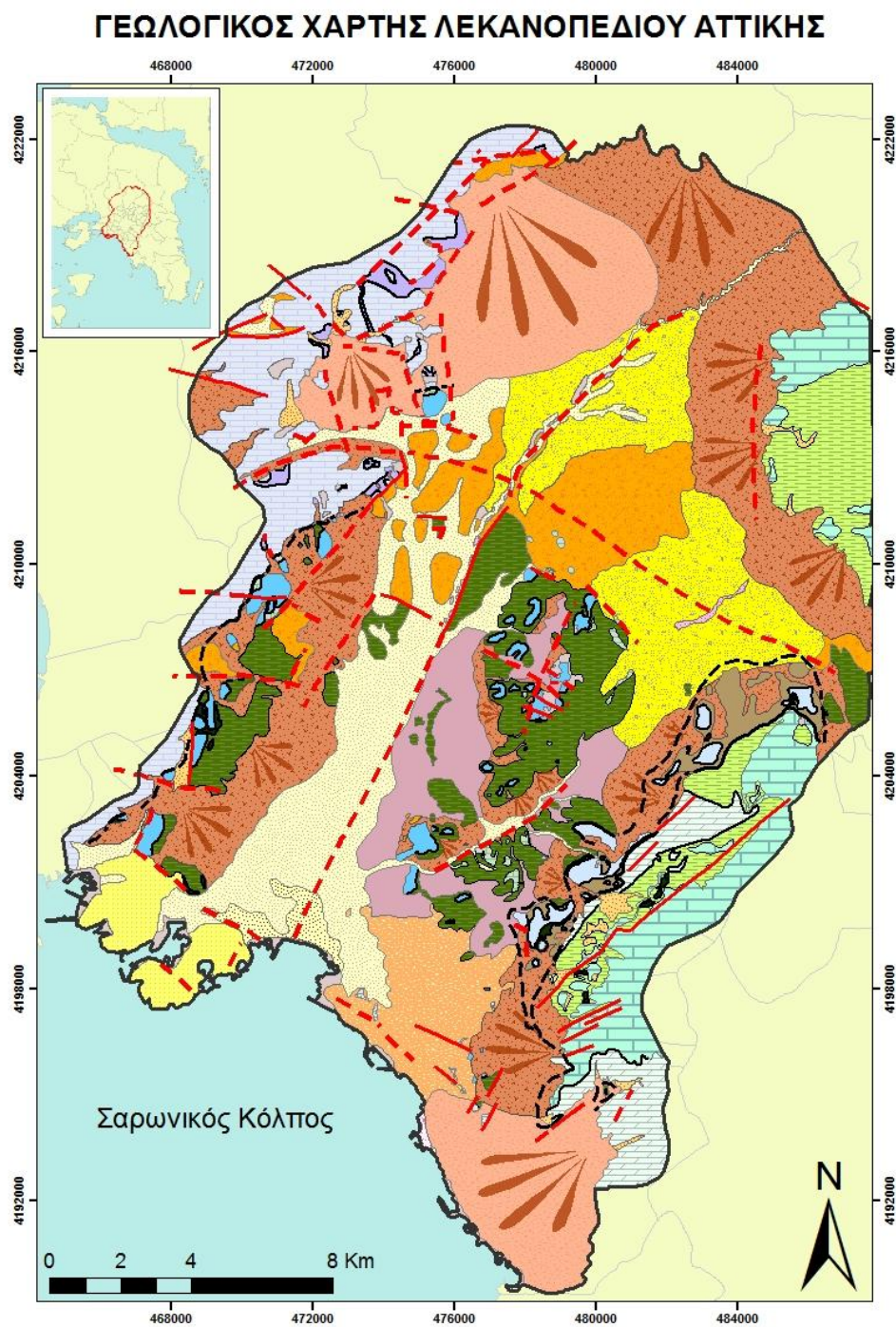
Η Υποπελαγονική ενότητα υπόκειται τεκτονικά της ενότητας Αθηνών και αποτελείται από δύο λιθολογικούς σχηματισμούς. Ο σχηματισμός που βρίσκεται στην βάση της ενότητας είναι ένας κλαστικός σχηματισμός ηλικίας Άνω Παλαιοζωϊκό-Κάτω Τριαδικό, ενώ ο ανώτερος σχηματισμός που είναι και ο κύριος, αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς ηλικίας Τριαδικό - Ιουρασικό. Φαινόμενα εφίππευσεων χαρακτηρίζουν ολόκληρη την ενότητα και για το λόγο αυτό πολλές φορές ο σχηματισμός της βάσης υπέρκειται του κύριου σχηματισμού.

Η ενότητα Αλεποβουνίου είναι τεκτονικά σφηνωμένη μεταξύ των υποκείμενων μεταμορφωμένων σχηματισμών του Υμηττού και της ενότητας Αθηνών. Αποτελείται από ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα και διακρίνεται από δύο λιθολογικά σύνολα τα οποία εμφανίζουν τεκτονικές επαφές μεταξύ τους. Το ανώτερο αποτελείται από συμπαγείς κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους εν μέρει Τριαδικής ηλικίας οι οποίοι επικάθονται τεκτονικά στο κατώτερο λιθολογικό σύνολο το οποίο αποτελείται κυρίως από φυλλίτες και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με παρεμβολές πλακωδών ασβεστολίθων και χαλαζιτών. Οι επαφές με τις δύο ενότητες που υπόκεινται και υπέρκεινται της ενότητας Αλεποβουνίου γίνονται με την παρουσία τεκτονικού λατυποπαγούς.

Οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί της Αττικής που αποτελούν το σχετικά αυτόχθονο της Αττικής, αποτελούνται από 3 λιθολογικούς σχηματισμούς. Ο ανώτερος σχηματισμός είναι δολομίτες και δολομιτικά μάρμαρα τριαδικής ηλικίας, ο ενδιάμεσος σχηματισμός είναι σχιστόλιθοι μεσοζωϊκής ηλικίας, ενώ ο κατώτερος σχηματισμός είναι μάρμαρα μεσοζωϊκής ηλικίας.

Επιπρόσθετα, στο εσωτερικό όλων των σχηματισμών, και κατά προτίμηση κατά μήκος των τεκτονικών επαφών των διαφόρων καλυμμάτων, υπάρχουν οφιολιθικά πετρώματα.

Όσον αφορά στους μεταλπηκούς σχηματισμούς, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, επικάθονται ασύμφωνα πάνω στους αλπικούς σχηματισμούς και καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής που απεικονίζεται στο χάρτη [**Σχήμα 27**]. Στους Τεταρτογενείς σχηματισμούς περιλαμβάνονται οι ανθρωπογενείς αποθέσεις, τα αλλούβια, παράκτιες αποθέσεις, πλευρικά κορήματα, ποτάμιες αναβαθμίδες και ριπίδια. Στους Νεογενείς σχηματισμούς περιλαμβάνονται Πλειοκαινικοί θαλάσσιοι και ηπειρωτικοί σχηματισμοί, θαλάσσιοι Ανωμειοκαινικοί ασβεστόλιθοι και παράκτιοι, ηπειρωτικοί-λιμναίοι Ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί.



Σχήμα 27: Τροποποιημένος Γεωλογικός χάρτης σύμφωνα με τους Παπανικολάου κ.ά. (2002)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

-  Ανθρωπογενείς αποθέσεις
-  Αλλούβια
-  Τεναγώδεις αποθέσεις
-  Παράκτιες αποθέσεις
-  Πλευρικά κορήματα
-  Διλουβιακές αποθέσεις
-  Ποτάμιες αναβαθμίδες
-  Πλευρικά κορήματα και ριπίδια (? Πλειστόκαινο)
-  Ριπίδια (?Πλειόκαινο-Πλειστόκαινο)

ΝΕΟΓΕΝΕΣ

-  Πλειοκαινικοί θαλάσσιοι σχηματισμοί
-  Πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί
-  Θαλάσσιοι Ανωμειοκαινικοί ασβεστόλιθοι
-  Ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί (παράκτιες και παράλιες φάσεις)
-  Ανωμειοκαινικοί ηπειρωτικοί-λίμναίοι σχηματισμοί

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΘΗΝΩΝ

-  Νηριτικοί ανθρακικοί σχηματισμοί Άνω Κρητιδικού
-  Πελαγικοί ασβεστόλιθοι εντός των κλασικών σχηματισμών
-  Λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι Άνω Κρητιδικού και αργιλικόι σχίστες εν μέρει Άνω Κρητιδικής ηλικίας

ΕΝΟΤΗΤΑ ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ

-  Ανθρακικοί σχηματισμοί Τριαδικής-Ιουρασικής ηλικίας
-  Κλαστικοί σχηματισμοί Άνω Παλαιοζωϊκού-Κάτω Τριαδικού

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΛΕΠΟΒΟΥΝΙΟΥ

-  Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι εν μέρει Τριαδικής ηλικίας
-  Φυλλίτες

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΑΤΤΙΚΗΣ

-  Μάρμαρα Μεσοζωϊκής ηλικίας
-  Σχιστόλιθοι Μεσοζωϊκής ηλικίας
-  Δολομιτικά μάρμαρα Τριαδικής ηλικίας

ΟΦΙΟΛΙΘΟΙ

-  Εμφανίσεις οφιολιθικών πετρωμάτων εντός των αλπικών ενοτήτων
-  Ρήγμα
-  Πιθανή προέκταση ρήγματος
-  Εφίπνευση
-  Επώθηση και πιθανή προέκταση της

3.2 Η αστικοποίηση της Αττικής

3.2.1 Ιστορική αναδρομή

Η αστική εξέλιξη της Αττικής χαρακτηρίζεται από τρεις σημαντικές χρονικές περιόδους. Η πρώτη ήταν τον 19^ο με αρχές του 20^{ου} αιώνα, με τη δημιουργία του ελληνικού κράτους αμέσως μετά την απελευθέρωση της Ελλάδας από τους Τούρκους. Η δεύτερη ήταν από το 1922 με τη Μικρασιατική καταστροφή και για όλο το διάστημα του μεσοπολέμου. Η τρίτη περίοδος ήταν η μεταπολεμική περίοδος από τη δεκαετία του '50 μέχρι και σήμερα. Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται η ανάλυση των περιόδων αυτών.

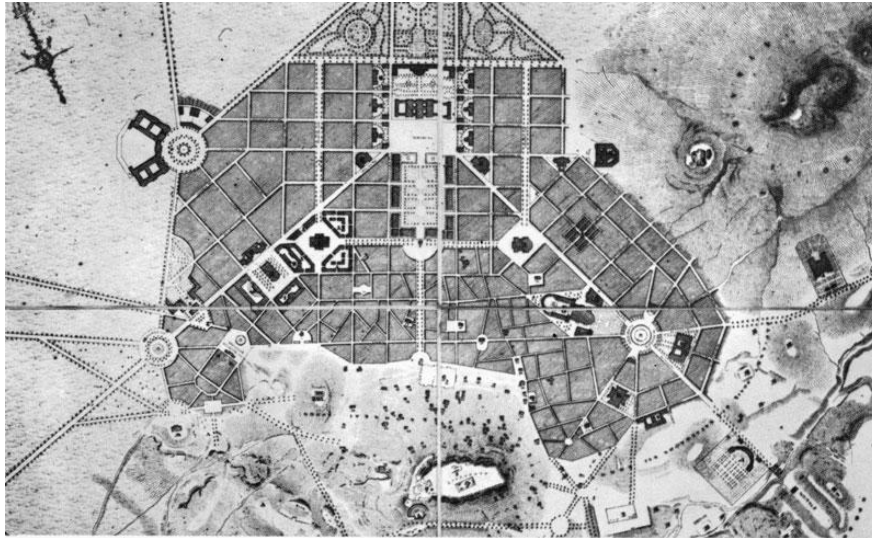
Στις 31 Μαρτίου 1833 η τουρκική φρουρά αποχωρεί από το φρούριο της Ακρόπολης και το 1834 η Αθήνα κηρύσσεται πρωτεύουσα του τότε ελληνικού κράτους με αποτέλεσμα τη δημιουργία του πρώτου αστικού ιστού. Κατά το συγκεκριμένο χρονολογικό έτος οι ιστορικές αναφορές κάνουν λόγο για μια κωμόπολη στην οποία ζούσαν περίπου 12.000 κάτοικοι και στους πρόποδες της Ακρόπολης υπήρχαν χτισμένα λίγα σπίτια (Λουκάκης, 1985 και Μαρκεζίνης, 1996) [Σχήμα 28].



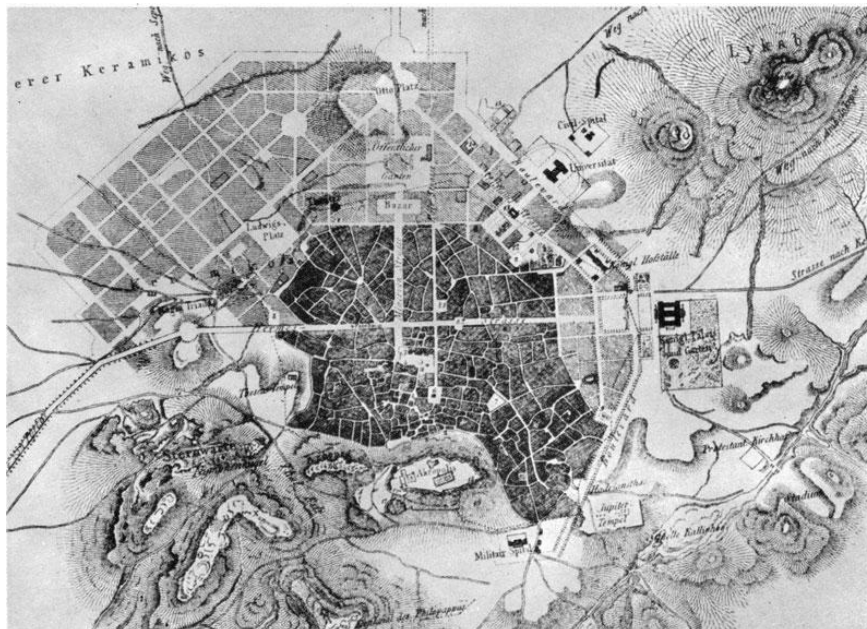
Σχήμα 28: Η πόλη των Αθηνών σε πίνακα του Richard Temple το 1810. Αριστερά διακρίνεται η Πύλη του Αδριανού και δεξιά το Θησείο. Σε πρώτο πλάνο αριστερά η ρεματιά που εξελίχθηκε στις οδούς Δημοκρίτου-Βουκουρεστίου (Πηγή: Hobhouse, 1813)

Η πόλη αρχίζει να επεκτείνεται βάση του πολεοδομικού σχεδίου των Κλεάνθη και Schaubert το οποίο επικυρώθηκε τον Ιούλιο του 1833 [Σχήμα 29]. Σύμφωνα με το σχέδιο αυτό η πόλη είχε έκταση 2.890 στρέμματα και θα μπορούσε να στεγάσει 35-40.000 κατοίκους. Το σχήμα των κύριων αξόνων ήταν ένα ισοσκελές τρίγωνο με κορυφή τη σημερινή πλατεία Ομονοίας, πλευρές τις οδούς Πειραιώς και Σταδίου και βάση την οδό Ερμού (Μπαστέα, 2008, Φιλιππίδη, 1984, Μπίρης και Καρδαμίτση - Αδάμη, 2001). Ωστόσο, η τιμή της γης πολλαπλασιάστηκε με αποτέλεσμα η εφαρμογή του σχεδίου να καταστεί αδύνατη. Το σχέδιο πόλης τροποποιήθηκε ακόμα 2 φορές από τον Klenze και από τον Gaertner [Σχήμα 30] καθώς οι κάτοικοι

διαμαρτύρονταν για τις απαλλοτριώσεις που επρόκειτο να γίνουν με σκοπό την ανέγερση δημόσιων κτιρίων, τη διαμόρφωση πάρκων και του οδικού δικτύου αλλά και την χωροθέτηση των ανακτόρων (Μπίρης, 1933). Γενικά, σύμφωνα με το σχέδιο Klenze ο στόχος ήταν η μείωση της έκτασης της πόλης, ο περιορισμός του πλάτους των δρόμων και της επιφάνειας των πλατειών και η κατάργηση των λεωφόρων εντός της πόλης (Μπαστέα, 2008, Φιλιππίδη, 1984, Μπίρης και Καρδαμίτση - Αδάμη, 2001). Ο Gaertner κλήθηκε για να συντάξει το τελικό σχέδιο της πόλης με την επιλογή της θέσης των ανακτόρων στη σημερινή θέση της Βουλής.

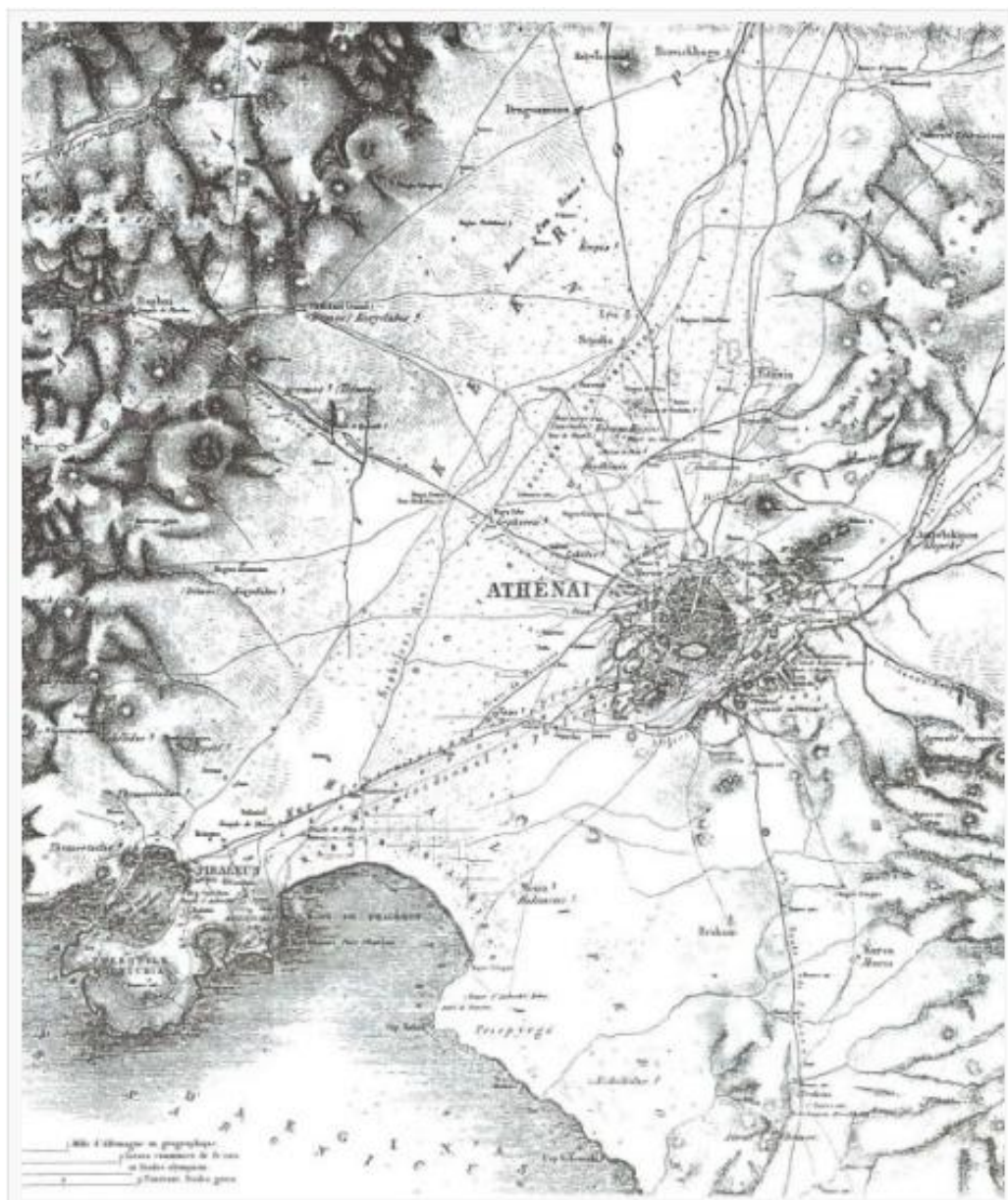


Σχήμα 29: Η πολεοδομική πρόταση των Κλεάνθη-Schaubert για την πόλη της Αθήνας το 1833 (Πηγή: Μπίρης, 1966)



Σχήμα 30: Η τελική μορφή του πολεοδομικού σχεδίου Αθηνών μετά την επέμβαση του Gaertner (Πηγή: Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, 2009)

Η Αθήνα άργησε να επεκταθεί στο σύνολο της προβλεπόμενης από τα σχέδια έκτασης. Για δεκαετίες τα όρια της πόλης παρέμεναν τα ίδια με αυτά της παλιάς. Οι περιοχές που θεωρούνται σήμερα κέντρο της Αθήνας, όπως είναι η Ομόνοια και η βόρεια πλευρά της οδού Πειραιώς, μέχρι το 1870-1880 ήταν έρημες. Οι πρόποδες του Λυκαβηττού θεωρούνταν το άκρο της πόλης και η Λ. Αλεξάνδρας το 1880 ήταν ακόμα μια ρεματιά. Επίσης, η Κυψέλη είχε κάποιες μακρινές αγροτικές και εξοχικές βίλες όπου οι Αθηναίοι πραγματοποιούσαν τις εκδρομές τους. Εξοχικές τοποθεσίες ήταν και οι Αμπελόκηποι, τα Πατήσια και ο Κολωνός³.



Σχήμα 31: Χάρτης της Αθήνας από τον J.A.Sommer το 1837. Διακρίνεται ο Ελαιώνας, οι δρόμοι που οδηγούν στον Πειραιά, το Φάληρο και το Μενίδι (Πηγή διαδικτυο: <https://logopoli.com/>)

³ Πηγή διαδικτυο: http://www.eie.gr/archaeologia/gr/chapter_more_9.aspx , <https://logopoli.com/>

Παράλληλα, κατά μήκος του Κηφισού ποταμού και σε πλάτος που έφτανε μέχρι και το Αιγάλεω ήταν σχηματισμένη η εύφορη κοιλάδα γνωστή με το όνομα Ελαιώνας [Σχήμα 31]. Η περιοχή του Ελαιώνα ήταν από τις πιο παραγωγικές μέχρι και τα μέσα του 20^{ου} αιώνα. Τα Σεπτόλια, τα οποία αποτελούσαν τμήμα του Ελαιώνα, ήταν γνωστή αγροτική περιοχή. Στην περιοχή υπήρχαν κτήματα και νερόμυλοι και γενικά αποτελούσε χώρο κατοικίας καλλιεργητών και χώρο περιπάτου των Αθηναίων της μεσαίας τάξης. Εκτός από τις καλλιέργειες στην περιοχή υπήρχαν βουστάσια και άλλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις οι οποίες αναπτύχθηκαν από τα μέσα του 19^{ου} έως τα μέσα του 20^{ου} αιώνα ⁴. Όσον αφορά στον πληθυσμό, αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα δεν είχε ξεπεράσει τον αριθμό των 100.000 κατοίκων.

Μια δεύτερη χρονική περίοδος πολύ σημαντική για την αστική ανάπτυξη της Αττικής αρχίζει το 1922 μετά την Μικρασιατική καταστροφή. Οι πρόσφυγες οι οποίοι κατέληξαν στην Αττική με σκοπό να εγκατασταθούν στην περιοχή ήταν χιλιάδες. Σύμφωνα με την απογραφή πληθυσμού του 1920 στην Αθήνα κατοικούσαν 297.276 άτομα (Λεοντίδου, 1989). Στην απογραφή του 1928 η Αθήνα είχε 459.211 κατοίκους εκ των οποίων οι 131.810 ήταν γηγενείς κάτοικοι, οι 129.380 ήταν πρόσφυγες και οι 198.021 ήταν εσωτερικοί μετανάστες (Καραδήμου - Γερόλυμπου, 2002).

Το αποτέλεσμα αυτής της απότομης αύξησης του πληθυσμού ήταν περιοχές οι οποίες μέχρι τότε ήταν παρθένες και δασικές, όπως στην ευρύτερη δυτική Αττική, να καταπατηθούν και να χτιστούν με τρόπο αυθαίρετο (Evelpidou et al, 2009, Αβδελίδη, 2010). Συγκεκριμένα, για να ελαχιστοποιηθούν οι κοινωνικές αναταραχές αποφασίστηκε η δημιουργία προσφυγικών συνοικισμών σε μακρινή απόσταση από τον οικιστικό ιστό της Αθήνας και του Πειραιά. Έτσι, απαλλοτριώθηκαν μεγάλες εκτάσεις γης και δημιουργήθηκαν οι συνοικίες της Ν. Ιωνίας, Ν. Χαλκηδόνας, Ν. Σμύρνης, Ν. Φιλαδέλφειας, Περιστερίου και Καισαριανής. Ο γεωγραφικός χώρος της Αθήνας διασχίζεται από έναν νοητό άξονα που χωρίζει την εργατική τάξη στα δυτικά και τη μεσοαστική τάξη στα ανατολικά και βορειοανατολικά (Noormohammadan, 2008).

Αυτή η ανάπτυξη του αστικού ιστού έγινε με τρόπο αυθαίρετο και εκτός των σχεδίων πόλης. Έτσι, οι διαδοχικές νομιμοποιήσεις των αυθαιρέτων ήταν η κύρια διαδικασία αστικής επέκτασης της πόλης (Μαυρίδου, 1987). Στις περιοχές των αυθαιρέτων έλειπαν στοιχειώδεις υποδομές και έτσι το διάστημα εκείνο η προστασία του περιβάλλοντος και των ρεμάτων δεν αποτελούσε ζήτημα που εξεταζόταν κατά την ανάπτυξη της πόλης ⁵.

Η τρίτη χρονική περίοδος η οποία ήταν σημαντική για την ανάπτυξη του αστικού ιστού της Αττικής ήταν η μεταπολεμική περίοδος μέχρι και τη δεκαετία του 1980. Το διάστημα αυτό η εσωτερική μετανάστευση που έγινε στη χώρα ήταν μεγάλης

⁴ Πηγή διαδικτυο: <https://logopoli.com/>

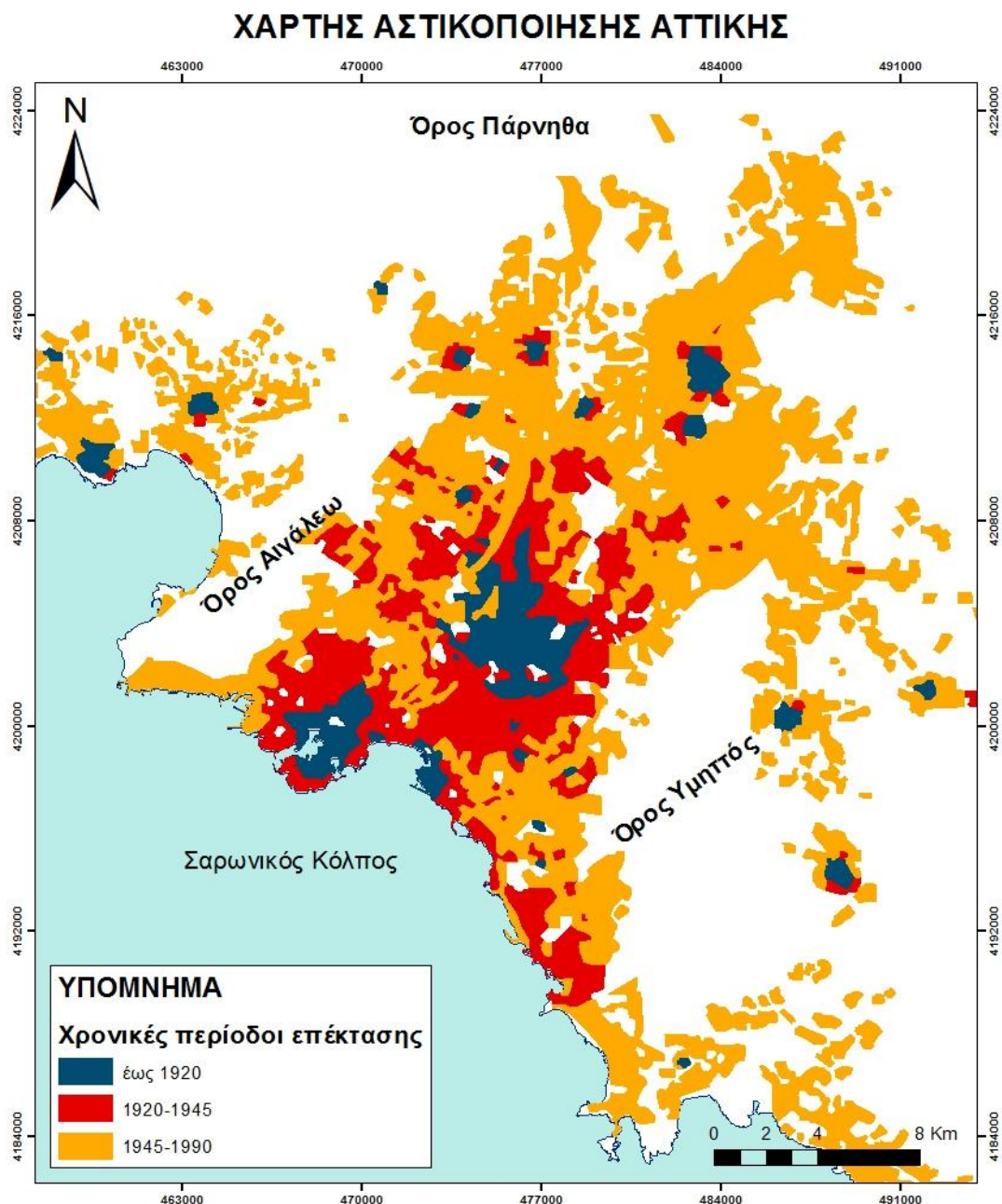
⁵ Πηγή διαδικτυο: <https://dasarxeio.com/>

έκτασης. Σύμφωνα με τους Μαλούτας και Πανταζής (2002), κατά τις δεκαετίες του '50 και '60, οι νέοι κάτοικοι ήταν κυρίως άνθρωποι οι οποίοι μέχρι τότε ακολουθούσαν τον αγροτικό τρόπο ζωής. Στη διάρκεια αυτού του μεταναστευτικού κύματος οικοδομήθηκαν εκτάσεις σε σημεία που οι ίδιοι επιθυμούσαν και με δική τους πρωτοβουλία (φαινόμενο αυτοστέγασης, σύμφωνα με τους Μαλούτας και Πανταζής, 2002). Αυτό έγινε με ιδιαίτερη ένταση σε δήμους γύρω από το Δήμο Αθηναίων αλλά και στη δυτική Αττική. Το 1951 η δυτική Αττική είχε 330.000 κατοίκους. Στις δυο πρώτες μεταπολεμικές δεκαετίες προστέθηκαν 460.000 κάτοικοι (Μαλούτας και Πανταζής, 2002). Συνεπώς αντιλαμβάνεται κανείς την αυξημένη ανάγκη που δημιουργήθηκε για δημιουργία κατοικιών. Παράλληλα, την περίοδο αυτή στο λεκανοπέδιο επικεντρώθηκε η βιομηχανική και γενικότερα η οικονομική ανάπτυξη. Αυτό δημιούργησε νέες θέσεις εργασίας και έτσι η Αττική αποτέλεσε πόλο έλξης για μεγάλο μέρος του πληθυσμού της Ελλάδας (Μαλούτας και Πανταζής, 2002).

Κατά τις δεκαετίες του '60, '70 και '80 οι επεκτάσεις της πόλης συνεχίζονται με αμείωτο ρυθμό. Συμπληρώνονται ζώνες που είχαν μείνει μέχρι τότε κενές, όπως στην περιοχή του κέντρου, ανάμεσα στον Πειραιά και στην Αθήνα, δυτικά και βόρεια, ενώ αρχίζει η επέκταση προς τις βορειοανατολικές και νοτιοανατολικές περιοχές (Αβδελίδη, 2010). Παράλληλα, τα απομακρυσμένα προάστια τα οποία βρίσκονται πέραν των φυσικών γεωμορφολογικών εμποδίων (Αιγάλεω, Πάρνηθα, Πεντέλη, Υμηττός) μετατρέπονται από περιοχές εξοχικών κατοικιών, σε περιοχές μόνιμων κατοικιών (Μαλούτας και Πανταζής, 2002, Αβδελίδη, 2010).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η νομιμοποίηση και η ένταξη εντός των σχεδίων πόλεων των περιοχών που αναπτύχθηκαν αυθαίρετα εξακολούθησε να συμβαίνει και κατά την μεταπολεμική περίοδο (υπενθυμίζεται ότι παραπάνω αναφέρθηκε ότι σύμφωνα με την Μαυρίδου, 1987, το ίδιο συνέβη και κατά την επέκταση της πόλης μετά την Μικρασιατική καταστροφή). Η ανάπτυξη του αστικού ιστού έγινε χωρίς σχεδιασμό και προγραμματισμό, και σύμφωνα με τα ιστορικά, κοινωνικά και οικονομικά δεδομένα της εκάστοτε εποχής. Έτσι, οι τροποποιήσεις των σχεδίων πόλεων και οι επεκτάσεις που πραγματοποιήθηκαν όλα αυτά τα χρόνια, ουσιαστικά επικύρωναν τις μεταβολές που είχαν ήδη συμβεί (Μαλούτας και Πανταζής, 2002).

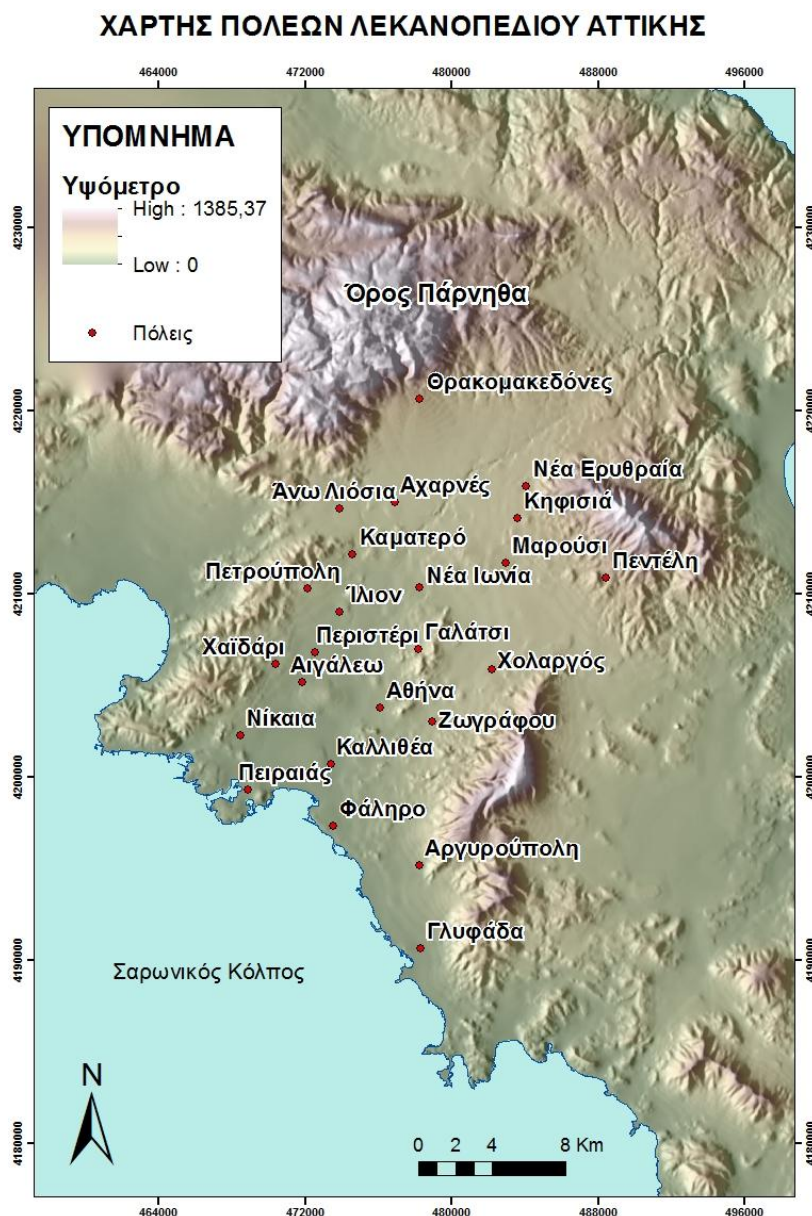
Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης στον οποίο φαίνονται οι διαδοχικές επεκτάσεις του αστικού ιστού της Αττικής. Έχουν χωριστεί σε 3 κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά στο χρονικό διάστημα μέχρι το 1920, η δεύτερη αφορά στη χρονική περίοδο του μεσοπολέμου (1920-1945) και η τρίτη κατηγορία αφορά στο χρονικό διάστημα της μεταπολεμικής περιόδου (1945-1990). Από το 1990 μέχρι σήμερα δεν έχουν πραγματοποιηθεί ιδιαίτερες αλλαγές. Ο χάρτης έχει τροποποιηθεί με βάση το χάρτη της Αβδελίδη (2010) [Σχήμα 32].



Σχήμα 32: Τροποποιημένος χάρτης χρονικών περιόδων αστικοποίησης της Αττικής σύμφωνα με την Αβδελίδη (2010)

Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη [Σχήμα 32] υπολογίστηκε ότι η συνολική έκταση του αστικού ιστού μέχρι το 1920 καταλάμβανε 34,95 km². Κατά τη χρονική περίοδο 1920 – 1945 ο αστικός ιστός καταλάμβανε 84,22 km², ενώ κατά τη χρονική περίοδο 1945 – 1990 καταλάμβανε 318,14 km². Εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς ότι η επέκταση της πόλης από το 1945 και ύστερα έγινε με εξαιρετικά γρήγορο ρυθμό καταλαμβάνοντας σχεδόν ολόκληρη την έκταση του λεκανοπεδίου. Παράλληλα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα η επέκταση του αστικού ιστού προχώρησε πέρα από τα φυσικά γεωμορφολογικά εμπόδια (Αιγάλεω, Πάρνηθα, Πεντέλη, Υμηττός).

Στη συνέχεια ακολουθεί ο χάρτης με πόλεις του λεκανοπεδίου Αττικής και τις ονομασίες που έχουν σήμερα κάποιες από αυτές. Για λόγους ευκρίνειας του χάρτη δεν έχουν τοποθετηθεί όλες οι περιοχές που υπάρχουν εντός του λεκανοπεδίου Αττικής [Σχήμα 33].



Σχήμα 33: Χάρτης πόλεων λεκανοπεδίου Αττικής

Εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι η αστικοποίηση στην Αττική με τους ρυθμούς που έλαβε χώρα, κάλυψε πολύ μεγάλες εκτάσεις γης. Αυτή η κάλυψη του εδάφους σε τόσο μεγάλη έκταση έχει σαν αποτέλεσμα να έχει μειωθεί η κατείσδυση του νερού στο έδαφος και να έχει αυξηθεί η επιφανειακή απορροή του. Αυτό συνεπάγεται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα μέσα στον αστικό ιστό της Αττικής τα οποία όταν συνδυάζονται με ακραία ύψη βροχής, έχουν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή των ανθρώπινων περιουσιών και, ακόμα χειρότερα, την απώλεια ανθρώπινων ζωών.

3.2.2 Μορφή αστικού ιστού Αττικής

Ο αστικός ιστός της Αττικής παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά τα οποία του δίνουν συγκεκριμένη μορφή. Αυτά έχουν προκύψει από τις διαδοχικές επεκτάσεις της πόλης οι οποίες λάμβαναν χώρα κατά τα χρονικά διαστήματα που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Η μορφή που έχει ο αστικός ιστός, σε συνδυασμό με παράγοντες όπως η μορφολογική κλίση του εδάφους, το υδρογραφικό δίκτυο και το δίκτυο των υπόγειων αποστραγγιστικών αγωγών, συμβάλουν στην εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων. Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά της μορφής του αστικού ιστού της Αττικής σύμφωνα με τους Μαλούτας και Πανταζής (2002):

- Στενοί δρόμοι και στενά πεζοδρόμια: το οδικό δίκτυο αναπτύχθηκε στις ήδη υπάρχουσες δομές ως συνέχεια των διαδοχικών επεκτάσεων. Συνεπώς, το γεγονός ότι οι επεκτάσεις στην Αττική έγιναν κατά βάση με αυθαίρετο τρόπο και χωρίς ένα επίσημο σχέδιο πόλης, η ανάπτυξη του οδικού δικτύου ακολούθησε το ίδιο μοτίβο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν λήφθηκαν υπόψη οι βασικές λειτουργίες μιας πόλης (οδικό δίκτυο, πεζοδρόμια, κτλ.).
- Τετράπλευρο σχήμα των οικοδομικών τετραγώνων συνήθως τετράγωνης μορφής και περιορισμένων διαστάσεων: τέτοιας μορφής αστικός ιστός συναντάται συνήθως σε περιοχές οι οποίες είναι προσφυγικές. Επίσης, σε αυτή την κατηγορία ανήκει η περιοχή του κέντρου, και οι περιοχές της Βούλας και της Κηφισιάς στις οποίες διαμένει ευκατάστατος πληθυσμός. Επιπρόσθετα, σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται, με ακανόνιστης μορφής τετράπλευρα, οι περιοχές των Αχαρνών, Άνω Λιοσίων και Ιλίου οι οποίες αναπτύχθηκαν με τρόπο αυθαίρετο όταν εγκαταστάθηκαν σε αυτές οι κάτοικοι με δική τους πρωτοβουλία κατά τη διάρκεια του μεσοπολέμου και κατά την μεταπολεμική περίοδο.
- Μικρής έκτασης και ακανόνιστου σχήματος αδόμητες περιοχές: αυτές οι περιοχές βρίσκονται εντός των οικοδομικών τετραγώνων. Είναι σύνηθες η έκτασή τους να μειώνεται ακόμα περισσότερο καθώς στις πυκνοκατοικημένες περιοχές έχουν μετατραπεί σε φωταγωγούς.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η μορφή του αστικού ιστού της Αττικής παρουσιάζει πληθώρα σχημάτων. Σε επόμενο κεφάλαιο στο οποίο θα περιγραφούν οι επιπτώσεις του γεγονότος της 24^{ης} Οκτωβρίου 2014, θα δοθεί έμφαση στα εκάστοτε μορφολογικά χαρακτηριστικά του ιστού σε κάθε θέση.

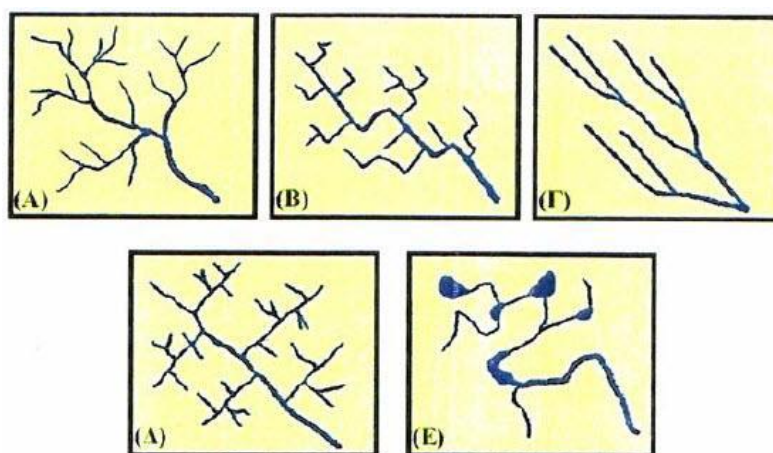
3.3 Το υδρογραφικό δίκτυο

Η ευρύτερη περιοχή της Αττικής διασχίζεται από πολλά ρέματα τα οποία συνθέτουν αρκετές υδρολογικές λεκάνες. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα αναλυθεί το υδρογραφικό δίκτυο της υδρολογικής λεκάνης του Κηφισού.

3.3.1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Η υδρολογική λεκάνη του Κηφισού αποστραγγίζει το νερό της βροχής που πέφτει στο όρος Αιγάλεω, στην Πάρνηθα, την Πεντέλη και τον Υμηττό και οριοθετείται από αυτά τα τέσσερα βουνά. Η συνολική έκταση της υδρολογικής λεκάνης είναι περίπου 377,5 km². Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Ιλισός ποταμός δεν εξετάζεται στην παρούσα εργασία καθώς, αν και είναι ο μεγαλύτερος παραπόταμος του Κηφισού, στις αρχές του προηγούμενου αιώνα διευθετήθηκε και αποκόπηκε από τη λεκάνη απορροής του (Μαρουκιάν κ.ά., 2005).

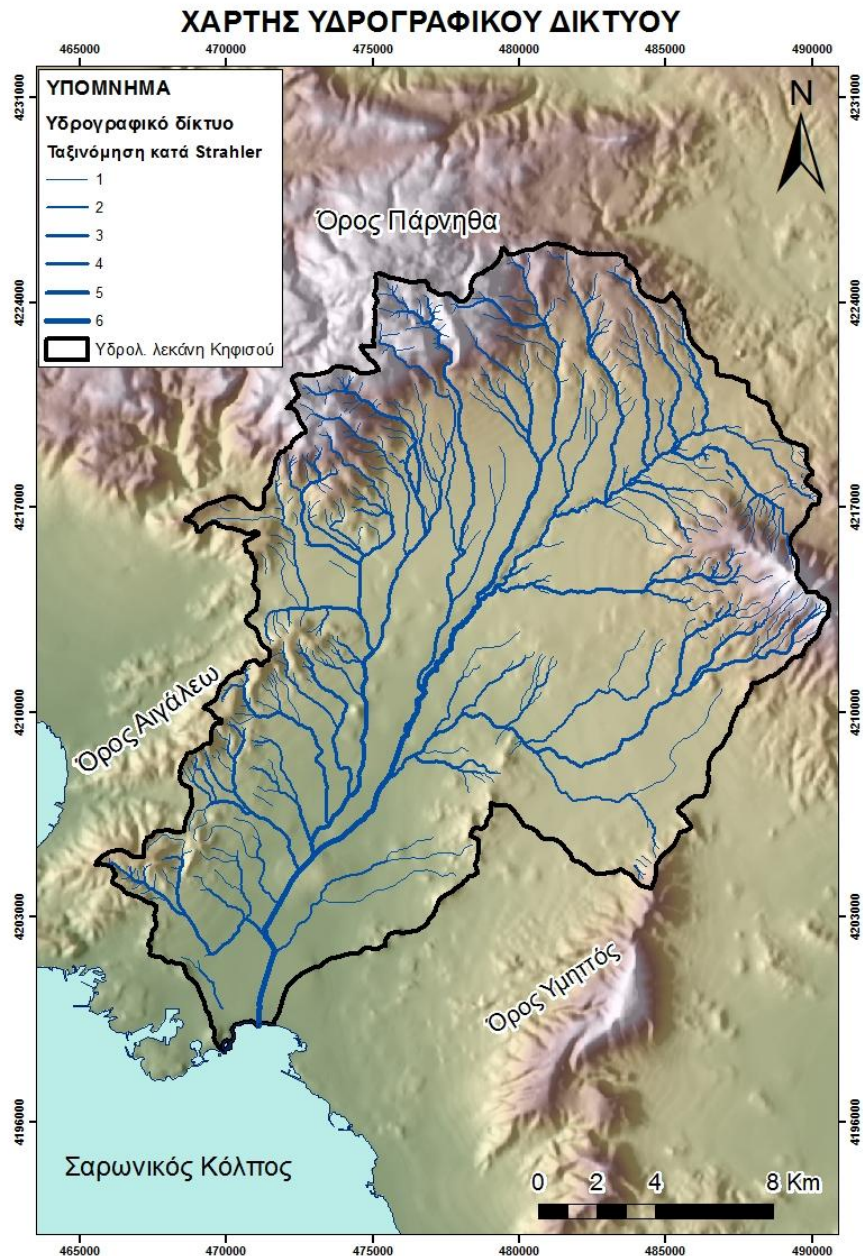
Το υδρογραφικό δίκτυο έχει διεύθυνση ροής ΒΒΑ-ΝΝΔ και εκβάλλει στον Σαρωνικό κόλπο. Η μορφή που έχει το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδριτικού τύπου [Σχήμα 34] και αποτελεί την πιο συνηθισμένη μορφή. Παρατηρώντας την ανάπτυξη που έχει το υδρογραφικό δίκτυο αξίζει να σημειωθεί ότι στα δυτικά της λεκάνης είναι πιο καλά ανεπτυγμένο σε σχέση με τα ανατολικά.



Σχήμα 34: Σημαντικοί τύποι υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Παυλόπουλος και Καρύμπαλης, 2003)

Η αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου [Σχήμα 35] έγινε κατά Strahler (1957),. Σύμφωνα με αυτήν την ταξινόμηση, ο Κηφισός είναι ποτάμι 6^{ης} τάξης. Ο συνολικός αριθμός των κλάδων 1^{ης} τάξης είναι 494, οι κλάδοι 2^{ης} τάξης είναι 120, οι κλάδοι 3^{ης} τάξης είναι 35, οι κλάδοι 4^{ης} τάξης είναι 10, οι κλάδοι της 5^{ης} τάξης είναι 3 και της 6^{ης} τάξης είναι 1. Ακολουθεί ένας συνοπτικός πίνακας με την αρίθμηση των κλάδων σύμφωνα με την ταξινόμηση που έγινε.

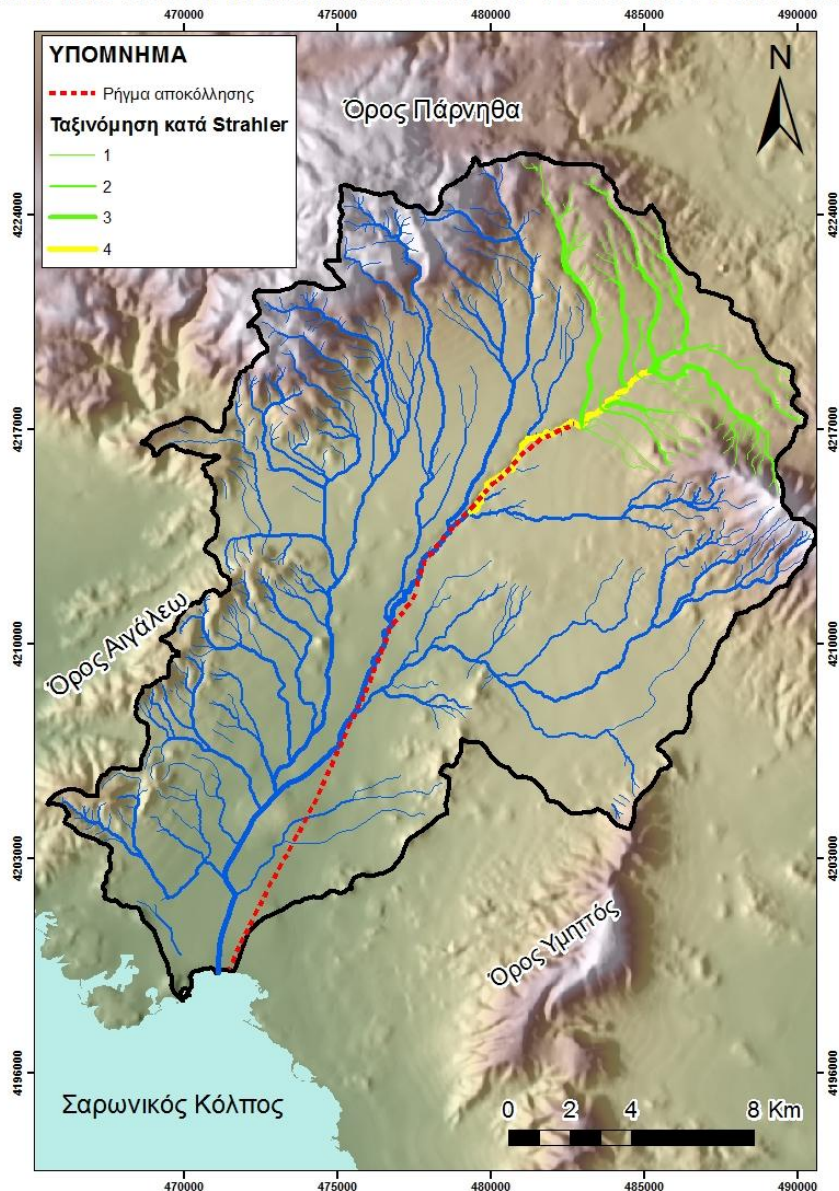
Τάξη κλάδου	Αριθμός κλάδων
I	494
II	120
III	35
IV	10
V	3
VI	1



Σχήμα 35: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου υδρολογικής λεκάνης Κηφισού, με ταξινομημένους τους κλάδους κατά Strahler (1957)

Στο υδρογραφικό δίκτυο παρουσιάζεται μια ασυμμετρία ως προς την ανάπτυξη των κλάδων, καθώς οι μεγάλης τάξης κλάδοι (5^{ης} και 6^{ης}) φαίνεται να έχουν επηρεαστεί από το μεγάλο εφελκυστικό ρήγμα αποκόλλησης διεύθυνσης BBA-NNΔ που διασχίζει, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, την ευρύτερη περιοχή της Αττικής και κατ' επέκταση διασχίζει και την υδρολογική λεκάνη του Κηφισού. Από το **Σχήμα 36** φαίνεται ότι στα ΒΑ της λεκάνης έχει επηρεαστεί ιδιαίτερος το υδρογραφικό δίκτυο. Παρατηρεί κανείς ότι εκατέρωθεν της προέκτασης του ρήγματος οι μικρότερης τάξης κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου (1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης}) προσανατολίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε καταλήγουν στον 4^{ης} τάξης κλάδο ο οποίος έχει διεύθυνση παράλληλη με τη διεύθυνση του ρήγματος (BBA-NNΔ).

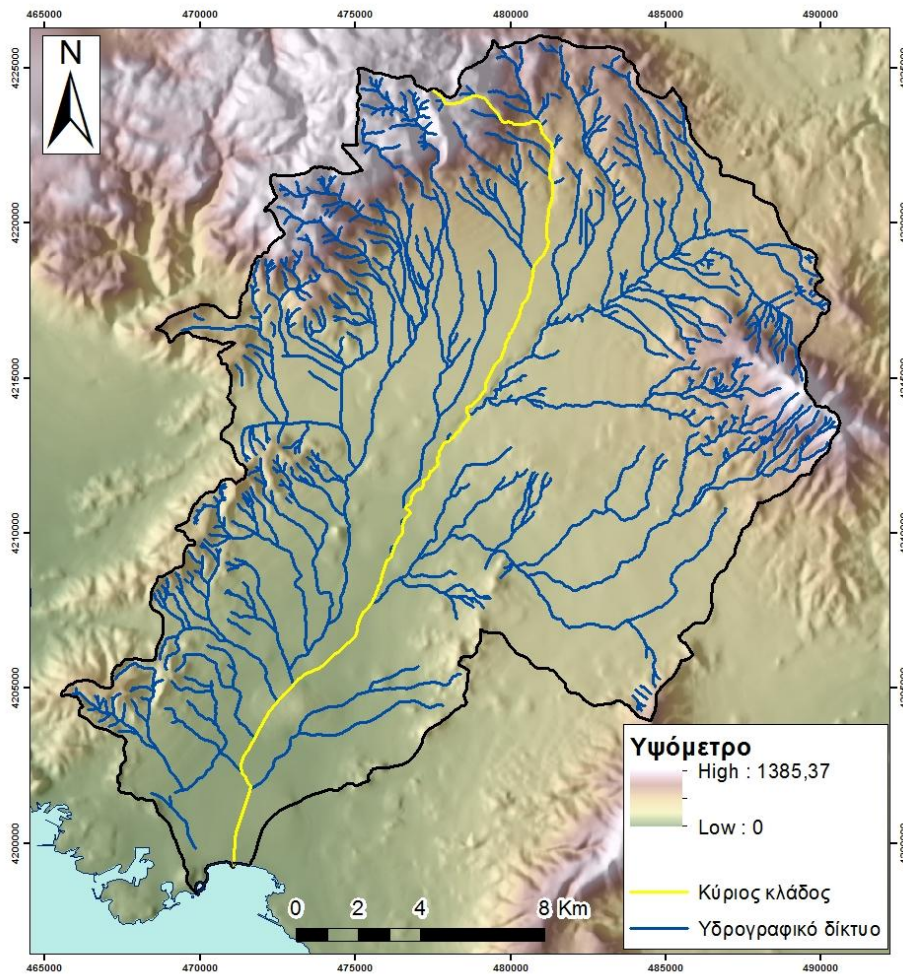
ΧΑΡΤΗΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ



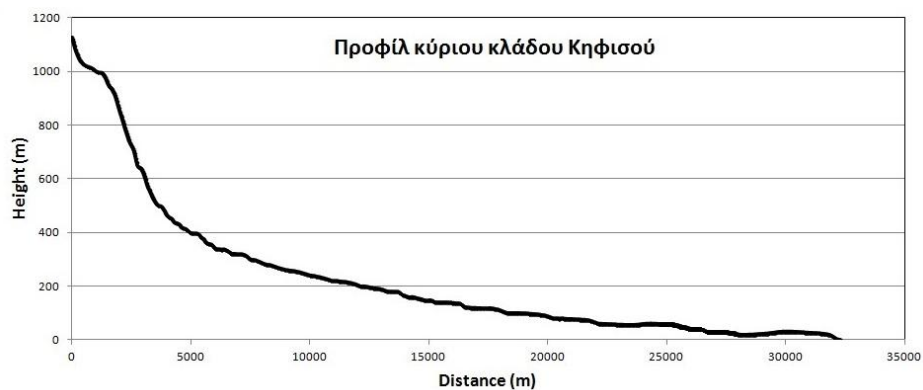
Σχήμα 36: Χάρτης επιλεγμένων κλάδων υδρογραφικού δικτύου επηρεασμένων από το μεγάλο ρήγμα αποκόλλησης.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι καθώς η περιοχή της Αθήνας περιτριγυρίζεται από ορεινούς όγκους, παρατηρούνται μέσα στα όρια της υδρολογικής λεκάνης απότομες αλλαγές στην μορφολογική κλίση. Έτσι, σε μεγάλο ποσοστό των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου οι κοίτες στα ανάντι τους βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα, ενώ οι κοίτες στα κατόντι τους έχουν φτάσει το επίπεδο της θάλασσας. Αυτή η απότομη αλλαγή στη μορφολογική κλίση έχει ως αποτέλεσμα το νερό να αποκτά γρήγορα μεγάλη ταχύτητα καθώς κατέρχεται. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που στην Ελλάδα παρατηρείται έντονα το φαινόμενο των flash floods. Για να απεικονιστεί αυτή η απότομη αλλαγή στη μορφολογική κλίση, επιλέχτηκαν ορισμένοι κλάδοι και κατασκευάστηκαν τα επιμήκη προφίλ τους. Ένα επίμηκες προφίλ είναι ένα

διάγραμμα υψομέτρου-απόστασης το οποίο δείχνει σε κάθετη τομή την πορεία που ακολουθεί το νερό από τα ανάντι προς τα κατάντι. Αρχικά επιλέχτηκε ο κύριος κλάδος του Κηφισού [Σχήμα 37, Σχήμα 38].

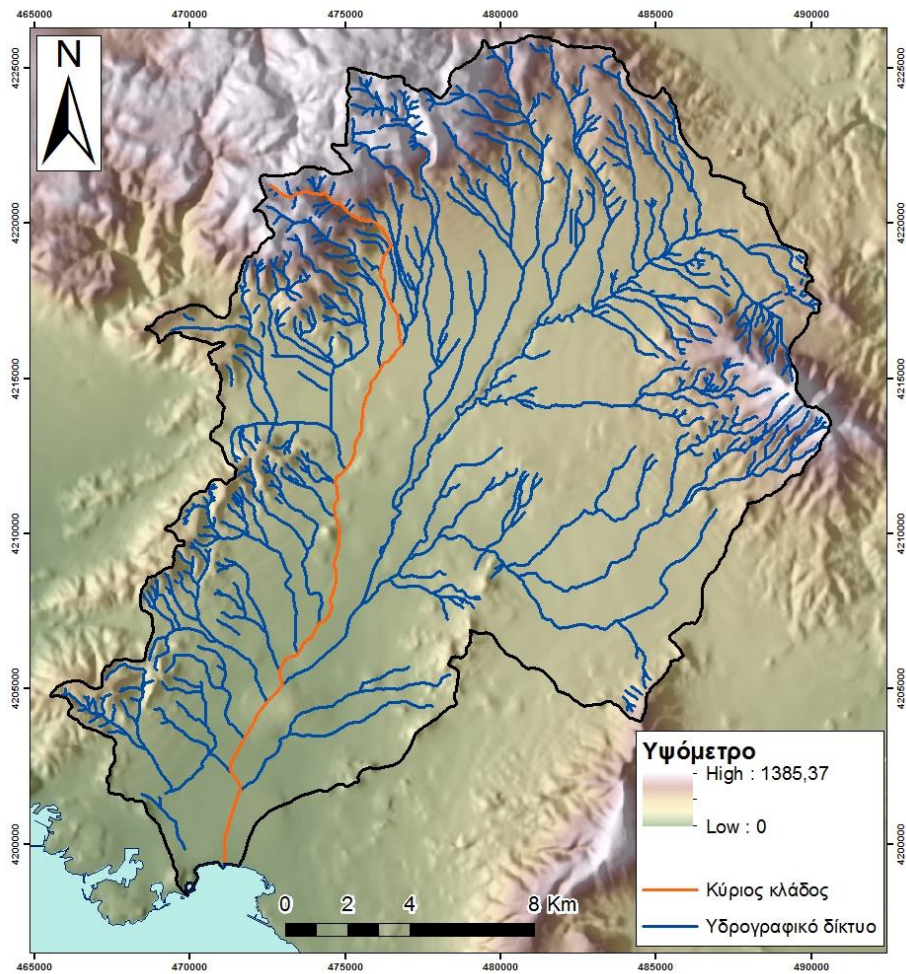


Σχήμα 37: Χάρτης κύριου κλάδου Κηφισού

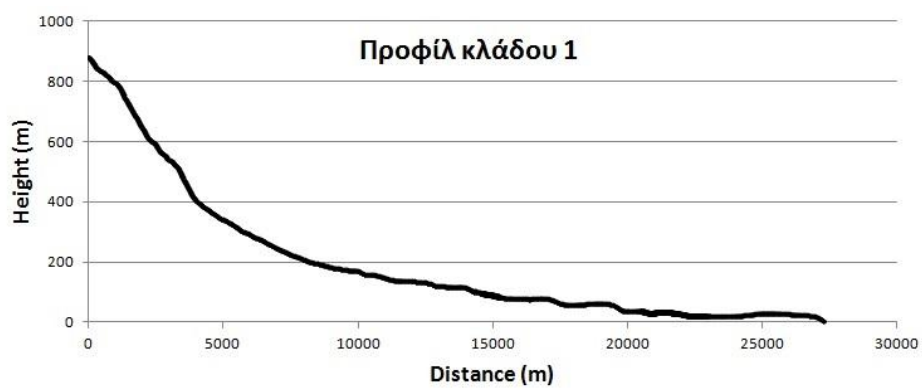


Σχήμα 38: Προφίλ κύριου κλάδου Κηφισού

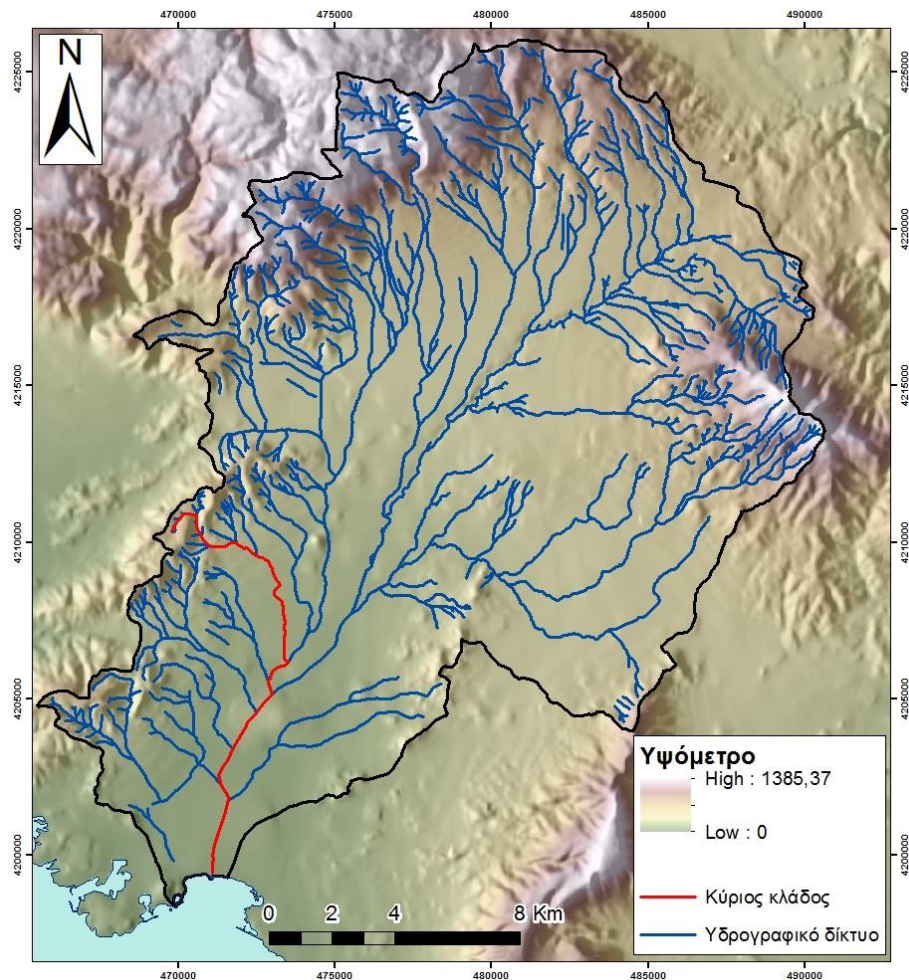
Στη συνέχεια επιλέχτηκαν ακόμα δύο κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου στους οποίους παρατηρήθηκαν φαινόμενα πλημμύρας στο συμβάν της 24^{ης} Οκτωβρίου 2014 το οποίο μελετάται [Σχήμα 39, Σχήμα 40, Σχήμα 41, Σχήμα 42].



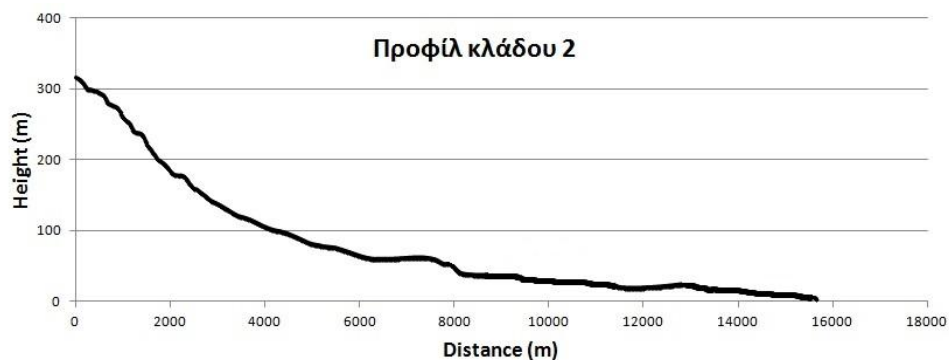
Σχήμα 39: Χάρτης κύριου κλάδου Νο1



Σχήμα 40: Προφίλ κλάδου Νο1



Σχήμα 41: Χάρτης κύριου κλάδου Νο2



Σχήμα 42: Προφίλ κλάδου Νο2

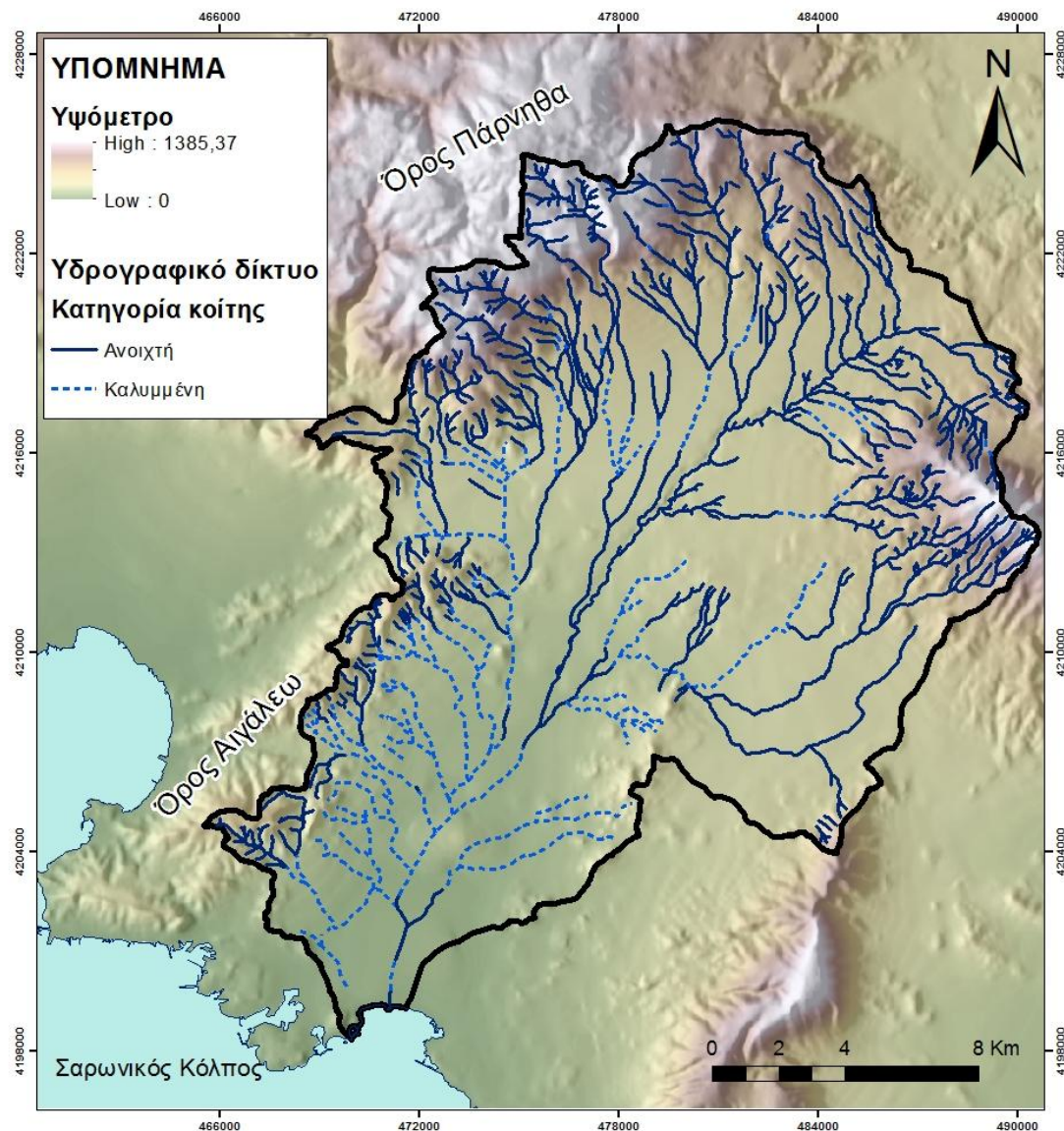
3.3.2 Το υδρογραφικό δίκτυο σήμερα

Όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, η ανάπτυξη του αστικού ιστού της Αττικής είχε ως αποτέλεσμα να καλυφθούν μεγάλες εκτάσεις εδάφους στην ευρύτερη περιοχή, εμποδίζοντας έτσι την κατείσδυση του νερού και κατ' επέκταση αυξάνοντας τον αριθμό των πλημμυρικών γεγονότων. Ωστόσο, εκτός από την εντατική κάλυψη του εδάφους, αυτό που παράλληλα έλαβε χώρα ήταν η μείωση της φυσικής διατομής

των ρεμάτων μέσω της διευθέτησής τους, αλλά και η ολική κάλυψη των κοιτών σε πολλά σημεία του υδρογραφικού δικτύου. Η μείωση της φυσικής διατομής των ρεμάτων έγινε τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη διάστασή τους (Μαρουκιάν κ.ά., 2005). Όλες αυτές οι επεμβάσεις στις κοίτες του υδρογραφικού δικτύου αυξάνουν την συχνότητα εμφάνισης πλημμυρικών γεγονότων εντός της λεκάνης απορροής του Κηφισού.

Στα πλαίσια της εργασίας μελετήθηκαν οι περιοχές της ευρύτερης δυτικής Αττικής και σε συνδυασμό με βιβλιογραφικές αναφορές (Μαρουκιάν κ.ά., 2005, Καρύμπαλης κ.ά., 2007), διαπιστώθηκαν τα σημεία του υδρογραφικού δικτύου τα οποία έχουν υποστεί την ανθρώπινη παρέμβαση. Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι το δίκτυο των ομβρίων υδάτων δεν είναι καλά ανεπτυγμένο, είναι ελλιπές και σε πολλά σημεία δεν συμφωνεί με το υδρογραφικό δίκτυο. Όπως αναφέρουν και οι Καρύμπαλης κ.ά. (2007), σε πολλές περιπτώσεις το δίκτυο των ομβρίων υδάτων αναπτύχθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετεί τις τοπικές ανάγκες. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι σε πολλά σημεία διακόπτεται με αποτέλεσμα να μην είναι συνδεδεμένο σε όλο του το εύρος. Σε επόμενο κεφάλαιο θα γίνει περαιτέρω ανάλυση αυτών που διαπιστώθηκαν κατά την εργασία υπαίθρου στην ευρύτερη περιοχή της δυτικής Αττικής.

Ακολουθεί ο τροποποιημένος χάρτης σύμφωνα με τους Μαρουκιάν κ.ά. (2005) και σύμφωνα με προσωπική εργασία υπαίθρου [Σχήμα 43]. Δημιουργήθηκαν δύο κατηγορίες κοίτης για τη σύνταξη του χάρτη. Η πρώτη κατηγορία είναι οι κοίτες με ανοιχτή διατομή. Σε αυτή την κατηγορία η κοίτη μπορεί να είναι είτε φυσική είτε διευθετημένη, παραμένοντας όμως ανοιχτή. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι καλυμμένες κοίτες. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι κοίτες που έχουν καλυφθεί αλλά έχουν υπόγειο αποστραγγιστικό δίκτυο, οι κοίτες που επιχωματώθηκαν, οι κοίτες που μετατράπηκαν σε οδικούς άξονες και τέλος οι κοίτες που καλύφθηκαν με διάφορες χρήσεις αλλά δεν αναπτύχθηκε δίκτυο ομβρίων υδάτων.



Σχήμα 43: Τροποποιημένος χάρτης υδρογραφικού δικτύου όπου απεικονίζονται οι ανοιχτές (συνεχής γραμμή) και οι καλυμμένες (διακεκομμένη γραμμή) κοίτες των ρεμάτων, σύμφωνα με τους Μαρουσιάν κ.ά. (2005)

Διαπιστώνει κανείς ότι στα δυτικά τμήματα της υδρολογικής λεκάνης του Κηφισού οι επεμβάσεις που έχουν γίνει στο υδρογραφικό δίκτυο είναι πολύ περισσότερες σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία. Οι κοίτες των παραποτάμων του Κηφισού σε αυτό το σημείο της υδρολογικής λεκάνης έχουν καλυφθεί σε πολύ μεγάλο ποσοστό. Ειδικά στα νοτιοδυτικά, όπου βρίσκονται οι περιοχές της Νίκαιας, Κορυδαλλού, Αιγάλεω, Χαϊδαρίου και Περιστερίου, οι κοίτες έχουν καλυφθεί στο μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασής τους. Συνεπώς, δεν αποτελεί τυχαίο γεγονός το ότι οι περιοχές αυτές πλημμυρίζουν επανειλημμένα. Έτσι, στο επόμενο υποκεφάλαιο κρίνεται αναγκαίο να αναφερθεί το ιστορικό πλημμυρών της ευρύτερης περιοχής της Αττικής.

3.4 Ιστορικό πλημμυρών

Ο ευρύτερος χώρος του λεκανοπεδίου της Αττικής αντιμετωπίζει πολλά γεγονότα πλημμυρών κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Σημαντικό ρόλο σε αυτό διαδραματίζει τόσο η εντατική αστικοποίηση της περιοχής, όσο και οι επεμβάσεις που έχουν γίνει όλα αυτά τα χρόνια στο υδρογραφικό δίκτυο, όπως αναφέρθηκαν και αναλύθηκαν στα προηγούμενα υποκεφάλαια. Παρακάτω δίνεται ο πίνακας [Σχήμα 44] με τις περιοχές όπου έλαβαν χώρα πλημμυρικά γεγονότα, καθώς και οι αντίστοιχες ημερομηνίες.

Ημερομηνία πλημμύρας	Θέσεις
1886	Κέντρο πόλης
22 Οκτ 1887	Κέντρο πόλης
14 Νοε 1896	Πειραιάς, Μοσχάτο, Φάληρο, Καλλιθέα, Ελαιώνας, Σεπόλια
5 Νοε 1899	Πειραιάς, Μεταμόρφωση, Κέντρο πόλης
26 Ιουν 1901	Κηφισιά
15 Μαΐ 1906	Πειραιάς
23 Νοε 1925	Νέα Ιωνία, Φάληρο, Τζιτζιφιές, Κέντρο πόλης, Καισαριανή, Βύρωνας, Πειραιάς
5 Νοε 1928	Μοσχάτο, Φάληρο
21 Φεβ 1930	Κέντρο πόλης, Φάληρο
26 Οκτ 1930	Κέντρο πόλης, Φάληρο, Πειραιάς
17 Οκτ 1933	Πειραιάς, Κέντρο πόλης
2 Δεκ 1933	Κέντρο πόλης, Φάληρο, Πειραιάς, Κοκκινιά
6 Φεβ 1934	Τζιτζιφιές, Κέντρο πόλης
22 Νοε 1934	Νέα Ιωνία, Σεπόλια, Φάληρο, Μοσχάτο, Μενίδι
26 Ιουν 1936	Πετράλωνα
5 Νοε 1936	Καλλιθέα, Τζιτζιφιές, Μοσχάτο
29 Οκτ 1938	Νέα Ιωνία
6 Νοε 1939	Καλλιθέα
18 Σεπ 1949	Πατήσια, Νέα Ιωνία, Μοσχάτο, Περιστερί, Κοκκινιά, Φάληρο, Κέντρο πόλης, Χαλάνδρι, Αγ. Παρασκευή, Χολαργός
23 Δεκ 1950	Τζιτζιφιές, Νέα Σμύρνη
30 Σεπ 1951	Πετρούπολη, Νίκαια
23 Δεκ 1952	Καμίνια, Ίλιον
8 Οκτ 1955	Τζιτζιφιές, Ιλίσια, Χαλάνδρι
13 Οκτ 1955	Φάληρο, Μοσχάτο
6 Νοε 1961	Περιστερί, Ίλιον, Μοσχάτο, Ρέντης, Αιγάλεω, Μενίδι, Ανθούπολη, Κέντρο πόλης
26 Σεπ 1962	Νέα Ιωνία, Πειραιάς
19 Φεβ 1965	Τζιτζιφιές, Πετράλωνα, Ελληνικό
30 Οκτ 1972	Ρέντης
2 Νοε 1977	Ίλιον, Περιστερί, Ανθούπολη, Πετρούπολη, Ρέντης, Νίκαια, Κορυδαλλός, Αιγάλεω, Μοσχάτο, Χαϊδάρι, Καλλιθέα, Καισαριανή, Κέντρο πόλης
10 Δεκ 1977	Χαλάνδρι, Νέα Ιωνία, Αγ. Ανάργυροι, Ν. Φιλαδέλφεια
28 Οκτ 1978	Πετρούπολη, Περιστερί, Φάληρο
30 Μαΐ 1979	Αργυρούπολη, Γλυφάδα
7 Οκτ 1980	Ίλιον, Πετρούπολη, Περιστερί, Ανθούπολη, Άγιοι Ανάργυροι
27 Οκτ 1980	Πετρούπολη, Κοκκινιά, Καματερό, Ίλιον, Χαλάνδρι, Αγ. Παρασκευή

23 Ιαν 1981	Αθήνα, Περιστερί
27 Οκτ 1986	Περιστερί, Ίλιον, Νέα Ιωνία, Ιλίσια
23 Μαρ 1987	Πειραιάς, Καλλιθέα, Μοσχάτο
25 Φεβ 1988	Περιστερί, Ίλιον, Ταύρος
10 Δεκ 1988	Πειραιάς, Καλλιθέα, Μοσχάτο, Φάληρο
5 Οκτ 1989	Κηφισιά, βόρεια τμήματα λεκάνης
15 Ιαν 1991	Ηλιούπολη, Άλιμος
21 Νοε 1993	Γλυφάδα
31 Ιαν 1994	Άνω Λιόσια, Ίλιον, Αχαρνές
21 Οκτ 1994	Νέα Ιωνία, Γλυφάδα, Χαλάνδρι, Περιστερί, Ν. Φιλαδέλφεια, Ρέντης
12 Ιαν 1997	Φιλαδέλφεια
19 Νοε 2000	Χαϊδάρι, Περιστερί, Αιγάλεω, Ίλιον, Καματερό, Ανθούπολη, Μενίδι, Νίκαια, Ρέντης, Πειραιάς, Ν. Σμύρνη
26 Μαρ 1998	Καματερό, Ζεφύρι, Άνω Λιόσια
8 Ιουλ 2002	Μοσχάτο, Ρέντης, Αιγάλεω, Κορυδαλλός, Φάληρο, Αμπελόκηποι
18 Αυγ 2002	Μοσχάτο, Ρέντης, Φάληρο
7 Νοε 2002	Μοσχάτο, Ρέντης, Φάληρο
8 Νοε 2004	Πειραιάς, Λιόσια, Νίκαια, Κορυδαλλός, Αιγάλεω, Χαϊδάρι
19 Δεκ 2004	Μαρούσι
23 Νοε 2005	Γλυφάδα
24 Μαΐ 2007	Καματερό, Αχαρνές, Ζεφύρι, Άνω Λιόσια

Σχήμα 44: Πίνακας πλημμυρικών γεγονότων στο λεκανοπέδιο της Αττικής (Πηγές: Diakakis, 2013, Diakakis et al, 2012, Μαρουσιάν κ.ά., 2005, Mimikou and Koutsoyannis, 1995, Κωτούλας, 1980, Σάρρος, 2004, Ξανθόπουλος κ.ά., 1995, Λιακατάς & Νιάνιος, 1980, Λειβαθνός, 1933).

Στον παραπάνω πίνακα έχουν επισημανθεί τα γεγονότα που αφορούν στις περιοχές της δυτικής Αττικής. Παρατηρεί κανείς ότι από τη δεκαετία του 1950 και μετά υπάρχει αύξηση των πλημμυρικών γεγονότων στο δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου και κατ' επέκταση στις υπό μελέτη περιοχές. Επίσης, κατά τη δεκαετία του 1980 παρουσιάζονται ακόμη πιο συχνά γεγονότα πλημμύρας, κάτι που συμφωνεί με την ταχεία επέκταση του αστικού ιστού της Αθήνας η οποία συνέβη με έντονους ρυθμούς κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο (όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο). Παράλληλα, οι διευθετήσεις και οι καλύψεις που έγιναν σε πολλά σημεία της κοίτης του Κηφισού ποταμού από τις δεκαετίες του 1950 και ύστερα, είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της επιφανειακής απορροής του νερού.

Συνεπώς, η αύξηση των πλημμυρικών γεγονότων από αυτή τη χρονική περίοδο και μετά δικαιολογείται απόλυτα από τις πολυάριθμες επεμβάσεις που έγιναν σε όλη την έκταση της υδρολογικής λεκάνης του Κηφισού ποταμού. Επιπρόσθετα, οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές στον ορεινό όγκο της Πεντέλης και του Υμηττού οδήγησαν σε ερημοποίηση μεγάλων δασικών εκτάσεων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να μειωθεί η ποσότητα του νερού που κατεισδύει στο έδαφος και συγκρατείται από τις ρίζες των δέντρων και έτσι να απορρέει επιφανειακά, οδηγώντας μεγαλύτερες ποσότητες νερού εντός του λεκανοπεδίου Αθηνών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

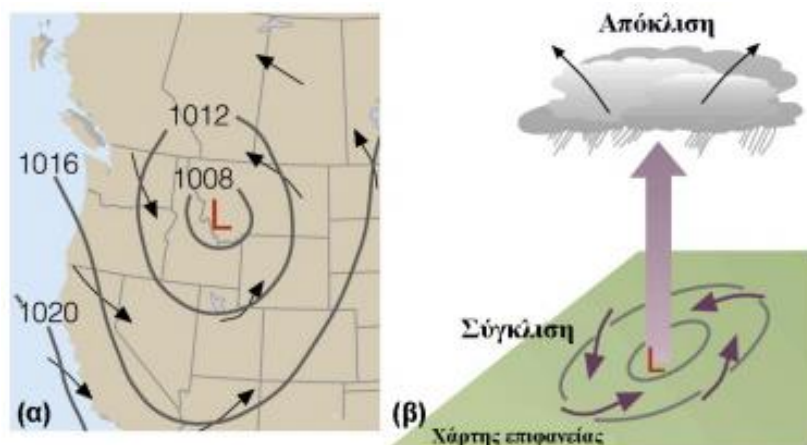
Το γεγονός της 24^{ης} Οκτωβρίου 2014 ήταν ένα πλημμυρικό συμβάν που προκάλεσε πολλές καταστροφές σε πολλές περιοχές της δυτικής Αττικής. Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο υδρογραφικό δίκτυο και η εντατική αστικοποίηση με την εκτεταμένη κάλυψη του εδάφους έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της επιφανειακής απορροής εντός της υδρολογικής λεκάνης του Κηφισού. Παράλληλα, τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης αποστράγγισης με τις μεγάλες κλίσεις στα ανάντι και την απότομη μείωση της κλίσης στα κατόντι, αυξάνουν την ταχύτητα του νερού και εντείνουν το πρόβλημα των πλημμυρών στην περιοχή.

Ωστόσο, το συγκεκριμένο συμβάν πλημμύρας πιθανόν να μην είχε τις ίδιες καταστροφικές συνέπειες στην περιοχή, αν δεν είχε διαδραματίσει σημαντικό ρόλο και ο μετεωρολογικός παράγοντας. Με βάση την ανάλυση που θα ακολουθήσει θα γίνει προσπάθεια να τεκμηριωθεί ότι το γεγονός της 24^{ης} Οκτωβρίου 2014 ήταν ένα ακραίο μετεωρολογικό φαινόμενο. Για την ανάλυση του γεγονότος χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικοί χάρτες με πραγματικές μετρήσεις δώρου από την μετεωρολογική ιστοσελίδα <http://www1.wetter3.de/>.

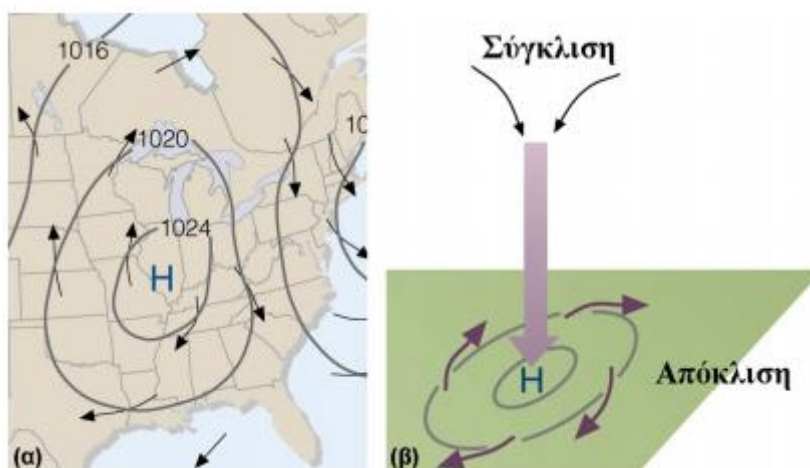
4.1 Χρήση βασικών μετεωρολογικών χαρτών

Για την περιγραφή του μετεωρολογικού φαινομένου αρχικά χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες επιφανείας στους οποίους αναπαρίστανται οι ισοβαρείς καμπύλες και τα υπάρχοντα ψυχρά και θερμά μέτωπα. Οι ισοβαρείς καμπύλες δίνουν την κατανομή των βαρομετρικών πιέσεων στην επιφάνεια και έτσι διαπιστώνεται αν υπάρχει κάποιο βαρομετρικό σύστημα. Σε ένα βαρομετρικό χαμηλό οι ισοβαρείς επιφανείας αποτυπώνονται στο χάρτη ως κλειστές καμπύλες με την πίεση να ελαττώνεται από την περιφέρεια προς το κέντρο. Αντίθετα στον αντικυκλώνα η πίεση αυξάνει από την περιφέρεια προς το κέντρο (Καλτσουνίδης, 2012).

Όταν υπάρχει βαρομετρικό χαμηλό ή κυκλώνας δημιουργείται ανοδική κίνηση ανέμων στην περιοχή του κέντρου και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό νεφών και ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων [Σχήμα 45]. Αντίθετα, όταν υπάρχει βαρομετρικό υψηλό ή αντικυκλώνας οι άνεμοι στην επιφάνεια του εδάφους αποκλίνουν προς την περιφέρεια και κατ' επέκταση λαμβάνει χώρα καθοδική κίνηση των ανέμων στο κέντρο του συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση επικρατεί νηνεμία και κατά συνέπεια καλοκαιρία [Σχήμα 46] (Κατσαφάδος και Μαυροματίδης, 2010).



Σχήμα 45: α) Ισοβαρείς καμπύλες σε περιοχή κυκλώνα, β) Ανοδική κίνηση ανέμων και ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (Πηγή: Ahrens, 2006)



Σχήμα 46: α) Ισοβαρείς καμπύλες σε περιοχή αντικυκλώνα, β) Καθοδική κίνηση ανέμων και καλοκαιρία (Πηγή: Ahrens, 2006)

Εκτός από τους χάρτες επιφανείας για την περιγραφή του μετεωρολογικού φαινομένου, χρησιμοποιήθηκαν χάρτες καθ' ύψος οι οποίοι κατασκευάζονται με τη βοήθεια καμπυλών σταθερού γεωδυναμικού ύψους πάνω σε καθορισμένες ισοβαρικές επιφάνειες. Συγκεκριμένα, λήφθηκαν υπόψη οι συνθήκες στο γεωδυναμικό ύψος των 500hPa που χρησιμεύουν για να προσδιοριστούν τα βαρομετρικά συστήματα και να γίνει η πρόγνωση της εξέλιξης που θα έχουν (Καλτσουνίδης, 2012). Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες θερμοκρασίας στο γεωδυναμικό ύψος των 850hPa οι οποίοι χρησιμεύουν για την πρόγνωση της μεταβολής της θερμοκρασίας στις διάφορες περιοχές. Το γεωδυναμικό ύψος των 850hPa βρίσκεται περίπου στα 1500m από την επιφάνεια της θάλασσας. Σε αυτό το ύψος δεν συμβαίνουν ημερήσιες αλλαγές στη θερμοκρασία οπότε η επιφάνεια που βρίσκεται κάτω από αυτό το ύψος δεν επηρεάζει τη θερμοκρασία του. Κατ' επέκταση η θερμοκρασία στο γεωδυναμικό ύψος των 850hPa χρησιμοποιείται για τη διάκριση

ψυχρών και θερμών μετώπων⁶. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν χάρτες ύψους βροχής.

Τέλος, για την περιγραφή του μετεωρολογικού φαινομένου σημαντική ήταν και η χρήση χαρτών που απεικονίζουν τον Δείκτη Ατμοσφαιρικής Αστάθειας (Lifted Index) και τον Δείκτη Πιθανής Διαθέσιμης Ενέργειας εκ Μεταφοράς (Convective Available Potential Energy-CAPE). Οι δύο αυτοί δείκτες απεικονίζονται σε έναν θεματικό χάρτη ο οποίος χρησιμοποιείται για να προβλεφθεί η πιθανότητα εμφάνισης καταιγίδων. Ο Δείκτης Ατμοσφαιρικής Αστάθειας υπολογίζεται μετρώντας τη θερμοκρασία που θα είχε ο αέρας κοντά στην επιφάνεια του εδάφους αν ανυψωνόταν σε ένα μεγαλύτερο υψομετρικό επίπεδο και η τιμή της συγκρίνεται με την πραγματική θερμοκρασία σε αυτός το ύψος ⁷. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μάζες του αέρα, όταν θερμαίνονται, ανεβαίνουν σε μεγαλύτερο υψόμετρο στην ατμόσφαιρα. Στη συνέχεια ακολουθεί η αριθμητική κλίμακα για τον Δείκτη Ατμοσφαιρικής Αστάθειας. Τιμές μικρότερες του μηδενός δείχνουν αστάθεια στην ατμόσφαιρα.

The Lifted Index (LI)			
RANGE IN K	COLOR	AMOUNT OF INSTABILITY	THUNDERSTORM PROBABILITY
more than 11	B LUE	Extremely stable conditions	Thunderstorms unlikely
8 to 11	LIGHT BLUE	Very stable conditions	Thunderstorms unlikely
4 to 7	GREEN	Stable conditions	Thunderstorms unlikely
0 to 3	LIGHT GREEN	Mostly stable conditions	Thunderstorm unlikely
-3 to -1	YELLOW	Slightly unstable	Thunderstorms possible
-5 to -4	ORANGE	Unstable	Thunderstorms probable
-7 to -6	RED	Highly unstable	Severe thunderstorms possible
less than -7	VIOLET	Extremely unstable	Violent thunderstorms, tornadoes possible

Ο Δείκτης CAPE αποτελεί μια μέτρηση που δείχνει το ποσοστό της ενέργειας η οποία είναι διαθέσιμη προς μεταφορά. Σχετίζεται άμεσα με τη μέγιστη πιθανή κατακόρυφη ταχύτητα στο εσωτερικό ενός ανοδικού ρεύματος. Μεγάλες τιμές δείχνουν την πιθανότητα εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων ⁷. Παρακάτω δίνεται η αριθμητική κλίμακα για τον Δείκτη CAPE.

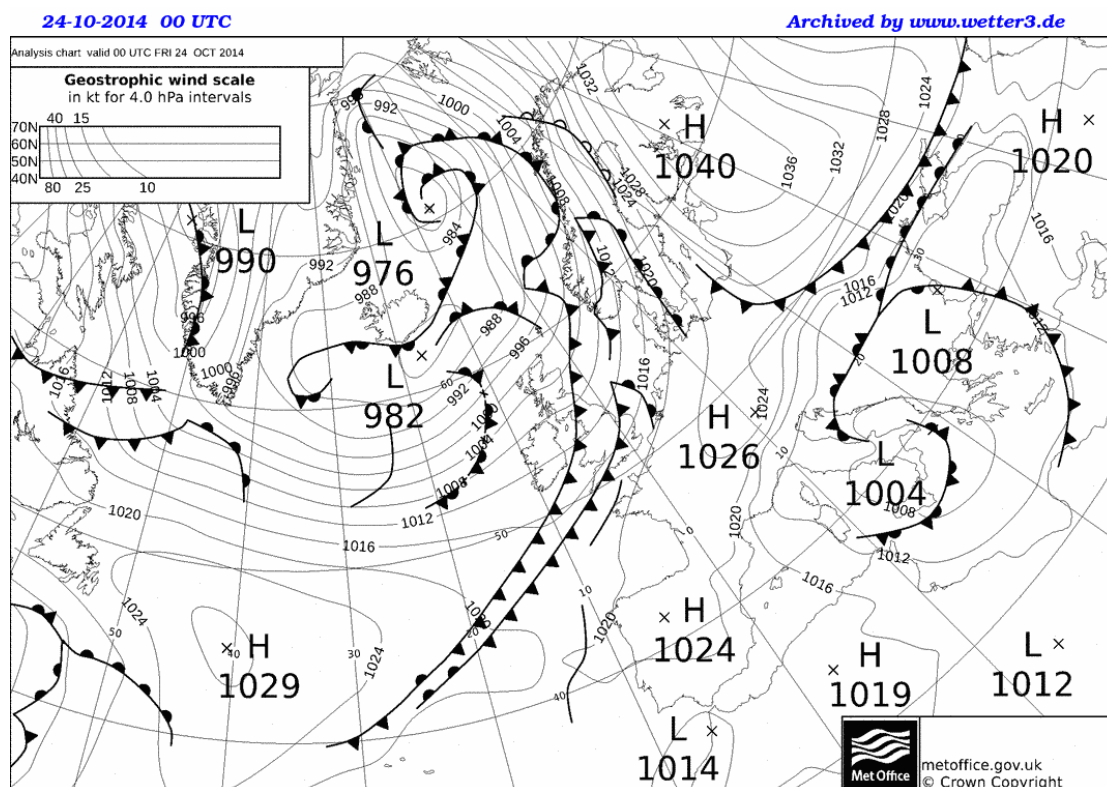
CAPE value	Convective potential
0	Stable
0-1000	Marginally Unstable
1000-2500	Moderately Unstable
2500-3500	Very Unstable
3500 +	Extremely Unstable

⁶ Πηγή διαδικτυο: <http://weatherfaqs.org.uk/node/142>

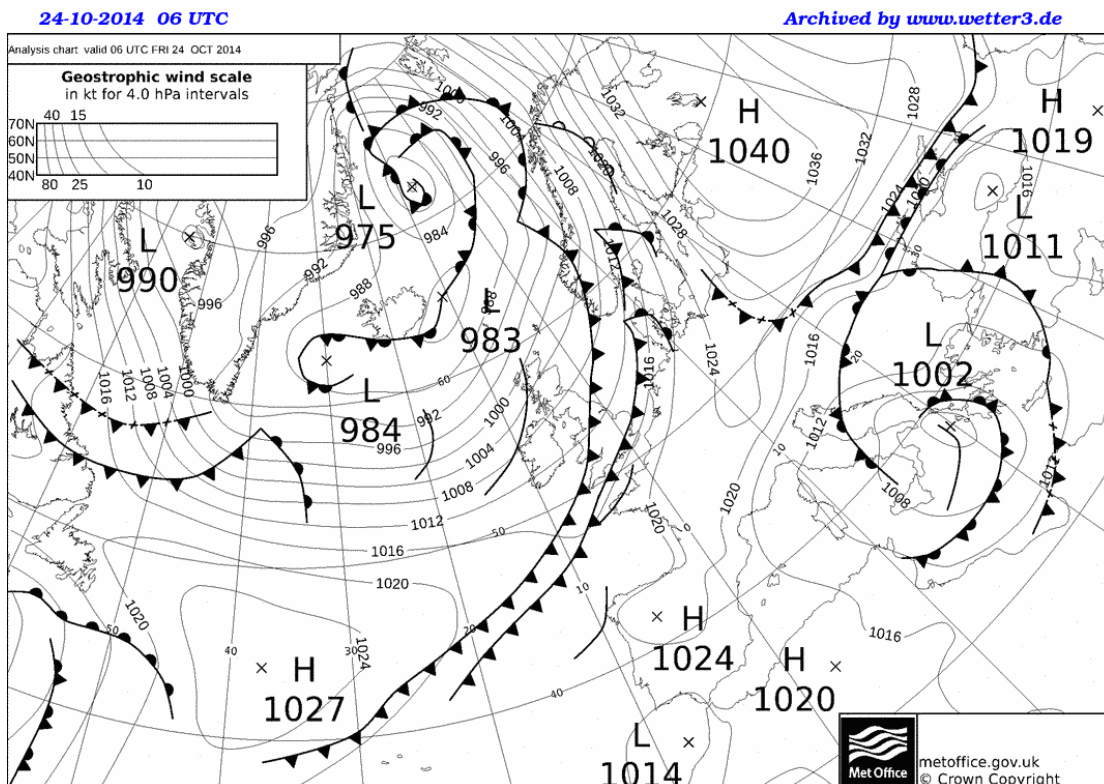
⁷ Πηγή διαδικτυο: <http://w1.weather.gov/glossary/> , <http://www.weatheronline.gr/>

4.2 Περιγραφή μετεωρολογικού φαινομένου

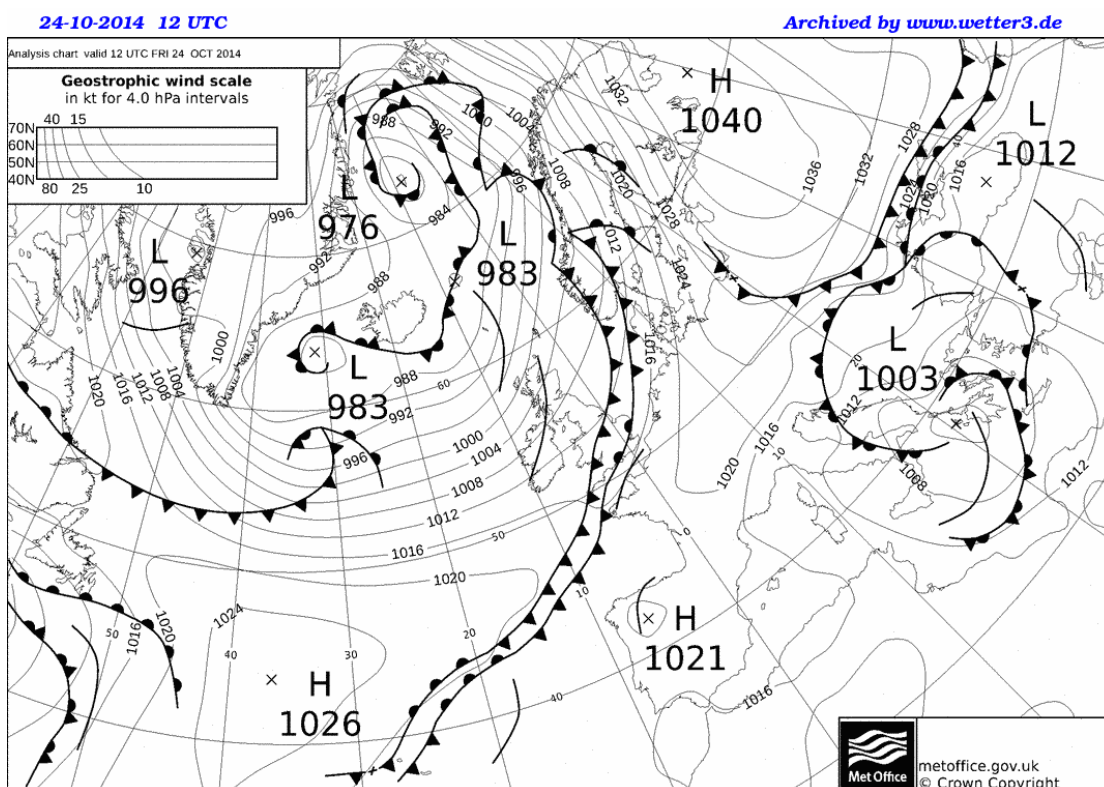
Στις 24 Οκτωβρίου 2014, τοπική ώρα Ελλάδας 02.00, ένα βαρομετρικό χαμηλό το οποίο βρισκόταν πάνω από την Αδριατική θάλασσα άρχισε να κινείται ανατολικά προς την Ελλάδα [Σχήμα 47]. Το ψυχρό μέτωπο κατευθύνεται προς τα ανατολικά και μέχρι τις 08.00 τοπική ώρα Ελλάδας έχει ήδη σαρώσει όλη τη δυτική ηπειρωτική χώρα δημιουργώντας τα πρώτα προβλήματα καθώς στην περιοχή έχουν πέσει τα πρώτα ύψη βροχής [Σχήμα 48]. Το βαρομετρικό χαμηλό μέχρι τις 14.00 τοπική ώρα Ελλάδας μόλις έχει περάσει πάνω από τον χώρο της Αττικής έχοντας σαν αποτέλεσμα να συμβούν τα πλημμυρικά γεγονότα και κατ' επέκταση οι ζημιές οι οποίες πρόκειται να αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο [Σχήμα 49]. Μέχρι τις 20.00 έχει διασχίσει το Αιγαίο και πλέον φτάνει στα παράλια της Τουρκίας [Σχήμα 50]. Στις 02.00 της 25^{ης} Οκτωβρίου το βαρομετρικό χαμηλό έχει απομακρυνθεί από τον ελλαδικό χώρο [Σχήμα 51].



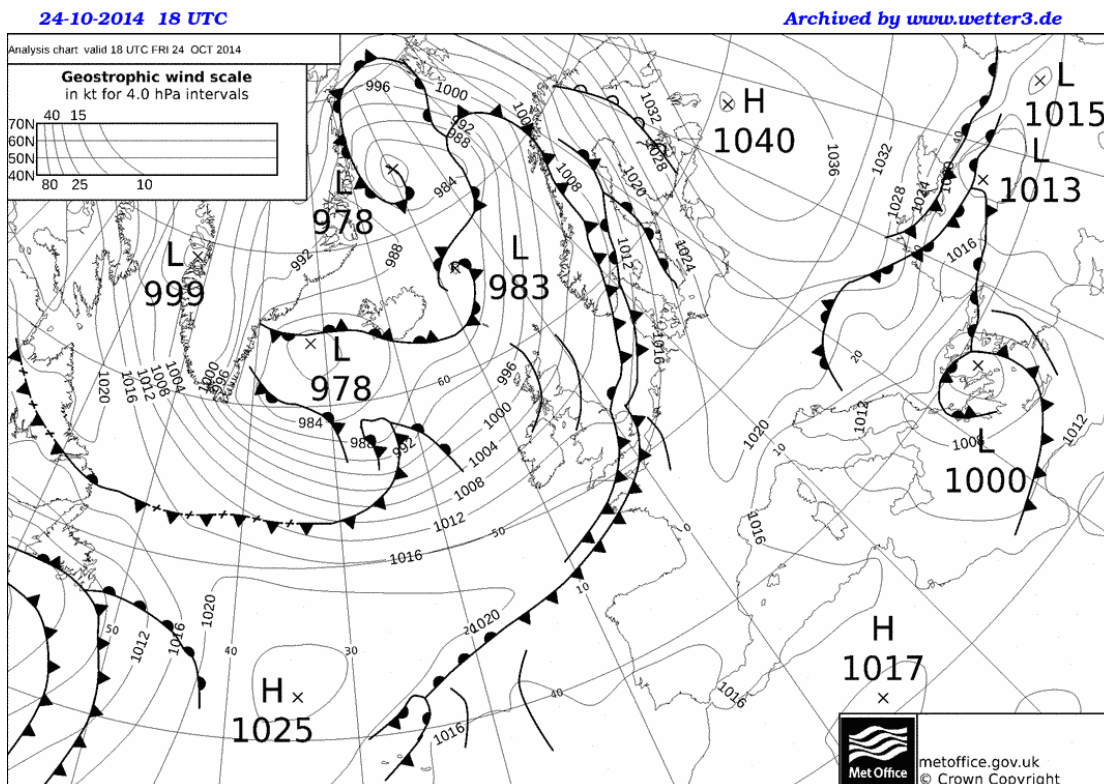
Σχήμα 47: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 02.00 ώρα Ελλάδας



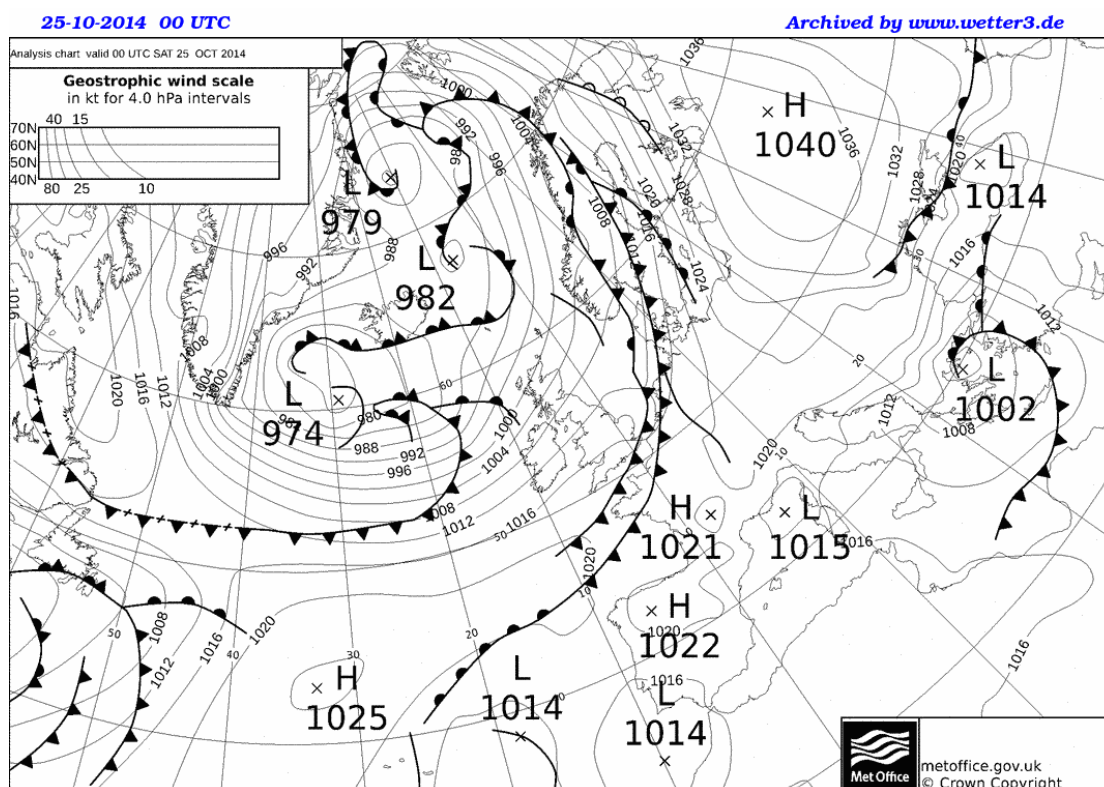
Σχήμα 48: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 08.00 ώρα Ελλάδας



Σχήμα 49: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 14.00 ώρα Ελλάδας

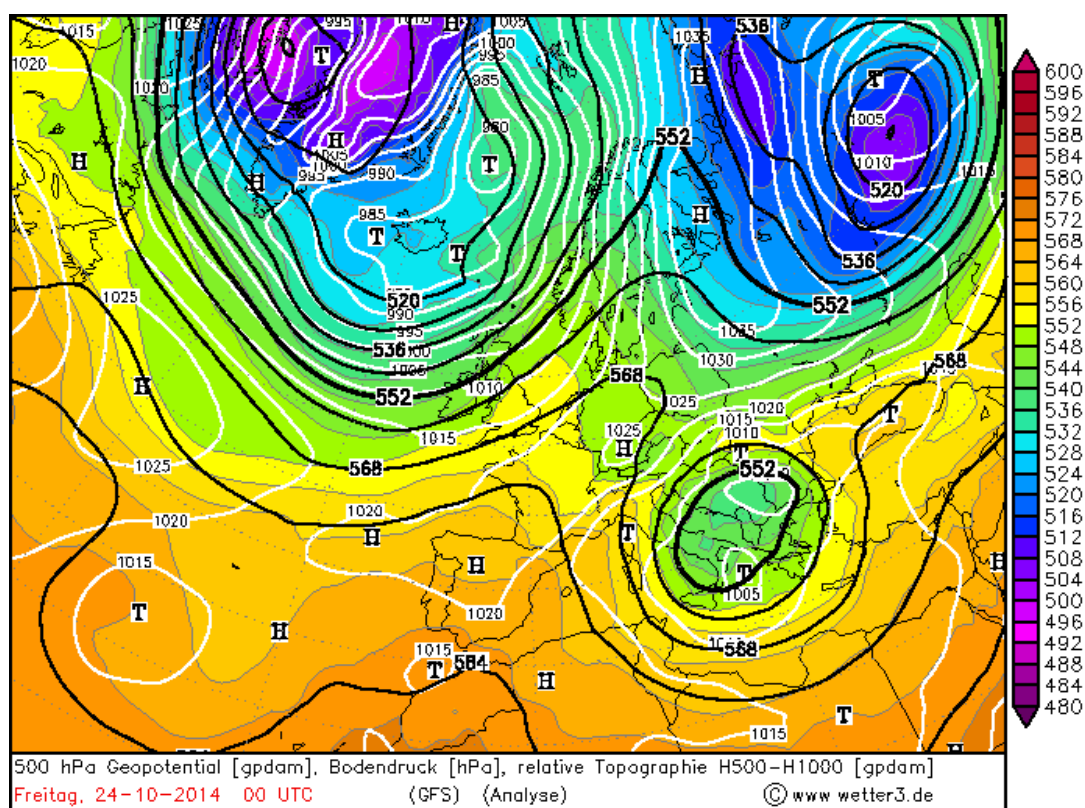


Σχήμα 50: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 20.00 ώρα Ελλάδας

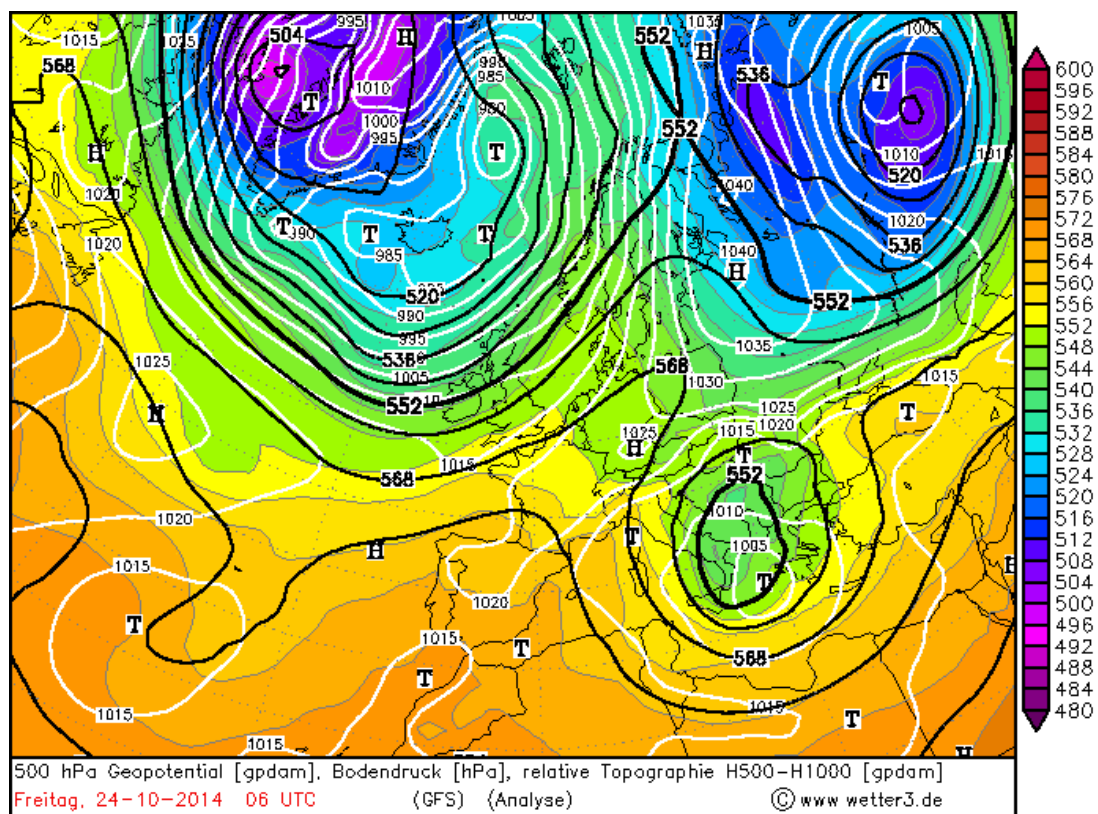


Σχήμα 51: Συνοπτική ανάλυση επιφανείας στις 02.00 ώρα Ελλάδας της 25^{ης} Οκτωβρίου

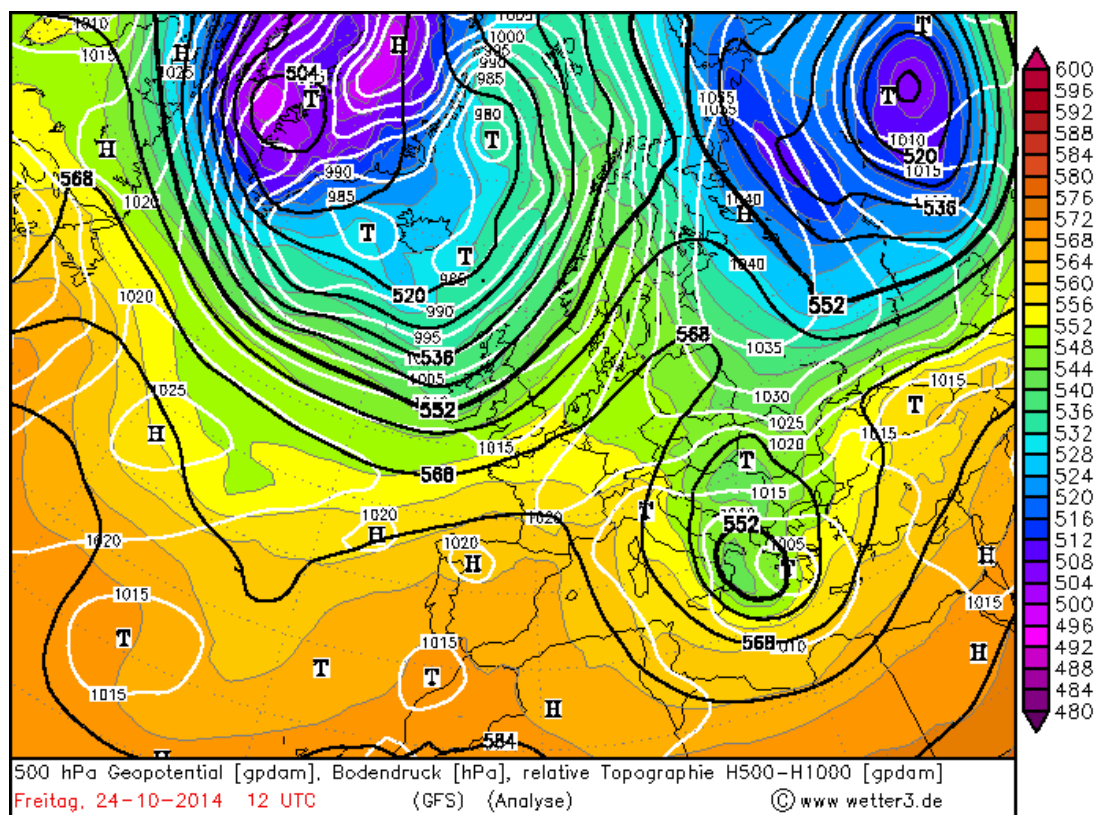
Σύμφωνα με τον χάρτη συνοπτικών συνθηκών για το γεωδυναμικό ύψος 500hPa, στις 02.00 της 24^{ης} Οκτωβρίου, μια ψυχρή λίμνη αέρα έχει σχηματιστεί πάνω από την Αδριατική θάλασσα και τα Βαλκάνια η οποία δημιουργεί αστάθεια πάνω από την περιοχή [Σχήμα 52]. Λόγω της ψυχρής λίμνης αέρα, δημιουργείται ρεύμα ΝΔ ανέμων στην ανώτερη ατμόσφαιρα το οποίο έχει άμεση σχέση με το βαρομετρικό χαμηλό που βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας. Μέχρι τις 08.00 αυτή η ψυχρή λίμνη αέρα παραμένει πάνω από το χώρο της Αδριατικής και της δυτικής ηπειρωτικής Ελλάδας τροφοδοτώντας όλο το σύστημα [Σχήμα 53]. Κατά τις 14.00 έχει πλέον περάσει στη δυτική Ελλάδα και κατευθύνεται ανατολικά προς το χώρο της Αττικής [Σχήμα 54]. Στις 20.00 έχει πλέον περάσει πάνω από την Αττική [Σχήμα 55] και στις 02.00 της 25^{ης} Οκτωβρίου αρχίζει να εξασθενεί και να κατευθύνεται ανατολικότερα προς το Αιγαίο και τα παράλια της Τουρκίας [Σχήμα 56].



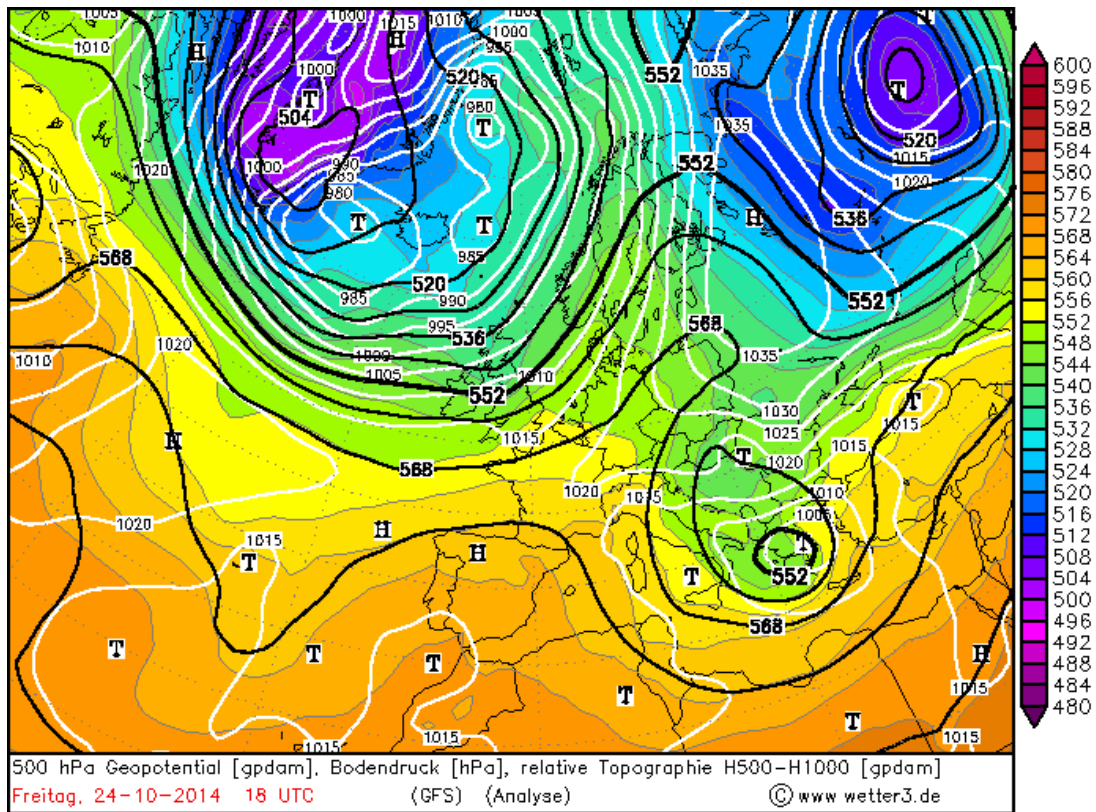
Σχήμα 52: Γεωδυναμικά ύψη (gpdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 02.00 ώρα Ελλάδας



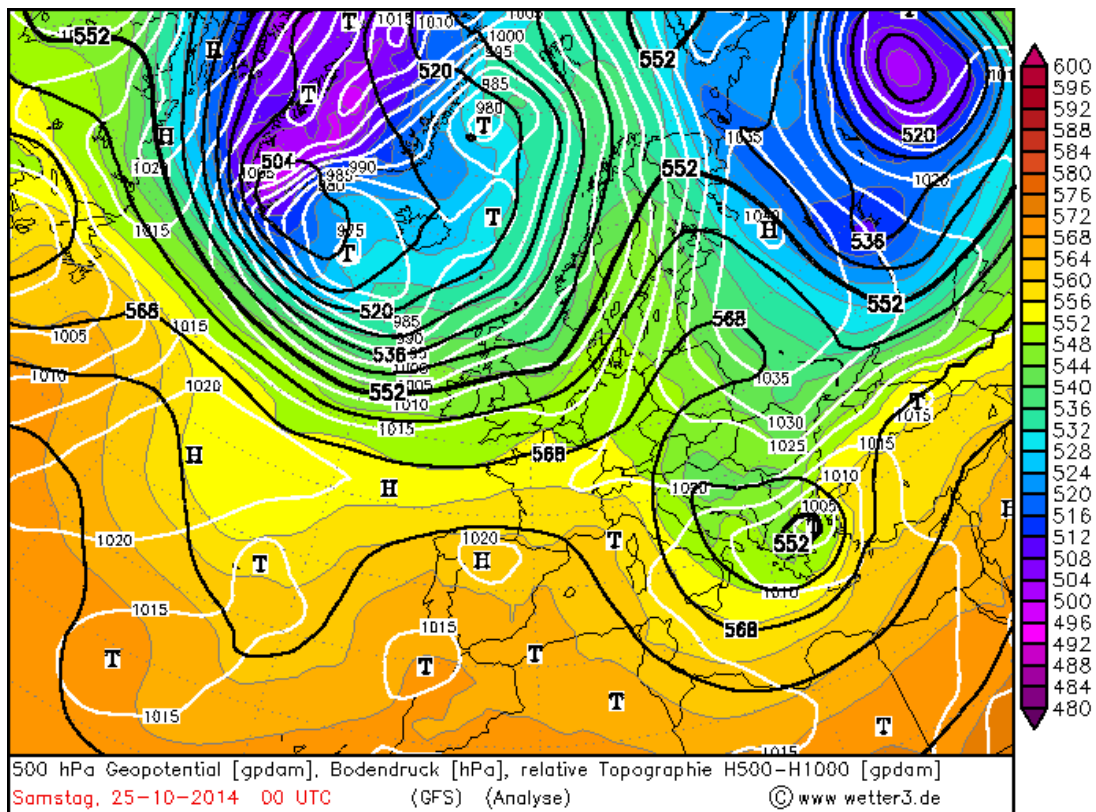
Σχήμα 53: Γεωδυναμικά ύψη (gpdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 08.00 ώρα Ελλάδας



Σχήμα 54: Γεωδυναμικά ύψη (gpdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 14.00 ώρα Ελλάδας

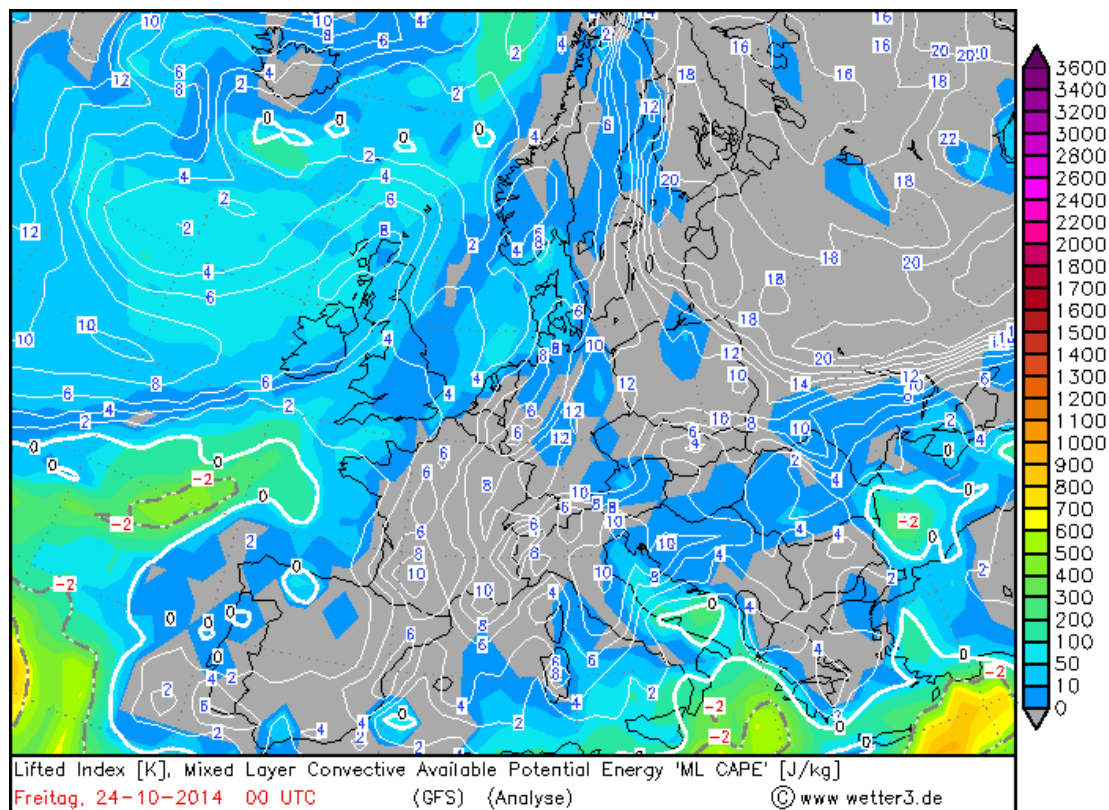


Σχήμα 55: Γεωδυναμικά ύψη (gpdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 20.00 ώρα Ελλάδας

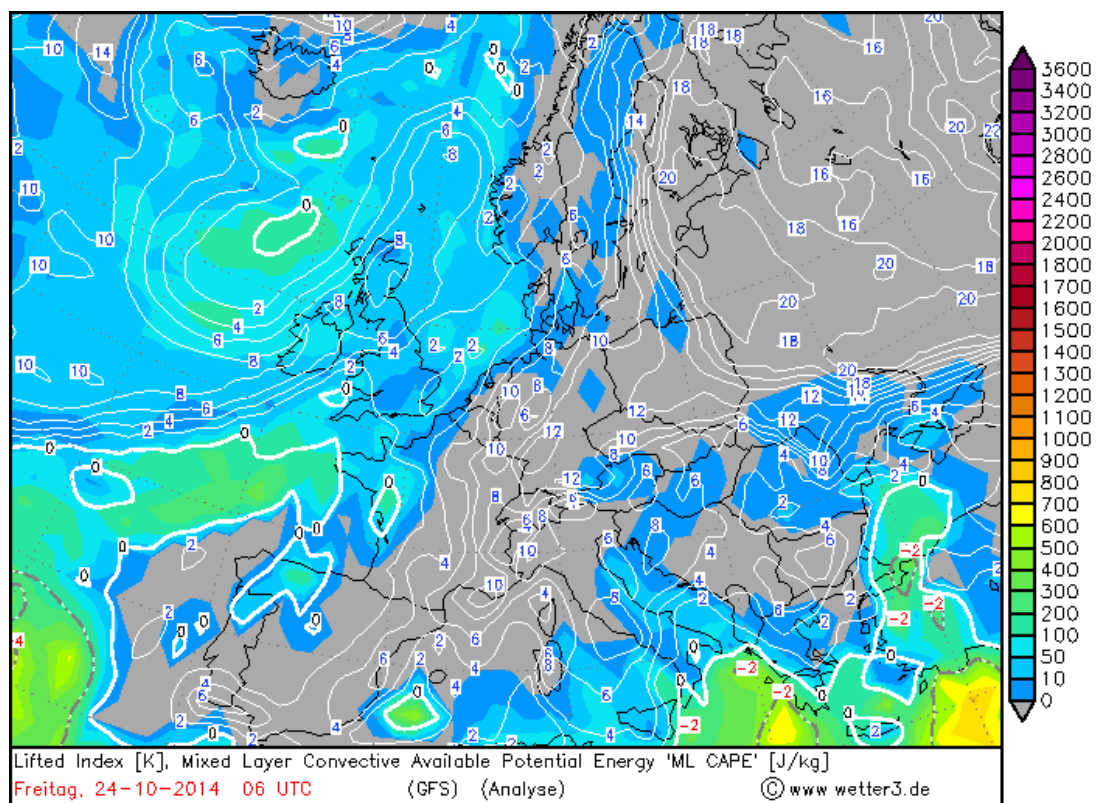


Σχήμα 56: Γεωδυναμικά ύψη (gpdam) της ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa (χρωματική κλίμακα), ατμοσφαιρική πίεση επιφάνειας θάλασσας (hPa; άσπρες καμπύλες) στις 02.00 ώρα Ελλάδας της 25^{ης} Οκτωβρίου

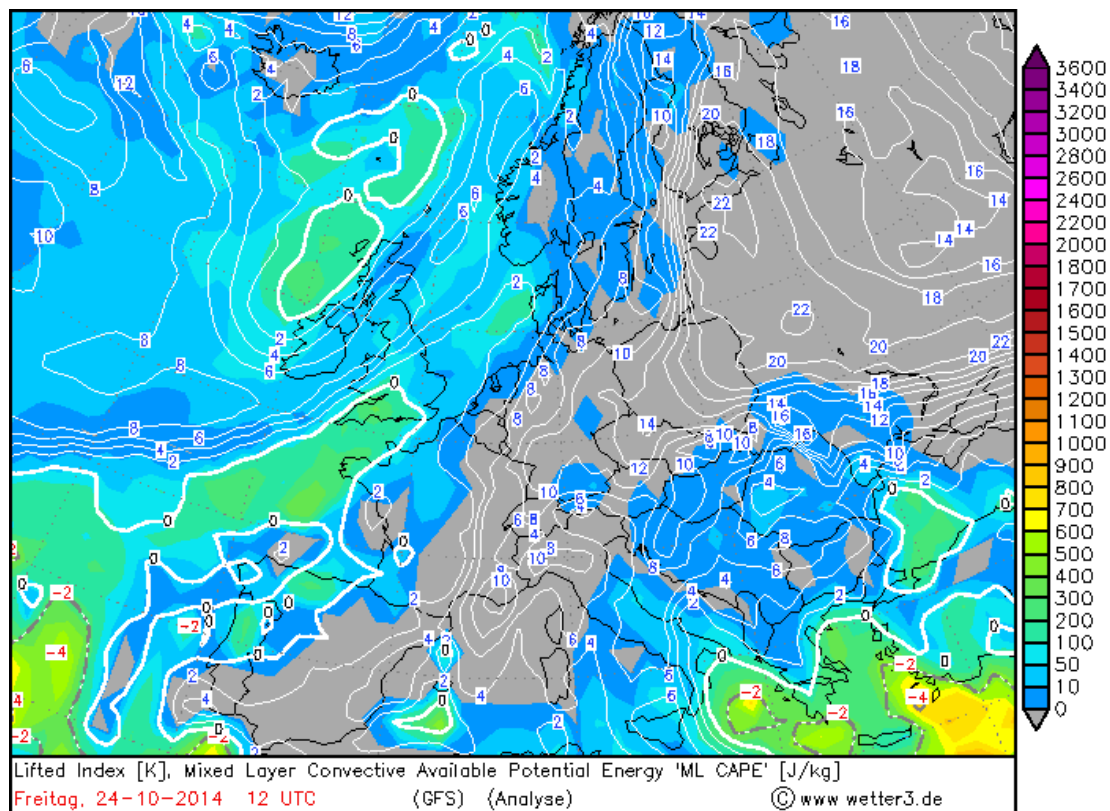
Η ατμοσφαιρική αστάθεια στην ευρύτερη περιοχή της Αδριατικής είναι εμφανής και στους χάρτες απεικόνισης του Δείκτη Lifted Index και του Δείκτη CAPE. Στις 02.00 τοπική ώρα Ελλάδας παρατηρούνται αρνητικές τιμές του δείκτη LI (Lifted Index) και συγκεκριμένα η τιμή -2, καθώς και τιμή περίπου 600 για τον δείκτη CAPE. Οι τιμές αυτές των δύο δεικτών, σύμφωνα με τις αριθμητικές κλίμακες τους οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, σημαίνουν οριακή αστάθεια στην περιοχή και πιθανότητα εμφάνισης καταιγίδων [Σχήμα 57, Σχήμα 58]. Μέχρι τις 14.00 αυτή η αστάθεια έχει αγγίξει το χώρο της Αττικής [Σχήμα 59] και μέχρι τις 20.00 λαμβάνουν χώρα καταιγίδες οι οποίες δημιουργήσαν το πλημμυρικό γεγονός της ημέρας [Σχήμα 60]. Οι δύο δείκτες εξακολουθούν να έχουν τιμές που μεταφράζονται ως αστάθεια, καθώς ο Δείκτης Lifted Index εξακολουθεί να έχει τιμή -2 ενώ ο δείκτης CAPE έχει φτάσει την τιμή 700. Στις 02.00 της 25^{ης} Οκτωβρίου η αστάθεια πλέον έχει απομακρυνθεί από τον ελλαδικό χώρο και ο καιρός είναι ήπιος [Σχήμα 61]. Ο Δείκτης Lifted Index έχει πλέον τιμές μεγαλύτερες του 0 και ο δείκτης CAPE έχει αγγίξει τις μικρότερες τιμές του σύμφωνα με την αριθμητική κλίμακα.



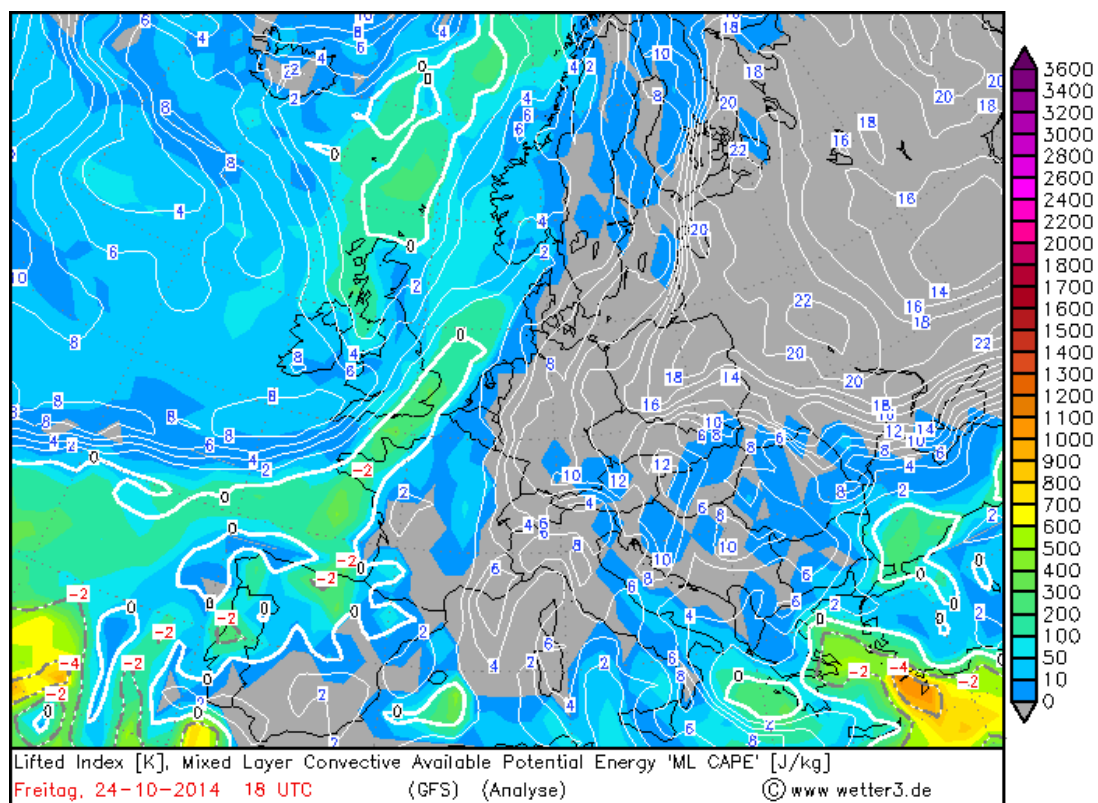
Σχήμα 57: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδας



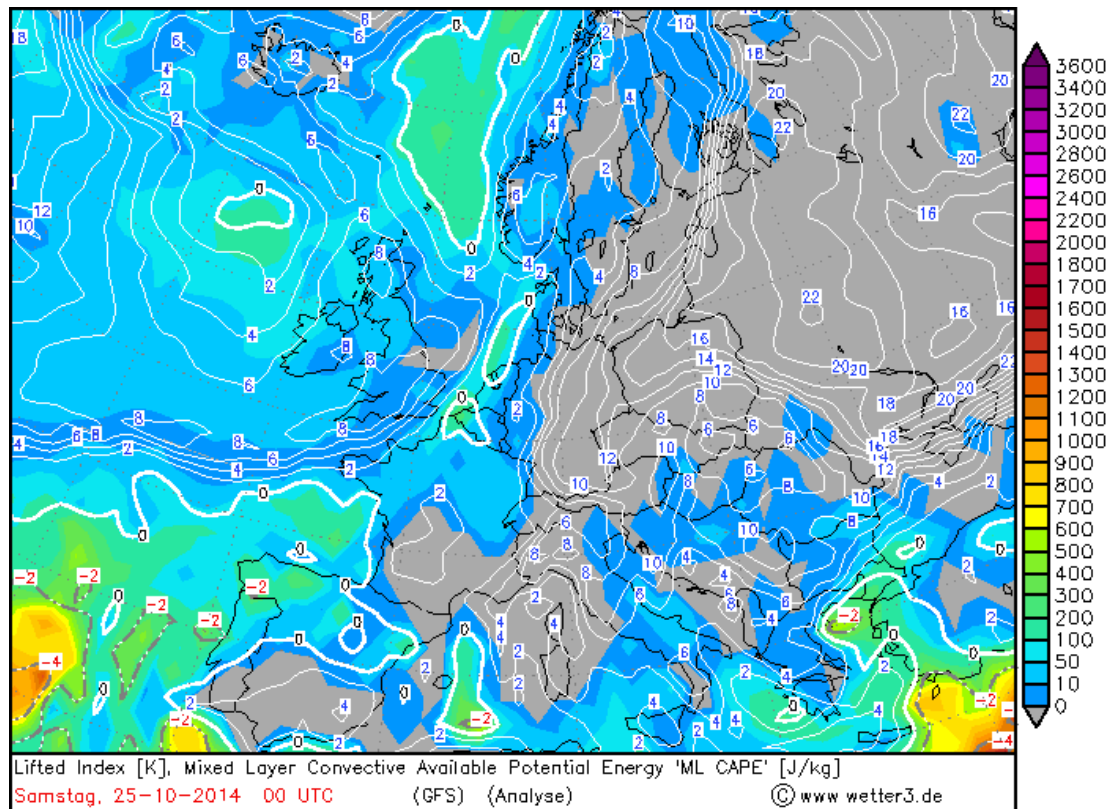
Σχήμα 58: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 08.00 ώρα Ελλάδας



Σχήμα 59: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 14.00 ώρα Ελλάδας

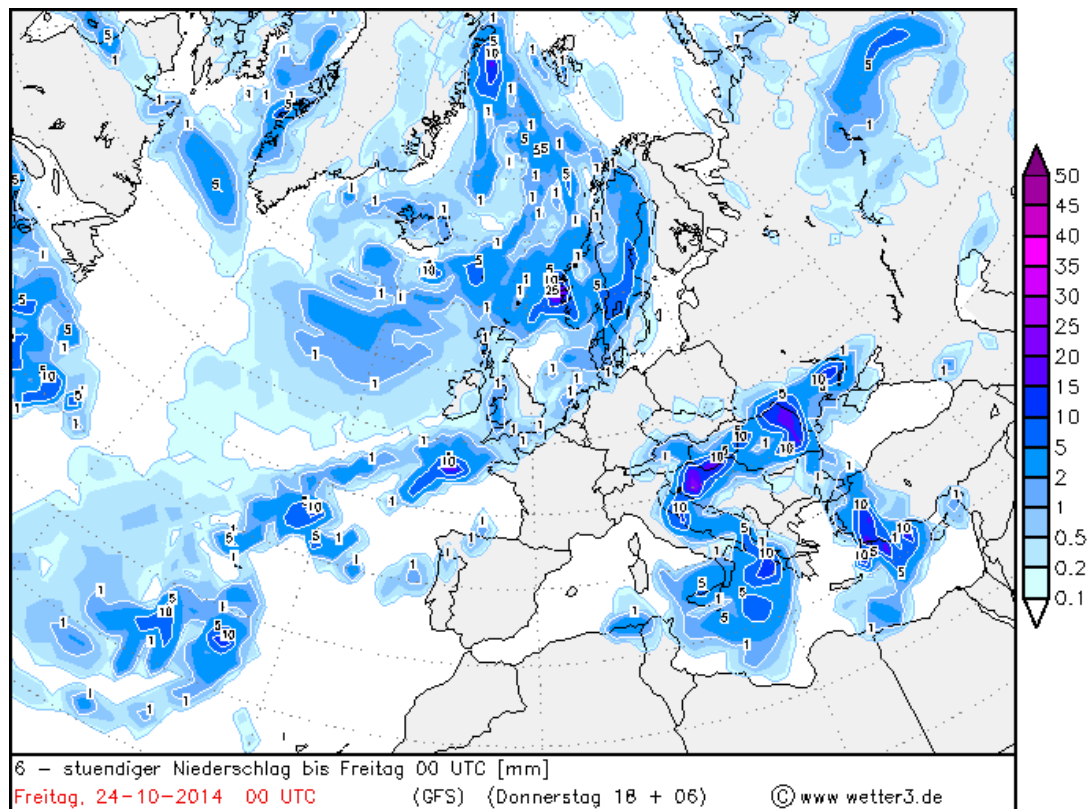


Σχήμα 60: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 20.00 ώρα Ελλάδας

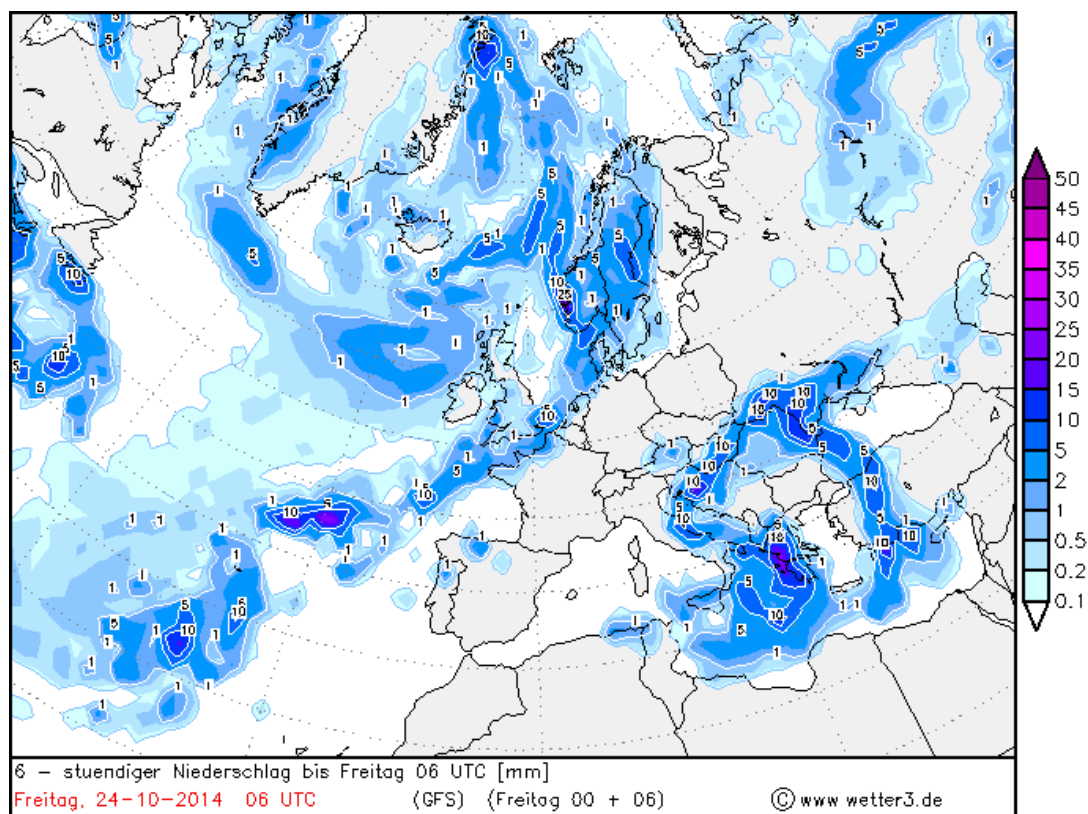


Σχήμα 61: Θερμοδυναμικός δείκτης Lifted Index (K; άσπρες καμπύλες) και θερμοδυναμικός δείκτης Mixed Layer Convective Available Potential Energy 'ML CAPE' (J/kg; χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδας της 25^{ης} Οκτωβρίου

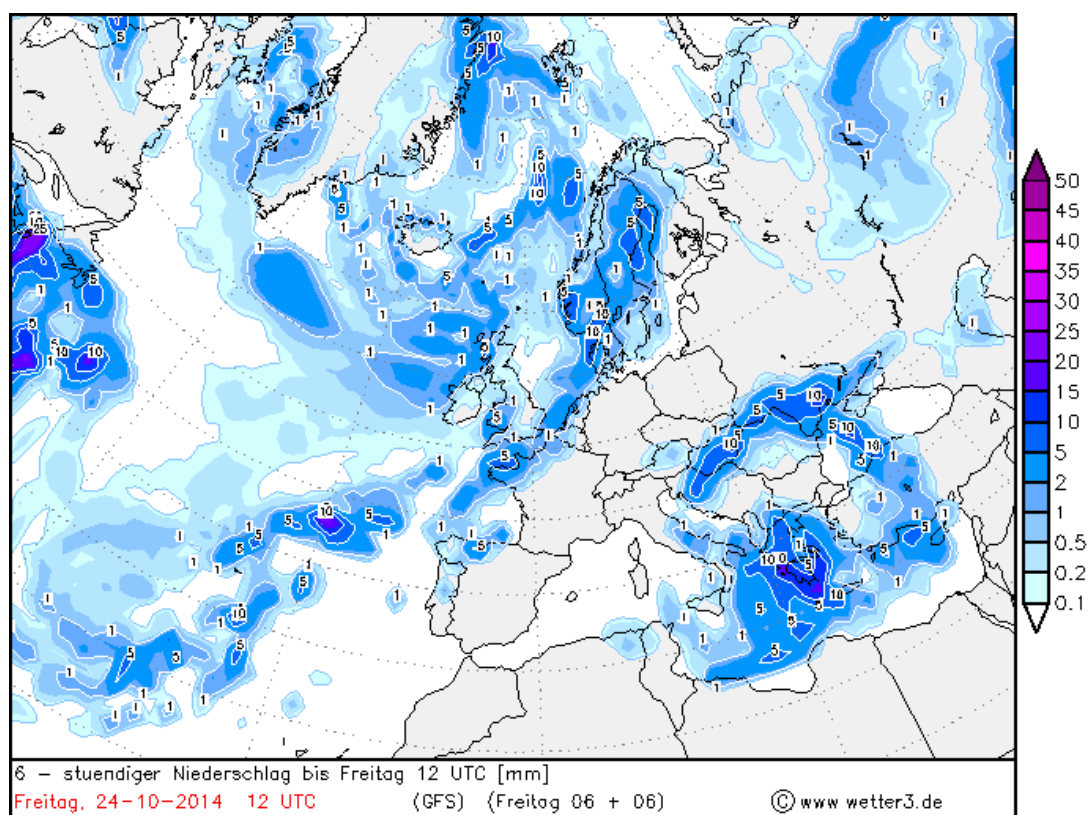
Σύμφωνα με τους χάρτες βροχόπτωσης στις 02.00 η αστάθεια πάνω από την περιοχή της Αδριατικής θάλασσας αρχίζει να δημιουργεί τα πρώτα βροχοφόρα νέφη και να πέφτουν τα πρώτα ύψη βροχής [Σχήμα 62]. Μέχρι τις 08.00 τοπική ώρα Ελλάδας η βροχόπτωση έχει ενταθεί και πλήττει όλη τη δυτική Ελλάδα με τιμές υψών βροχής περίπου 25-30mm [Σχήμα 63]. Στις 14.00 το σύστημα αγγίζει την Αττική [Σχήμα 64] και συνεχίζει να τροφοδοτείται από τον Αργοσαρωνικό Κόλπο, δίνοντας τις ακραίες του τιμές όσον αφορά στη βροχόπτωση μέχρι τις 20.00 το βράδυ με ύψη βροχής μέχρι και 50mm σύμφωνα με τον χάρτη του Σχήμα 65. Μέχρι τις 02.00 της 25^{ης} Οκτωβρίου η βροχόπτωση στην Αττική έχει μειωθεί στο ελάχιστο καθώς το σύστημα έχει πλέον φύγει πάνω από την περιοχή [Σχήμα 66].



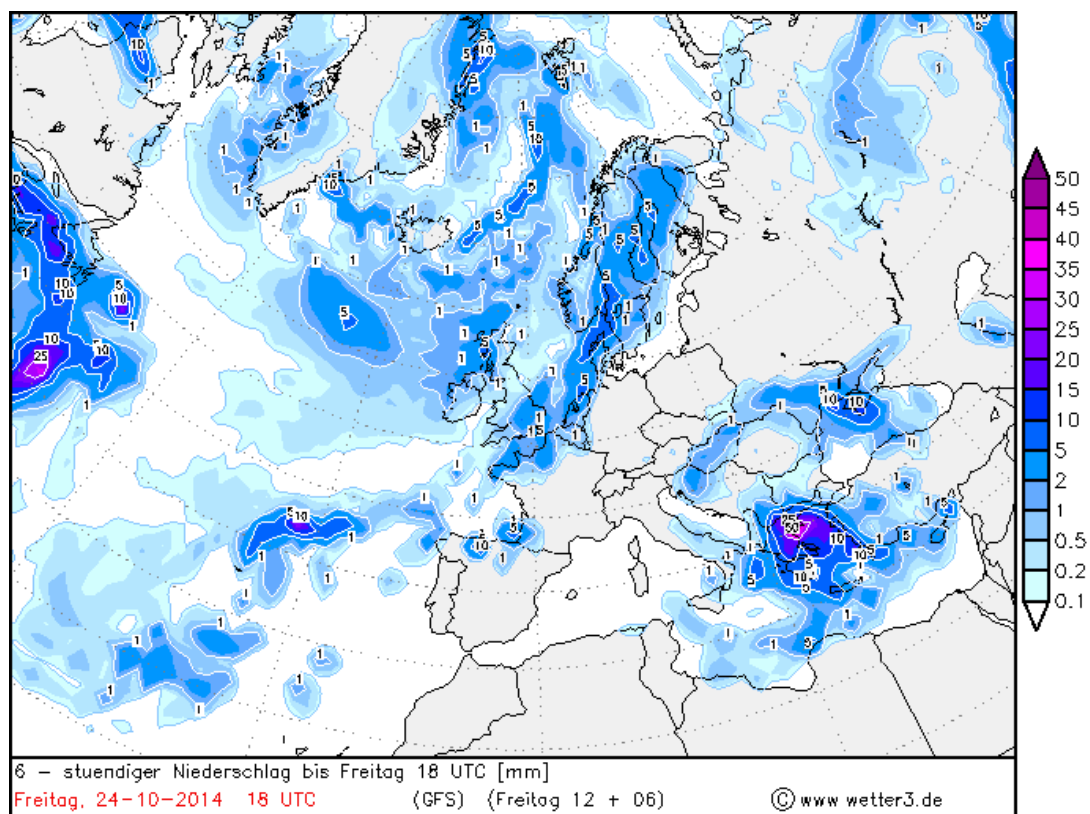
Σχήμα 62: Βροχόπτωση (mm) στις 02.00 ώρα Ελλάδας



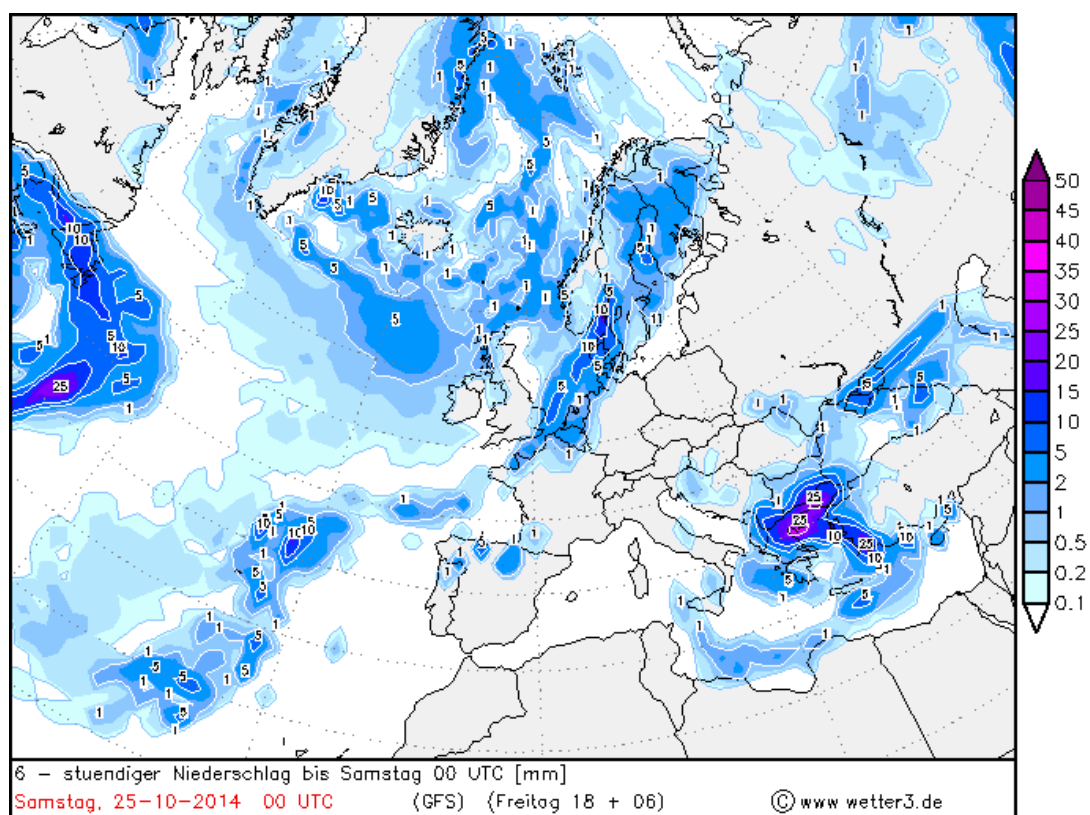
Σχήμα 63: Βροχόπτωση (mm) στις 08.00 ώρα Ελλάδας



Σχήμα 64: Βροχόπτωση (mm) στις 14.00 ώρα Ελλάδας

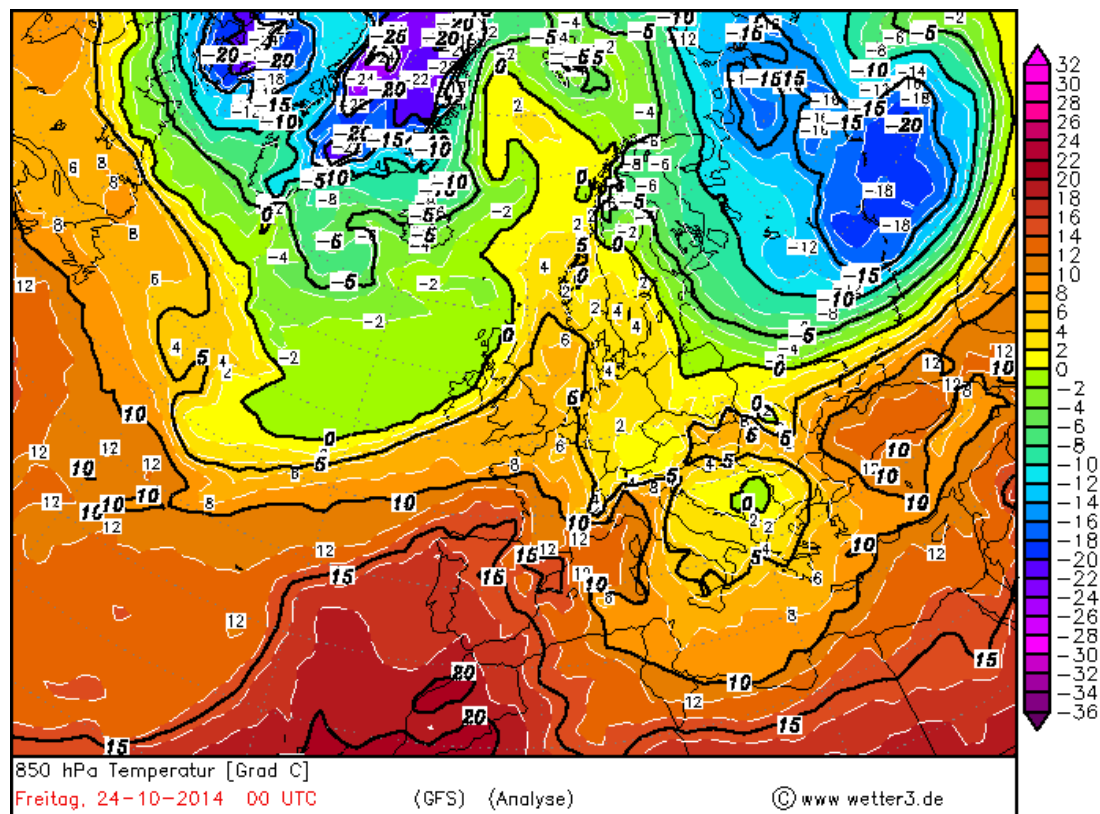


Σχήμα 65: Βροχόπτωση (mm) στις 20.00 ώρα Ελλάδας

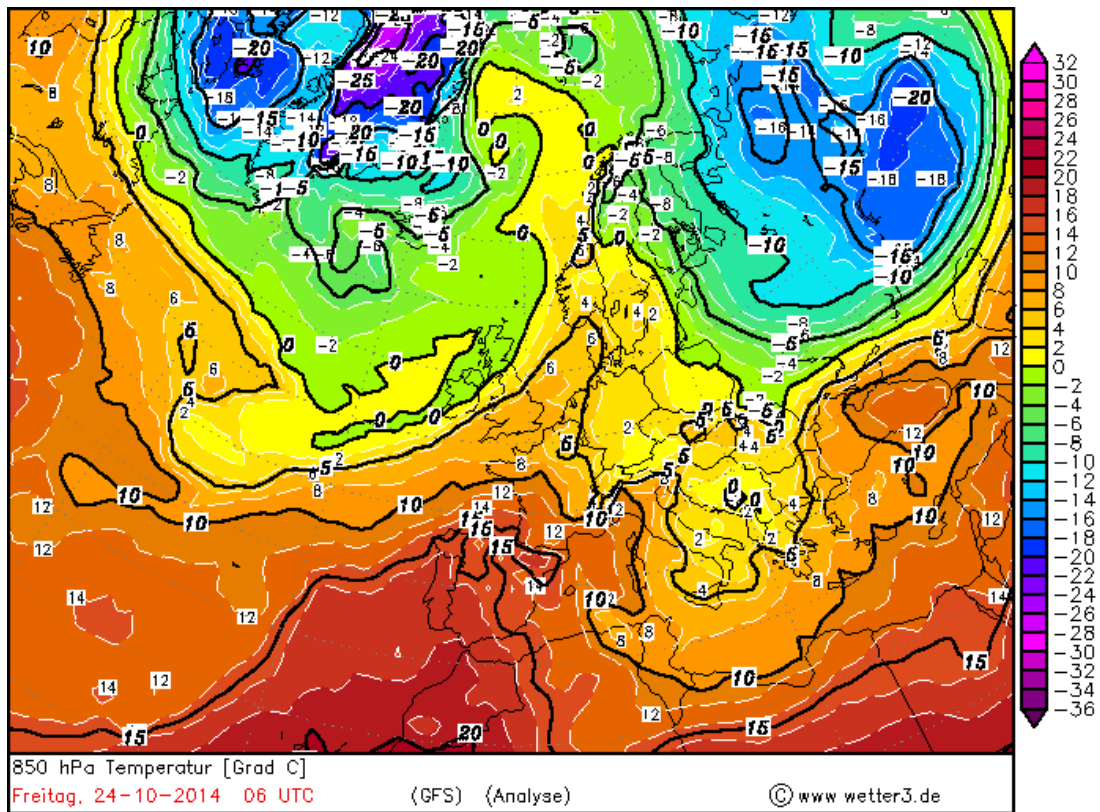


Σχήμα 66: Βροχόπτωση (mm) στις 02.00 ώρα Ελλάδας της 25^{ης} Οκτωβρίου

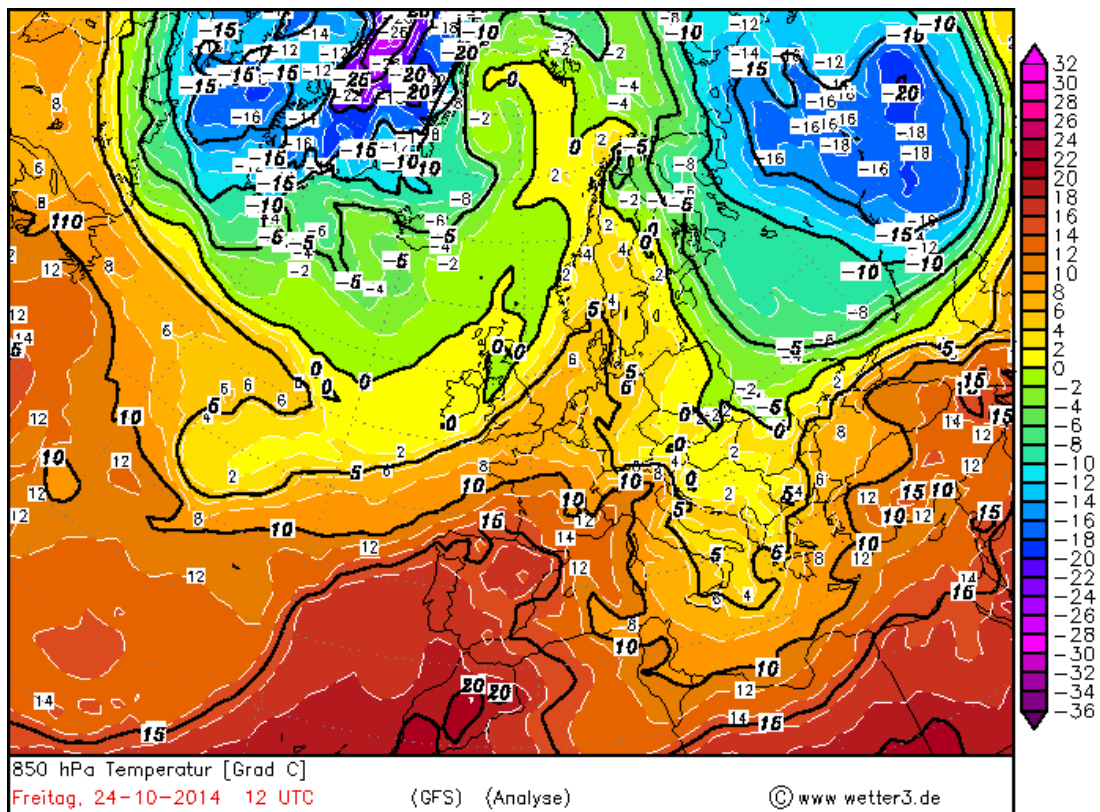
Όσον αφορά στη θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους, σύμφωνα με τους χάρτες θερμοκρασίας στα 850hPa, στις 02.00 τοπική ώρα Ελλάδας γύρω από την περιοχή της αστάθειας υπολογίζεται ότι ήταν περίπου 14°C [Σχήμα 67]. Σύμφωνα με το χάρτη θερμοκρασίας στο γεωδυναμικό ύψος των 850hPa το οποίο αντιστοιχεί στα 1500m περίπου, η θερμοκρασία είναι περίπου 5°C. Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία μειώνεται κατά 6°C για κάθε ένα χιλιόμετρο ανόδου. Έτσι, από 5°C στα 1500m, στο επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας είναι περίπου 14°C. Καθώς περνάει η ώρα και το βαρομετρικό χαμηλό κατευθύνεται ανατολικότερα, σταδιακά αυξάνεται και η θερμοκρασία στην περιοχή. Έτσι, στις 08.00 τοπική ώρα Ελλάδας η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους ήταν 16°C [Σχήμα 68], στις 14.00 τοπική ώρα Ελλάδας η θερμοκρασία ήταν 17°C [Σχήμα 69], στις 20.00 τοπική ώρα Ελλάδας η θερμοκρασία ήταν 15°C [Σχήμα 70], ενώ στις 02.00 τοπική ώρα Ελλάδας της 25^{ης} Οκτωβρίου η θερμοκρασία ήταν 14°C [Σχήμα 71].



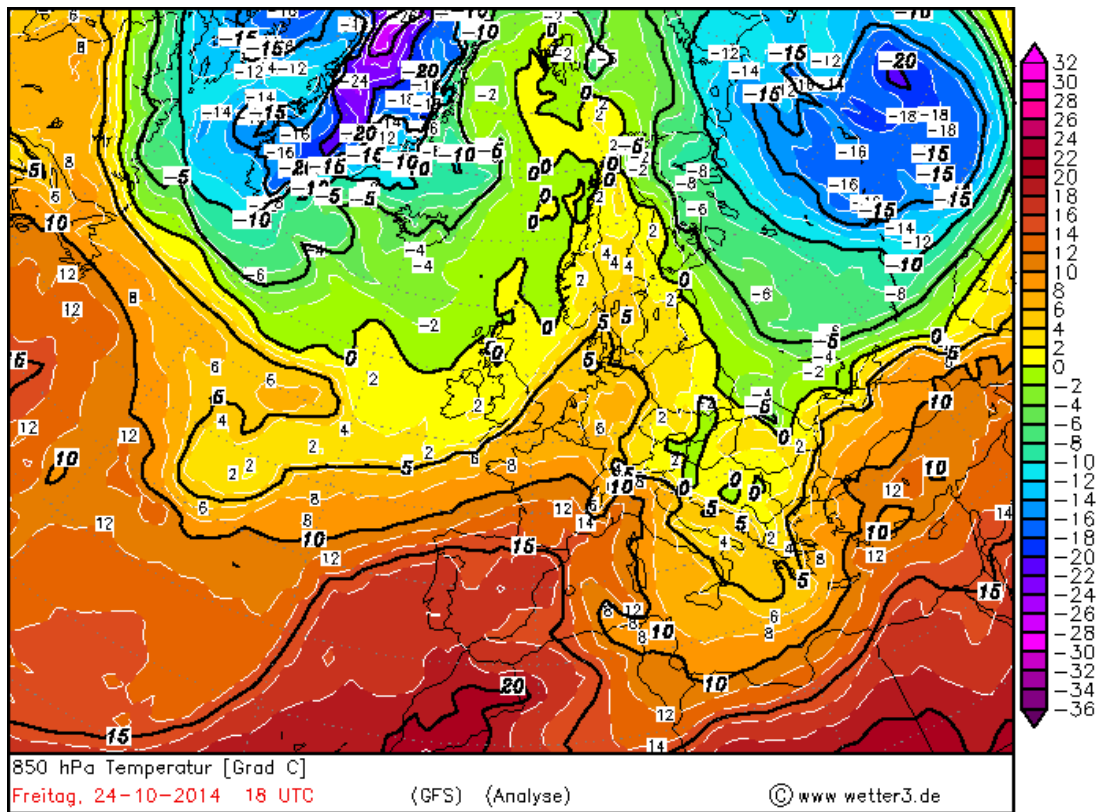
Σχήμα 67: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδας



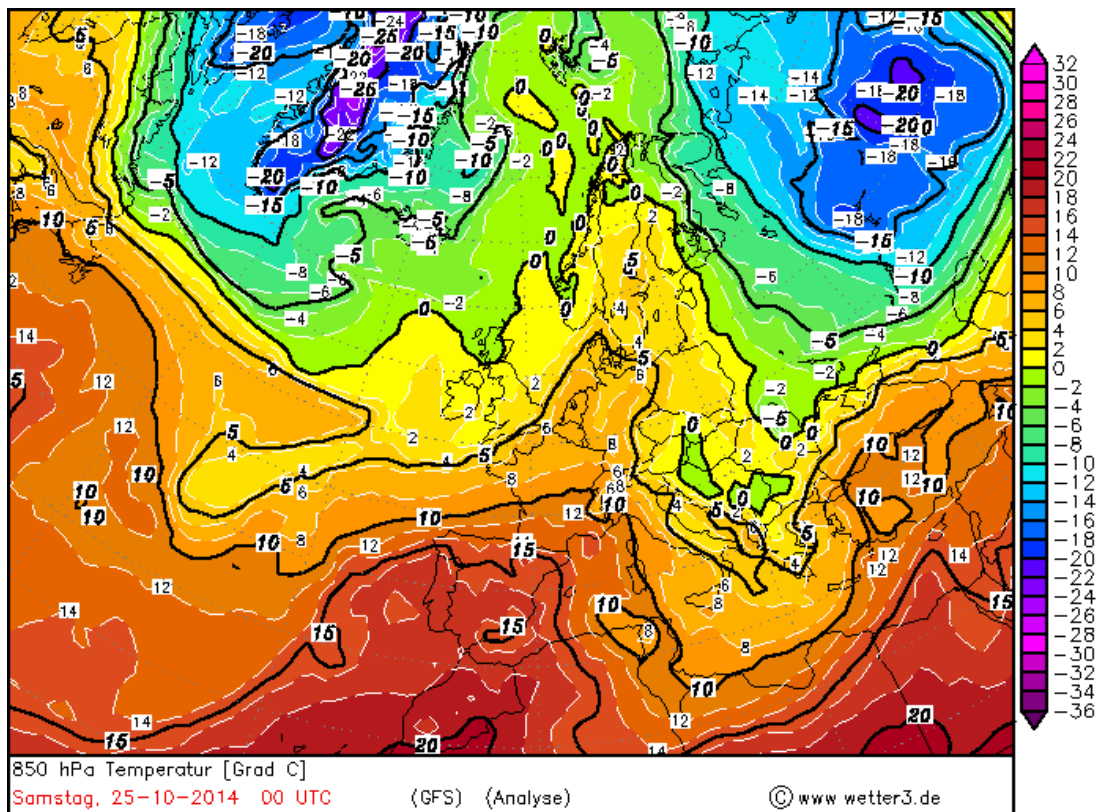
Σχήμα 68: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 08.00 ώρα Ελλάδας



Σχήμα 69: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 14.00 ώρα Ελλάδας



Σχήμα 70: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 20.00 ώρα Ελλάδας

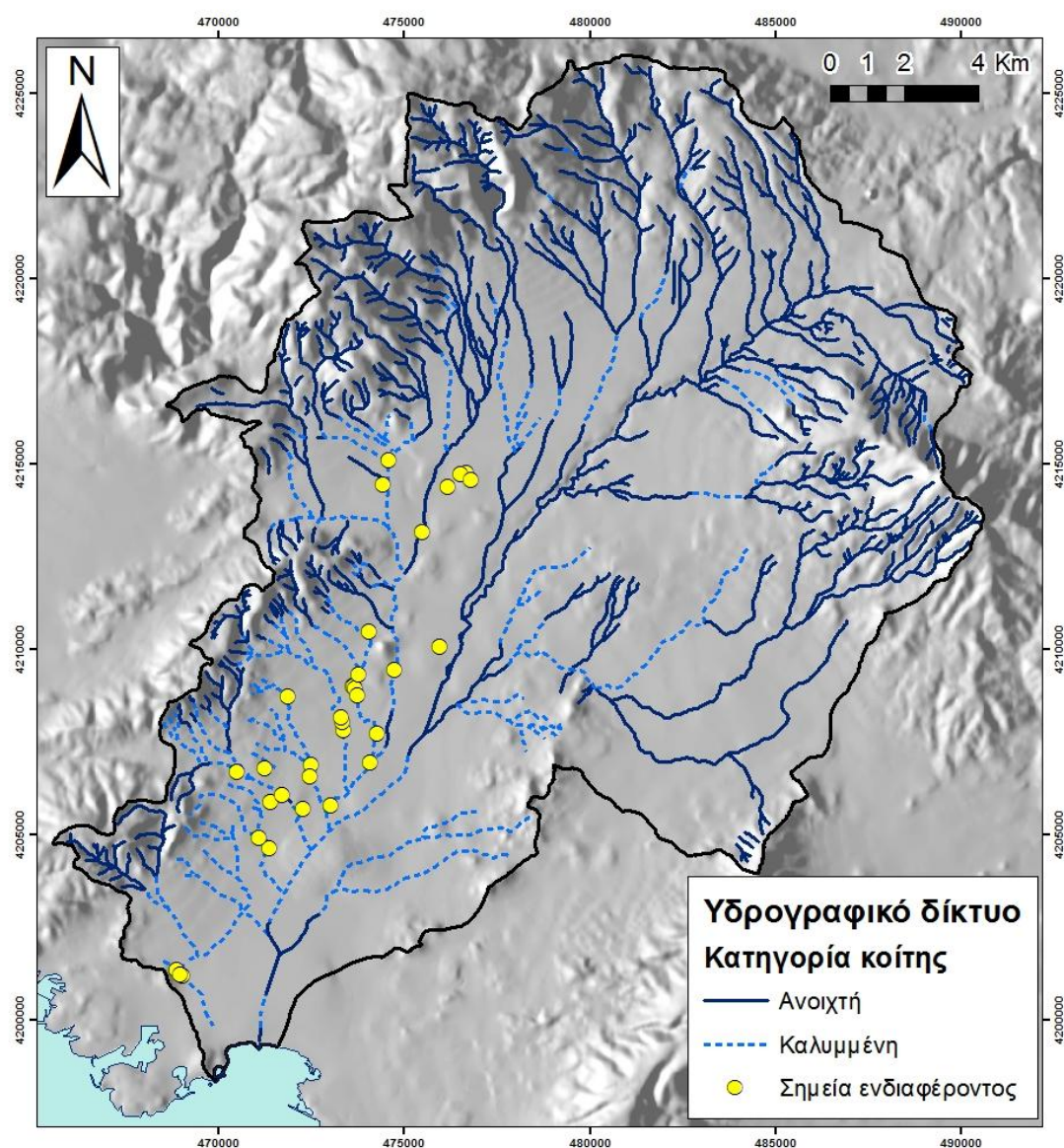


Σχήμα 71: Θερμοκρασία (°C) της ισοβαρικής επιφάνειας των 850hPa (χρωματική κλίμακα) στις 02.00 ώρα Ελλάδας της 25^{ης} Οκτωβρίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στα πλαίσια αυτής της Διπλωματικής Εργασίας πραγματοποιήθηκε εκτενής εργασία πεδίου για να βρεθούν και να διαπιστωθούν ποιες ήταν οι περιοχές που αντιμετώπισαν τα μεγαλύτερα προβλήματα. Έτσι, αυτή η αναζήτηση είχε ως αποτέλεσμα να επιβεβαιωθούν οι θέσεις των οποίων η ανάλυση θα γίνει στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου. Αρχικά, παρατίθεται ο χάρτης στο οποίο απεικονίζεται ολόκληρη η έκταση της υδρολογικής λεκάνης του Κηφισού και όλα τα σημεία που επιλέχτηκαν για περαιτέρω μελέτη [Σχήμα 72].



Σχήμα 72: Υδρολογική λεκάνη Κηφισού, υδρογραφικό δίκτυο με κατηγοριοποίηση της κοίτης σε ανοιχτή και καλυμμένη διατομή και σημεία ενδιαφέροντος

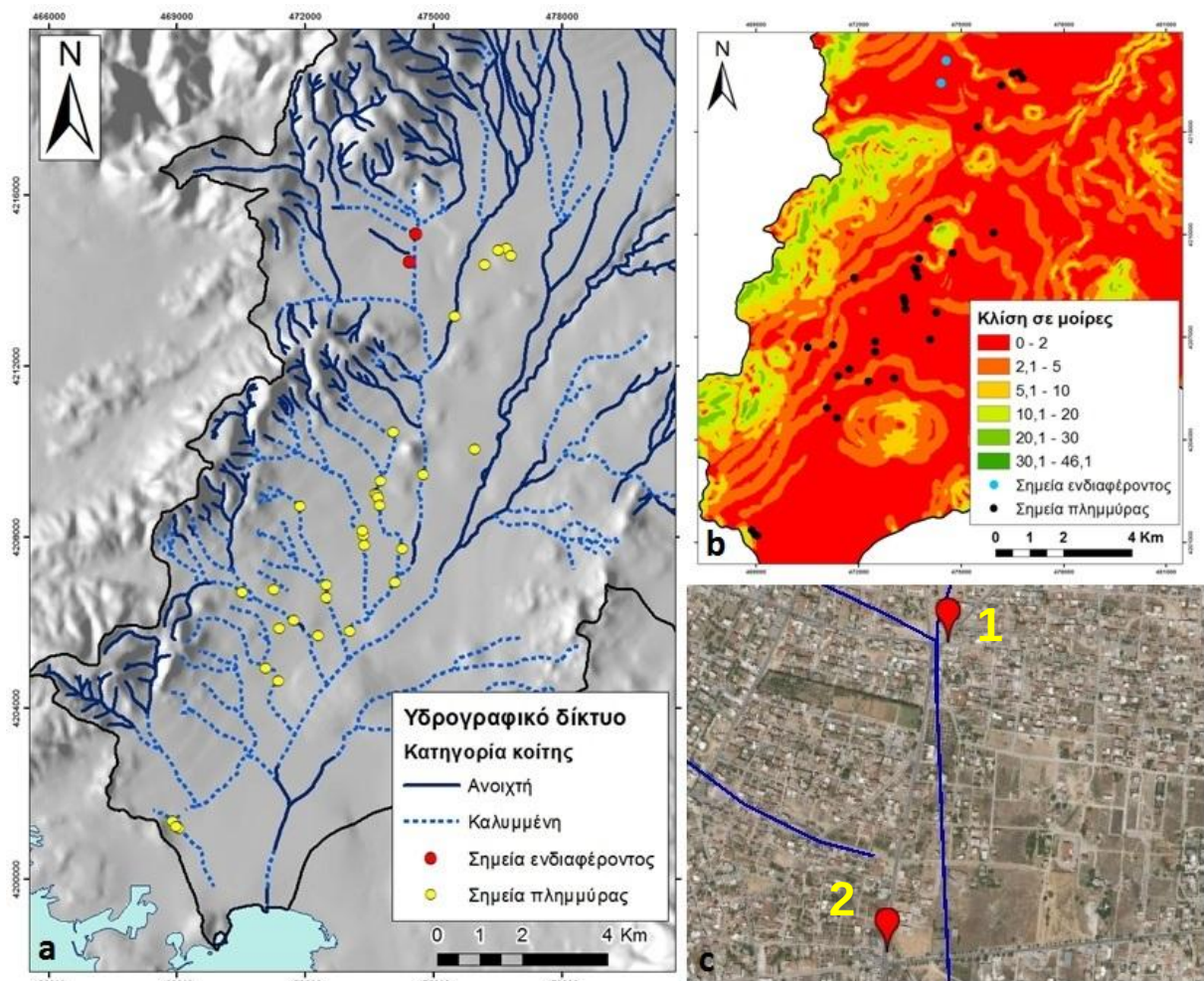
Στη συνέχεια του κεφαλαίου ακολουθούν οι επί μέρους χάρτες οι οποίοι απεικονίζουν λεπτομερέστερα κάθε σημείο ή κάθε ομάδα σημείων μελέτης. Η κάθε σειρά χαρτών αποτελείται από τρεις χάρτες.

Ο χάρτης α) απεικονίζει του υδρογραφικό δίκτυο, στο οποίο έχει γίνει κατηγοριοποίηση στο είδος της κοίτης. Με συνεχή μπλε γραμμή απεικονίζεται η κοίτη ανοιχτής διατομής, ενώ με διακεκομμένη γαλάζια γραμμή η κοίτη καλυμμένης διατομής. Στον ίδιο χάρτη παρουσιάζονται με κίτρινο οι θέσεις πλημμύρας και με κόκκινο οι εκάστοτε θέσεις μελέτης.

Ο χάρτης β) απεικονίζει τις κλίσεις του εδάφους εντός της υδρολογικής λεκάνης του Κηφισού. Έχει γίνει κατηγοριοποίηση σε 6 κλάσεις και έχει χρησιμοποιηθεί χρωματική κλίμακα γι' αυτό. Η πρώτη κλάση αφορά σε 0° - 2° . Αυτή η κατηγορία απεικονίζεται με κόκκινο καθώς οι κλίσεις αυτές είναι οι πιο επικίνδυνες για εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων. Η δεύτερη κλάση αντιστοιχεί σε $2,1^{\circ}$ - 5° , η τρίτη κλάση σε $5,1^{\circ}$ - 10° , η τέταρτη κλάση σε $10,1^{\circ}$ - 20° , η πέμπτη κλάση σε $20,1^{\circ}$ - 30° και η έκτη κλάση σε $30,1^{\circ}$ - $46,1^{\circ}$. Στον χάρτη β) με μαύρο παρουσιάζονται οι θέσεις πλημμύρας και με γαλάζιο οι εκάστοτε θέσεις μελέτης.

Τέλος, στον χάρτη γ) απεικονίζονται τα εκάστοτε σημεία μελέτης σε υπόβαθρο Google Earth με σκοπό να φανούν οι θέσεις στην πραγματική τους διάσταση εντός του αστικού ιστού της δυτικής Αττικής.

Για την πληρέστερη περιγραφή των θέσεων αυτών παρατίθενται σειρά φωτογραφιών.



Σχήμα 73: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 1 και 2

Θέση 1: Οδός Πηνειού

Στην οδό Πηνειού, και συγκεκριμένα στο ύψος της Ευαγγελιστριάς, ο όγκος του νερού που έρρεε την ημέρα του υπό μελέτη συμβάντος, ήταν μεγάλος. Αυτό που παρατηρήθηκε στο συγκεκριμένο σημείο είναι το εξής ιδιόμορφο: στη συμβολή των οδών Πηνειού και Θεσσαλίας το οδόστρωμα έχει μια συγκλίνουσα κλίση η οποία κατευθύνει το νερό που ρέει σε έναν αγωγό διαμέτρου περίπου 50cm και από εκεί πιθανότατα ξεκινάει η διαδρομή του μέσα από τους αγωγούς ομβρίων υδάτων [Σχήμα 74, Σχήμα 75]. Συνεπώς, μέχρι το νερό να καταλήξει εκεί, ρέει επιφανειακά πάνω στο οδόστρωμα, δημιουργώντας φαινόμενα πλημμύρας, ειδικά όταν υπάρχει έντονη βροχόπτωση. Ακόμα και την ίδια την ημέρα της επίσκεψης στο σημείο, φάνηκε ξεκάθαρα η ροή του νερού προς την κατασκευή αυτή [Σχήμα 74]. Η κλίση που έχει το έδαφος στο σημείο αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εκεί συμβάλλουν δύο κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου, και συγκεκριμένα ένας κλάδος 4^{ης} τάξης και ένας κλάδος 3^{ης} τάξης [Σχήμα 73]. Οι δύο αυτοί κλάδοι είναι σχετικά μεγάλης τάξης με αποτέλεσμα να αποστραγγίζουν αρκετά μεγάλη ποσότητα νερού.

Κατά την επίσκεψη στην περιοχή γύρω από το συγκεκριμένο σημείο ενδιαφέροντος, διαπιστώθηκε ότι δεν έχει δημιουργηθεί αποστραγγιστικό δίκτυο. Συνεπώς, ό,τι

ποσότητα νερού πέφτει, είτε είναι μικρή είτε είναι μεγάλη, ρέει εξ ολοκλήρου επιφανειακά. Επίσης, το γεγονός ότι για την αποστράγγιση των υδάτων έχει δημιουργηθεί η συγκεκριμένη κατασκευή η οποία περιορίζεται μόνο σε αυτό το σημείο όπου το έδαφος έχει αυτή την κλίση, αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα για σημαντικά φαινόμενα πλημμύρας στη θέση αυτή.

Παράλληλα, εξερευνώντας την περιοχή στα ανάντι, διαπιστώθηκε ότι η δόμηση έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε σε κάποιες θέσεις το υδρογραφικό δίκτυο είναι μεν ελεύθερο αλλά οι κατασκευές είναι χτισμένες στο όριο της κοίτης. Επίσης, σε άλλες θέσεις η δόμηση έχει γίνει πάνω στις κοίτες των επιμέρους κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, χωρίς να αφήνουν το νερό να ρέει. Το αποτέλεσμα από αυτόν τον τρόπο δόμησης είναι το νερό να βρίσκει τη δίοδο που η μορφολογική κλίση του επιτρέπει, και έτσι να καταλήγει στη θέση που αναφέρθηκε παραπάνω προκαλώντας φαινόμενα πλημμύρας με τις όποιες καταστροφές αυτό συνεπάγεται στις ανθρώπινες κατασκευές και περιουσίες.



Σχήμα 74: α),β) Συγκλίνουσα κλίση οδοστρώματος προς αγωγό αποστράγγισης. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού



Σχήμα 75: Αγωγός αποστράγγισης υδάτων στη συμβολή των οδών Πηνειού και Αιγαίου Πελάγους

Θέση 2: Οδός Αιγαίου Πελάγους

Και στην οδό Αιγαίου Πελάγους, όπως αναφέρεται στην ηλεκτρονική εφημερίδα Δυτική Όχθη⁸, εντοπίστηκαν μεγάλα προβλήματα. Το νερό παρέσυρε μοτοσυκλέτες και πολλά αυτοκίνητα ακινητοποιήθηκαν καθώς οι οδηγοί αδυνατούσαν να τα χειριστούν λόγω της ορμής του νερού. Όπως αναφέρει η Πολιτική Προστασία, υπολογίζει ότι το ύψος του νερού έφτασε τα 40cm. Επίσης, σε πολλά σημεία στην οδό αυτή υποχώρησε το οδόστρωμα. Οι κάτοικοι αναφέρουν ότι από τη συμβολή των οδών Αιγαίου Πελάγους και Αχαρνών και βορειότερα όποτε βρέχει πλημμυρίζει όλη η περιοχή και γίνεται σαν «λίμνη» όπως χαρακτηριστικά ανέφεραν. Οι πολύ μικρές μορφολογικές κλίσεις στην ευρύτερη περιοχή δικαιολογούν απόλυτα αυτόν το χαρακτηρισμό [Σχήμα 73].

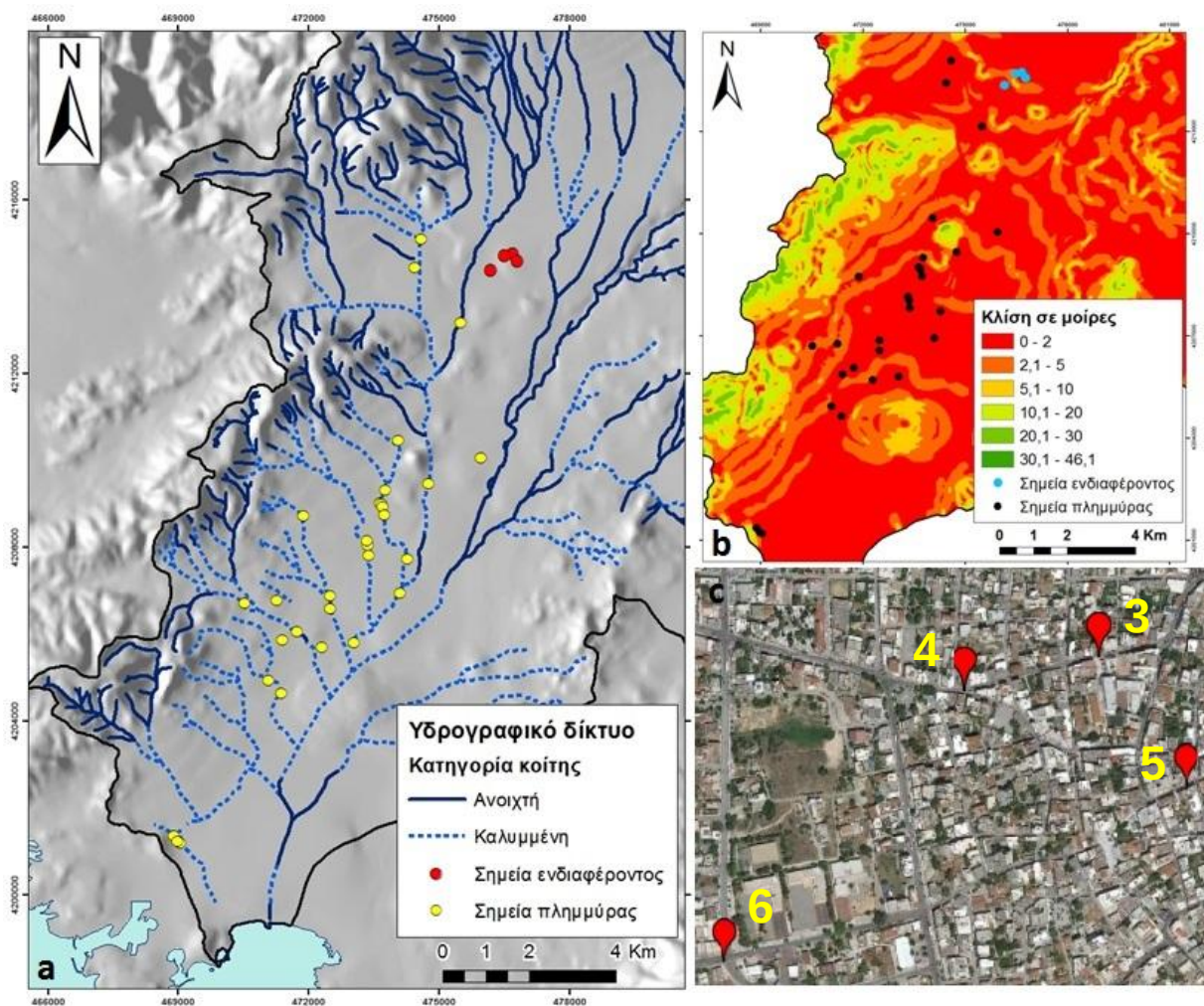
Κατά την επίσκεψη στην περιοχή 1,5 χρόνο μετά, παρατηρήθηκε ότι στη συμβολή των οδών Αιγαίου Πελάγους και Αχαρνών είναι εμφανής η ανοιχτής διατομής διευθέτηση που έχει γίνει στον 4^{ης} τάξης κλάδο του υδρογραφικού δικτύου. Μάλιστα, μπορεί κανείς να δει τους δύο αγωγούς που έχουν χρησιμοποιηθεί στις υπόγειες διευθετήσεις, να ξεπροβάλουν στο σημείο αυτό [Σχήμα 76]. Σε πολύ έντονες βροχοπτώσεις η διευθέτηση του ποταμού στο σημείο αυτό παρουσιάζει φαινόμενα υπερχειλίσσης και έτσι η ευρύτερη περιοχή δέχεται τον όγκο νερού της υπερχειλίσσης, και τον όγκο νερού που απορρέει επιφανειακά και δεν έχει κατορθώσει να αποστραγγιστεί.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην οδό Αιγαίου Πελάγους από τη συμβολή της με την οδό Πηνειού και κατάντι, υπάρχει ένα σχετικά πυκνό αποστραγγιστικό δίκτυο, καθώς πολλές σχάρες είναι τοποθετημένες τόσο στη συγκεκριμένη οδό, όσο και στη συμβολή της με τις κάθετες σε αυτήν οδούς.

⁸ Πηγή διαδικτύου: <http://doxthi.gr>



Σχήμα 76: Η οδός Αιγαίου Πελάγους (a) και η διευθέτηση ανοιχτής διατομής στη συμβολή των οδών Αιγαίου Πελάγους και Αχαρνών (b)



Σχήμα 77: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 3, 4, 5 και 6

Θέση 3: Οδός Παγκάλου 22

Στην οδό Παγκάλου εντοπίστηκαν ορισμένα από τα κυριότερα προβλήματα στο Δήμο Αχαρνών καθώς ο όγκος του νερού ήταν μεγάλος [Σχήμα 78]. Όπως αναφέρουν οι κάτοικοι, τα φαινόμενα πλημμύρας αυξήθηκαν στη συγκεκριμένη οδό από τότε που κατασκευάστηκε η νησίδα στο δρόμο για τη δημιουργία ποδηλατοδρόμου.

Όπως φάνηκε σε βίντεο που δημοσιεύτηκε από αυτόπτη μάρτυρα, αλλά και από την εικόνα του Σχήμα 79, το ύψος του νερού έφτασε τόσο ψηλά που ένα όχημα εν κινήσει καλυπτόταν σχεδόν εξ ολοκλήρου με νερό [Σχήμα 80]. Αυτό που προκαλεί εντύπωση είναι ότι ακόμα και τα αστικά λεωφορεία κινούνταν με δυσκολία στη συγκεκριμένη οδό. Υπολογίζεται ότι στο σημείο το νερό έφτασε τα 70-80cm και λόγω της καταφορικής κλίσης η ταχύτητά του ήταν μεγάλη. Αυτοί οι δύο παράγοντες συνέβαλαν στη δύσκολη κίνηση των οχημάτων. Οι κάτοικοι αναφέρουν ότι κάθε φορά που η βροχόπτωση θα διαρκέσει πολύ, αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα πλημμύρας.

Όσον αφορά στο αποστραγγιστικό δίκτυο, ναι μεν υπάρχει αλλά είναι αραιό. Συνεπώς φαίνεται να μην επαρκεί για την περιοχή, δεδομένου ότι αυτή πλημμυρίζει

αρκετά συχνά και το ύψος του νερού φτάνει αρκετά ψηλά. Επίσης, δείχνει να είναι ακανόνιστο καθώς οι σχάρες είναι τοποθετημένες σε διάσπαρτα σημεία και σε μερικές θέσεις είναι τοποθετημένες στη μέση του δρόμου [Σχήμα 80].

Αξίζει να αναφερθεί ότι μέσα από τον κεντρικό οικοδομικό ιστό του Μενιδίου δεν διέρχεται κάποιος κλάδος του υδρογραφικού δικτύου [Σχήμα 77]. Παράλληλα, εξίσου σημαντικό είναι ότι η κλίσεις του εδάφους είναι κατηφορικές προς το κέντρο της πόλης και η διάταξη του αστικού ιστού είναι ακτινωτή.



Σχήμα 78: Η οδός Παγκάλου. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού. (Πηγή διαδικτυο: <http://newpost.gr/>)



Σχήμα 79: Η δυσκολία κίνησης των οχημάτων στην οδό Παγκάλου. Ένα όχημα έχει καλυφθεί σχεδόν ολόκληρο με νερό (κίτρινο περίγραμμα). Το κόκκινο βέλος δείχνει την κατεύθυνση ροής του νερού. (Πηγή διαδικτυο: <http://doxthi.gr>)



Σχήμα 80: α) το ύψος που έφτασε το νερό στο σημείο που ένα όχημα είχε καλυφθεί εξ ολοκλήρου και β) οι σχάρες ομβρίων υδάτων σε διάσπαρτες θέσεις επί της οδού Παγκάλου

Θέση 4: Οδός Εθνικής Αντιστάσεως

Όλος ο όγκος του νερού που έρρεε στην οδό Παγκάλου κατέληξε στην οδό Εθνικής Αντιστάσεως καθώς αποτελεί την προέκτασή της [Σχήμα 77]. Κάδοι απορριμμάτων έπλεαν στο νερό και οδηγοί οχημάτων είχαν ακινητοποιήσει τα οχήματά τους περιμένοντας να πέσει η στάθμη του νερού [Σχήμα 81]. Σε αυτήν την οδό, όπως και στην οδό Παγκάλου, οι κάτοικοι και οι ιδιοκτήτες καταστημάτων αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα τις περιόδους των έντονων βροχοπτώσεων. Αυτό μπορεί να το διαπιστώσει κανείς από το γεγονός ότι στα περισσότερα καταστήματα που

βρίσκονται στο επίπεδο του δρόμου και δεν είναι υπερυψωμένα, οι ιδιοκτήτες τους έχουν τοποθετήσει στις εισόδους των καταστημάτων 2 ειδικές υποδοχές στις οποίες όταν βρέχει πολύ εισάγουν πλαστικό φύλλο τύπου Plexiglas για να μειώνει την εισροή νερού εντός του καταστήματος [Σχήμα 82]. Υπολογίζεται ότι το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 60-70cm και κατά θέσεις 80-90cm.

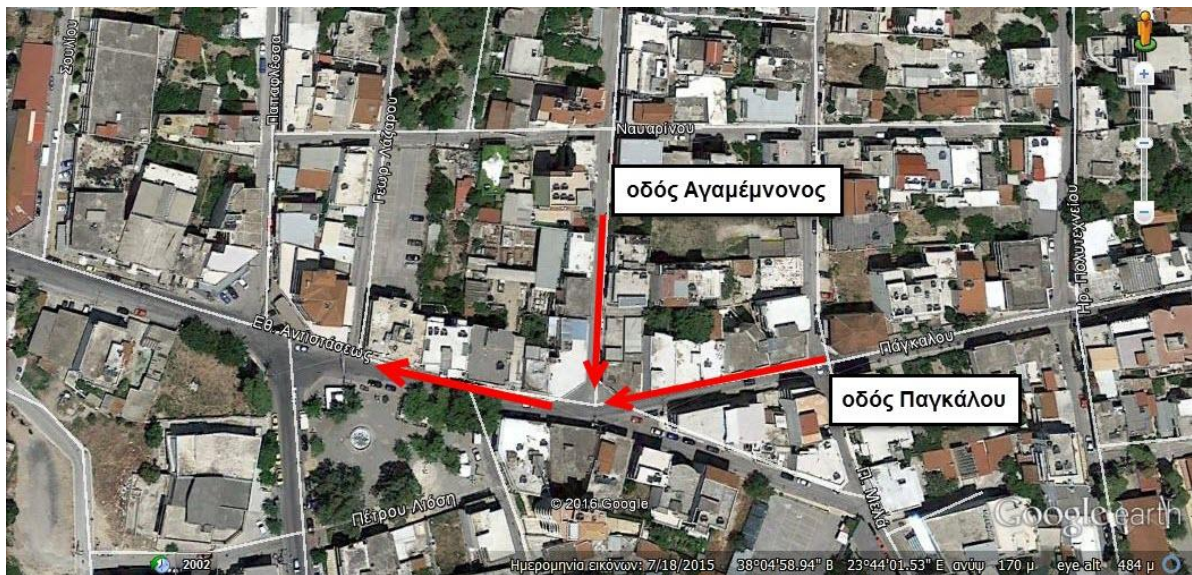
Στην επίσκεψη που πραγματοποιήθηκε 1,5 χρόνο μετά το συμβάν, συνομιλώντας με κατοίκους της περιοχής, αυτοί ανέφεραν ότι συχνά πλημμυρίζουν οι οδοί Παγκάλου και Αγαμέμνονος. Αυτές οι δύο οδοί στη συμβολή τους καταλήγουν στην οδό Εθν. Αντιστάσεως [Σχήμα 83]. Παράλληλα, η κλίση του εδάφους είναι τέτοια που η οδός Παγκάλου και η οδός Αγαμέμνονος συγκλίνουν και αυτή η σύγκλισή τους καταλήγει στην αρχή της οδού Εθν. Αντιστάσεως. Έτσι, η συγκεκριμένη οδός, δέχεται όλο τον όγκο νερού από την Παγκάλου και την Εθν. Αντιστάσεως και τον όγκο νερού που έτσι και αλλιώς πέφτει σε αυτήν. Επιπρόσθετα, όπως και στην οδό Παγκάλου, έτσι και εδώ, υπάρχει ένα αραιό αποστραγγιστικό δίκτυο που δεν είναι ικανό να αποστραγγίσει όλον αυτόν τον όγκο νερού.



Σχήμα 81: Ροή νερού στην οδό Εθν. Αντιστάσεως. Το κόκκινο βέλος δείχνει την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=s75tx-7AbDk>)



Σχήμα 82: Χρήση ειδικού πλαστικού Plexiglas για την προστασία των καταστημάτων από το νερό



Σχήμα 83: Η συμβολή των οδών Παγκάλου και Αγαμέμνωνος καταλήγει στην οδό Εθν. Αντιστάσεως. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή: Google Earth)

Θέση 5: Λεωφόρος Δεκέλειας

Στη Λεωφόρο Δεκέλειας, όπως και στις άλλες οδούς που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπήρξε μεγάλη ποσότητα νερού η οποία έκανε δύσκολη την μετακίνηση των οχημάτων. Κάδοι απορριμμάτων έφυγαν από τις θέσεις τους και επέπλεαν στο δρόμο [Σχήμα 84]. Υπολογίζεται ότι το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 40cm. Παρατηρήθηκε ότι, όπως στις οδούς Παγκάλου και Εθν. Αντιστάσεως, έτσι και στη Λ. Δεκέλειας οι ιδιοκτήτες καταστημάτων έχουν τοποθετήσει τις ειδικές υποδοχές για τη χρήση Plexiglas ή μεταλλικών φύλλων όταν βρέχει. Αυτό δείχνει ότι έχουν πολύ συχνά φαινόμενα πλημμύρας. Έπειτα από συνομιλία με κάτοικο της περιοχής, ανέφερε ότι πολύ συχνά έχουν πρόβλημα πλημμύρας, αλλά θεώρησε το συμβάν που μελετάται σε αυτή την εργασία ότι ήταν από τις χειρότερες πλημμύρες που έχει ζήσει.

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά μήκος του δρόμου υπάρχουν σχάρες για τους αγωγούς των ομβρίων υδάτων [Σχήμα 85]. Ωστόσο, φαίνεται ότι η πυκνότητα του δικτύου δεν επαρκεί, ειδικά στις περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων. Παράλληλα, η δόμηση στην περιοχή είναι πολύ πυκνή, με αποτέλεσμα το πλάτος των οδικών αρτηριών να είναι πολύ μικρό. Έτσι, σε έντονες βροχοπτώσεις, το ύψος του νερού ανεβαίνει πολύ γρήγορα.



Σχήμα 84: Η Λ. Δεκελείας πλημμυρισμένη. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού
(Πηγή διαδικτυο: <http://www.axarnea.gr/>)



Σχήμα 85: Το δίκτυο αποστράγγισης στη Λ. Δεκελείας (περικλείεται στον κίτρινο κύκλο) και με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού

Θέση 6: Οδός Λιοσίων και Μάρκου Βαμβακάρη

Στο συγκεκριμένο σημείο συγκεντρώθηκε μεγάλος όγκος νερού με αποτέλεσμα να φτάσει σε ύψος τα 60cm περίπου [Σχήμα 86]. Η οδός Μάρκου Βαμβακάρη έχει κατηφορική κλίση προς το σημείο με αποτέλεσμα εδώ να συγκεντρώνεται αρκετός

όγκος νερού. Επιπρόσθετα ο όγκος νερού που ρέει στην οδό Δεκελείας καταλήγει σε αυτό το σημείο, και συνεχίζει προς τα κατάντι, στο σημείο που θα περιγραφεί παρακάτω. Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι το αποστραγγιστικό δίκτυο είναι ελλιπές. Υπάρχουν σχάρες μόνο στις άκρες των δρόμων του σημείου συμβολής των οδών Λιοσίων και Μάρκου Βαμβακάρη [Σχήμα 87]. Γενικά, ύστερα από επικοινωνία με τους καταστηματαρχές της περιοχής, αναφέρουν ότι σοβαρό πρόβλημα έχουν κυρίως όταν πέφτουν μεγάλα ύψη βροχής.

Αξίζει να αναφερθεί ότι επί της οδού Μάρκου Βαμβακάρη είναι χτισμένο σχολείο. Έτσι, σε φαινόμενα πλημμύρας τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια των μαθητών.



Σχήμα 86: Η ροή νερού από την οδό Μάρκου Βαμβακάρη προς την οδό Λιοσίων με κόκκινο βέλος (Πηγή διαδίκτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=op-eSmvoTwo>)

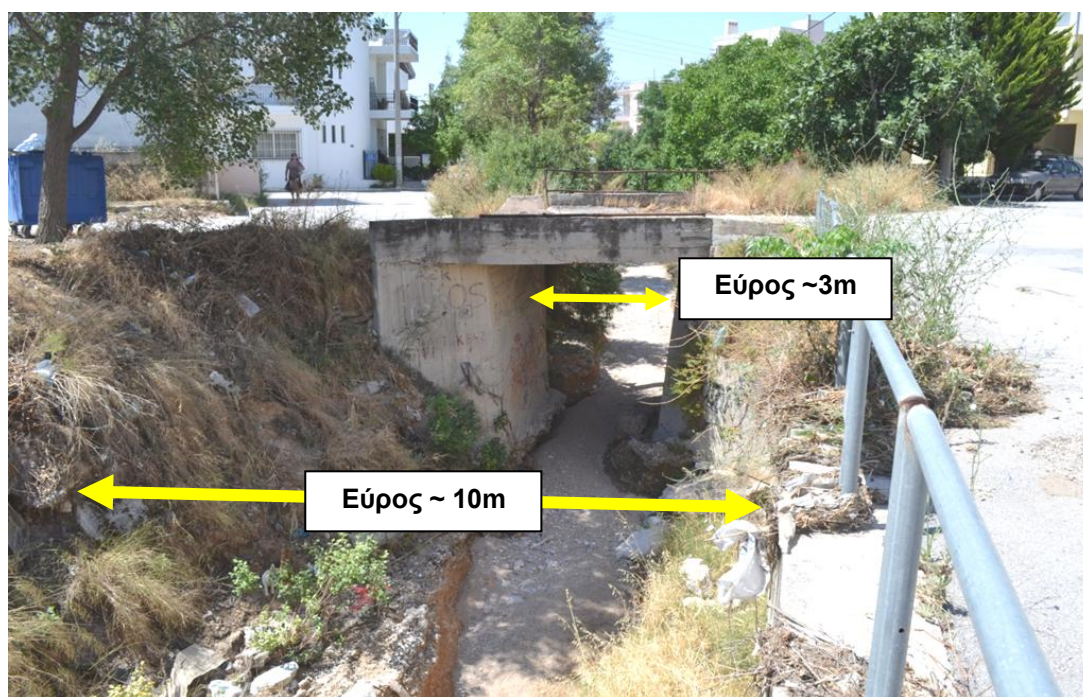


Σχήμα 87: α) Η συμβολή των οδών Μάρκου Βαμβακάρη και Λιοσίων με εμφανές το αποστραγγιστικό δίκτυο, β) η ροή του νερού στην οδό Μάρκου Βαμβακάρη (κόκκινο βέλος)

Στο Δήμο Αχαρνών, και ειδικά στην πόλη του Μενιδίου που μελετήθηκε, παρατηρείται ότι ο αστικός ιστός έχει ακτινωτή διάταξη ενώ παράλληλα, η κλίση του εδάφους μειώνεται από την περιφέρεια προς το εσωτερικό. Παράλληλα, ενώ η πόλη

δεν διασχίζεται από το υδρογραφικό δίκτυο στο εσωτερικό της, υπάρχουν συχνά φαινόμενα πλημμύρας. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε εργασία πεδίου για να διαπιστωθεί ποιες από τις κοίτες που περιβάλλουν την πόλη του Μενιδίου είναι ανοιχτές και ποιες είναι καλυμμένες.

Στα βορειοδυτικά του αστικού ιστού υπάρχει ένας μεγάλος 4^{ης} τάξης κλάδος του υδρογραφικού δικτύου του οποίου η κοίτη είναι ανοιχτή. Σε κάποιες θέσεις η δόμηση έχει γίνει στα όρια της κοίτης, ενώ σε άλλες θέσεις η διατομή της έχει μειωθεί αισθητά (από 10m σε 3m), ωστόσο η κοίτη παραμένει ανοιχτή σε όλο της το μήκος [Σχήμα 88]. Σε σημεία όπου έχει μειωθεί η διατομή της κοίτης σε μεγάλο βαθμό, φάνηκε ότι το ποτάμι υπερχειλίζει προκαλώντας τοπικά φαινόμενα πλημμύρας. Στη θέση που φαίνεται στο Σχήμα 89 υπάρχει συμβολή του 4^{ης} τάξης κλάδου και ενός 2^{ης} τάξης ο οποίος είναι καλυμμένος. Ποσότητες νερού από την υπερχειλίση, λόγω της κλίσης του εδάφους, οδηγούνται στο εσωτερικό του αστικού ιστού του Μενιδίου λόγω της ακτινωτής του διάταξης.



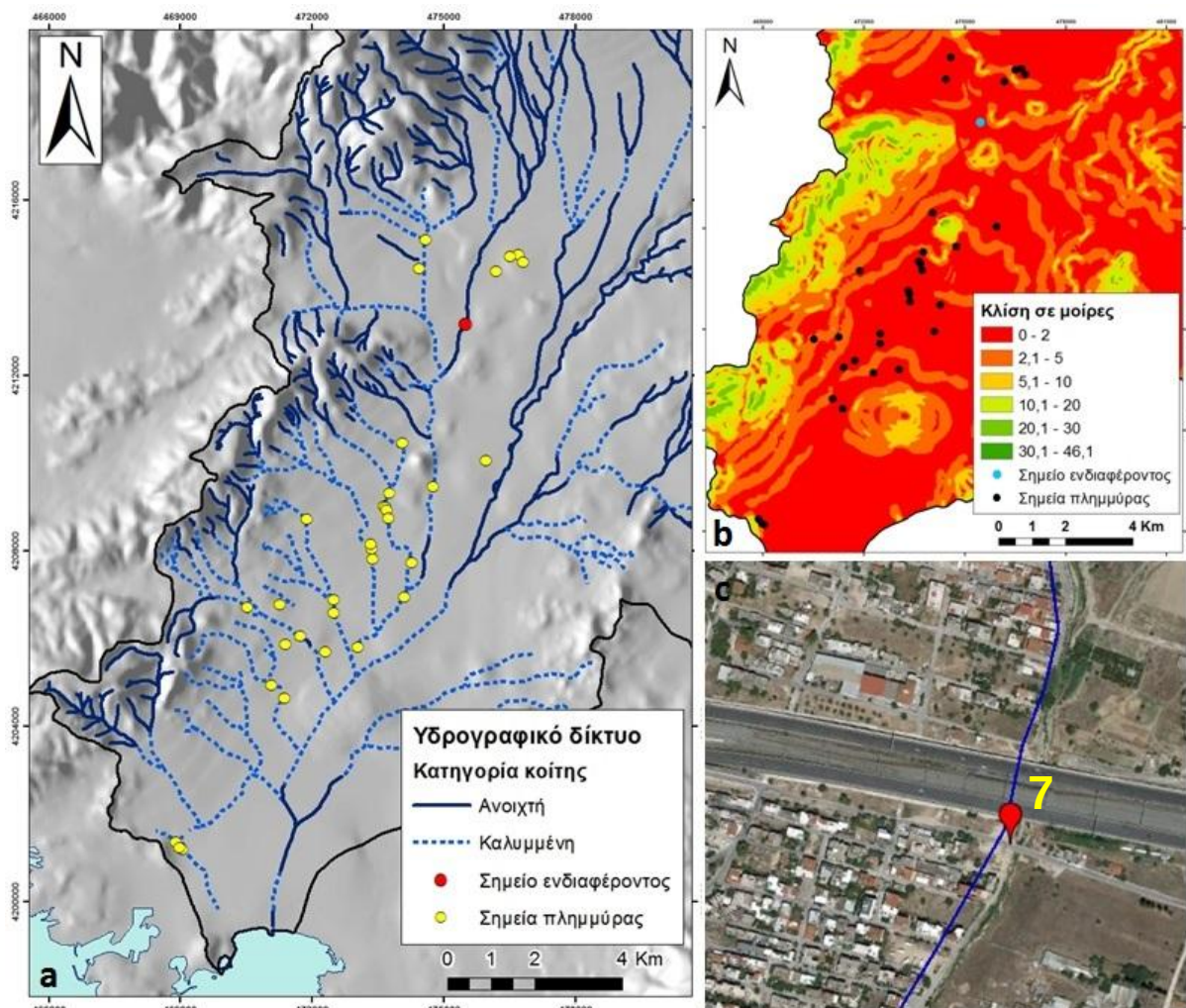
Σχήμα 88: Αισθητή μείωση της διατομής της κοίτης του ρέματος

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η οδός Θρακομακεδόνων είναι παράλληλη με τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου στα βόρεια της πόλης του Μενιδίου. Η Θρακομακεδόνων στη συνέχειά της προς το Μενίδι γίνεται οδός Πάρνηθος. Η κλίση που έχει η συγκεκριμένη οδός είναι κατηφορική από τα ανάντι προς τα κατόντι. Η οδός Πάρνηθος στο τέλος της συναντά τον αστικό ιστό του Μενιδίου, από όπου ξεκινάει η ακτινωτή του διάταξη [Σχήμα 89]. Έτσι, σε υπερχειλίσεις του ρέματος όλος ο όγκος του νερού καταλήγει στα σημεία που μελετήθηκαν παραπάνω με αποτέλεσμα τα έντονα πλημμυρικά φαινόμενα στην περιοχή.



Σχήμα 89: Η οδός Πάρνηθος που καταλήγει στα όρια του ακτινωτού ιστού του Μενιδίου. Έχει επισημανθεί το σημείο που συμβάλει ο 4ης τάξης κλάδος με τον καλυμμένο 2ης τάξης κλάδο του υδρογραφικού δικτύου

Συνεπώς, η κλίση του εδάφους και η ακτινωτή διάταξη του αστικού ιστού του Μενιδίου, σε συνδυασμό με το μη επαρκές αποστραγγιστικό δίκτυο, είναι οι κύριοι παράγοντες για την εμφάνιση των πλημμυρικών φαινομένων στις θέσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 90: Σειρά χαρτών για τη θέση 7

Θέση 7: Οδός Ανεξαρτησίας

Η οδός Ανεξαρτησίας ξεκινάει ακριβώς στο όριο της Αττικής οδού, και όπως φαίνεται στο χάρτη [Σχήμα 90], είναι παράλληλη με το ρέμα Εσχατιάς. Προτού γίνει αναφορά στο τι συνέβη στο συγκεκριμένο σημείο αξίζει να παρουσιαστεί πως ήταν η θέση που μελετάται πριν την καταστροφή, μέσω της φωτογραφίας της Google Maps η οποία είναι τραβηγμένη τον Ιούλιο 2011 [Σχήμα 91]. Την ημέρα του συμβάντος, το ρέμα φούσκωσε τόσο πολύ που το ύψος του νερού είχε φτάσει στο επίπεδο του δρόμου και είχε πλημμυρίσει τόσο η οδός Ανεξαρτησίας όσο και τα χωράφια που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά του ρέματος [Σχήμα 92]. Υπολογίζεται ότι το ύψος του νερού από το επίπεδο της κοίτης μέχρι το πλημμυρικό επίπεδο έφτασε περίπου τα 4 με 4,5m.

Καθοριστικό ρόλο στο συμβάν έχει διαδραματίσει η κατασκευή της Αττικής οδού. Συγκεκριμένα, η Αττική οδός διέρχεται καθέτως πάνω από το ρέμα της Εσχατιάς και για το λόγο αυτό στο σημείο εκείνο κατασκευάστηκε γέφυρα με 3 διατομές έτσι ώστε το νερό να μπορεί να ρέει κάτω από την Αττική οδό. Ωστόσο, μόνο η κεντρική διατομή της γέφυρας μπορεί να εκφορτίσει τον όγκο του νερού επειδή είναι

κατασκευασμένη ακριβώς στο κέντρο της κοίτης. Η δεξιά διατομή μπορεί να εκφορτίσει νερό σε ένα πλημμυρικό συμβάν, ενώ η αριστερή όχι. Συγκεκριμένα, στα ανάντι της γέφυρας η αρχή της αριστερής διατομής βρίσκεται μέσα στη λεκάνη κατάκλυσης ενώ στα κατόντι της γέφυρας, το τέλος της διατομής βρίσκεται στο οδόστρωμα και ειδικότερα στην αρχή της οδού Ανεξαρτησίας [Σχήμα 93]. Συνεπώς, σε ένα συμβάν πλημμύρας η οδός Ανεξαρτησίας δέχεται κατευθείαν τον όγκο νερού που ρέει στο ρέμα Εσχατιάς και ειδικά όταν έχει υπερχειλίσει. Επίσης, λόγω του μεγάλου όγκου νερού η θεμελίωση μιας μικρής γέφυρας η οποία ενώνει την οδό Χαλκίδας με την οδό Τενέδου υπέστη ζημιές. Παράλληλα, κατέρρευσε το τσιμεντένιο υποστήριγμα κάτω από το οδόστρωμα της οδού Ανεξαρτησίας και σε πολλά σημεία ο δρόμος είχε υποστεί καθιζήσεις.

Από την επίσκεψη στο σημείο 1,5 χρόνο μετά διαπιστώθηκε ότι η θεμελίωση της γέφυρας της Αττικής οδού έχει διαβρωθεί και έχει υποσκαφτεί από το νερό. Πιθανόν αυτή η διάβρωση στα θεμέλια να μην έγινε μετά από ένα μόνο πλημμυρικό γεγονός, αλλά αυτό δείχνει ότι όταν υπερχειλίζει το ρέμα τα θεμέλια διαβρώνονται [Σχήμα 94]. Επίσης, η οδός Ανεξαρτησίας στην αρχή της παραμένει ακόμα κλειστή καθώς δεν έγινε κανένα έργο αποκατάστασης. Τα τσιμεντένια υποστηρίγματα πρανούς που κατέρρευσαν από το συμβάν [Σχήμα 95] εξακολουθούν να βρίσκονται στην ίδια κατάσταση, γεγονός που αποτελεί κίνδυνο για τους πεζούς που περνούν από το σημείο καθώς δεν έχει τοποθετηθεί κάποια ράμπα προστασίας [Σχήμα 96, Σχήμα 97]. Επίσης, η μικρή γέφυρα που ενώνει την οδό Χαλκίδας και Τενέδου έχει επισκευαστεί.

Όπως αναφέρουν οι κάτοικοι το μόνο έργο αποκατάστασης που έγινε κατά μήκος της οδού Ανεξαρτησίας ήταν αυτό σε ένα τοίχο αντιστήριξης του πρανούς που είχε καταρρεύσει. Στο συγκεκριμένο σημείο για την αποκατάσταση του πρανούς χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος λιθοπλήρωτων συρματοκιβωτίων (σαρζανέτ) [Σχήμα 98].

Η κοίτη του ρέματος Εσχατιάς κατά μήκος της οδού Ανεξαρτησίας έχει υποστεί στένεμα, λόγω των διευθετήσεων που έχουν γίνει. Έτσι, στις περιπτώσεις που βρέχει πολύ ο όγκος του νερού ανέρχεται σημαντικά φτάνοντας το οριζόντιο επίπεδο. Επιπρόσθετα, κατά μήκος της οδού Ανεξαρτησίας αλλά και στους κάθετους σε αυτήν δρόμους δεν υπάρχουν σχάρες που να δείχνουν ότι έχει κατασκευαστεί στην περιοχή αποστραγγιστικό δίκτυο.



Σχήμα 91: Η οδός Ανεξαρτησίας τον Ιούλιο 2011 (Πηγή: Google maps)



Σχήμα 92: Το ρέμα Εσχατιάς υπερχειλισμένο και πλημμυρισμένη η οδός Ανεξαρτησίας (Πηγή διαδικτυο: <http://www.protothema.gr>)



Σχήμα 93: Η κατάληξη του ρέματος στην οδό Ανεξαρτησίας αντί για την διευθετημένη κοίτη



Σχήμα 94: Η υποσκαφή στα θεμέλια της γέφυρας της Αττικής οδού



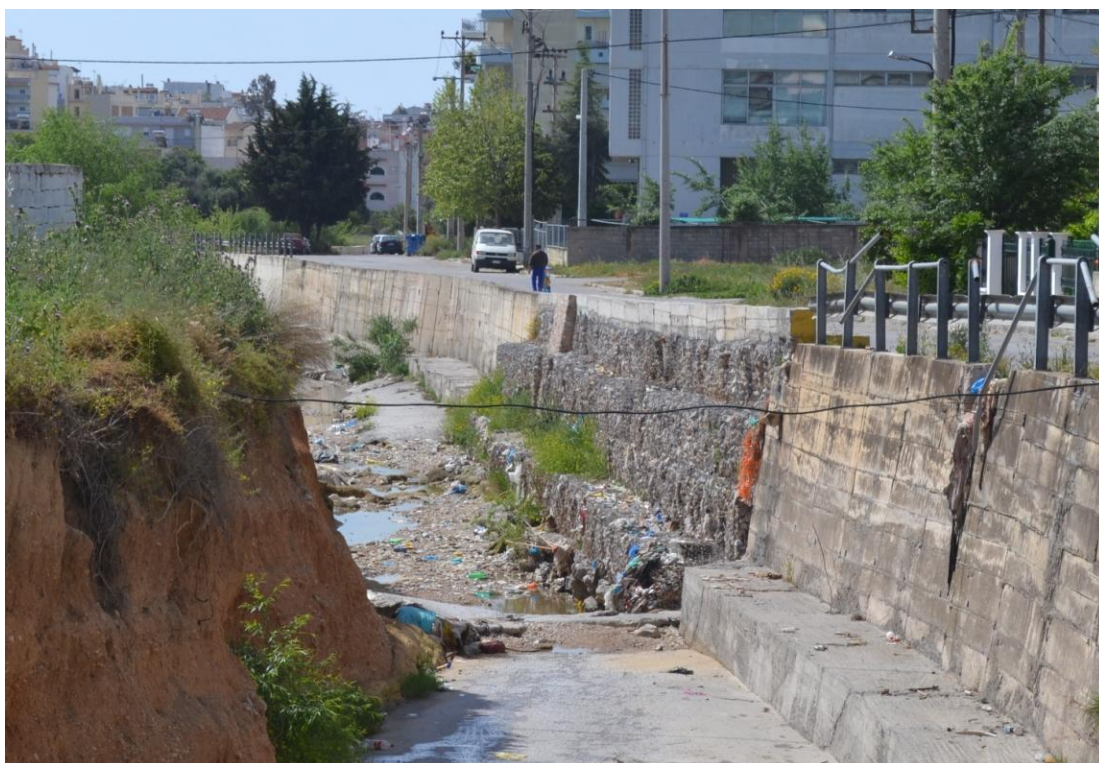
Σχήμα 95: Η οδός Ανεξαρτησίας την ημέρα του συμβάντος (Πηγή διαδικτυο: <http://www.protothema.gr>)



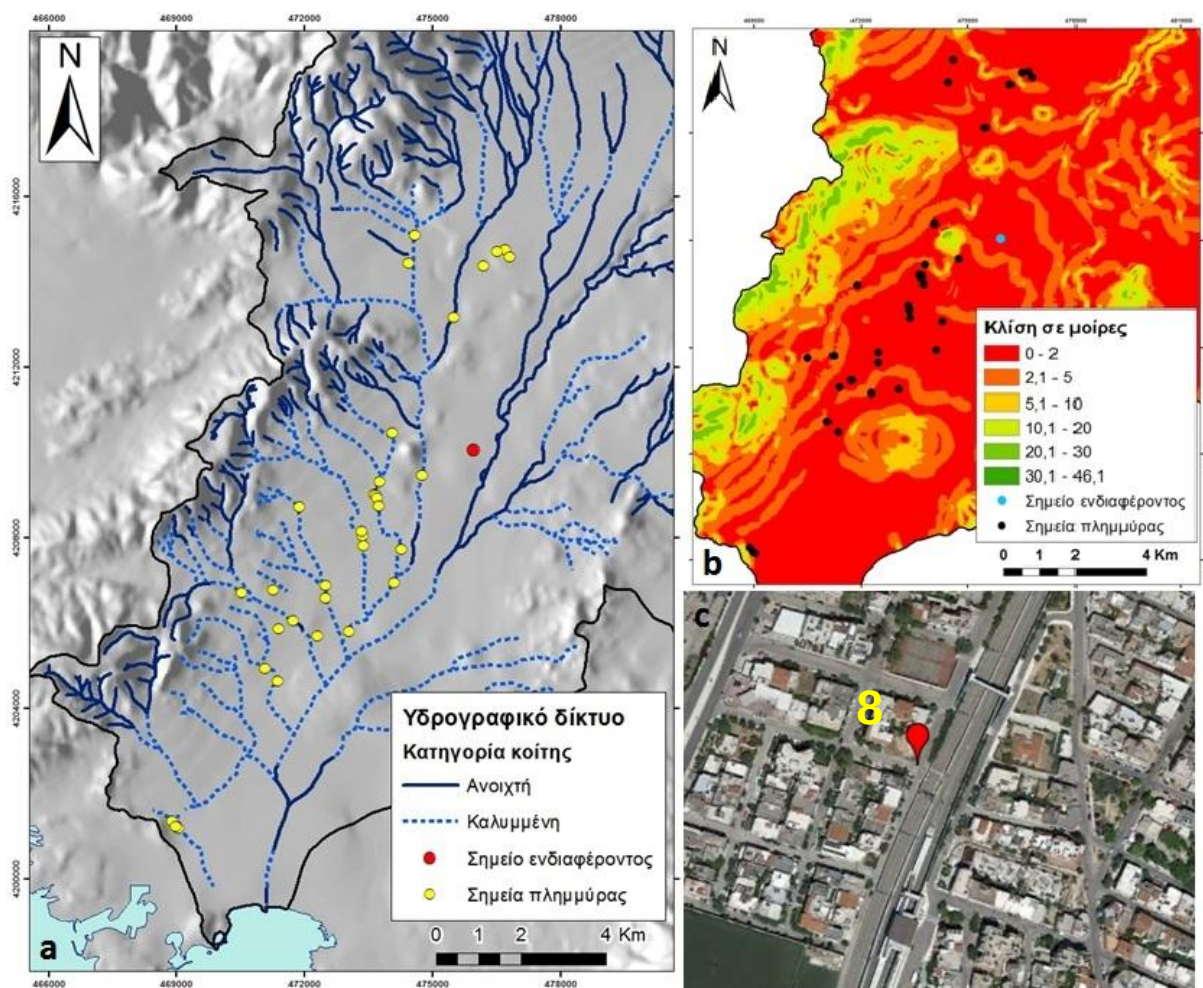
Σχήμα 96: Η οδός Ανεξαρτησίας 1,5 χρόνο μετά



Σχήμα 97: Η οδός Ανεξαρτησίας σήμερα, χωρίς να έχουν γίνει έργα αποκατάστασης



Σχήμα 98: Η αποκατάσταση στο πρυνές με τη μέθοδο λιθοπλήρωτων συρματοκιβωτίων (σαρζανέτ)



Σχήμα 99: Σειρά χαρτών για τη θέση 8

Θέση 8: Λ. Κωνσταντινουπόλεως και Παπαρρηγοπούλου

Στη θέση αυτή, στην οποία αξίζει να σημειωθεί ότι βρίσκεται ο σταθμός «Πύργος Βασιλίσσης» του Προαστιακού Σιδηροδρόμου, συγκεντρώθηκαν πάρα πολύ μεγάλες ποσότητες νερού. Όπως φαίνεται και στην φωτογραφία [Σχήμα 100] το αυτοκίνητο καλύφθηκε πάνω από το ύψος των παραθύρων, ενώ στη φωτογραφία [Σχήμα 101] όπου είναι και το σημείο με το χαμηλότερο ύψος, το νερό έφτασε το 1,60m [Σχήμα 102].

Οι μορφολογικές κλίσεις στους γύρω δρόμους μειώνονται σχετικά απότομα και συγκλίνουν στο σημείο όπου έγινε η μεγαλύτερη συγκέντρωση του νερού. Στο σημείο εκείνο διαπιστώθηκε ότι έχουν κατασκευάσει αρκετές σχάρες για την αποστράγγιση των ομβρίων υδάτων. Ωστόσο, το δίκτυο αποστράγγισης περιορίζεται μόνο στο σημείο αυτό, καθώς στις παρακείμενες οδούς δεν διαπιστώθηκε η ύπαρξη σχαρών [Σχήμα 102]. Οι κάτοικοι αναφέρουν ότι σε πολύ έντονες βροχοπτώσεις συμβαίνει ένα τέτοιο σοβαρό συμβάν πλημμύρας με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας «λίμνης» στο σημείο. Καθώς η θέση αυτή αποτελεί στάση δικτύου δημόσιας συγκοινωνίας διαπιστώνει κανείς τη δυσκολία των επιβατών να εγκαταλείψουν το σταθμό.

Επιπρόσθετα, τα νερά που κατέληξαν στο σημείο αυτό προέρχονταν από τα Μενίδια. Η θέση αυτή που μελετάται δεν διασχίζεται από το υδρογραφικό δίκτυο [Σχήμα 99]. Συνεπώς, το πλημμυρικό γεγονός οφείλεται καθαρά στο ακραίο του μετεωρολογικού γεγονότος και στο γεγονός ότι οι κλίσεις του εδάφους είναι τέτοιες που βοηθούν τη συγκέντρωση του νερού εδώ.

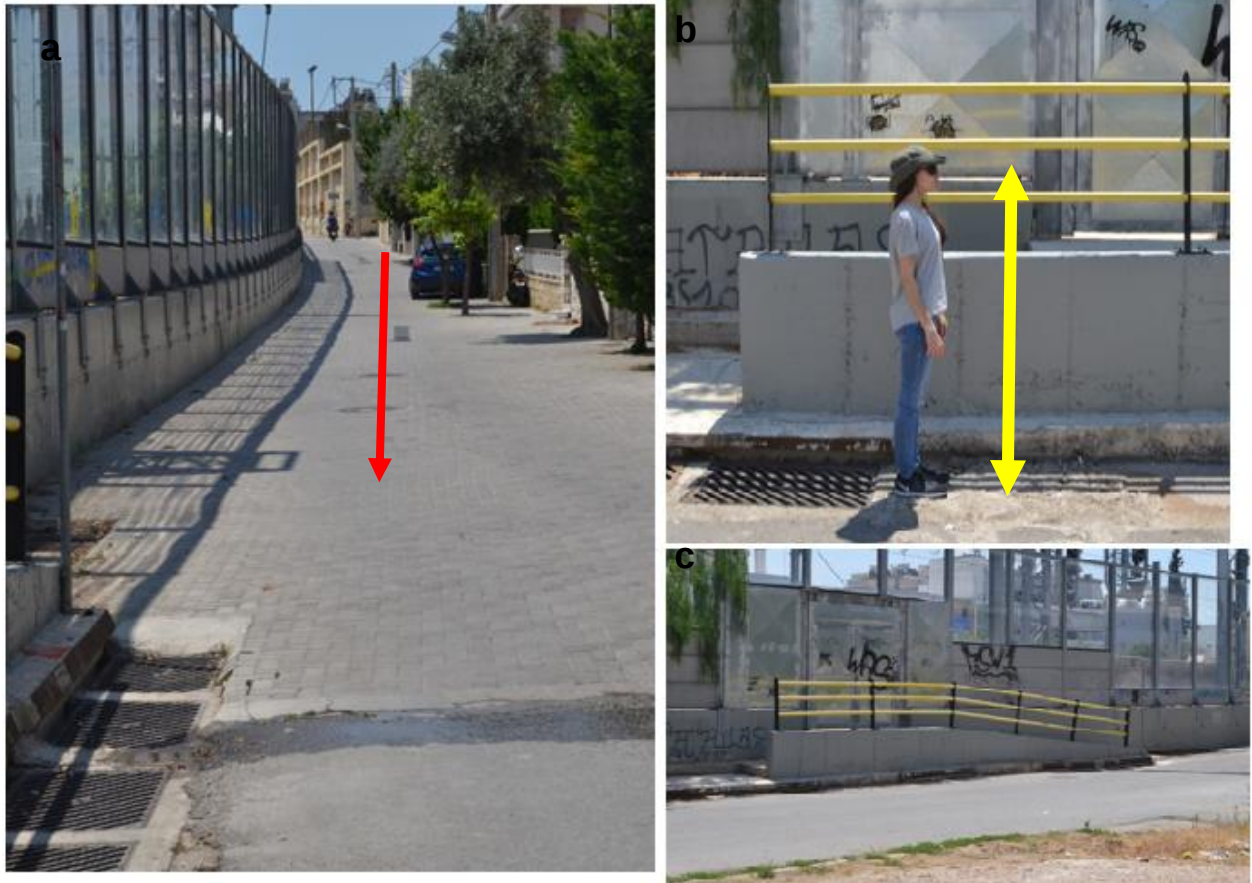
Στην ευρύτερη περιοχή δεν υπάρχει δίκτυο αποστράγγισης, οπότε αυτό που έγινε για να μην επαναληφθεί ένα παρόμοιο συμβάν πλημμύρας, ήταν η κατασκευή πυκνού αποστραγγιστικού δικτύου επί της Λ. Δημοκρατίας. Η Λ. Δημοκρατίας είναι ο δρόμος που ενώνει τις Αχαρνές με του Αγίους Αναργύρους. Ωστόσο, καθώς το έργο πραγματοποιήθηκε πριν λίγους μήνες, δεν έχει διαπιστωθεί ακόμα η αποτελεσματικότητά του.



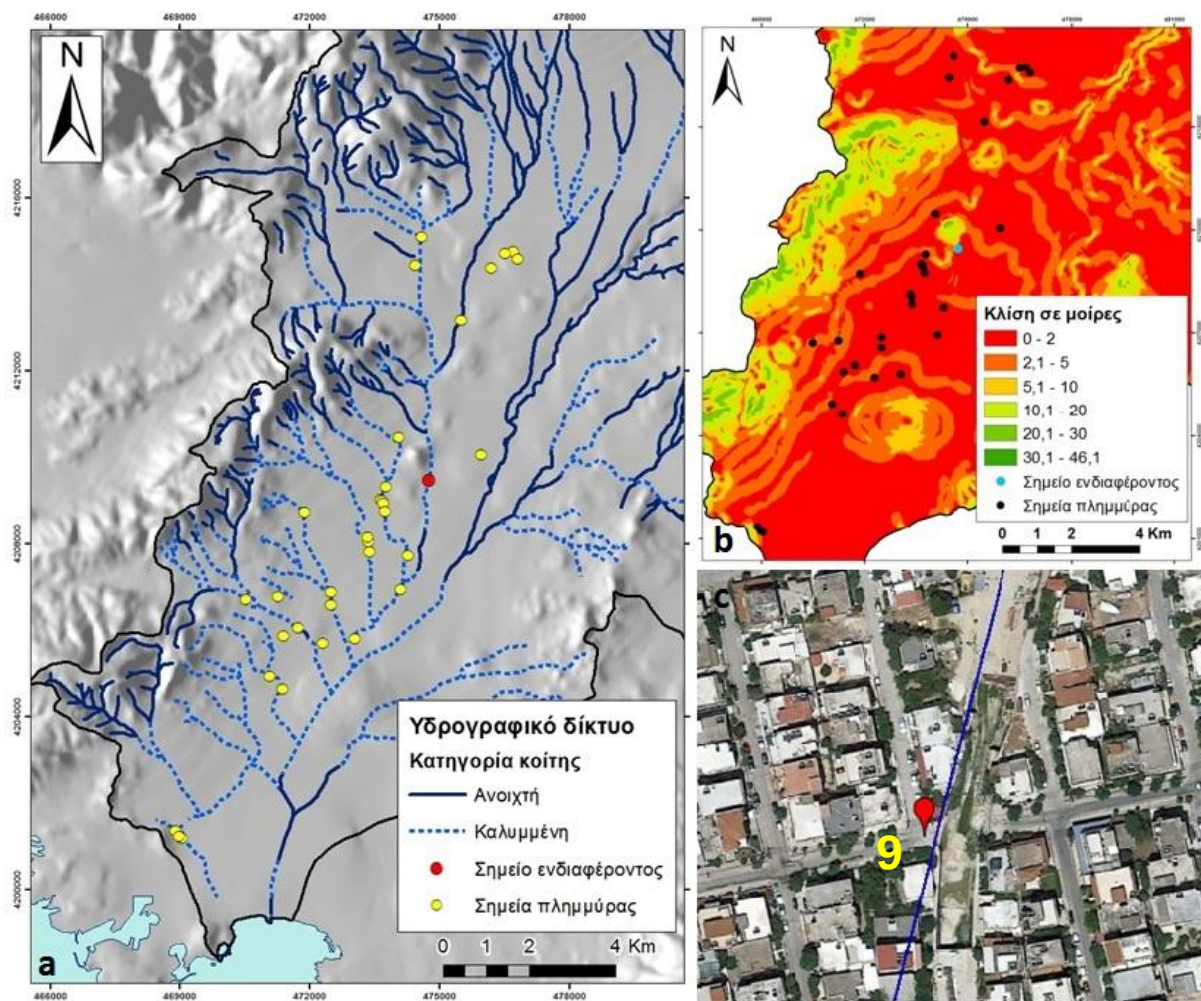
Σχήμα 100: Το αυτοκίνητο καλύφθηκε σχεδόν εξ ολοκλήρου από νερό (Πηγή διαδικτύου: <https://www.youtube.com/watch?v=aN0HWRFHOh0>)



Σχήμα 101: Συγκέντρωση νερού ύψους περίπου 1,60m στο χαμηλότερο σημείο (επισήμανση με κίτρινο βέλος). Με κόκκινα βέλη φαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτύου: <https://www.youtube.com/watch?v=aN0HWRFHOh0>)



Σχήμα 102: α) Διακρίνεται η έντονη μορφολογική κλίση και κατεύθυνση ροής του νερού με το κόκκινο βέλος, β) Με το κίτρινο βέλος παρουσιάζεται το ύψος που έφτασε το νερό, γ) το σημείο που συγκεντρώθηκε το νερό και η μόνη θέση στις οποίες υπάρχουν σχάρες αποστράγγισης



Σχήμα 103: Σειρά χαρτών για τη θέση 9

Θέση 9: Οδός Έκτορος και 3^{ης} Ορεινής Ταξιαρχίας

Στη θέση αυτή, την ημέρα του συμβάντος, η κοίτη του κλάδου 5^{ης} τάξης του υδρογραφικού δικτύου του Κηφισού είναι ελεύθερη στα ανάντι ενώ στα κατάντι ο ποταμός είναι εγκιβωτισμένος. Αυτό που συνέβη ήταν να φουσκώσει το ρέμα λόγω των μεγάλων ποσοτήτων νερού που έπεσαν [Σχήμα 104]. Έτσι, η υπερχειλίση που προκλήθηκε είχε σαν αποτέλεσμα το νερό να φτάσει στο επίπεδο του δρόμου δημιουργώντας πλημμυρικά φαινόμενα στη συμβολή των οδών Έκτορος και 3^{ης} Ορεινής Ταξιαρχίας. Ο όγκος του νερού ήταν τέτοιος που διακόπηκε η κυκλοφορία των οχημάτων και πεζοδρόμια ξηλώθηκαν [Σχήμα 105]. Στο συγκεκριμένο σημείο, το γεγονός ότι είχε μείνει ακάλυπτο αυτό το μικρό τμήμα της κοίτης του Κηφισού, αποτέλεσε τον καθοριστικό παράγοντα στα προβλήματα που προέκυψαν. Επίσης, πιθανόν να έχει μειωθεί το πλάτος της κοίτης, καθώς σπίτια έχουν χτιστεί εκατέρωθεν αυτής και χωρίς να έχει προβλεφθεί να αφήσουν τις απαραίτητες αποστάσεις εντός της λεκάνης κατάκλυσης.

Κατά την επίσκεψη που πραγματοποιήθηκε 1,5 χρόνο μετά, διαπιστώθηκε ότι ο εγκιβωτισμός του Κηφισού στο σημείο αυτό ολοκληρώθηκε [Σχήμα 106]. Ταυτόχρονα

ξαναφτιάχτηκε το οδόστρωμα επί της οδού Έκτορος και προστέθηκαν σχάρες για την αποστράγγιση του νερού [Σχήμα 107]. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι και τη χρονική στιγμή που πραγματοποιήθηκε η επίσκεψη στο σημείο, ναι μεν καλύφθηκε ο συγκεκριμένος κλάδος του ρέματος, αλλά έργα ασφαλτόστρωσης δεν έχουν γίνει ακόμα. Επιπρόσθετα, κοιτώντας προσεχτικά μέσα από τις σχάρες, διαπιστώθηκε ότι σε κάθε ζεύγος σχαρών υπάρχει μόνο ένα αγωγός διαμέτρου 30cm [Σχήμα 108]. Εύλογα προκύπτει η απορία για το κατά πόσο επαρκούν αυτές οι σωληνώσεις για τη συγκεκριμένη θέση αφού είναι τοποθετημένες πάνω από την κοίτη του ρέματος και ενώ ο κλάδος είναι 5^{ης} τάξης.

Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι στη θέση αυτή η κλίση του εδάφους είναι σχεδόν επίπεδη, και αυτός είναι ένας ακόμα παράγοντας που συνέβαλλε στα εκτεταμένα πλημμυρικά φαινόμενα [Σχήμα 103].

Αξίζει να αναφερθεί ότι λίγο παραπάνω, στα ανάντι του ποταμού και εντός της λεκάνης κατάκλυσης, είναι χτισμένο κολυμβητήριο και σχολείο.



Σχήμα 104: Ο κλάδος 5^{ης} τάξης που υπερχείλισε (Πηγή διαδικτύου: <https://www.youtube.com/watch?v=m-vytvQ70lk>)



Σχήμα 105: Η οδός Έκτορος που πλημμύρισε και τα πεζοδρόμια που ξηλώθηκαν. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=m-VytnQ70Ik>)



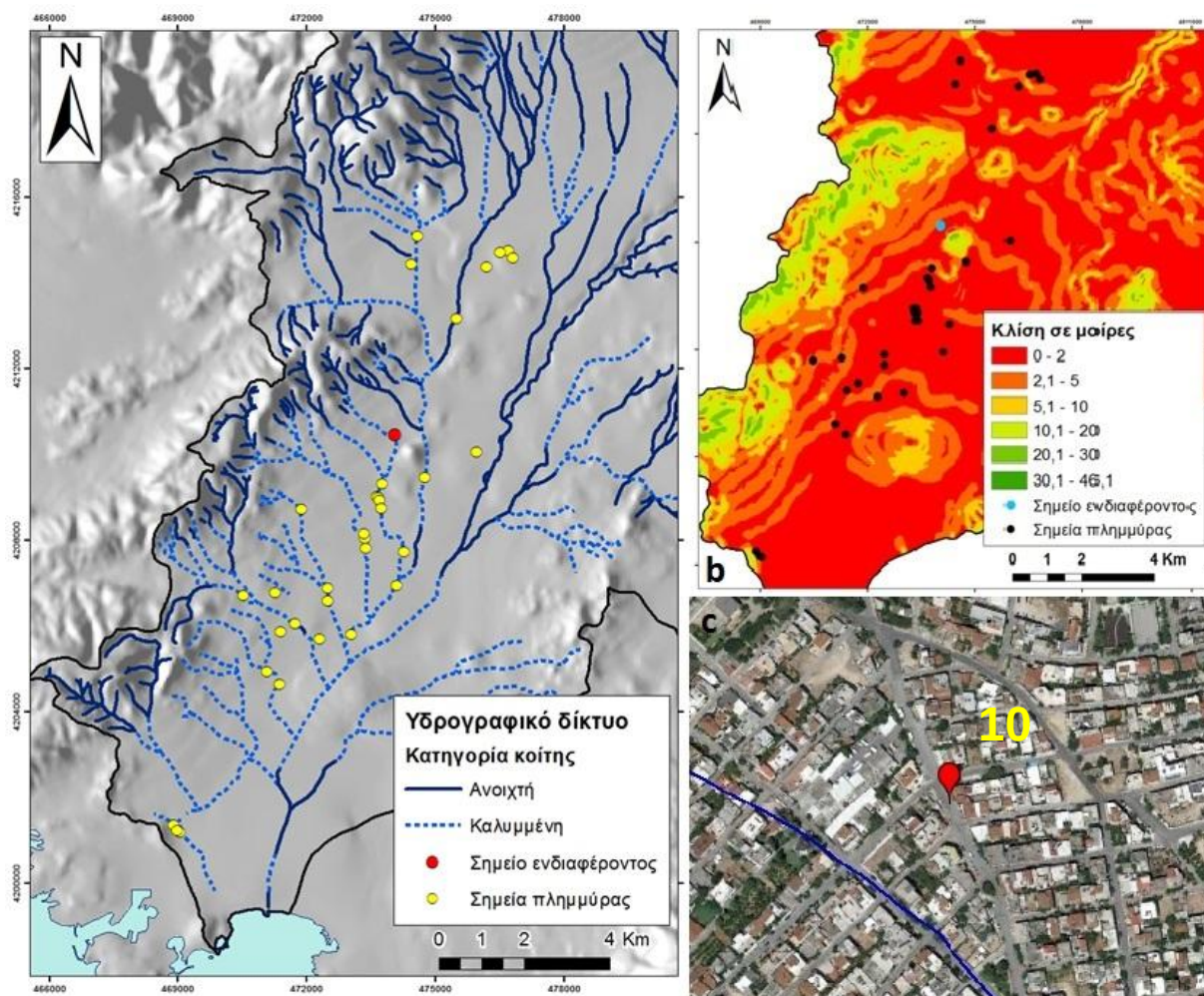
Σχήμα 106: Η ολοκλήρωση εγκιβωτισμού του Κηφισού



Σχήμα 107: Έργα αποκατάστασης στο οδόστρωμα της οδού Έκτορος μετά τον εγκιβωτισμό του Κηφισού



Σχήμα 108: Ο αγωγός μικρής διαμέτρου εντός του σχαρών αποστράγγισης



Σχήμα 109: Σειρά χαρτών για τη θέση 10

Θέση 10: Οδός Πριάμου 243

Ο οδό Πριάμου βρίσκεται παράλληλα με τη φυσική κοίτη του ρέματος, η οποία στην ευρύτερη περιοχή που μελετάται είναι μπαζωμένη [Σχήμα 109]. Ολόκληρα οικοδομικά τετράγωνα έχουν χτιστεί στο σημείο αυτό. Έτσι, η οδός Πριάμου βρίσκεται εντός της λεκάνης κατάκλυσης του αναφερόμενου κλάδου του υδρογραφικού δικτύου. Λόγω της συγκεκριμένης βροχόπτωσης υπήρξε μεγάλη ροή νερού στην οδό αυτή με αποτέλεσμα όσα οχήματα κινήθηκαν στο δρόμο να αντιμετωπίσουν δυσκολίες [Σχήμα 110]. Ένα όχημα σταμάτησε να λειτουργεί στη μέση του δρόμου και χρειάστηκε η παρέμβαση 2 ανθρώπων για να μην παρασυρθεί. Κάδοι απορριμμάτων καθώς και άλλα αντικείμενα παρασύρθηκαν από το νερό. Υπολογίζεται ότι το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 50-60cm και ήταν ιδιαίτερα ορμητικό ειδικά στη συμβολή των οδών Πριάμου και Επτανήσου.

Όπως διαπιστώθηκε και από την επί τόπου μελέτη στο σημείο 1,5 χρόνο μετά, στη συμβολή των 2 οδών (Πριάμου και Επτανήσου) το πλάτος της οδού Πριάμου μειώνεται απότομα λόγω ενός οικοπέδου που δεν έχει απαλλοτριωθεί [Σχήμα 111]. Έτσι, από πλάτος περίπου 10m που είναι παραπάνω, καταλήγει στο σημείο αυτό να

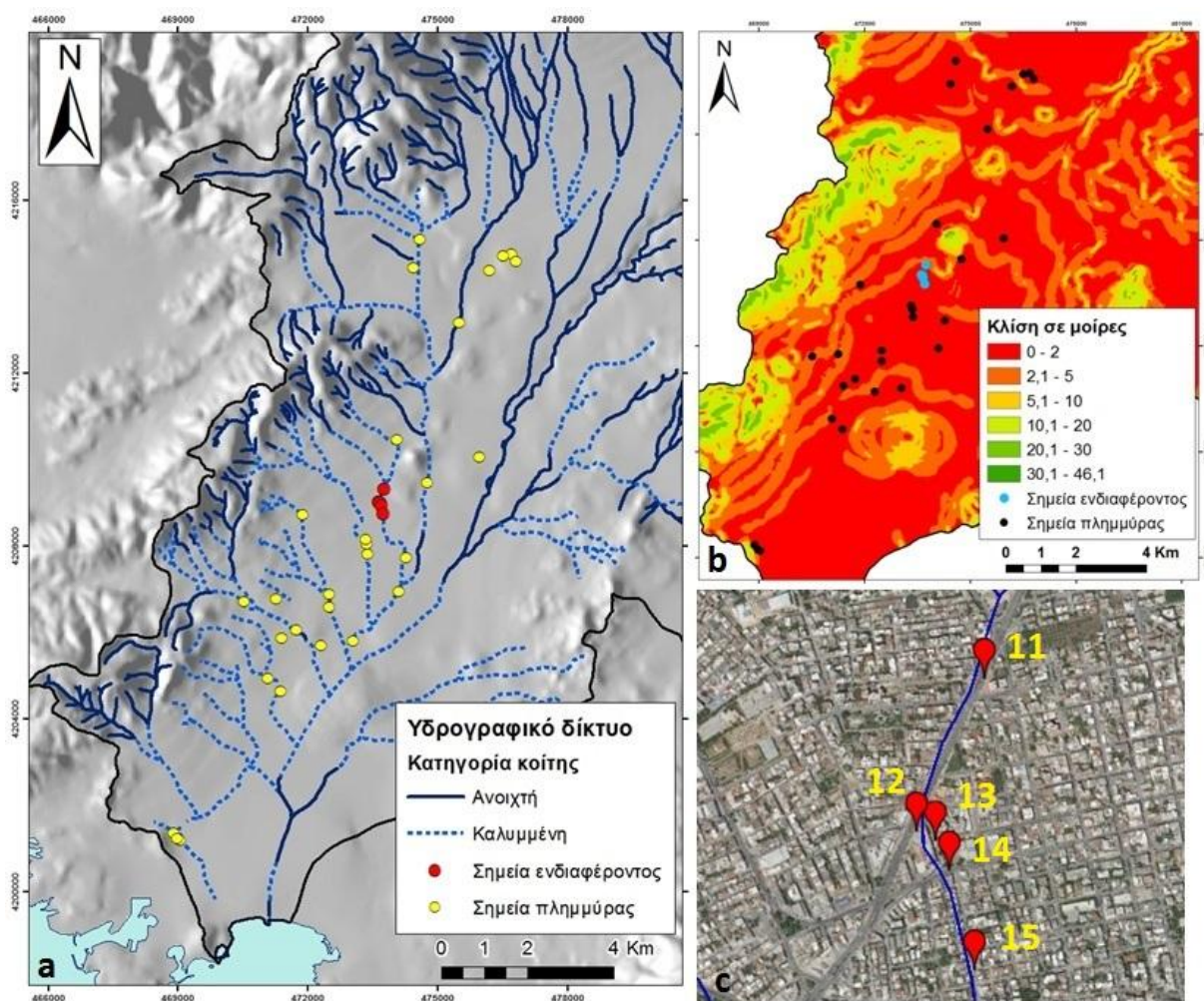
είναι περίπου 4m. Συνεπώς, καθώς είχε πλημμυρίσει όλο το πλάτος της οδού Πριάμου παραπάνω, εξηγείται η ορμητικότητα του νερού στη συμβολή των δύο αυτών οδών. Επιπρόσθετα, το δίκτυο ομβρίων υδάτων είναι σχετικά πυκνό σε σχέση με άλλα σημεία που έχουν μελετηθεί [Σχήμα 111]. Ωστόσο, ο όγκος του νερού ήταν πολύ μεγάλος για να μπορέσει το δίκτυο να τον αποστραγγίσει, λόγω του ακραίου του μετεωρολογικού φαινομένου.



Σχήμα 110: Η πλημμυρισμένη οδός Πριάμου. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού.
(Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=idivQhEUW-k>)



Σχήμα 111: α) Σχάρες αποστράγγισης στη μέση της οδού Πριάμου. Διακρίνεται ο δρόμος σε όλο του το εύρος, β) Το οικόπεδο που μειώνει το πλάτος της οδού



Σχήμα 112: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 11, 12, 13, 14 και 15

Θέση 11: Οδός Θηβών 522

Σε αυτό το ύψος της οδού Θηβών συμβάλλει ένας 2^{ης} και ένας 3^{ης} τάξης κλάδος του υδρογραφικού δικτύου. Ο 3^{ης} τάξης κλάδος είναι ο ίδιος με αυτόν που διασχίζει την περιοχή στην οδό Πριάμου που μελετήθηκε παραπάνω. Επιπρόσθετα, και σε αυτό το σημείο τα ρέμα είναι πλήρως καλυμμένα [Σχήμα 112]. Το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 70cm με αποτέλεσμα ο δρόμος να έχει μετατραπεί σε ορμητικό χείμαρρο. Πολλοί οδηγοί έχασαν τον έλεγχο των οχημάτων τους καθώς αυτά παρασύρθηκαν [Σχήμα 113]. Από το συγκεκριμένο ύψος της Θηβών και μέχρι το επόμενο σημείο που θα αναλυθεί παρακάτω, αυτό το τμήμα του δρόμου αποτελεί την φυσική κοίτη του ρέματος η οποία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι τελείως καλυμμένη. Από την επί τόπου επίσκεψη στην ευρύτερη περιοχή διαπιστώθηκε ότι το δίκτυο των ομβρίων υδάτων είναι κατασκευασμένο πολύ αραιά και ειδικά από τη συμβολή των δύο κλάδων (2^{ης} και 3^{ης} τάξης) το δίκτυο είναι ακόμα πιο αραιό. Στο Σχήμα 114 έχουν αριθμηθεί οι σχάρες που βρίσκονται επί της οδού Θηβών και είναι εμφανές ότι το δίκτυο των ομβρίων είναι ανεπαρκές.



Σχήμα 113: Ο μεγάλος όγκος νερού επί της Θηβών και τα ακινητοποιημένα οχήματα (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=XnyonaekL1E>)



Σχήμα 114: Πλήθος σχαρών αποστράγγισης στον οδό Θηβών (με κόκκινες υποσημειώσεις) και το σημείο συμβολής των δύο κλάδων του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Google Earth)

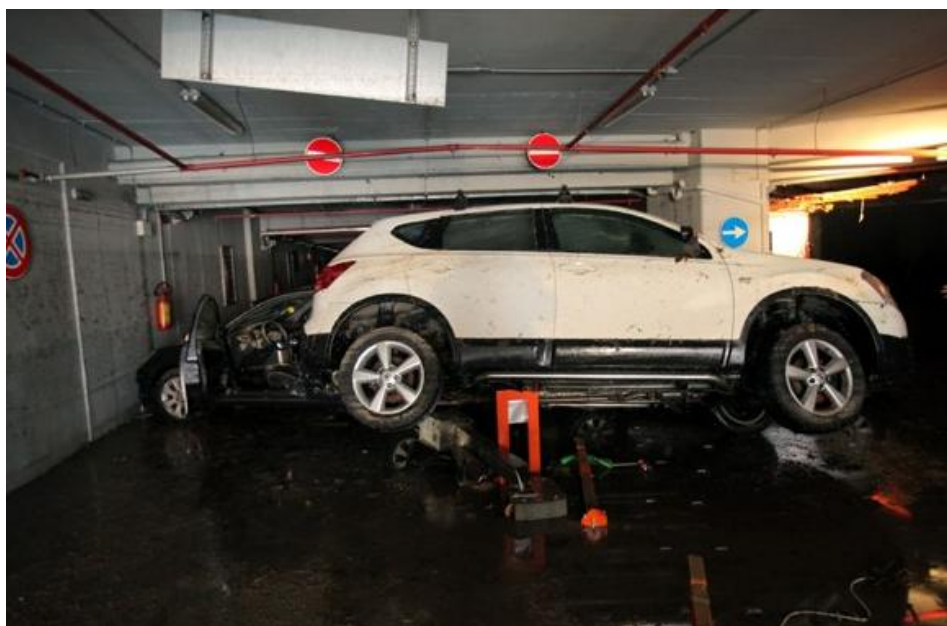
Θέση 12: Οδός Θηβών 504

Ο όγκος του νερού που έρρεε από το προηγούμενο σημείο κατευθυνόταν στο σημείο που θα μελετηθεί εδώ. Στην ευρύτερη περιοχή που μελετάται, η φυσική ροή του υδρογραφικού δικτύου έκανε στροφή από την οδό Θηβών στην οδό Βασιλικών [Σχήμα 115]. Στο σημείο αυτό βρίσκεται ένα σούπερ μάρκετ. Συγκεκριμένα, στη θέση αυτή βρίσκεται το υπόγειο πάρκινγκ του καταστήματος. Η είσοδος του πάρκινγκ έχει πολύ μεγάλη κλίση και αυτός ήταν ένας λόγος που συνέβαλε στο ότι πλημμύρισε. Ο όγκος του νερού που ήταν πολύ μεγάλος ήταν ένας ακόμη λόγος ο οποίος συνέβαλε στο πλημμυρικό επεισόδιο. Έτσι, πλημμύρισαν και τα τρία υπόγεια επίπεδα. Η στάθμη του νερού ανέβηκε πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα οι άνθρωποι που βρέθηκαν εκεί να σχηματίσουν αλυσίδα για να καταφέρουν να βγουν από το γκαράζ. Αυτόπτες μάρτυρες αναφέρουν ότι μια γυναίκα χρειάστηκε να διασωθεί από τους συμπολίτες της καθώς στιγμιαία την παρέσυρε το νερό. Η Πυροσβεστική Υπηρεσία που έφτασε στο σημείο πραγματοποίησε άντληση των υδάτων καθώς είχε καλυφθεί όλος ο υπόγειος χώρος με νερό. Καθώς απομακρυνόταν το νερό, έγιναν εμφανείς οι ζημιές. Παρατηρήθηκαν αυτοκίνητα αναποδογυρισμένα και στοιβαγμένα το ένα πάνω στο άλλο [Σχήμα 116]. Το νερό και οι λάσπες είχαν μπει στο εσωτερικό των αυτοκινήτων καταστρέφοντάς τα. Μετά το πέρας της άντλησης των υδάτων η Πυροσβεστική Υπηρεσία χρειάστηκε να ψάξει όλα τα οχήματα για τυχόν εγκλωβισμένους ανθρώπους.

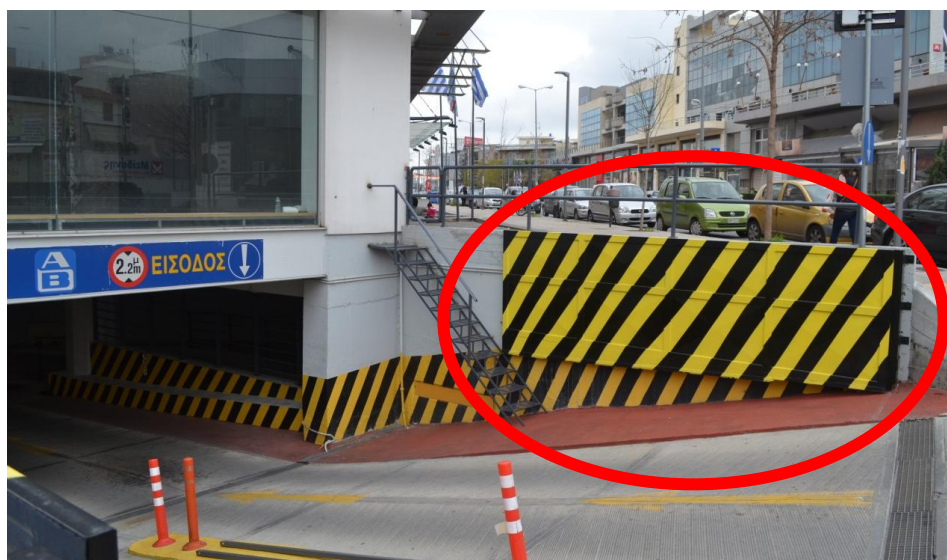
Από την απευθείας εξέταση στην περιοχή 1,5 χρόνο μετά, διαπιστώθηκε ότι στην είσοδο του παρκινγκ του σούπερ μάρκετ τοποθετήθηκε ειδική πόρτα ώστε σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης να αποφευχθεί η επανάληψη πλημμυρικού γεγονότος της ίδιας έκτασης [Σχήμα 117]. Ωστόσο, εξετάζοντας προσεκτικά τη γύρω περιοχή κανένα άλλο τεχνικό έργο δεν έγινε.



Σχήμα 115: Με κίτρινο βέλος διακρίνεται το πλημμυρισμένο υπόγειο πάρκινγκ του σούπερ μάρκετ. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού, καθώς από την οδό Θηβών στρίβει στην οδό Βασιλικών (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=it2omll-RH0>)



Σχήμα 116: Οι ζημιές στα αυτοκίνητα στο υπόγειο πάρκινγκ του σούπερ μάρκετ (Πηγή διαδικτύου: <http://www.zouglia.gr/>)



Σχήμα 117: Τοποθέτηση ειδικής πόρτας στην είσοδο του υπόγειου πάρκινγκ

Θέση 13: Οδός Πρωτεσιλάου και Βασιλικών

Η οδός Βασιλικών βρίσκεται πίσω από το σούπερ μάρκετ της οδού Θηβών το οποίο πλημμύρισε όπως αναλύθηκε παραπάνω. Το νερό είχε κατεύθυνση από την οδό Θηβών προς την οδό Βασιλικών. Παράλληλα, υπήρχε ροή νερού και επί της οδού Πρωτεσιλάου η οποία καταλήγει και σταματάει κάθετα στην οδό Βασιλικών. Η κλίση που έχει η οδός Πρωτεσιλάου είναι κατηφορική προς των οδό Βασιλικών. Το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 80-90cm καλύπτοντας τα οχήματα μέχρι τη μέση του ύψους της πόρτας τους. Παράλληλα, πολλά αυτοκίνητα παρασύρθηκαν τόσο από την οδό Θηβών όσο και από την οδό Πρωτεσιλάου προς την οδό Βασιλικών, με

αποτέλεσμα να στοιβαχτούν το ένα πάνω στο άλλο και πολλά από αυτά να καταστραφούν [Σχήμα 118].

Από την επί τόπου μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι κτιριακές εγκαταστάσεις του σούπερ μάρκετ έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη βαρύτητα της πλημμύρας στη θέση αυτή, καθώς είναι χτισμένες κάθετα στην οδό Πρωτεσιλάου και κατ' επέκταση κάθετα στην φυσική ροή του νερού [Σχήμα 119]. Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι η οδός Βασιλικών, ενώ αποτελεί τη φυσική κοίτη του υδρογραφικού δικτύου, είναι πλήρως καλυμμένη, συνέβαλλε στην ένταση του πλημμυρικού γεγονότος. Παρατηρήθηκε ότι κατά μήκος της οδού Πρωτεσιλάου υπάρχει καλά ανεπτυγμένο δίκτυο σχαρών για τα όμβρια ύδατα. Ωστόσο, η ένταση του μετεωρολογικού φαινομένου ήταν τέτοια που το αποστραγγιστικό δίκτυο δεν ήταν επαρκές.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι στο σημείο αυτό είναι χτισμένο σχολείο. Σύμφωνα με τη μελέτη που διεξάγεται σε αυτή την εργασία θεωρείται ότι η θέση που έχει κτιστεί είναι επικίνδυνη για την ασφάλεια των μαθητών.



Σχήμα 118: Η οδός Βασιλικών πλημμυρισμένη. Διακρίνονται τα οχήματα που παρασύρθηκαν. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=uA1Tq6XF0ts>, <https://www.youtube.com/watch?v=it2omll-RH0>)



Σχήμα 119: Οι κτιριακές εγκαταστάσεις που βρίσκονται κάθετα στη ροή του νερού (κόκκινο βέλος). Με κίτρινο περίγραμμα επισημαίνονται οι σχάρες αποστράγγισης επί της οδού Πρωτεσιλάου

Θέση 14: Οδός Ιδομενέως

Ο μεγάλος όγκος του νερού που έρρεε στην οδό Βασιλικών, λόγω της κατηφορικής κλίσης του εδάφους κατέληγε στην οδό Ιδομενέως. Στη γωνία των οδών Ιδομενέως και Οδυσσέως, βρίσκεται ένα κατάστημα επίπλων το οποίο υπέστη πολλές ζημιές. Ένα αυτοκίνητο έπεσε πάνω στη βιτρίνα του καταστήματος και την έσπασε με αποτέλεσμα να μπει μέσα στο μαγαζί μεγάλος όγκος νερού και να καταστραφεί όλο το εμπόρευμα [Σχήμα 120]. Όπως ανέφερε υπάλληλος του καταστήματος το ύψος του νερού μέσα στο κατάστημα έφτασε περίπου τα 70cm. Στους γύρω δρόμους, και συγκεκριμένα στη συμβολή των οδών Ιδομενέως και Βασιλικών, το ύψος του νερού έφτασε σχεδόν το 1m. Η τόσο μεγάλη συσσώρευση νερού στο συγκεκριμένο σημείο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη μορφολογία της περιοχής καθώς επίσης και στο γεγονός ότι η φυσική κοίτη του ρέματος πριν μπαζωθεί, πέρανε από το συγκεκριμένο σημείο. Το ρέμα που κανονικά θα διέσχιζε τη συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί τη συνέχεια του κλάδου του υδρογραφικού δικτύου που διασχίζει τη Θηβών και περιγράφηκε λίγο παραπάνω [Σχήμα 121].

Η δόμηση στην περιοχή έχει γίνει με τρόπο που πολλές δεκαετίες νωρίτερα και πριν χτιστεί τόσο εντατικά η περιοχή, άφηνε τη ροή του νερού ελεύθερη. Ωστόσο σήμερα η πυκνή αυτή δόμηση την εμποδίζει. Συγκεκριμένα, το οικοδομικό τετράγωνο στο οποίο ανήκει το κατάστημα επίπλων είναι χτισμένο κάθετα στην ροή του νερού. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι το αποστραγγιστικό δίκτυο σε αυτή τη θέση είναι ελλιπές έως ανύπαρκτο.



Σχήμα 120: Ζημιές στο κατάστημα επίπλων. Το ύψος του νερού έφτασε τα 70cm (Πηγή διαδικτυο: <http://www.zougla.gr/>)



Σχήμα 121: Η οδός Ιδομενέως. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού. Το νερό ρέει σε συνέχεια από την Θηβών

Θέση 15: Οδός Απόλλωνος και Οδυσσέως

Η συνέχεια της φυσικής ροής του ρέματος, πριν αυτό μπαζωθεί, ήταν προς την οδό Οδυσσέως. Έτσι, και σε αυτόν το δρόμο η ποσότητα του νερού που συγκεντρώθηκε κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης ήταν πολλή μεγάλη [Σχήμα 122, Σχήμα 123]. Από βίντεο που δημοσιεύτηκε από κατοίκους της περιοχής, το οποίο είναι μαγνητοσκοπημένο από τη συμβολή των οδών Οδυσσέως και Απόλλωνος, διαπιστώνεται ότι το ύψος του νερού έφτασε τα 70-80cm. Μια μεγάλη σε ηλικία κάτοικος της περιοχής η οποία μένει επί της οδού Οδυσσέως πολλές δεκαετίες, αναφέρει ότι όταν υπάρχει έντονη βροχόπτωση αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα πλημμύρας. Η ίδια κάτοικος αναφέρει ότι το σπίτι της έχει πλημμυρίσει πολλές φορές. Επίσης, ανέφερε ότι κατά τη μεγάλη πλημμύρα του 1961 (6 Νοεμβρίου 1961, σύμφωνα με το ιστορικό πλημμυρών), πνίγηκαν πέντε άτομα σε ένα σπίτι στην απέναντι πλευρά του δρόμου.

Στην επί τόπου μελέτη στην περιοχή 1,5 χρόνο μετά το συμβάν, διαπιστώθηκε ότι το πλάτος του δρόμου είναι μικρό και γενικά η δόμηση στο σημείο είναι αρκετά πυκνή. Έτσι, σε ακραία ύψη βροχής η στάθμη του νερού ανεβαίνει πολύ γρήγορα και σε αρκετό ύψος. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν σχάρες για την αποστράγγιση των υδάτων, οι οποίες είναι τοποθετημένες μόνο στις διασταυρώσεις της οδού Οδυσσέως με τις κάθετες οδούς [Σχήμα 124]. Συνεπώς, η υποδομή για την αποστράγγιση των υδάτων στο συγκεκριμένο δρόμο που αποτελεί την κοίτη του ρέματος δεν επαρκεί. Τέλος, η μορφολογική κλίση του εδάφους στην ευρύτερη περιοχή γύρω από την οδό Οδυσσέως είναι αρκετά μικρή με αποτέλεσμα να ευνοείται η συσσώρευση του νερού [Σχήμα 112].



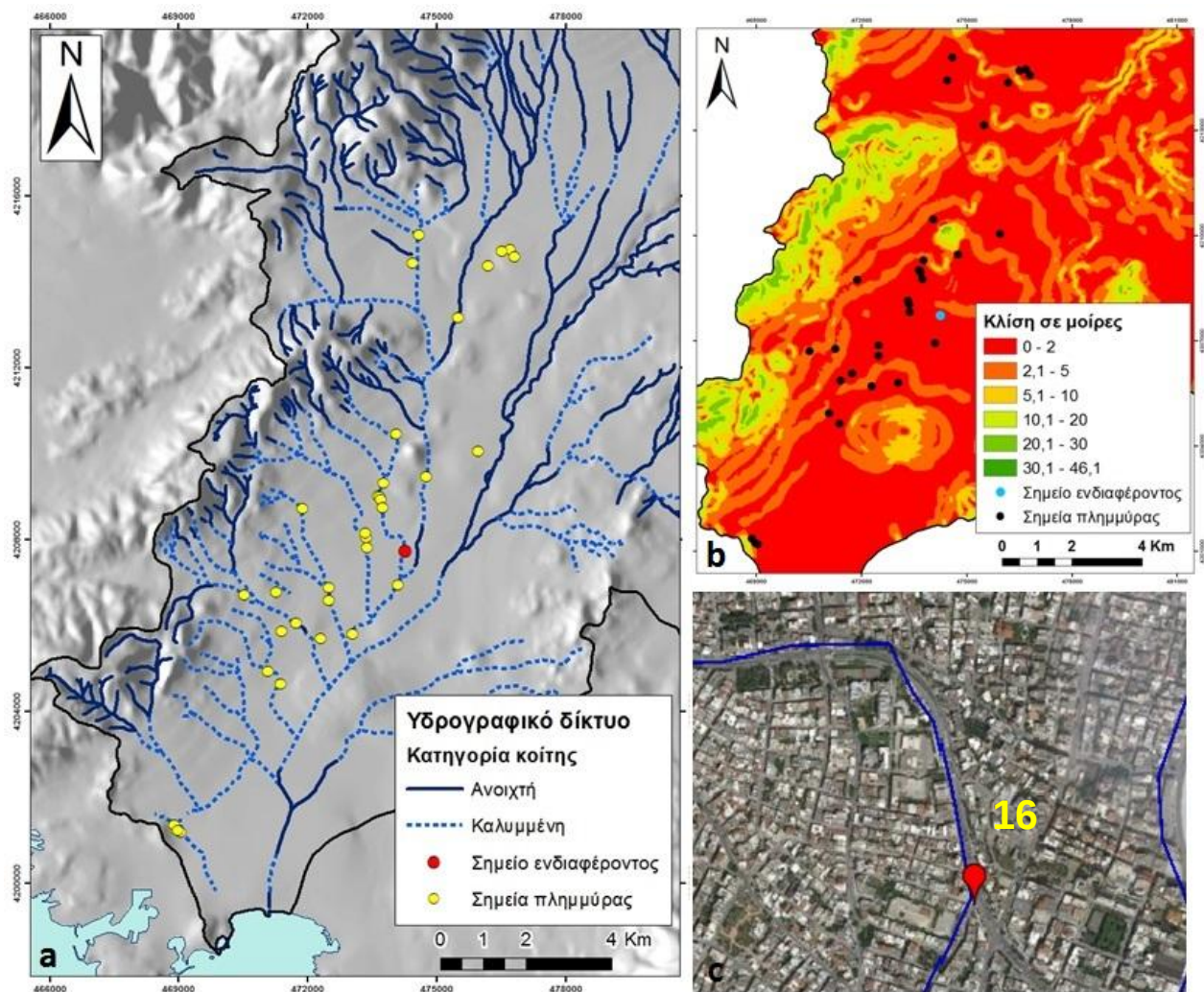
Σχήμα 122: Ροή νερού στην οδό Οδυσσέως (Πηγή διαδικτυο:
<https://www.youtube.com/watch?v=TK3Sa9DkF7A>)



Σχήμα 123: Η κατεύθυνση ροής του νερού στην οδό Οδυσσέως



Σχήμα 124: Η κατεύθυνση ροής του νερού στην Οδό Οδυσσέως απεικονίζεται με κόκκινο βέλος. Στο μαύρο περίγραμμα επισημαίνονται οι σχάρες αποστράγγισης στις κάθετες οδούς



Σχήμα 125: Σειρά χαρτών για τη θέση 16

Θέση 16: Λ. Παπανδρέου και Αγ. Λαύρας

Η οδός Οδυσσέως καταλήγει στη Λ. Παπανδρέου. Ταυτόχρονα, την ίδια κατεύθυνση έχει και ο 3^{ης} τάξης κλάδος του υδρογραφικού δικτύου ο οποίος μελετήθηκε στις προηγούμενες θέσεις. Ο συγκεκριμένος κλάδος πριν μπαζωθεί πλήρως [Σχήμα 125], συνέχιζε τη ροή του ακριβώς με την ίδια χάραξη που έχει η Λ. Παπανδρέου. Τελικά έκανε μια στροφή στη συμβολή των οδών Αγ. Λαύρας και Λ. Παπανδρέου [Σχήμα 126]. Στο σημείο της συμβολής των δύο αυτών οδών εντοπίζονται σημαντικά προβλήματα. Στη θέση αυτή υπάρχουν πάντα φαινόμενα πλημμύρας όταν βρέχει. Η κλίση του εδάφους μειώνεται πολύ απότομα με αποτέλεσμα το νερό να αποκτά μεγάλη ταχύτητα. Έτσι, όπως αναφέρουν κάτοικοι της περιοχής και ιδιοκτήτες καταστημάτων, όταν βρέχει πολύ έντονα είναι σε επιφυλακή για να μετακινήσουν τα οχήματά τους, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος να παρασυρθούν. Το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 70cm στη συμβολή των δύο οδών.

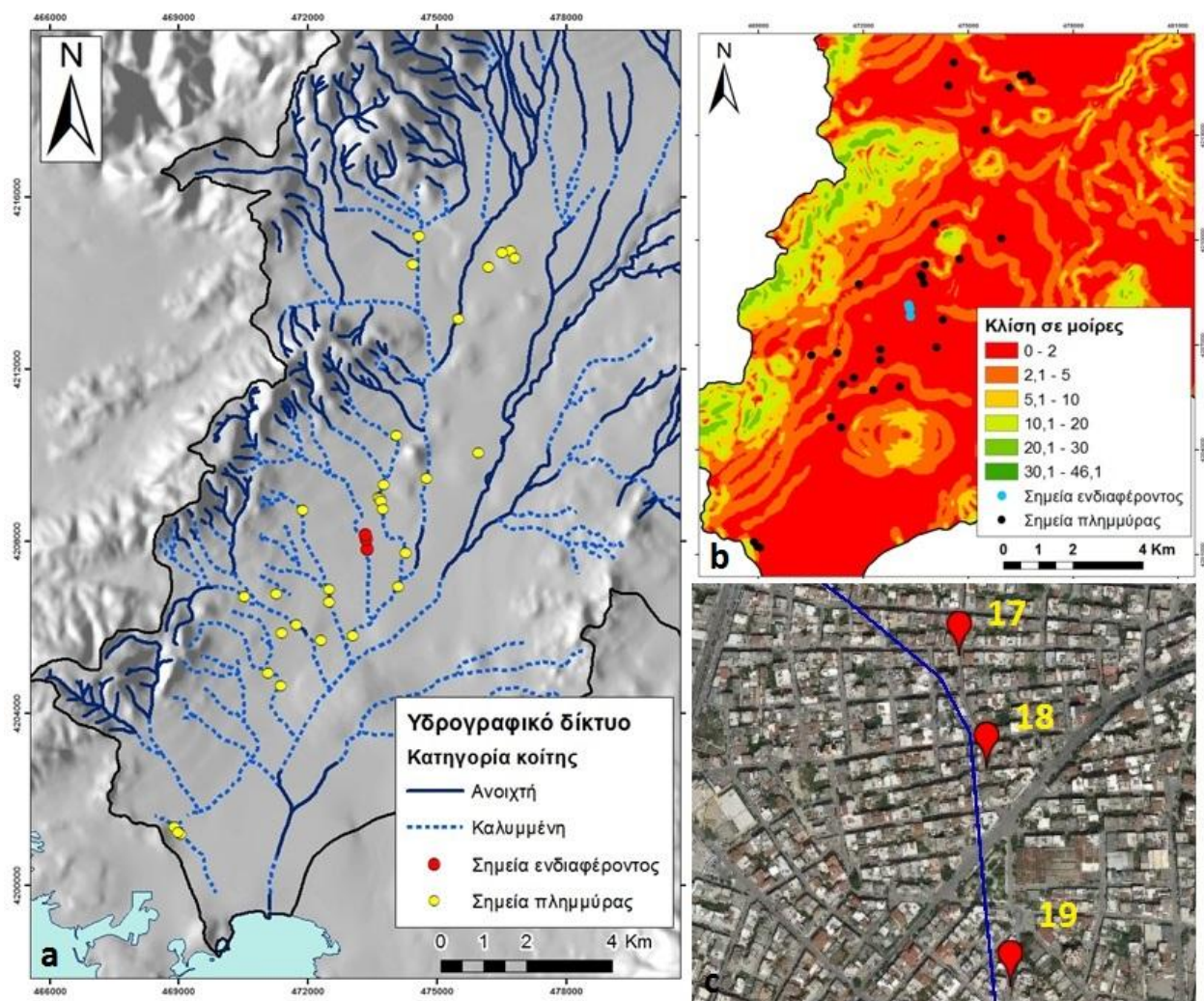
Διαπιστώνεται λοιπόν ότι σε αυτήν την περιοχή έχουν χτιστεί ολόκληρα οικοδομικά τετράγωνα πάνω στο ρέμα. Επίσης, το δίκτυο ομβρίων υδάτων είναι ανεπαρκές για

το σημείο αφού και πριν οικοδομηθεί η περιοχή αποτελούσε τη φυσική κοίτη του ρέματος, ενώ η δόμηση στην ευρύτερη περιοχή είναι αρκετά πυκνή και άναρχη.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι επί της οδού Αγ. Λαύρας, και συγκεκριμένα πάνω στο μπαζωμένο ρέμα, είναι χτισμένο σχολείο.



Σχήμα 126: α) και β) Η συμβολή των οδών Αγ. Λαύρας και Λ. Παπανδρέου. Με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού από την Λ. Παπανδρέου προς την οδό Αγ. Λαύρας (Πηγή διαδικτυο για την εικόνα α): https://www.youtube.com/watch?v=g_xTdPdEPfc)



Σχήμα 127: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 17, 18 και 19

Θέση 17: Οδός Ξάνθου

Στην οδό Ξάνθου υπήρξε η κύρια ροή του νερού καθώς ο δρόμος αυτός αποτελεί την φυσική κοίτη του ρέματος πριν αυτό μπαζωθεί [Σχήμα 127]. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 128 το νερό ήταν πολύ ορμητικό. Το γεγονός ότι η οδός αυτή αποτελούσε την κοίτη του ρέματος, αλλά και λόγω της σημαντικής κλίσης που υπάρχει, το νερό αποκτά γρήγορα μεγάλη ταχύτητα και ορμή. Την ημέρα του συμβάντος μια διάσωση πραγματοποιήθηκε στο σημείο. Μια κοπέλα επιχείρησε να διασχίσει το δρόμο με το όχημα της, με αποτέλεσμα να την παρασύρει το νερό και να την σταματήσει λίγα μέτρα πιο κάτω πάνω σε ένα τοίχιο. Χάρη στο τοίχιο, το οποίο έσπασε, οι κάτοικοι της περιοχής κατάφεραν να την απομακρύνουν από το όχημά της [Σχήμα 131]. Την ημέρα του πλημμυρικού γεγονότος το ύψος του νερού έφτασε περίπου στα 80cm και σε κάποια σημεία σχεδόν το 1m. Ένα αυτοκίνητο παρασύρθηκε από λίγο πιο πάνω και λόγω της μεγάλης ορμής του νερού, έσπασε το τοίχιο στην πυλωτή μιας πολυκατοικίας.

Κατά την επίσκεψη στο σημείο 1,5 χρόνο μετά, κατόπιν επικοινωνίας με τους κατοίκους αυτοί ανέφεραν ότι στη συμβολή των οδών Ξάνθου και Φυλλίδος, μέχρι το 2012 ήταν χτισμένο ένα σπίτι πάνω σε μια μικρή γέφυρα [**Σχήμα 130**]. Το 2012 το σπίτι γκρεμίστηκε καθώς δεν ζούσε πλέον ο ιδιοκτήτης. Όπως ανέφεραν, η οδός Ξάνθου αντιμετώπιζε πάντα προβλήματα πλημμύρας ακόμα και αν η βροχόπτωση είναι μικρής διάρκειας. Ωστόσο, από το 2012 και έπειτα το πρόβλημα έχει ενταθεί καθώς δεν υπάρχει πλέον το κτίσμα το οποίο μέχρι τότε έκοβε σε σημαντικό βαθμό την ποσότητα του νερού που έρρεε στην οδό.

Διαπιστώθηκε ότι στην οδό Ξάνθου αλλά και στις κάθετες προς αυτήν οδούς υπάρχουν σχάρες για την αποστράγγιση των υδάτων, ωστόσο δεν επαρκούν. Επίσης, η δόμηση στην περιοχή είναι αρκετά πυκνή με αποτέλεσμα οι δρόμοι να έχουν μικρό πλάτος. Διαπιστώθηκε ότι στη θέση που μελετάται, το πλάτος του δρόμου μικραίνει ακόμα περισσότερο καθώς υπάρχουν αυλές σπιτιών που ουσιαστικά καλύπτουν τις άκρες του δρόμου, και αυτός είναι ένας ακόμη λόγος για τον οποίο το νερό στο σημείο αυτό αποκτά ακόμα μεγαλύτερη ταχύτητα και ορμή. Επιπρόσθετα, περπατώντας την οδό Ξάνθου προς τα κατάντι διαπιστώνεται ότι η δόμηση είναι άναρχη με αποτέλεσμα να αποκόπτεται η φυσική ροή του νερού και να παρουσιάζονται φαινόμενα πλημμύρας [**Σχήμα 129**]. Η θέση αυτή θα αναφερθεί παρακάτω.



Σχήμα 128: Ορμητικό νερό ρέει στην οδό Ξάνθου. Με κόκκινο απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή: Φωτογραφία Σπύρου Κύκνα)



Σχήμα 129: Σπίτια τα οποία ανακόπτουν τη φυσική ροή του νερού (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=lwNfKcjR8cQ>)



Σχήμα 130: Διακρίνεται η παλιά κατασκευή του σπιτιού που ήταν χτισμένο πάνω σε γέφυρα



Σχήμα 131: Το τοίχιο που έσπασε από το αυτοκίνητο

Θέση 18: Οδός Φιλιππιάδος

Η οδός Φιλιππιάδος είναι κάθετη στην οδό Ξάνθου. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στην οδό Ξάνθου υπήρξε η κύρια ροή νερού καθώς αποτελούσε την κοίτη του ρέματος πριν καλυφθεί [Σχήμα 127]. Καθώς τα σπίτια στην οδό Φιλιππιάδος έχουν χτιστεί κάθετα στην φυσική ροή του νερού δημιουργήθηκαν σοβαρά προβλήματα. Προκλήθηκαν ζημιές σε σπίτια και αρκετά οχήματα παρασύρθηκαν και

αναποδογύρισαν. Ένα αυτοκίνητο ήταν παρκαρισμένο στο ύψος της συμβολής των οδών Ξάνθου και Φυλλίδος και καθώς παρασύρθηκε από το ορμητικό νερό βρέθηκε πάνω σε μια ελιά στη συμβολή των οδών Ξάνθου και Φιλιππιάδος [Σχήμα 132]. Στη οδό Φιλιππιάδος 50, μια πυλωτή γέμισε με νερό ύψους πάνω από 1m, και τελικά λόγω του μεγάλου όγκου έσπασε ένας τοίχος με αποτέλεσμα να περάσουν τα νερά στον ακάλυπτο χώρο και τελικά να καταλήξουν στην οδό Χίου [Σχήμα 133]. Η οδός Χίου βρίσκεται ένα οικοδομικό τετράγωνο κάτω από την οδό Φιλιππιάδος [Σχήμα 134].

Τα σπίτια που είναι χτισμένα επί της οδού Φιλιππιάδος, και ακριβώς στη συμβολή της με την οδό Ξάνθου, είναι κολλητά το ένα με το άλλο. Στο σημείο αυτό υπάρχουν 2 ειδικά διαμορφωμένες τρύπες-αγωγοί στα θεμέλια των σπιτιών οι οποίες έχουν γίνει για να απορρέει το νερό της βροχής. Ο δεξιός αγωγός έχει ύψος 1,30cm και πλάτος 1,47cm, ενώ ο αριστερός αγωγός έχει ύψος 1,15cm και πλάτος 2,60cm [Σχήμα 135]. Παρατηρήθηκε ότι προς το εσωτερικό τους οι διαστάσεις αυτές μειώνονται και πιθανόν να καταλήγουν σε έναν ενιαίο χώρο. Η άλλη πλευρά των αγωγών βρίσκεται επίσης στα θεμέλια του κτιρίου αλλά στο πίσω οικοδομικό τετράγωνο, και συγκεκριμένα στη συμβολή των οδών Χίου και Φιγαλείας [Σχήμα 136]. Στα θεμέλια του σπιτιού το οποίο βρίσκεται στη συμβολή των δύο οδών, διαπιστώθηκε ότι έχει κατασκευαστεί ένας ενιαίος χώρος για την απορροή του νερού και από το σημείο αυτό και κατάντι ο όγκος του νερού διοχετεύεται μέσα σε 3 αγωγούς κάτω από το οδόστρωμα της οδού Φιγαλείας και από εκεί συνεχίζει την πορεία του μέσα από το αποστραγγιστικό δίκτυο της περιοχής. Οι αγωγοί αυτοί είναι διαμέτρου περίπου 30cm.



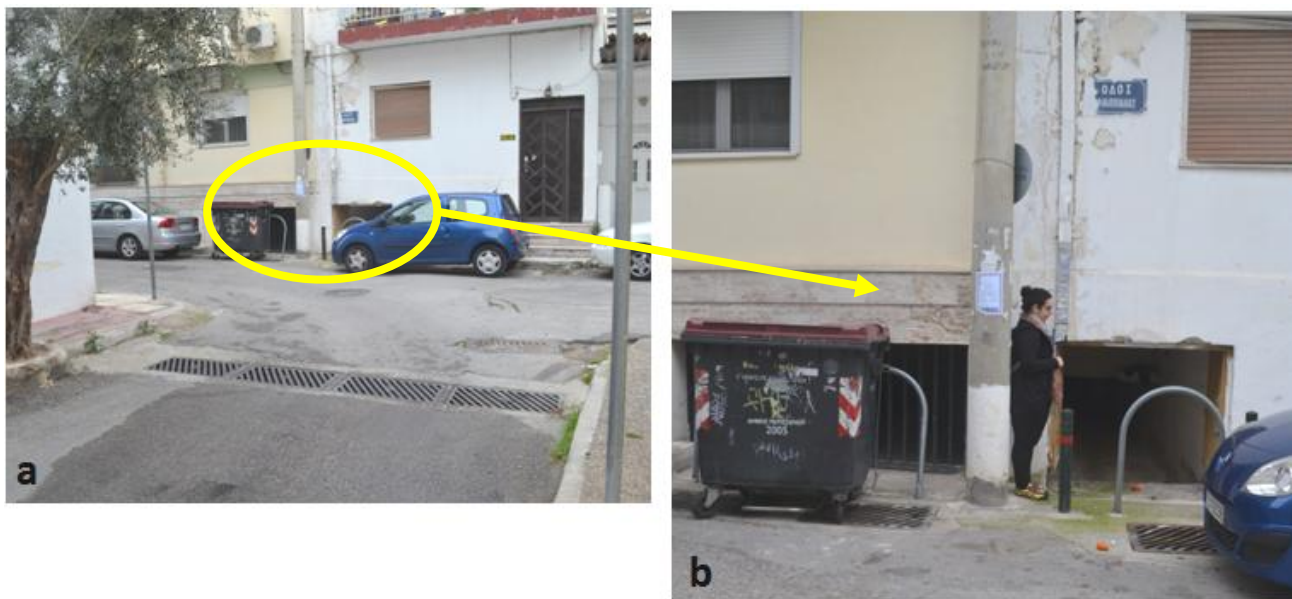
Σχήμα 132: Αναποδογυρισμένα οχήματα λόγω του ορμητικού νερού στην οδό Φιλιππιάδος (Πηγή διαδικτυο: <http://www.enikos.gr/>)



Σχήμα 133: Ο τοίχος που έσπασε και τα νερά πέρασαν στον ακάλυπτο (Πηγή διαδικτυο: <http://www.zougla.gr/>)



Σχήμα 134: Η πορεία του νερού επί της οδού Ξάνθου όπου τελικά κατέληξε στην οδό Φιλιππιάδος και από εκεί στη συμβολή των Οδών Χίου και Φιγαλείας (Πηγή: Google Earth)



Σχήμα 135: α) Οι αγωγοί κάτω από τα θεμέλια των σπιτιών στην οδό Φιλιππιάδος. Διακρίνονται σχάρες αποστράγγισης στην οδό Ξάνθου, β) Διακρίνεται το μέγεθος των αγωγών



Σχήμα 136: Οι αγωγοί που καταλήγουν σε ενιαίο χώρο κάτω από τα θεμέλια της οικοδομής στη συμβολή των οδών Χίου και Φιγαλείας

Θέση 19: Οδός Φανερωμένης 30

Το νερό που έρρεε στην οδό Φανερωμένης προήλθε από την οδό Ξάνθου η οποία αναφέρθηκε παραπάνω, καθώς και από τον όγκο νερού που έπεφτε στον δρόμο από την βροχόπτωση. Ουσιαστικά, πολύ μεγάλος όγκος νερού κατευθύνθηκε από την οδό Ξάνθου, πέρασε στην οδό Χίου και από εκεί στην οδό Φανερωμένης η οποία αποτελεί τη φυσική συνέχεια του κλάδου του υδρογραφικού δικτύου. Καθώς

περνούσε η ώρα η στάθμη του νερού ανέβηκε αρκετά [Σχήμα 137, Σχήμα 138]. Υπολογίζεται ότι η στάθμη του νερού έφτασε περίπου τα 50-60cm στην οδό Φανερωμένης [Σχήμα 139a]. Ωστόσο, στη συμβολή των οδών Φανερωμένης, Χατζηδάκη και Φίλωνος η στάθμη του νερού έφτασε περίπου τα 90cm [Σχήμα 139b].

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην ευρύτερη περιοχή η δόμηση είναι άναρχη. Οπότε αυτό συμβάλει στη δημιουργία πλημμυρικών επεισοδίων. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι στη συγκεκριμένη οδό οι κάτοικοι αναφέρουν ότι όταν υπάρχει βροχόπτωση έχουν σχετικά μικρά φαινόμενα πλημμύρας. Παρατηρήθηκε ότι στην οδό Φανερωμένης το αποστραγγιστικό δίκτυο είναι αρκετά πυκνό. Συνεπώς, όπως αναφέρουν οι κάτοικοι, το συγκεκριμένο συμβάν δεν ήταν κάτι το συνηθισμένο, αλλά μια ιδιαίτερη περίπτωση.



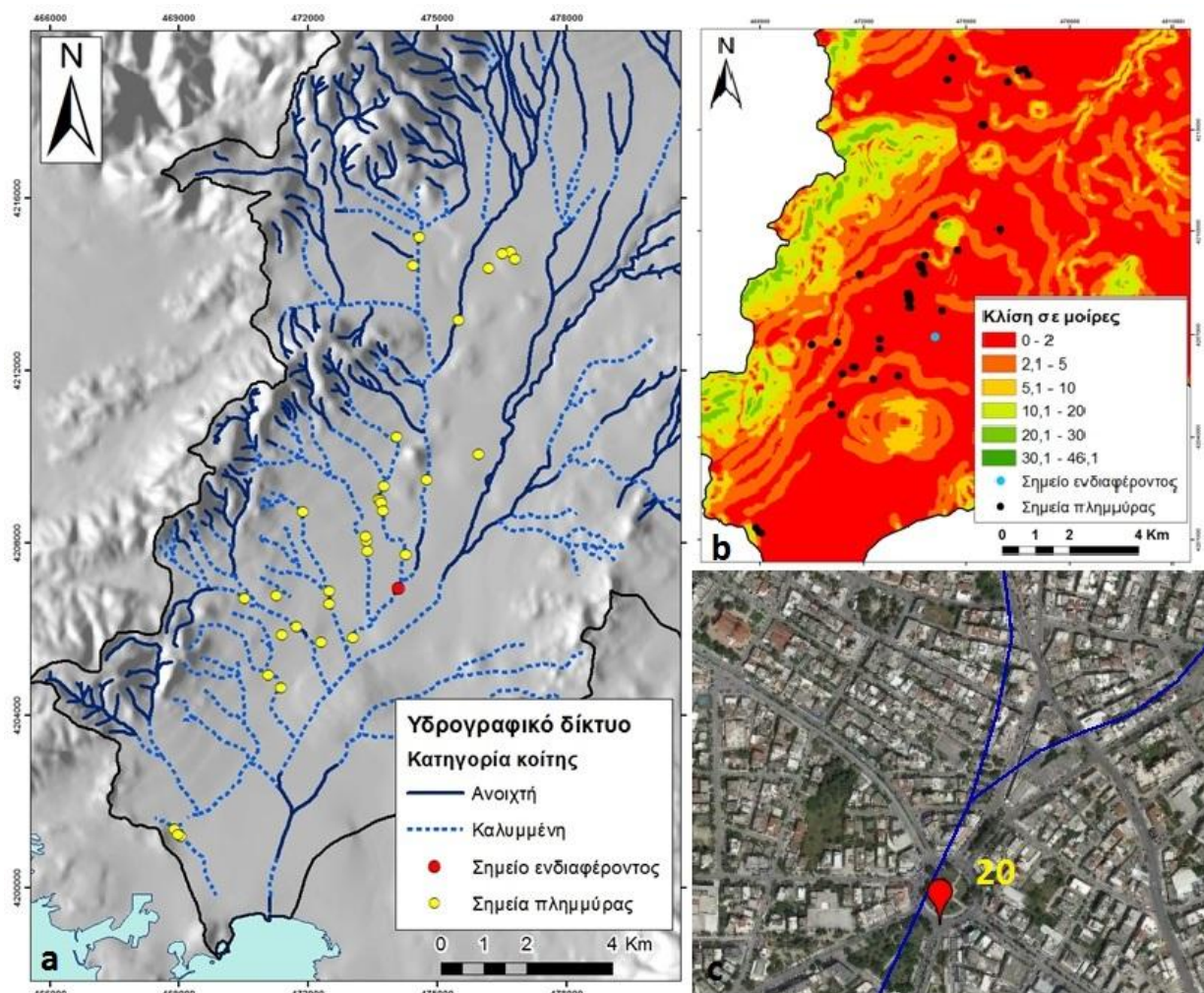
Σχήμα 137: Γρήγορη άνοδος της στάθμης του νερού στην οδό Φανερωμένης (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=vWfRHUiTuZo>)



Σχήμα 138: Γρήγορη άνοδος της στάθμης του νερού στη συμβολή των οδών Φανερωμένης, Χατζηδάκη και Φίλωνος (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=vWfRHUiTuZo>)



Σχήμα 139: α), β) Ύψος νερού που απεικονίζεται με το κίτρινο βέλος



Σχήμα 140: Σειρά χαρτών για τη θέση 20

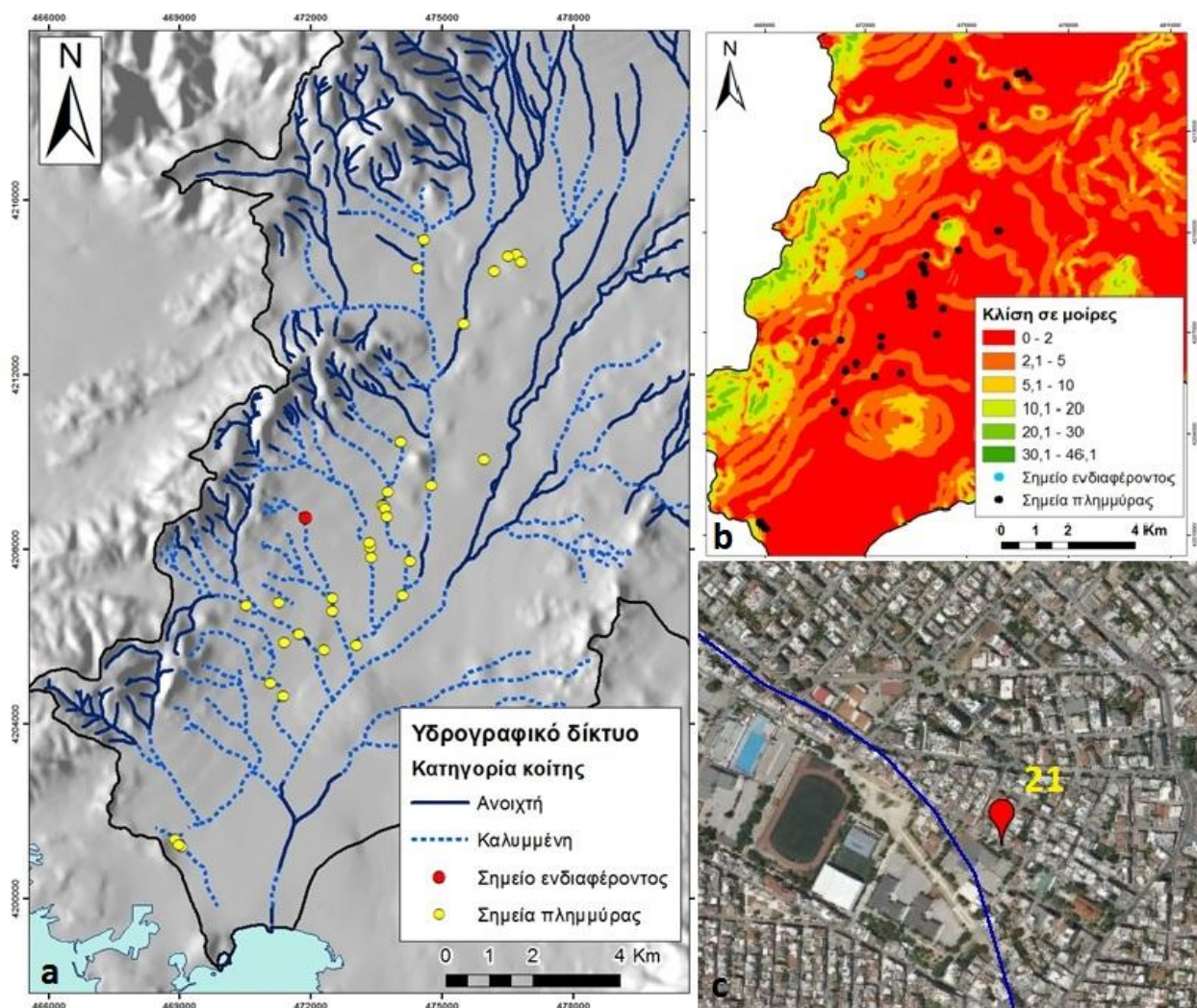
Θέση 20: Μπουρναζί

Οι δρόμοι γύρω από την πλατεία Μπουρναζίου στο Περιστέρι πλημμύρισαν με αποτέλεσμα η κίνηση των οχημάτων να γίνεται με δυσκολία και πολλοί οδηγοί να ακινητοποιήσουν τα αυτοκίνητά τους ούτως ώστε να περιμένουν να πέσει η στάθμη του νερού [Σχήμα 141]. Η βοήθεια της τροχαίας ήταν απαραίτητη. Υπολογίζεται ότι το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 50-60cm. Το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή είναι πλήρως καλυμμένο [Σχήμα 140]. Η πλατεία Μπουρναζίου βρίσκεται πάνω στη συμβολή δυο κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και συγκεκριμένα ενός 3^{ης} και ενός 5^{ης} τάξης. Παρατηρήθηκε ότι η δόμηση στην ευρύτερη περιοχή είναι άναρχη και οι δύο αυτοί κλάδοι που έχουν καλυφθεί, έχουν μετατραπεί σε οδικούς άξονες και οικοδομικά τετράγωνα. Έτσι, το νερό κυλάει στους δρόμους που κάποτε ήταν οι φυσικές του κοίτες αλλά και σε δρόμους που βρίσκονται μέσα στη λεκάνη κατάκλυσης και καταλήγει στην πλατεία Μπουρναζίου.

Κατά την επίσκεψη στην περιοχή διαπιστώθηκε ότι το αποστραγγιστικό δίκτυο ανάντι της πλατείας Μπουρναζίου είναι πολύ αραιό, έως και ανύπαρκτο σε κάποιους δρόμους. Έτσι, η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού ρέει επιφανειακά με αποτέλεσμα να δημιουργεί τα πλημμυρικά φαινόμενα που διαπιστώθηκαν στην ευρύτερη περιοχή της πλατείας. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατάντι της πλατείας, το δίκτυο αποστράγγισης είναι καλά ανεπτυγμένο.



Σχήμα 141: Η πλατεία Μπουρναζίου και οι γύρω δρόμοι πλημμυρισμένοι (Πηγή διαδίκτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=i9OzPnyuaol>, <https://www.youtube.com/watch?v=xCzhZdbZuwk>)



Σχήμα 142: Σειρά χαρτών για τη θέση 21

Θέση 21: Οδός Πεύκων

Στην οδό Πεύκων δημιουργήθηκε αρκετά μεγάλο πρόβλημα λόγω του ύψους που έφτασε το νερό και από την μεγάλη ταχύτητα που είχε αυτό. Υπολογίζεται ότι το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 50-60cm και σε κάποιες θέσεις έφτασε μέχρι τα 80cm. Την ημέρα του συμβάντος, κάποιος γονιός προσπαθώντας με το αυτοκίνητό του να παραλάβει το παιδί του από το νηπιαγωγείο (το οποίο βρίσκεται επί της οδού Πεύκων), έπεσε σε λακκούβα και το όχημα ακινητοποιήθηκε μπροστά στην είσοδο. Κάδοι απορριμμάτων παρασύρθηκαν από την έντονη ροή του νερού, ενώ και άλλα οχήματα ακινητοποιήθηκαν για λόγους ασφαλείας. Πιο κάτω στη συγκεκριμένη οδό, ένα ακόμη όχημα παρασύρθηκε από τα νερά [Σχήμα 143].

Η οδός Πεύκων στα ανάντι διασχίζεται από 2^{ης} τάξης κλάδο του υδρογραφικού δικτύου, ωστόσο λόγω της δόμησης ο κλάδος αυτός έχει καλυφθεί πλήρως [Σχήμα 142]. Η κλίση που έχει το έδαφος κατά μήκος του δρόμου είναι κατηφορική και αυτό βοηθάει το νερό να αποκτά γρήγορα μεγάλη ταχύτητα. Επιπρόσθετα, οι πρόποδες του όρους Αιγάλεω βρίσκονται πολύ κοντά στην περιοχή με αποτέλεσμα να

μειώνεται απότομα η κλίση του εδάφους. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, αυτή η απότομη αλλαγή στην κλίση του εδάφους λόγω της ύπαρξης ορεινών όγκων γύρω από τον αστικό ιστό της Αττικής, βοηθάει στη δημιουργία ξαφνικών πλημμυρών. Έτσι, όπως φαίνεται και σε βίντεο που δημοσιεύτηκε από κατοίκους της περιοχής, η στάθμη του νερού ανέβηκε πολύ γρήγορα.

Επιπρόσθετα, στην οδό Πεύκων την περίοδο του συμβάντος γίνονταν έργα ανάπλασης πεζοδρομίου. Στο **Σχήμα 144a** το οποίο χρησιμοποιήθηκε από το Google earth και απεικονίζει την περιοχή τον Οκτώβριο του 2014, φαίνεται ότι στη συμβολή των οδών Πεύκων και Ανεμώνης υπήρχε αποστραγγιστικό δίκτυο δεξιά και αριστερά του οδοστρώματος. Έπειτα από επίσκεψη στο σημείο μετά από 1,5 χρόνο διαπιστώθηκε ότι στη θέση αυτή τοποθετήθηκε διπλή σειρά σχαρών για τους αγωγούς των ομβρίων υδάτων [**Σχήμα 144b**]. Επομένως, στην επόμενη έντονη βροχόπτωση θα διαπιστωθεί αν τα έργα ανάπλασης στη οδό Πεύκων είναι αποτελεσματικά.

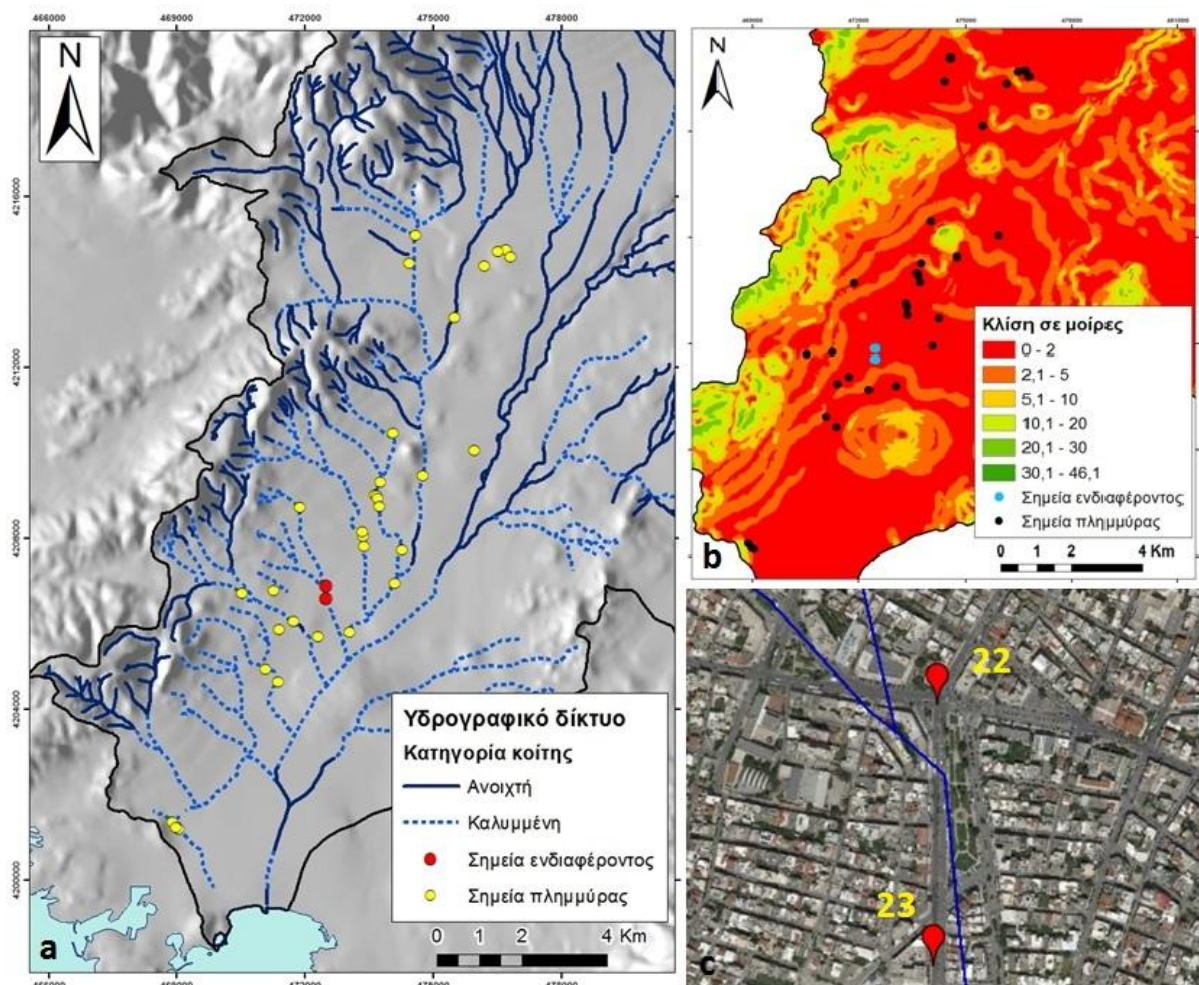
Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά μήκος της οδού βρίσκονται χτισμένα νηπιαγωγείο, δημοτικό σχολείο και δημοτικό κολυμβητήριο, γεγονός το οποίο θέτει σε κίνδυνο τα παιδιά και τους υπόλοιπους ανθρώπους που έχουν την οποιαδήποτε σχέση με τους χώρους αυτούς, όταν υπάρχει ένα τόσο έντονο συμβάν βροχόπτωσης.



Σχήμα 143: Δυσκολία στην κυκλοφορία των οχημάτων, ακινητοποιημένα και παγιδευμένα οχήματα και αντικείμενα παρασυρόμενα από την ορμή του νερού στην οδό Πεύκων. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδίκτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=gjmuqP0lqrU>)



Σχήμα 144: α) η οδός Πεύκων τον Οκτώβριο 2014 (Πηγή: Google maps), β) η οδός Πεύκων σήμερα με το πυκνό δίκτυο σχαρών



Σχήμα 145: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 22 και 23

Θέση 22: Οδός Θηβών και Πελασγίας

Σοβαρά προβλήματα πλημμύρας δημιουργήθηκαν επί της οδού Θηβών, επί της οδού Πελασγίας και στη συμβολή των δύο αυτών οδών. Το ύψος του νερού ανέβηκε πολύ και αρκετά γρήγορα με αποτέλεσμα να παρασυρθούν πολλά οχήματα, κάδοι σκουπιδιών, ψυγεία περιπτερών και άλλα αντικείμενα [Σχήμα 146].

Επιπρόσθετα, στο σημείο πραγματοποιήθηκαν δύο διασώσεις [Σχήμα 147b]. Η μια έγινε επί της οδού Θηβών, όπου ένα άτομο είχε παγιδευτεί σε μια στάση λεωφορείου. Η στάθμη του νερού είχε ανέβει τόσο πολύ που το άτομο ακόμα και όρθιο πατώντας πάνω στο κάθισμα της στάσης πλέον κινδύνευε. Περαιστικοί άνθρωποι βοήθησαν ώστε να απομακρυνθεί από το σημείο. Η δεύτερη διάσωση πραγματοποιήθηκε ακριβώς στη συμβολή των οδών Θηβών και Πελασγίας [Σχήμα 147c], όπου ένα άτομο είχε παγιδευτεί μέσα σε αυτοκίνητο. Το ύψος του νερού ανέβαινε γρήγορα και η κατάσταση ήταν επικίνδυνη. Έτσι, δύο άλλοι άνθρωποι, οι οποίοι μπόρεσαν να πλησιάσουν στο σημείο παρά τα ορμητικά νερά, κατάφεραν να απεγκλωβίσουν το άτομο από το όχημα.

Κατά την επίσκεψη στην περιοχή και μελετώντας τα δημοσιευμένα video αλλά και επικοινωνώντας με τους κατοίκους και τους καταστηματαρχες, υπολογίζεται ότι το

ύψος του νερού στην οδό Πελασγίας έφτασε γύρω στα 60-70cm ενώ κοντά στη συμβολή της με την οδό Θηβών έφτασε σχεδόν το 1m. Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι προχωρώντας την οδό αυτή και κατευθυνόμενος κανείς προς το όρος Αιγάλεω, δεν υπάρχουν σχάρες για τα όμβρια ύδατα, παρά μόνο σε κάποιους από τους κάθετους δρόμους οι οποίοι έχουν ανηφορική κλίση [Σχήμα 148, Σχήμα 149]. Η κλίση που έχουν οι δρόμοι έχει σαν αποτέλεσμα το νερό που πέφτει σε αυτούς να καταλήγει στην οδό Πελασγίας, η οποία όπως φαίνεται στον χάρτη [Σχήμα 145], βρίσκεται πολύ κοντά στη φυσική κοίτη ενός κλάδου του υδρογραφικού δικτύου του Κηφισού. Έτσι, πολλά καταστήματα επί της οδού Πελασγίας την ώρα του συμβάντος πλημμύρισαν και υπέστησαν ζημιές στα εμπορεύματα και στις εγκαταστάσεις τους.

Στην οδό Θηβών το ύψος του νερού είχε φτάσει γύρω στα 60 cm με αποτέλεσμα πολλά αυτοκίνητα να έχουν παρασυρθεί. Επίσης, η ιδιοκτήτρια του περιπτερού επί της οδού Θηβών ανέφερε ότι το νερό ήταν τόσο ορμητικό που είχε σηκώσει το ψυγείο και το χτυπούσε πάνω στο περίπτερο. Όπως ανέφερε η ίδια κυρία, όταν βρέχει πάντα πλημμυρίζει ο δρόμος, αλλά αυτή ήταν η μόνη φορά που το νερό είχε ξεπεράσει το ύψος του πεζοδρομίου και είχε φτάσει στο ύψος του τοιχίου του πάρκου.

Στη συμβολή των οδών Θηβών και Πελασγίας όπου πραγματοποιήθηκε και η μία εκ των δύο διασώσεων, το ύψος του νερού είχε φτάσει περίπου στα 70-80cm σε κάποια σημεία. Στο σημείο αυτό, όπως φαίνεται και στο χάρτη [Σχήμα 145], ουσιαστικά γίνεται η συμβολή δύο 2^{ης} τάξης κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και από εκεί ξεκινάει ο κλάδος 3^{ης} τάξης. Όπως διαπιστώθηκε από την επί τόπου εξέταση, οι σχάρες που υπάρχουν για το αποστραγγιστικό δίκτυο δεν επαρκούν. Λαμβάνοντας υπόψη και τη μικρή κλίση του εδάφους στην ευρύτερη περιοχή, διαπιστώνεται ότι είναι αναμενόμενο η περιοχή αυτή να πλημμυρίζει.



Σχήμα 146: Αυτοκίνητα που παρασύρονται από το νερό, άνθρωποι πάνω στα οχήματα που προσπαθούν να σωθούν (κίτρινο βέλος). Με κόκκινο απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδικτυο: <http://www.mixanitouxronou.gr>)



Σχήμα 147: α) με κόκκινο βέλος απεικονίζεται η κατεύθυνση ροής νερού στην οδό Θηβών, β) έχει επισημανθεί το άτομο που βρισκόταν στη στάση το οποίο διασώθηκε στην οδό Θηβών, γ) η διάσωση στη συμβολή των οδών Θηβών και Πελασγίας (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=02hCKOJ4IAc> , <https://www.youtube.com/watch?v=FbUQEiHu7ZQ>)



Σχήμα 148: Δίκτυο σχαρών στην οδό Πελασγίας



Σχήμα 149: Χάρτης απεικόνισης θέσεων σχαρών αποστράγγισης νερού

Θέση 23: Οδός Θηβών 109

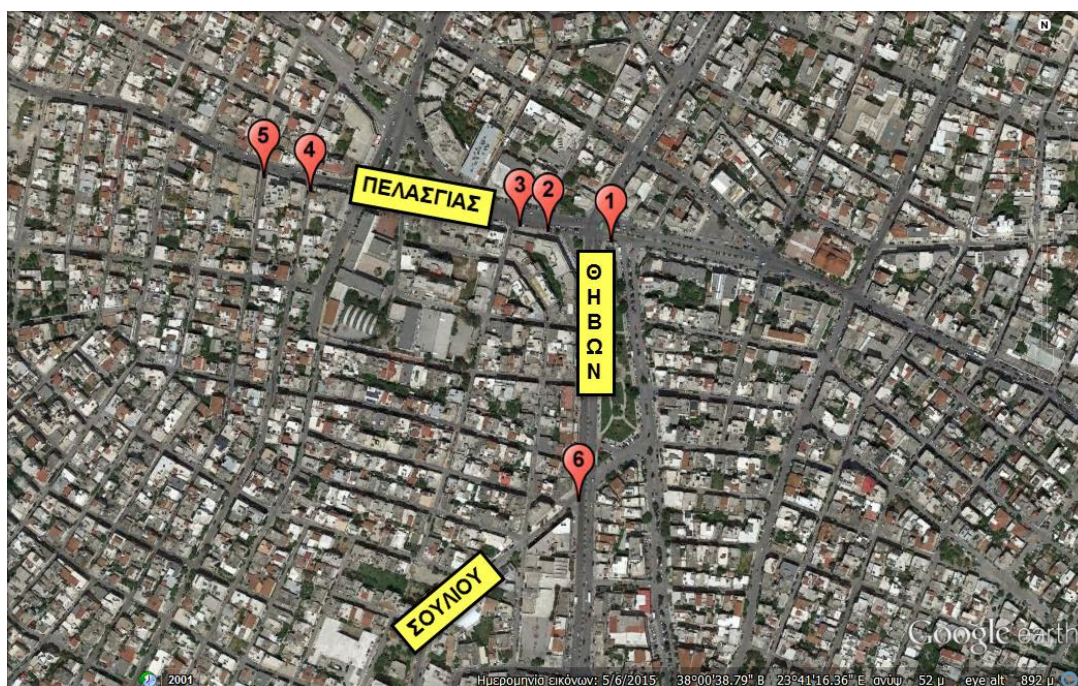
Μεγάλος όγκος από το νερό που έρρεε στη συμβολή των οδών Θηβών και Πελασγίας συνέχισε να ρέει επί της οδού Θηβών. Στο σημείο αυτό το ύψος του νερού έφτασε περίπου τα 50-60cm. Αυτό που παρατήρησαν οι κάτοικοι και που διαπιστώθηκε από τα δημοσιευμένα βίντεο, ήταν τα οχήματα, οι κάδοι απορριμμάτων, τα ψυγεία των περιπτέρων και άλλα αντικείμενα τα οποία παρασύρθηκαν από το νερό από τις ανάντι περιοχές και κατευθύνονταν προς τα

κατάντι της οδού Θηβών [Σχήμα 150]. Προχωρώντας την οδό Θηβών από το σημείο που περιγράφηκε παραπάνω, μέχρι και αυτό το σημείο που περιγράφεται εδώ, διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν σχάρες για την αποστράγγιση των υδάτων σε όλο το μήκος της οδού Θηβών, παρά μόνο στη συμβολή της με την οδό Σουλίου. Συγκεκριμένα, διανύθηκε απόσταση 240m επί της Θηβών από το προηγούμενο σημείο (συμβολή οδών Θηβών-Πελασγίας) μέχρι να βρεθεί η πρώτη σχάρα αποστράγγισης ομβρίων υδάτων [Σχήμα 151, Σχήμα 152].

Σύμφωνα με το χάρτη [Σχήμα 145], διαπιστώνει κανείς ότι η οδός Θηβών σε αυτό το σημείο, ουσιαστικά αποτελεί την πλήρως καλυμμένη κοίτη του 3^{ης} τάξης κλάδου του υδρογραφικού δικτύου που διασχίζει την περιοχή. Έτσι, το γεγονός ότι το αποστραγγιστικό δίκτυο στην ευρύτερη περιοχή είναι ελλιπές αλλά και το γεγονός ότι οι κλίσεις που έχει το έδαφος είναι αυτές που υπήρχαν και όταν το υδρογραφικό δίκτυο έρρεε ελεύθερο, έχουν σαν αποτέλεσμα να πλημμυρίζει η περιοχή. Σε ακραία ύψη βροχής, οι κάτοικοι βιώνουν καταστάσεις πλημμύρας σαν αυτή που μελετάται στην παρούσα εργασία.



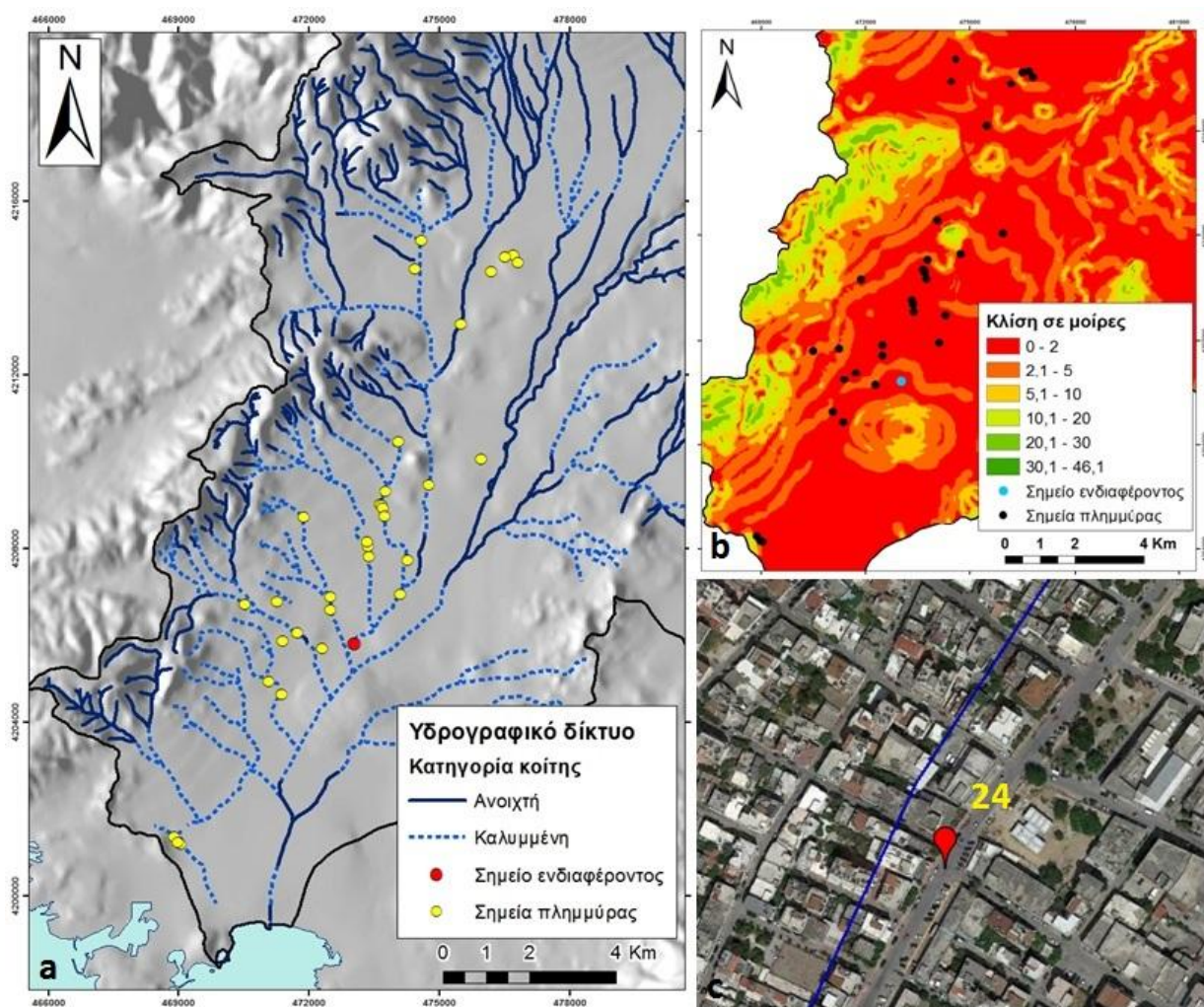
Σχήμα 150: Τα οχήματα και οι κάδοι απορριμμάτων που παρασύρονται από το νερό στην οδό Θηβών
(Πηγή διαδικτυο: https://www.youtube.com/watch?v=M1a94j2_uZw)



Σχήμα 151: Οι πρώτες σχάρες αποστράγγισης στην οδό Θηβών μετά τη διασταύρωσή της με την οδό Πελασγίας είναι στη συμβολή των οδών Θηβών και Σουλίου(αριθμός Νο6), (Πηγή: Google Earth)



Σχήμα 152: Οι σχάρες αποστράγγισης στη συμβολή Θηβών και Σουλίου)



Σχήμα 153: Σειρά χαρτών για τη θέση 24

Θέση 24: Οδός Φιλικών 13

Η οδός Φιλικών είναι ένας ακόμα δρόμος στην περιοχή του Περιστερίου ο οποίος αποτελούσε τη φυσική κοίτη ενός 5^{ης} τάξης κλάδου του υδρογραφικού δικτύου πριν αυτός καλυφθεί. Την ημέρα του συμβάντος που μελετάται, το ύψος του νερού στην οδό Φιλικών έφτασε περίπου τα 30-40cm. Στη συγκεκριμένη θέση δεν προκλήθηκαν ιδιαίτερες ζημιές καθώς το νερό δεν ήταν πολύ ορμητικό. Αυτό που παρατηρήθηκε είναι οι κάδοι απορριμμάτων και άλλα αντικείμενα να έχουν παρασυρθεί από το νερό, ενώ κάποια οχήματα είχαν σταματήσει στη μέση του δρόμου για λόγους ασφαλείας, περιμένοντας να πέσει η στάθμη του νερού [Σχήμα 154]. Λόγω του ότι η περιοχή χαρακτηρίζεται από πολύ μικρή μορφολογική κλίση και είναι σχεδόν επίπεδη [Σχήμα 153], ευνοείται η συσσώρευση του νερού στη συγκεκριμένη οδό.

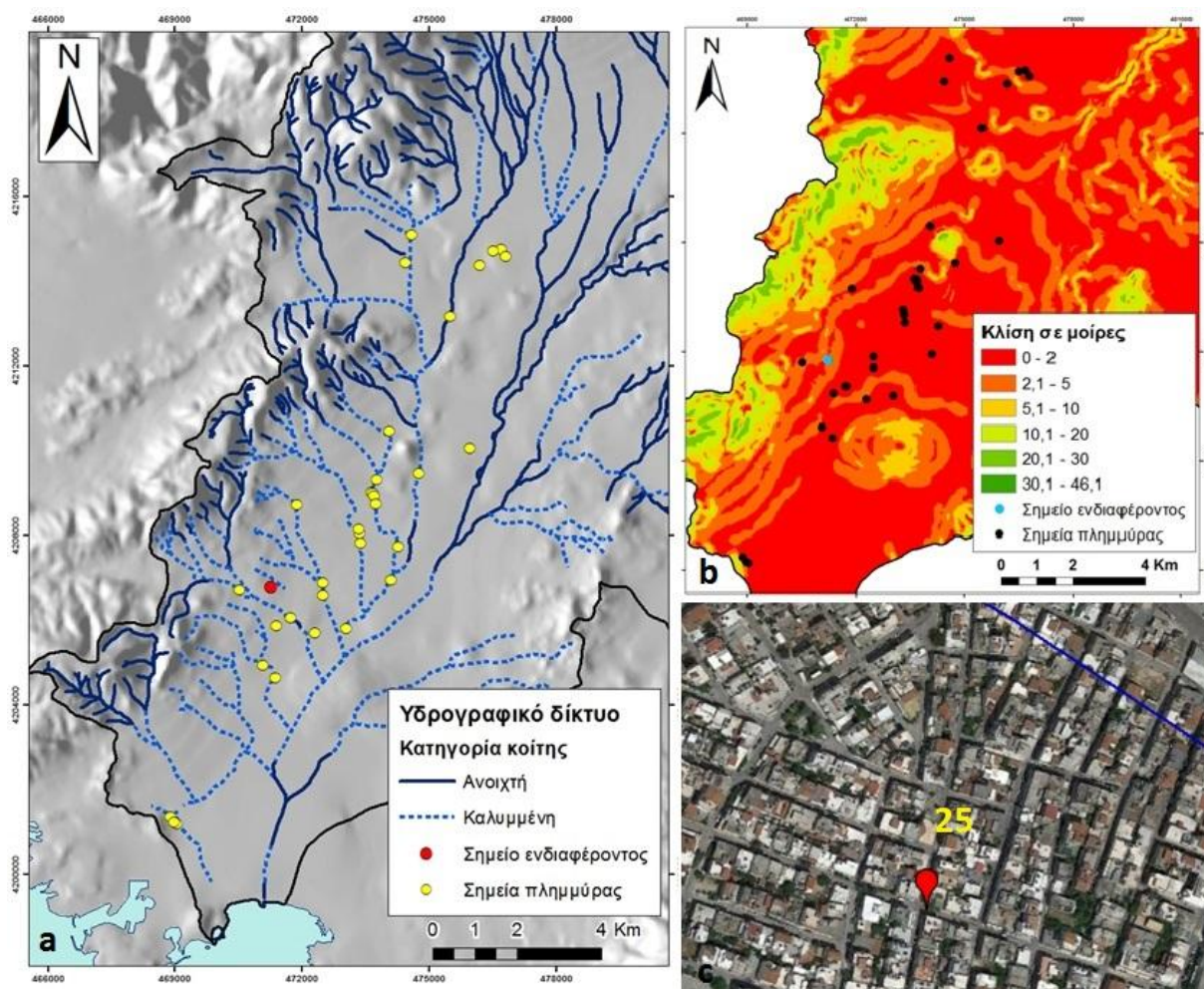
Επιπρόσθετα, κατά την επίσκεψη στην περιοχή 1,5 χρόνο μετά το συμβάν διαπιστώθηκε ότι το αποστραγγιστικό δίκτυο είναι ανεπαρκές για τη συγκεκριμένη οδό αφού όπως αναφέρθηκε παραπάνω παλιότερα αποτελούσε κοίτη του ρέματος. Διαπιστώθηκε ότι σχάρες αποστράγγισης των υδάτων υπάρχουν κυρίως στις κάθετες στην οδό Φιλικών οδούς [Σχήμα 155].



Σχήμα 154: Η πλημμυρισμένη οδός Φιλικών και τα παρασυρόμενα αντικείμενα (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=VcwaHvzea-w>, <https://www.youtube.com/watch?v=PcDp69W2SfQ>)



Σχήμα 155: Με κίτρινο επισημαίνονται οι σχάρες αποστράγγισης σε κάθετες οδούς και με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού στην οδό Φιλικών



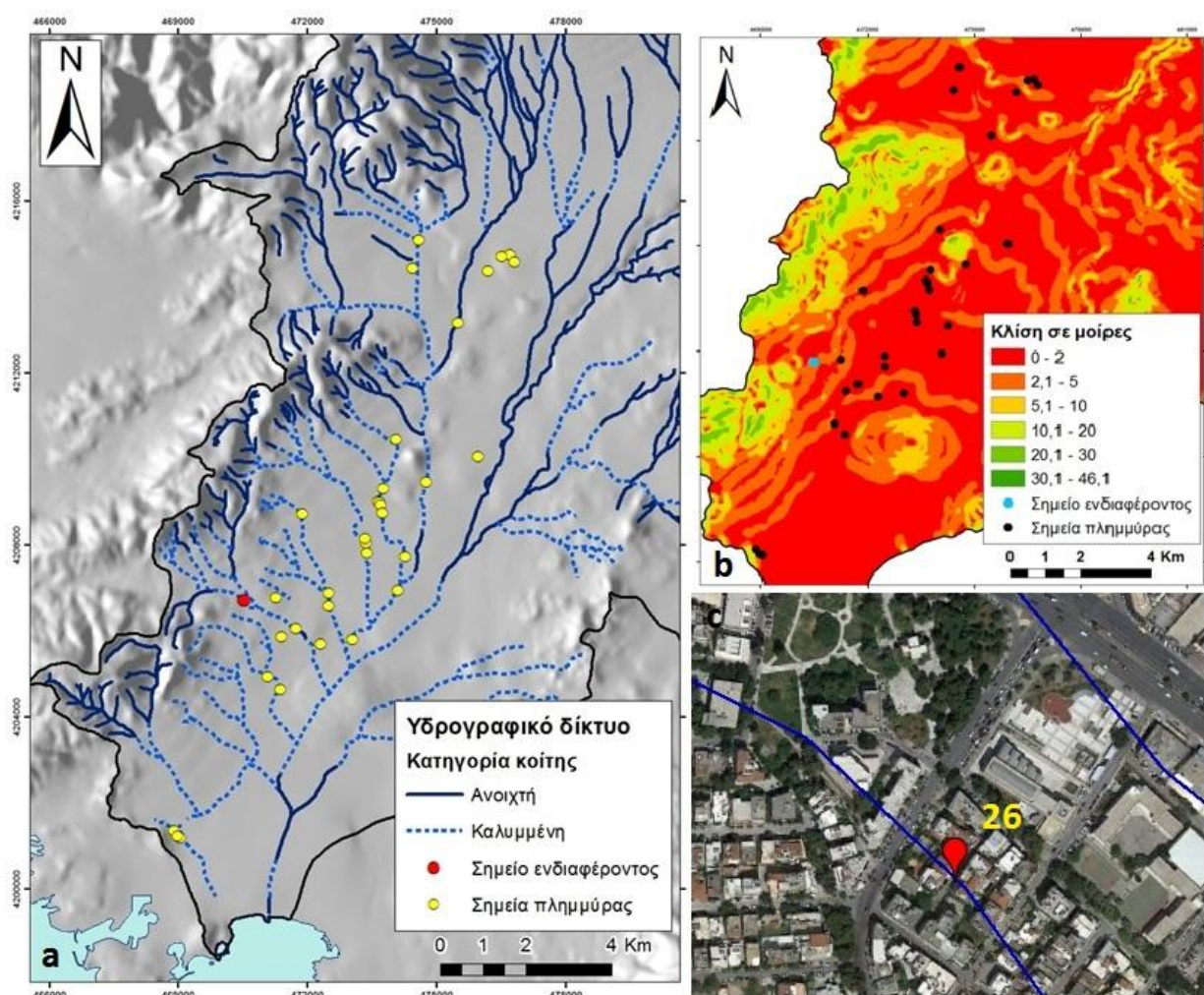
Σχήμα 156: Σειρά χαρτών για τη θέση 25

Θέση 25: Οδός Αγ. Αναστασίας και Νιγρίτη

Στην οδό Αγ. Αναστασίας στο Λόφο Αξιωματικών και συγκεκριμένα στη συμβολή της με την οδό Νιγρίτη μια εταιρεία τηλεφωνίας είχε διανοίξει μια τρύπα για την πραγματοποίηση εργασιών. Ωστόσο, το συνεργείο κάλυψε την τρύπα μόνο με χώμα και δεν τοποθέτησε ασφαλτό. Η κλίση που έχει ο δρόμος είναι αρκετά μεγάλη, με αποτέλεσμα το νερό όταν ρέει να αποκτά μεγάλη ταχύτητα. Επιπρόσθετα, πολύ κοντά στην οδό Αγ. Αναστασίας και συγκεκριμένα βορειότερά της, υπάρχει ένας μικρής τάξης κλάδος του υδρογραφικού δικτύου ο οποίος είναι πλήρως μπαζωμένος [Σχήμα 156]. Η ποσότητα του νερού που κύλησε στο δρόμο, η μεγάλη κλίση που έχει η συγκεκριμένη οδός, και το γεγονός ότι η τρύπα καλύφθηκε μόνο με χώμα είχαν σαν αποτέλεσμα να ανοιχτεί ακόμα μεγαλύτερη λακκούβα εγκυμονώντας κίνδυνο για όσους κινούνταν στην οδό. Έτσι, οι κάτοικοι τοποθέτησαν έναν κάδο απορριμμάτων στο σημείο για να μην προκληθούν ατυχήματα [Σχήμα 157].



Σχήμα 157: Η τοποθέτηση του κάδου στην οδό Αγ. Αναστασίας για την ασφάλεια των οδηγών (Πηγή διαδίκτυο: http://www.peristerinews.gr/koinonia/apisteuta_kairika_fainomena_sto_peristeri_photos.html)



Σχήμα 158: Σειρά χαρτών για τη θέση 26

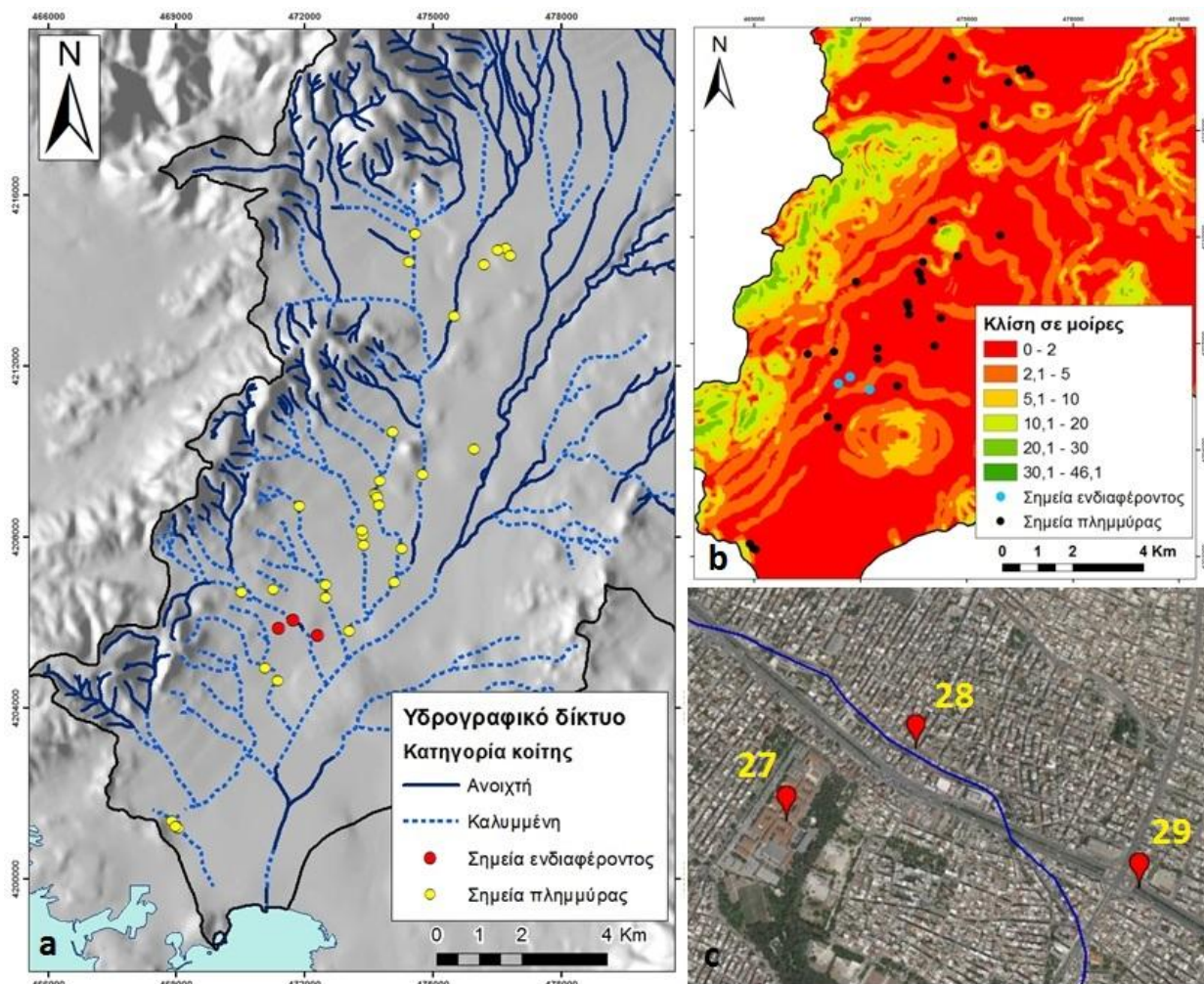
Θέση 26: Οδός Στέφου

Στην ευρύτερη περιοχή του Χαϊδαρίου παρατηρήθηκε ότι η δόμηση είναι άναρχη. Παράλληλα, η περιοχή διασχίζεται από αρκετούς κλάδους του υδρογραφικού δικτύου οι οποίοι όμως είναι καλυμμένοι. Η δόμηση σε κάποιες θέσεις έχει γίνει πάνω στις άλλοτε κοίτες των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου [Σχήμα 158]. Η οδός Στέφου είναι μια τέτοια οδός, η οποία είναι κάθετη στη φυσική ροή του νερού. Την ημέρα του συμβάντος η οδός πλημμύρισε.

Κατά την επίσκεψη στην περιοχή 1,5 χρόνο μετά διαπιστώθηκε ότι η κλίση του εδάφους στην οδό αυτή είναι συγκλίνουσα προς το κέντρο της. Στο κέντρο αυτής έχει κατασκευαστεί ένα πυκνό δίκτυο αποστράγγισης έτσι ώστε όταν βρέχει το νερό να οδηγείται μέσα στους αγωγούς των ομβρίων υδάτων [Σχήμα 159]. Την ημέρα του συμβάντος, καθώς τα ύψη βροχής ήταν πολύ μεγάλα, δεν κατέστη δυνατό να αποστραγγιστεί όλος αυτός ο όγκος νερού. Οι κάτοικοι αναφέρουν ότι γενικά στο σημείο αυτό αντιμετωπίζουν προβλήματα μόνο στις πολύ έντονες βροχοπτώσεις. Οι δρόμοι που είναι κάθετοι στην οδό Στέφου διαπιστώθηκε ότι έχουν ένα σχετικά πυκνό αποστραγγιστικό δίκτυο.



Σχήμα 159: Η οδός Στέφου με την συγκλίνουσα προς το κέντρο της κλίση. Με κόκκινο βέλος επισημαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού. Έχουν επισημανθεί οι σχάρες αποστράγγισης (με μαύρο βέλος)



Σχήμα 160: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 27, 28 και 29

Θέση 27: ΤΕΙ Αθηνών

Το ΤΕΙ Αθηνών πλημμύρισε τόσο στον εσωτερικό του χώρο όσο και στον προαύλιο χώρο. Το ύψος του νερού στον προαύλιο χώρο έφτασε περίπου τα 40cm. Σε εσωτερικούς χώρους των κτιριακών εγκαταστάσεων από ένα σπασμένο τζάμι εισέβαλε ορμητικό νερό με αποτέλεσμα να πλημμυρίσουν οι υπόγειοι χώροι του ΤΕΙ [Σχήμα 161].

Στην επίσκεψη που πραγματοποιήθηκε παρατηρήθηκε ότι στον προαύλιο χώρο υπάρχουν σχάρες για το δίκτυο ομβρίων υδάτων οι οποίες όμως δεν δείχνουν να έχουν κάποια σύνδεση μεταξύ τους, καθώς είναι τοποθετημένες σε διάσπαρτα σημεία [Σχήμα 162]. Παράλληλα, παρατηρήθηκε ότι όλος ο χώρος του ΤΕΙ βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από το επίπεδο των περιβαλλόντων δρόμων έξω από αυτό. Αυτό είναι κάτι που βοηθάει στην εμφάνιση πλημμυρικών γεγονότων, και έπαιξε σημαντικό ρόλο στο συμβάν που μελετάται στην παρούσα εργασία.

Οι υπεύθυνοι της διοίκησης του ΤΕΙ ανέφεραν ότι αυτό το πλημμυρικό γεγονός στο χώρο του Εκπαιδευτικού Ιδρύματος ήταν πρωτοφανές. Ο κύριος όγκος νερού εισήλθε στο προαύλιο και στις κτιριακές εγκαταστάσεις από τη δυτική πύλη του ΤΕΙ

με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο πρόβλημα να δημιουργηθεί στο κτίριο K11 (Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής) [Σχήμα 163]. Στο κτίριο K11 βρίσκεται το Οινοποιείο της σχολής που ήταν ο χώρος με τα μεγαλύτερα προβλήματα πλημμύρας [Σχήμα 164]. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Οινοποιείο βρίσκεται σε υπόγειο χώρο. Ύστερα από επικοινωνία με ανθρώπους που εργάζονται εκεί, αναφέρθηκε ότι το ύψος του νερού είχε φτάσει περίπου τα 2,5m. Ο κύριος όγκος του νερού εισήλθε από ένα υπερυψωμένο παράθυρο διαστάσεων 0,50×0,30m.

Μετά από αυτό το πλημμυρικό γεγονός η διοίκηση του ΤΕΙ έλαβε πρόσθετα μέτρα προστασίας, όπως ανέφεραν οι υπεύθυνοι, ενισχύοντας τους σωλήνες που υπάρχουν για το δίκτυο των όμβριων υδάτων και θωρακίζοντας γενικά το κτίριο. Στο χώρο έξω από το Οινοποιείο ενισχύθηκε το υπάρχον τοίχιο για την προστασία των υπερυψωμένων παραθύρων [Σχήμα 165].



Σχήμα 161: α) Η εισχώρηση των υδάτων στο εσωτερικό του ΤΕΙ, β) το πλημμυρισμένο πάρκινγκ (Πηγή διαδικτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=aTnmy4pJ8E>)



Σχήμα 162: Σχάρες αποστράγγισης στον προαύλιο χώρο και στο πάρκινγκ του ΤΕΙ



Σχήμα 163: Ενδεικτικός χάρτης του ΤΕΙ Αθηνών. Έχει επισημανθεί η δυτική πύλη και το κτίριο Κ11



Σχήμα 164: Τα υπερυψωμένα παράθυρα από τα οποία εισήλθε το νερό στο οινοποιείο



Σχήμα 165: Το τοιχίο που χτίστηκε για να προστατέψει τα υπερυψωμένα παράθυρα (μαύρο βέλος)

Θέση 28: Οδός Καβάλας 149

Στην οδό Καβάλας και συγκεκριμένα στο ύψος που συμβάλει με την οδό Μαλεβιζίου υπήρξαν πλημμυρικά φαινόμενα. Σύμφωνα με βίντεο που δημοσίευσαν κάτοικοι της περιοχής, διαπιστώνεται ότι υπήρξε έντονη ροή του νερού [Σχήμα 166]. Επίσης, το ύψος του έφτασε περίπου τα 30-40cm. Κατά τη διάρκεια του φαινομένου κάδοι απορριμμάτων παρασύρθηκαν από το ορμητικό νερό και υπήρξε δυσκολία στην κυκλοφορία των οχημάτων. Συγκρίνοντας τη στάθμη που έφτασε το νερό σε αυτή τη θέση με τις άλλες θέσεις που περιγράφηκαν παραπάνω, διαπιστώνεται ότι το νερό

δεν έφτασε σε πολύ μεγάλο ύψος πάνω από το οδόστρωμα, ωστόσο λόγω της κατηφορικής κλίσης που έχει η περιοχή, ανέπτυξε μεγάλη ταχύτητα.

Επίσης, παράλληλα στην οδό Καβάλας σε αυτό το σημείο βρίσκεται ένας 4^{ης} τάξης καλυμμένος κλάδος του υδρογραφικού δικτύου [Σχήμα 160]. Εξετάζοντας το συγκεκριμένο κλάδο διαπιστώθηκε ότι η δόμηση στην περιοχή έχει γίνει ουσιαστικά πάνω σχεδόν στην κοίτη του, την οποία φαίνεται να είχαν στενέψει αρκετά, καθώς η καλυμμένη κοίτη είναι φανερό επί της οδού Ρήγα [Σχήμα 167]. Η οδός Ρήγα είναι παράλληλη στην οδό Καβάλας. Η καλυμμένη κοίτη που εύκολα διακρίνει κανείς ανάμεσα στα σπίτια της οδού Ρήγα έχει πλάτος έως 2m. Δεδομένου ότι ο συγκεκριμένος κλάδος του υδρογραφικού δικτύου είναι 4^{ης} τάξης, διαπιστώνει κανείς πόσο μειωμένη ήταν η διατομή του ρέματος [Σχήμα 169]. Επίσης, η πυκνή δόμηση στην περιοχή και η άναρχη διάταξη που έχει βοηθάει ώστε το νερό να έχει ακανόνιστη ροή και έτσι να δημιουργούνται φαινόμενα πλημμύρας.

Κατά την επίσκεψη στην περιοχή 1,5 χρόνο μετά διαπιστώθηκε ότι επί της οδού Καβάλας υπάρχουν κάποιες σχάρες, οπότε έχει δημιουργηθεί αποστραγγιστικό δίκτυο. Ωστόσο, όπως αναφέρουν οι κάτοικοι το δίκτυο μέχρι πριν λίγους μήνες ήταν κατασκευασμένο μόνο στη μια πλευρά της οδού. Πρόσφατα κατασκεύασαν και σχάρες ώστε να αποστραγγίζεται το νερό και από τις δύο πλευρές του οδοστρώματος. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν ελάχιστες σχάρες και επί της οδού Ρήγα, ακριβώς δίπλα στην καλυμμένη κοίτη του ρέματος [Σχήμα 168].

Αξίζει να αναφερθεί ότι σε αυτόν τον 4^{ης} τάξης κλάδο του υδρογραφικού δικτύου, παρόλο που είναι καλυμμένος στο μεγαλύτερο μήκος του, σε ένα σημείο στα κατάντι του και πριν διασχίσει την Λ. Αθηνών, έχουν αφήσει ένα μικρό τμήμα του ελεύθερο [Σχήμα 170]. Στο σημείο αυτό ο κλάδος είναι διευθετημένος. Σε υπερχειλίσεις του ρέματος λόγω μεγάλων υψών βροχής και λόγω στενής διατομής της κοίτης, μεγάλος όγκος νερού χύνεται στη Λ. Αθηνών και από εκεί καταλήγει στην υπόγεια διάβαση κάτω από τη γέφυρα της Θηβών. Ωστόσο, αυτή η θέση θα περιγραφεί παρακάτω.



Σχήμα 166: Η πλημμυρισμένη οδός Καβάλας. Το κόκκινο βέλος δείχνει την κατεύθυνση ροής του νερού (Πηγή διαδίκτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=u4fn9d93fFo&nohtml5=False>)



Σχήμα 167: Το καλυμμένο ρέμα στην οδό Ρήγα. Στα αριστερά της φωτογραφίας οι αυλές των σπιτιών που έχουν επισημανθεί είναι πάνω στην καλυμμένη κοίτη. Με κόκκινο βέλος επισημαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού



Σχήμα 168: Ο χώρος που αποτελείται από βλάστηση αποτελεί την καλυμμένη κοίτη του ρέματος. Με κίτρινο έχουν επισημανθεί σχάρες αποστράγγισης. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού



Σχήμα 169: Ο χώρος που αποτελείται από βλάστηση αποτελεί την καλυμμένη κοίτη του ρέματος. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού



Σχήμα 170: Η οδός Ρήγα η οποία έχει επισημανθεί με κίτρινο, και το μικρό τμήμα της κοίτης του ρέματος το οποίο παραμένει ανοιχτής διατομής (έχει επισημανθεί με μαύρο) (Πηγή: Google Earth)

Θέση 29: Οδός Θηβών και Λ. Αθηνών

Στο σημείο αυτό το ύψος του νερού ανέβηκε απότομα εγκλωβίζοντας πολλά αυτοκίνητα στη θέση αυτή. Μεγάλη ποσότητα νερού που λίμνασε στην υπόγεια διάβαση προήλθε από τους γύρω δρόμους και από την οδό Καβάλας που περιγράφηκε παραπάνω. Πολλά οχήματα παρασύρθηκαν το ένα πάνω στο άλλο και διακόπηκε η κυκλοφορία και στα δυο ρεύματα της λεωφόρου [Σχήμα 171]. Το ύψος του νερού έφτασε περίπου το 1m. Σε αυτή την υπόγεια διάβαση της Λεωφόρου Αθηνών πάντα δημιουργείται πρόβλημα όταν βρέχει. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι επειδή ο δρόμος έχει κατασκευαστεί με συγκλίνουσα κλίση [Σχήμα 172], ώστε η οδός Θηβών η οποία βρίσκεται πάνω στη γέφυρα, να διατηρεί το υψομετρικό της επίπεδο. Συνεπώς, η Λ. Αθηνών σε αυτό το σημείο της αποτελεί μια υπόγεια

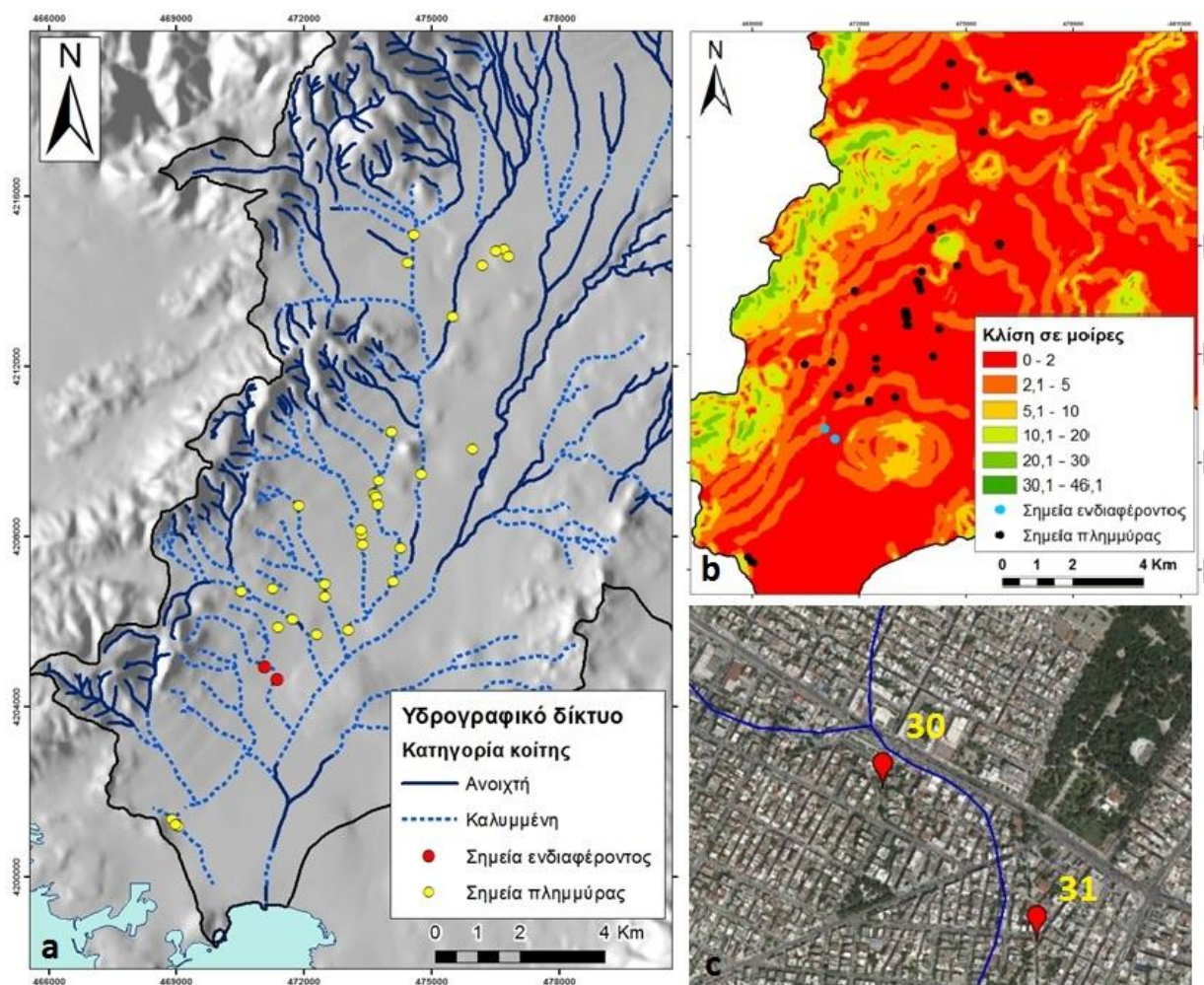
διάβαση η οποία πάντα πλημμυρίζει. Στη συγκεκριμένη περίπτωση που μελετάται, το μεγάλο ύψος βροχής είχε ως αποτέλεσμα να συγκεντρωθεί αυτός ο μεγάλος όγκος νερού. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε όλο το μήκος της υπόγειας διάβασης υπάρχουν σχάρες για το αποστραγγιστικό δίκτυο, ωστόσο φαίνεται ότι δεν επαρκεί. Οι σχάρες είναι τοποθετημένες κάθε περίπου 10m [Σχήμα 172], όμως πολλές από αυτές είναι βουλωμένες από φερτά υλικά.



Σχήμα 171: Το πλημμυρισμένο τμήμα της Λ. Αθηνών (Πηγή διαδικτυο: <http://www.mixanitouxronou.gr/>)



Σχήμα 172: α) Η υπόγεια διάβαση της Λ. Αθηνών στην οποία παρατηρείται συγκλίνουσα κλίση και β) επισημασμένες σχάρες αποστράγγισης επί της Λ. Αθηνών

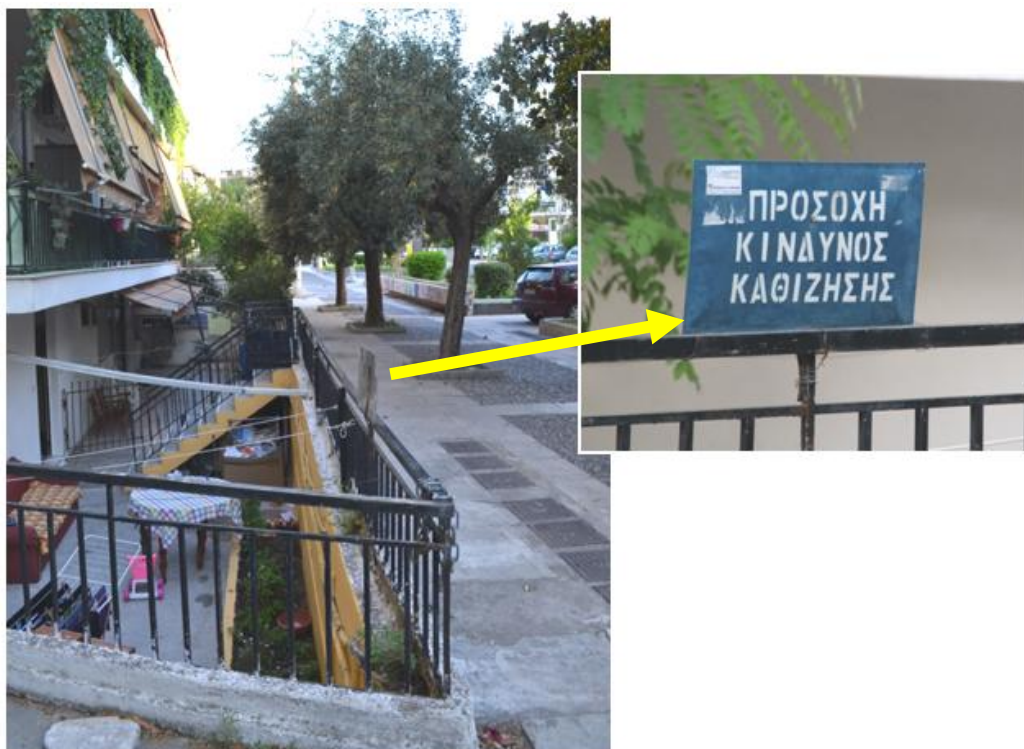


Σχήμα 173: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 30 και 31

Θέση 30: Οδός Παύλου Μελά 5

Στη οδό Παύλου Μελά 5 στο Αιγάλεω ένα σπίτι πλημμύρισε. Παρατηρώντας το χάρτη [Σχήμα 173] βλέπει κανείς ότι η περιοχή και συγκεκριμένα η Ιερά Οδός στο ύψος της θέσης που μελετάται, διασχίζοταν από τον 2^{ης} τάξης κλάδο του υδρογραφικού δικτύου, πριν αυτός καλυφθεί πλήρως.

Κατά την επίσκεψη στο σημείο 1,5 χρόνο μετά το πλημμυρικό γεγονός διαπιστώθηκε ότι το σπίτι που πλημμύρισε βρίσκεται αρκετά κάτω από το επίπεδο του δρόμου. Μάλιστα, φαίνεται ότι έχουν αντιμετωπίσει και στο παρελθόν προβλήματα και για το λόγο αυτό είναι τοποθετημένη μια πινακίδα που εφιστά την προσοχή για κίνδυνο καθίζησης [Σχήμα 174]. Παράλληλα, υπάρχει πυκνό αποστραγγιστικό δίκτυο κατά μήκος της Ιεράς Οδού και πιο αραιό στην οδό Παύλου Μελά. Συνεπώς, το γεγονός ότι το σπίτι είναι χτισμένο ημιυπόγειο, ήταν ο λόγος για τον οποίο πλημμύρισε.



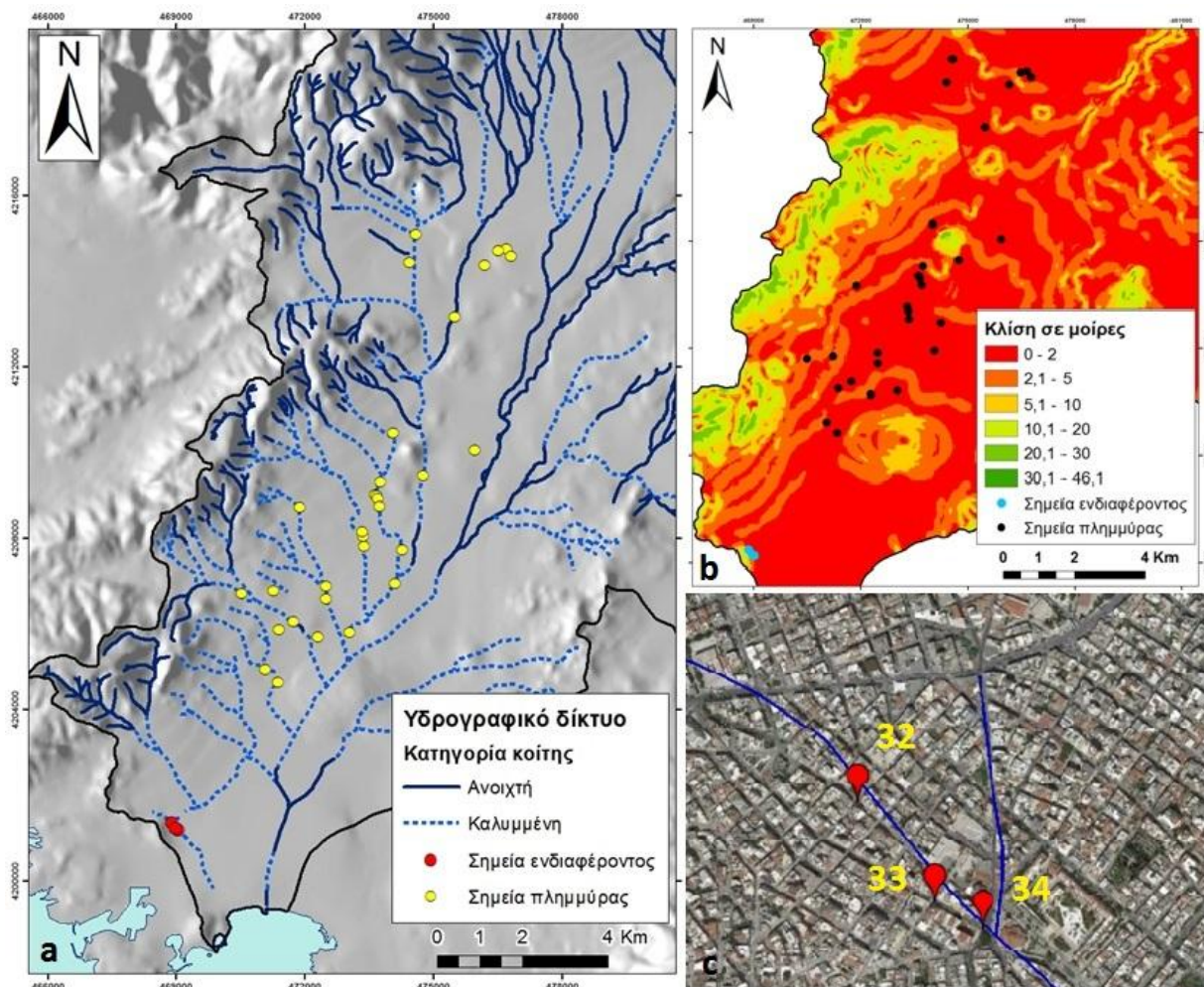
Σχήμα 174: Το σπίτι που πλημμύρισε στην Οδό Παύλου Μελά το οποίο είναι ημιυπόγειο. Στην περίφραξη του σπιτιού είναι τοποθετημένη πινακίδα που προειδοποιεί για κίνδυνο καθίζησης

Θέση 31: Οδός Ζαλόγγου 2

Σε αυτή τη θέση, όπως και στην προηγούμενη, ένα σπίτι πλημμύρισε. Πολύ κοντά στην οδό περνάει ο κλάδος του υδρογραφικού δικτύου ο οποίος είναι πλήρως μπαζωμένος. Στην επί τόπου εξέταση στο σημείο διαπιστώθηκε ότι το σπίτι που πλημμύρισε είναι χτισμένο αρκετά κάτω από το επίπεδο του δρόμου [Σχήμα 175], όπως και στην προηγούμενη θέση που αναφέρθηκε παραπάνω. Ύστερα από επικοινωνία με τους κατοίκους της περιοχής διαπιστώθηκε ότι γενικά δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα πλημμυρών.



Σχήμα 175: Το σπίτι που πλημμύρισε στην οδό Ζαλόγγου το οποίο είναι ημιυπόγειο



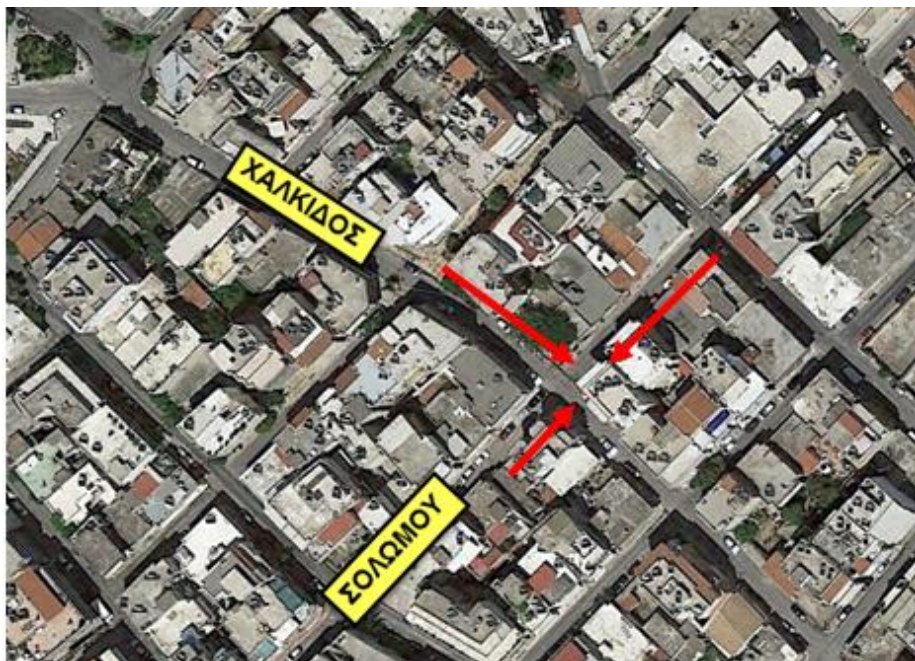
Σχήμα 176: Σειρά χαρτών για τις θέσεις 32, 33 και 34

Θέση 32: Οδός Χαλκίδος και Σολωμού

Την ώρα του συμβάντος ορμητικό νερό έρρεε στην οδό Χαλκίδος με αποτέλεσμα να παρασυρθούν αυτοκίνητα και να καταλήξουν το ένα πάνω στο άλλο. Στη συμβολή των οδών Χαλκίδος και Σολωμού, όπως φαίνεται και σε βίντεο που δημοσιεύτηκε από αυτόπτες μάρτυρες, υπήρξε ακόμα μεγαλύτερο πρόβλημα καθώς, εκτός από τον όγκο νερού που υπήρχε στην οδό Χαλκίδος, το σημείο δεχόταν αυξημένη ροή και από την οδό Σολωμού [Σχήμα 177]. Ο λόγος που συνέβη αυτό είναι η μεγάλη κλίση που έχει η οδός Σολωμού εκατέρωθεν της οδού Χαλκίδος [Σχήμα 178]. Η οδός Χαλκίδος αποτελεί την κοίτη του υδρογραφικού δικτύου στο σημείο αυτό και συγκεκριμένα ενός 1^{ης} τάξης κλάδου [Σχήμα 176]. Το ύψος του νερού υπολογίζεται ότι έφτασε περίπου τα 60-70cm και σε ορισμένες θέσεις στο κέντρο της κοίτης έφτασε πολύ περισσότερο (έως 90cm) [Σχήμα 179].

Στην επίσκεψη που πραγματοποιήθηκε 1,5 χρόνο μετά το συμβάν διαπιστώθηκε ότι στο σημείο αυτό δεν υπάρχει δίκτυο ομβρίων υδάτων. Προχωρώντας την οδό Χαλκίδος προς τα ανάντι αλλά και τους γύρω δρόμους διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει καμία σχάρα που να μαρτυρά την ύπαρξη αποστραγγιστικού δικτύου. Φτάνοντας στη συμβολή των οδών Χαλκίδος, Ιπποκράτους και Χανίων, διαπιστώθηκε ότι έχει γίνει

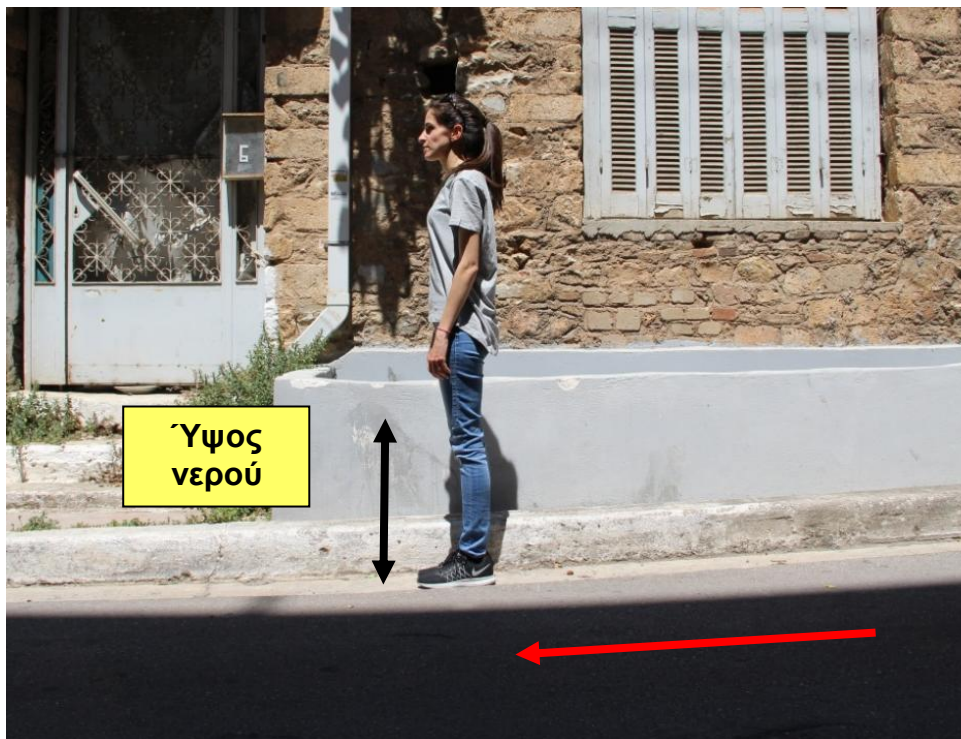
μελέτη στο παρελθόν για το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η περιοχή και η οποία έχει εγκριθεί [Σχήμα 180]. Ωστόσο, όπως αναφέρουν και οι κάτοικοι με τους οποίους υπήρξε επικοινωνία, τα προγραμματισμένα έργα δεν έγιναν ποτέ, με αποτέλεσμα το πρόβλημα να εμφανίζεται κάθε φορά που βρέχει. Το γεγονός ότι δεν έχει κατασκευαστεί αποστραγγιστικό δίκτυο στην οδό Χαλκίδος σε όλο το μήκος που περιγράφηκε, δημιουργεί προβλήματα στις κατάντι περιοχές. Προχωρώντας λοιπόν την οδό Χαλκίδος προς τα κατάντι διαπιστώθηκε ότι οι πρώτες σχάρες για το δίκτυο ομβρίων υδάτων έχουν κατασκευαστεί από τη συμβολή των οδών Χαλκίδος και Κεχαγιά και κάτω.



Σχήμα 177: Η συμβολή των οδών Χαλκίδος και Σολωμού όπου υπήρξαν μεγάλα προβλήματα. Με κόκκινα βέλη έχουν επισημανθεί οι κατευθύνσεις ροής του νερού (Πηγές: Google Earth και διαδίκτυο: <https://www.youtube.com/watch?v=gHTVpfxvhmk>)



Σχήμα 178: Η μεγάλη κλίση της οδού Σολωμού



Σχήμα 179: Έχει επισημανθεί το σημείο στο οποίο έφτασε το ύψος του νερού. Με κόκκινο βέλος η κατεύθυνση ροής του νερού



Σχήμα 180: Η πινακίδα που δείχνει την έγκριση των έργων

Θέση 33: Οδός Αριστοτέλη Βαλαωρίτου 8

Στο ύψος της οδού Αριστοτέλη Βαλαωρίτου, 8 μεγάλες ζημιές προκλήθηκαν σε καταστήματα και σε οχήματα. Ένα όχημα παρασύρθηκε από τα ορμητικά νερά και έπεσε πάνω στην τζαμαρία του κρεοπωλείου σε αυτό το σημείο της οδού. Το αποτέλεσμα ήταν να πλημμυρίσει το κατάστημα και να καταστραφεί εξ ολοκλήρου [Σχήμα 181]. Λίγο παραπάνω μία ταβέρνα πλημμύρισε επίσης. Επιπρόσθετα, το κατάστημα που βρίσκεται δίπλα στο σουπερ μάρκετ πλημμύρισε, με το ύψος νερού να έχει φτάσει τα 60cm, όπως αναφέρουν οι εργαζόμενοι εκεί. Παράλληλα, πολλά οχήματα παρασύρθηκαν από ανάντι περιοχές και συγκεκριμένα μέσα από πυλωτές πολυκατοικιών αλλά και από τους γύρω δρόμους που ήταν σταθμευμένα, και τελικά στοιβάχτηκαν στη συμβολή των οδών Βαλαωρίτου και Τεγέας.

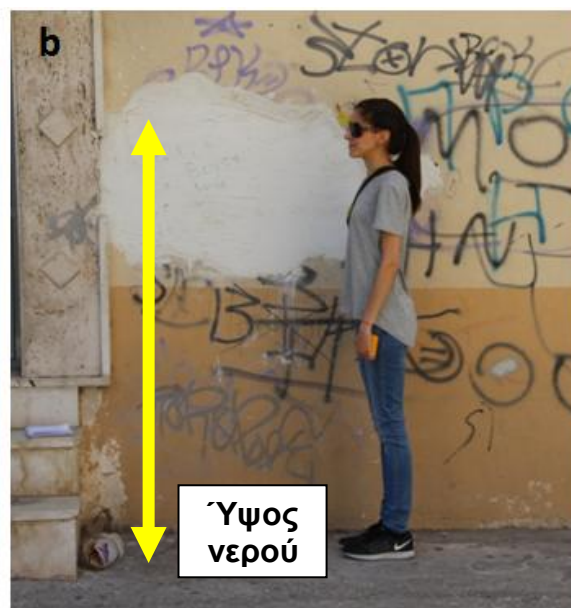
Από την επίσκεψη στο σημείο 1,5 χρόνο μετά διαπιστώθηκε ότι οι ζημιές στην οδό Βαλαωρίτου, αλλά και στη συμβολή των οδών Βαλαωρίτου και 25^{ης} Μαρτίου, όπως θα αναφερθούν παρακάτω, είναι άμεσα συνδεδεμένες με τον όγκο νερού που έρρεε στην οδό Χαλκίδος. Συγκεκριμένα, η οδός Χαλκίδος αποτελεί ουσιαστικά την κοίτη του καλυμμένου ρέματος [Σχήμα 176]. Κατεβαίνοντας από το σημείο που περιγράφηκε παραπάνω και κατευθυνόμενος κανείς προς τα κατάντι διαπιστώνει ότι κάθετα στην κοίτη του ρέματος έχει χτιστεί ένα οικοδομικό τετράγωνο, διακόπτοντας τη φυσική ροή του ποταμού [Σχήμα 183]. Έτσι, σε αυτό το σημείο το νερό κάνει στροφή 90° καταλήγοντας στην οδό Τεγέας [Σχήμα 184]. Αυτός ο όγκος νερού προστέθηκε στον όγκο νερού που ήδη έρρεε επί της οδού Βαλαωρίτου, προκαλώντας την καραμπόλα οχημάτων που φαίνεται στην εικόνα [Σχήμα 181]. Στο σημείο που το νερό έκανε τη στροφή των 90°, το ύψος του είχε φτάσει περίπου τα 1,60m και ήταν ιδιαίτερα ορμητικό. Στο κτίριο εκείνο μια τρύπα άνοιξε στον τοίχο [Σχήμα 182].

Επίσης, επί της οδού Χαλκίδος βρίσκεται ένα Δημοτικό Σχολείο, ενώ δίπλα από το κτίριο στο οποίο άνοιξε τρύπα στην τοιχοποιία βρίσκεται ένα Νηπιαγωγείο το οποίο πλημμύρισε.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στην οδό Χαλκίδος έχουν κατασκευαστεί σχάρες για το αποστραγγιστικό δίκτυο από τη συμβολή της με την οδό Κεχαγιά. Παράλληλα, υπάρχει πολύ πυκνό δίκτυο σχαρών για τα όμβρια ύδατα έξω από το σχολείο και επί της οδού Τεγέας [Σχήμα 184]. Λίγες επιπλέον σχάρες βρίσκονται και στην οδό Βαλαωρίτου. Είναι γεγονός ότι το αυτό το αποστραγγιστικό δίκτυο δεν επαρκεί για να αποστραγγίξει όλο τον όγκο νερού, ειδικά όταν είναι ανεπτυγμένο μόνο στα κατάντι του ρέματος και ειδικά στο σημείο που είναι γνωστό ότι διακόπτεται η φυσική ροή του νερού. Ο συνδυασμός των ελλιπών τεχνικών έργων με το ακραίο του μετεωρολογικού φαινομένου ήταν αρκετός για να προκαλέσει τις ζημιές που αναλύθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 181: α) το όχημα που έσπασε την τζαμαρία του κρεοπωλείου, β)καραμπόλα οχημάτων στη συμβολή των οδών Βαλαωρίτου και Τεγέας, γ),δ) οι ζημιές στο εσωτερικό του κρεοπωλείου (Πηγές διαδικτυο: <http://sooc.photos/photo.php?id=27966>, <http://sooc.photos/photo.php?id=27963>, <http://www.zougla.gr/>)



Σχήμα 182: α) Η τρύπα που άνοιξε στο κάθετο στην οδό Χαλκίδος κτίριο (Πηγή διαδικτύου: <http://www.zougla.gr/>), β) Διακρίνεται το μέγεθος της τρύπας και το ύψος που έφτασε το νερό



Σχήμα 183: Το κτίριο στην οδό Τεγέας διακόπτει κάθετα τη ροή του νερού από την οδό Χαλκίδος. Το αποστραγγιστικό δίκτυο είναι πυκνό. Με κόκκινο βέλος επισημαίνεται η κατεύθυνση ροής του νερού



Σχήμα 184: α) η ροή του νερού στην οδό Τεγέας επισημαίνεται με το κόκκινο βέλος και διακρίνονται οι σχάρες αποστράγγισης, β) Η στροφή που κάνει το νερό από την οδό Χαλκίδος στην οδό Τεγέας

Θέση 34: Οδός Αριστοτέλη Βαλαωρίτου και 25^{ης} Μαρτίου

Όλος ο όγκος νερού της οδού Χαλκίδος και Αριστοτέλη Βαλαωρίτου κατέληξε στη συμβολή των οδών 25^{ης} Μαρτίου και Αριστοτέλη Βαλαωρίτου. Το νερό παρέσυρε τα οχήματα από δεκάδες μέτρα μακριά και τελικά κατέληξαν πάνω από 10 αυτοκίνητα να είναι αναποδογυρισμένα και το ένα πάνω στο άλλο έξω από την εκκλησία των Αγίων Αναργύρων [Σχήμα 185]. Παράλληλα, στη συμβολή των δύο παραπάνω οδών καταλήγουν δυο κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου με αποτέλεσμα στο σημείο αυτό να υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση νερού. Επίσης, η κλίση που έχει το έδαφος είναι συγκλίνουσα προς αυτή τη θέση.

Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι το αποστραγγιστικό δίκτυο υδάτων στη συμβολή των δύο αυτών οδών γίνεται και πάλι ανεπαρκές σε σχέση με τη θέση που μελετήθηκε παραπάνω.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι το τέλος της οδού Βαλαωρίτου στα κατάντι καταλήγει στην εκκλησία των Αγ. Αναργύρων. Εύκολα καταλαβαίνει κανείς ότι όταν υπάρχει έντονη βροχόπτωση και συσσωρεύεται τέτοιος όγκος νερού, τίθενται σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.



Σχήμα 185: Η καραμπόλα των οχημάτων έξω από την εκκλησία των Αγ. Αναργύρων (Πηγή διαδικτύου: <http://newpost.gr/>, <http://sooc.photos/photo.php?id=27961>, <http://sooc.photos/photo.php?id=27960>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν οι παράγοντες που έδρασαν συνδυαστικά προκαλώντας την πλημμύρα της 24^{ης} Οκτωβρίου 2014 στη δυτική Αττική. Από την εξέταση αυτή προέκυψε ότι οι παράγοντες αυτοί προήλθαν τόσο από τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις εντός του αστικού ιστού ης Αττικής, όσο και από την ένταση του μετεωρολογικού φαινομένου το οποίο έλαβε χώρα τη συγκεκριμένη ημέρα. Για την ανάλυση του συγκεκριμένου συμβάντος πραγματοποιήθηκε συστηματική έρευνα στο χώρο του γραφείου και λεπτομερής εργασία πεδίου. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν ικανοποιούν σε μεγάλο βαθμό το στόχο της παρούσας εργασίας.

Σύμφωνα με την ανάλυση του μετεωρολογικού φαινομένου, η οποία έγινε με τη βοήθεια μετεωρολογικών χαρτών δωρου, διαπιστώθηκε ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικράτησαν την 24^η Οκτωβρίου 2014 ήταν ακραίες. Συγκεκριμένα, το βαρομετρικό χαμηλό που επηρέασε την περιοχή κινήθηκε πολύ γρήγορα από το χώρο της Αδριατικής προς το ελλαδικό χώρο και κατ' επέκταση προς τη δυτική Αττική. Το ψυχρό μέτωπο παρέμεινε πάνω από την Αττική αρκετές ώρες δίνοντας μεγάλα ύψη βροχής. Παράλληλα, η αστάθεια που επικράτησε πάνω από την περιοχή δικαιολογείται από την ψυχρή λίμνη αέρα που υπήρχε στο γεωδυναμικό ύψος των 500hPa, η οποία ήταν άμεσα συνδεδεμένη με το βαρομετρικό χαμηλό.

Επιπρόσθετα, η ανάλυση των χαρτών που απεικονίζουν τους θερμοδυναμικούς δείκτες Lifted Index και CAPE έδειξε, όπως και οι χάρτες απεικόνισης των βαρομετρικών πιέσεων και οι χάρτες απεικόνισης των συνθηκών στο γεωδυναμικό ύψος 500hPa, ότι κατά τις μεσημβρινές ώρες έως και τις πρώτες απογευματινές η αστάθεια πάνω από την περιοχή της δυτικής Αττικής είχε ως αποτέλεσμα τις καταιγίδες που επικράτησαν πάνω από την περιοχή. Τέλος, με όλους αυτούς τους δείκτες συμφωνούν και οι τιμές θερμοκρασίας στην περιοχή οι οποίες αναλύθηκαν από τους χάρτες θερμοκρασίας στο γεωδυναμικό ύψος των 850hPa. Κατά τη διάρκεια της αστάθειας πάνω από την ευρύτερη περιοχή της Αττικής οι θερμοκρασίες ήταν χαμηλές.

Όσον αφορά στον ανθρώπινο παράγοντα, η επέκταση του αστικού ιστού της Αττικής, και ειδικότερα της δυτικής Αττικής, ήταν έντονη από τον 19^ο αιώνα μέχρι και τα τέλη του 20^{ου}. Κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο η επέκταση του αστικού ιστού έγινε σε πολλές περιοχές με τρόπο αυθαίρετο και χωρίς να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες υποδομές. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις δεν κατασκευάστηκε δίκτυο αποστράγγισης των υδάτων. Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις η δόμηση κατά τα νεότερα χρόνια διατήρησε τις υπάρχουσες συνθήκες με αποτέλεσμα ο αστικός ιστός να είναι πυκνός και άναρχος. Οι οδικοί άξονες σε περιοχές πυκνής δόμησης έχουν μικρό πλάτος, κάτι το οποίο οδηγεί σε απότομη αύξηση του ύψους του νερού κατά τη διάρκεια ακραίων βροχοπτώσεων. Στις περιοχές που η δόμηση είναι άναρχη, η

πορεία που ακολουθεί το νερό όταν ρέει επιφανειακά έχει απότομες στροφές και αυτό με τη σειρά του προκαλεί αύξηση της ταχύτητας του.

Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι σε αρκετές θέσεις η δόμηση έχει γίνει με τέτοιο τρόπο που εμποδίζει τη φυσική ροή του νερού και σε κάποιες θέσεις την ανακόπτει καθώς έχουν χτιστεί κάθετα σε αυτή οικοδομικά τετράγωνα. Στις θέσεις που διαπιστώθηκε αυτό υπήρξαν οι μεγαλύτερες ζημιές. Επιπρόσθετα, υπήρξαν θέσεις που παρατηρήθηκε ότι οι κατασκευές, όπως το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθηνών και κάποια σπίτια, έχουν χτιστεί σε επίπεδο που είναι χαμηλότερο από το επίπεδο των γύρω δρόμων. Συνεπώς, σε έντονες βροχοπτώσεις είναι αναμενόμενο αυτές οι θέσεις να πλημμυρίζουν.

Κατά την συστηματική έρευνα πεδίου, διαπιστώθηκε ότι το δίκτυο αποστράγγισης υδάτων στην πλειοψηφία των περιοχών που επισκέφτηκαν, είναι ανεπαρκές ενώ σε κάποιες θέσεις είναι ελλιπές. Επιπλέον, το δίκτυο φαίνεται να έχει κακοτεχνίες καθώς σε θέσεις στις οποίες περνάνε κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου, και ειδικά κλάδοι μεγάλης τάξης, έχουν κατασκευαστεί αγωγοί μικρής διαμέτρου που φαίνεται να μην μπορούν να παροχετεύσουν τις μεγάλες ποσότητες του νερού που ρέουν όταν πέφτουν ακραία ύψη βροχής. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι σε μεγάλο ποσοστό των θέσεων παρατήρησης, οι οδικοί άξονες είναι κατασκευασμένοι πάνω στο καλυμμένο υδρογραφικό δίκτυο και γι' αυτό σε αυτούς τους δρόμους παρατηρήθηκαν και τα μεγαλύτερα ύψη νερού και τα περισσότερα πλημμυρικά φαινόμενα. Επιπρόσθετα, όλες οι θέσεις που μελετήθηκαν βρίσκονται σε χαμηλές μορφολογικές κλίσεις και αυτό αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων.

Τέλος, διαπιστώθηκε ότι σε μεγάλο ποσοστό των υπό μελέτη θέσεων, έχουν κατασκευαστεί σχολικές μονάδες, χώροι αναψυχής και χώροι αθλητικών εγκαταστάσεων δίπλα στις κοίτες των ρεμάτων, μέσα σε αυτές και εντός των λεκανών κατάκλισης των ρεμάτων. Συνεπώς, σε κάθε ακραία βροχόπτωση, όπως ήταν αυτή που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία, τίθεται σε κίνδυνο οι ζωές μαθητών και μικρών παιδιών.

6.2 Προτάσεις

Μέσω της μελέτης που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια εκπόνησης αυτής της εργασίας και έπειτα από τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτήν, παρακάτω δίνονται κάποιες προτάσεις οι οποίες στοχεύουν στη μείωση εμφάνισης τέτοιας έντασης πλημμυρικών φαινομένων εντός του αστικού ιστού. Έτσι:

- Στην ήδη υπάρχουσα δομή του αστικού ιστού προτείνεται η επέκταση του αποστραγγιστικού δικτύου υδάτων και η ενίσχυσή του
- Επίσης, όπου είναι δυνατό, απομάκρυνση των σχολικών και αθλητικών εγκαταστάσεων και τοποθέτησή τους σε νέα και πιο ασφαλή σημεία

Τέλος, θα γίνουν κάποιες προτάσεις οι οποίες έχουν στόχο την πρόληψη των πλημμυρικών φαινομένων στις περιοχές που θα επεκτείνουν μελλοντικά τον αστικό ιστό τους. Συγκεκριμένα:

- Κατασκευή συνδεδεμένου και πυκνού δικτύου αποστράγγισης υδάτων
- Αποφυγή χτίσιματος κατασκευών εντός των κοιτών των ρεμάτων και χτίσιμό τους σε ασφαλή απόσταση από τις κοίτες. Αν είναι δυνατό οι κατασκευές να μην γίνονται εντός της λεκάνης κατάκλυσης ενός ρέματος
- Όπου κρίνεται απαραίτητο να διευθετηθεί η κοίτη ενός ρέματος, αυτό να γίνεται έχοντας υπολογίσει την παροχρευτική δυναμική του ρέματος και με επαρκή μέτρα τα οποία να στοχεύουν στην ασφάλεια των πολιτών και των περιουσιών τους.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Ελληνική Βιβλιογραφία

ΑΒΔΕΛΙΔΗ, Κ., (2010). Έρευνα-Μελέτη: Η Χωρική Εξέλιξη 4 Μεγάλων Ελληνικών Πόλεων, Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών, Ινστιτούτο Αστικής και Αγροτικής Κοινωνιολογίας, σ. 73.

ΑΡΙΑΝΟΥΤΣΟΥ, Μ., ΓΕΩΡΓΙΟΥ, Κ., ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Α., ΚΑΡΤΑΛΗΣ, Κ., ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ, Π., ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ, Κ., (1999). Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον, Τόμος Α', Το Φυσικό Περιβάλλον, Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, σ. 323.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ, (1988). Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο Αθήναι - Κοροπίον, Κλίμακα 1:50.000.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ, (1988). Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο Κηφισιά, Κλίμακα 1:50.000.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ, (1991). Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο Αθήναι - Πειραιεύς, Κλίμακα 1:50.000.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ, (1992). Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο Αθήναι - Ελευσίς, Κλίμακα 1:50.000.

ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ, (2009). Αρχαιολογία της πόλης των Αθηνών, Αθήνα, 2009.

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ, (2013). Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας Σύμφωνα με την Οδηγία 2007/60/ΕΚ, Αθήνα, 7 Ιουνίου 2013, σ. 122.

Ι.Γ.Μ.Ε. (1980): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος σε κλίμακα 1:10.000. Φύλλο Αθήναι (Κέντρο).

Ι.Γ.Μ.Ε. (1986): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος σε κλίμακα 1:50.000. Φύλλο Αθήναι - Ελευσίς.

Ι.Γ.Μ.Ε. (1986): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος σε κλίμακα 1:50.000. Φύλλο Αθήναι - Πειραιάς.

ΚΑΛΤΣΟΥΝΙΔΗΣ, Ν., (2012). Πρακτικά φυσικής της ατμόσφαιρας, Εγχειρίδια ασκήσεων, Άσκηση 6^η, Ανάλυση συνοπτικής κατάστασης της ατμόσφαιρας, Χάρτες καιρού (επιφανείας και ύψους), Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής, σ. 15.

ΚΑΡΑΔΗΜΟΥ-ΓΕΡΟΛΥΜΠΟΥ, Α., (2002) «Πόλεις και ύπαιθρος. Μετασχηματισμοί και αναδιαρθρώσεις στο πλαίσιο του εθνικού χώρου», στο Χρήστος Χατζηϊωσήφ (επιμ.) Ιστορία της Ελλάδας του 20ου αιώνα, τ. Β1: Ο Μεσοπόλεμος 1922-1940, Αθήνα, Βιβλιόραμα, 2002, σ. 64.

ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, Ε., ΓΑΚΗ-ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ, Κ., ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ, Χ., (2007). Ποιος ευθύνεται για τα πλημμυρικά επεισόδια στο νομό Αττικής, η φύση ή ο άνθρωπος; Οι περιπτώσεις των λεκανών του Κηφισού ποταμού και του Μεγάλου Ρέματος της

Ραφήνας, στο: Το αύριο εν κινδύνω. Φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές στην Ευρώπη και την Ελλάδα, Επιμέλεια-Μεταφράσεις: Καλλιόπη Σαπουντζάκη, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2007.

ΚΑΤΣΑΦΑΔΟΣ, Π. και ΜΑΥΡΟΜΑΤΙΔΗΣ, Η., (2010). Αρχές Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας, Χαρακόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Αθήνα 2010, σ. 106.

ΚΩΤΟΥΛΑΣ, Δ., (1980). Η ανθρωπογενής πλημμυρογένεση στα χειμαρρώδη ρεύματα της Ελλάδας και η αποτροπή της. II Πανελλήνιο Σεμινάριο Υδρολογίας, Αθήνα 24-29/2/1980, Πρακτικά, 1, Αθήνα, σ. 185-196.

ΛΕΙΒΑΘΗΝΟΣ, Α.Ν., (1933). Επί των υψών βροχής, της διάρκειας και των εντάσεων αυτής εν Αθήναις, Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών, τ. 8, σ. 180-185.

ΛΕΚΚΑΣ, Ε., (2000). Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Β' Έκδοση, Αθήνα, σ. 278.

ΛΕΟΝΤΙΔΟΥ, Λ., (1989). Πόλεις της σιωπής. Εργατικός εποικισμός της Αθήνας και του Πειραιά, 1909-1940, Αθήνα, Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ, 1989, σ. 48.

ΛΙΑΚΑΤΑΣ, Α. & ΝΙΑΝΙΟΣ, Α., (1980). Οι ισχυρές βροχοπτώσεις στις 2 Νοεμβρίου 1977 και οι πλημμύρες στην Αττική, II Πανελλήνιο Σεμινάριο Υδρολογίας, Πρακτικά, τ. 1, Αθήνα 24-29 Φεβρουαρίου 1980, σ. 253-277.

ΛΟΥΚΑΚΗΣ, Π., (1985). «Αθήνα 1830-1940: Ιστορικές φάσεις παγίωσης του υπερσυγκεντρωτισμού της», Πρακτικά του Διεθνούς Συμποσίου Ιστορίας Νεοελληνική Πόλη: Οθωμανικές κληρονομίες και Ελληνικό κράτος (1984), τ. Ιος, Αθήνα 1985, σ. 86.

ΜΑΛΟΥΤΑΣ, Θ., ΠΑΝΤΑΖΗΣ, Π., (2002). Κοινωνικός και Οικονομικός Άτλας της Ελλάδας, Οι Πόλεις, Τόμος 1^{ος}, Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών – Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Β' Έκδοση, Αθήνα-Βόλος, σ. 109.

ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. (1937): Η τεκτονική θέσις του συστήματος των σχιστολίθων των Αθηνών εις την δυτικήν ζώνην αυτού. Πρακτ. Ακαδ. Αθ., 12, 16-21.

ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. (1955): Η ηλικία των μεταμορφωμένων στρωμάτων της Αττικής. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., 2, 1-13.

ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ., ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ-ΔΙΚΑΙΟΥΛΙΑ, Ε., ΜΙΡΚΟΥ Ρ. (1971): Το σύστημα των Σχιστολίθων Αθηνών. Ι. Στρωματογραφία και τεκτονική. Ann. Geol. Pays Hell., XXIII, 183-216.

ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ., ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΜΙΚΡΟΥ-ΠΕΡΙΠΟΠΟΥΛΟΥ, Ρ. (1974): Το σύστημα των σχιστολίθων των Αθηνών ΙΙ. Στρωματογραφία και τεκτονική. Ann. Geol. Pays Hell., XXV, 439-444.

ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., (2007). Σημειώσεις Νεοτεκτονικής, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Αθήνα, Οκτώβριος 2007, σ. 130.

ΜΑΡΚΕΖΙΝΗΣ, Σ.,Β., (1996). Πολιτική Ιστορία της Νεωτέρας Ελλάδος, τόμος 1ος, Αθήνα 1966, σ. 126.

ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ, Χ., ΤΣΕΡΜΕΓΚΑ, Ε., ΓΑΚΗ-ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ, Κ., ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, Ε., (2005). Ο ρόλος των μορφομετρικών παραμέτρων και των ανθρωπογενών επεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών στον κάτω ρου του Κηφισού ποταμού (λεκανοπέδιο Αττικής) στο: 7^ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Τόμος Ι, Πρακτικά Συνεδρίου, Εισηγήσεις, Εκδότες: Στουρνάρας, Γ., Παυλόπουλος, Κ., Μπέλλος, Θ., Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας, Σύνδεσμος Γεωλόγων και Μεταλλειολόγων Κύπρου, Αθήνα 2005.

ΜΑΥΡΙΔΟΥ, Μ., (1987). Η συγκυριακή ανάπτυξη μιας περιφερειακής συνοικίας: Νέα Λιόσια. Πολεοδομικές και κοινωνικές επιπτώσεις από την διαμόρφωση αστικής γαιοπροσόδου μέσω της αυθαίρετης, εκτός σχεδίου δόμησης, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας: Πόλη και Κοινωνικές Πρακτικές, Αθήνα, Ιούλιος 1987.

ΜΠΑΣΤΕΑ, Ε. (2008). Αθήνα 1834-1896. Νεοκλασική Πολεοδομία & Ελληνική Εθνική Συνείδηση, Αθήνα: Libro.

ΜΠΙΡΗΣ, Κ., (1933). Τα πρώτα σχέδια των Αθηνών, Αθήναι, 1933, σ. 16-21.

ΜΠΙΡΗΣ, Κ., (1966). Αι Αθήναι από του 19^{ου} εις τον 20^ο αιώνα, Αθήνα, 1966, σ. 454.

ΜΠΙΡΗΣ, Κ. ΚΑΙ ΚΑΡΔΑΜΙΤΣΗ-ΑΔΑΜΗ, Μ. (2001) Νεοκλασική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα, Αθήνα: Μέλισσα.

ΜΠΟΥΝΤΑΣ, Ν., (2014). Διερεύνηση της αστικής θερμικής νησίδας των ελληνικών πόλεων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμη Και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Αθήνα Μάρτιος 2014, σ. 170.

ΝΟΟΡΜΟΗΑΜΜΑΔΑΝ, Μ., (2008). Η επιρροή του τρόπου ανάπτυξης της Αθήνας στο σχεδιασμό του περιαστικού χώρου και θεσμικά εργαλεία σχεδιασμού, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΔΠΜΣ Πολεοδομία-Χωροταξία Προσεγγίσεις του σχεδιασμού στην Ελλάδα.

ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ, Θ., ΧΡΙΣΤΟΥΛΑΣ, Δ., ΜΙΜΙΚΟΥ, Μ., ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, Δ., ΑΦΤΙΑΣ, Μ., (1995). Το αντιπλημμυρικό πρόβλημα της Αθήνας: Στρατηγική αντιμετώπισης, Πρακτικά ημερίδας «Αντιπλημμυρική προστασία του λεκανοπεδίου της Αθήνας».

ΠΑΠΑΖΩΗ, Β., ΝΑΣΤΟΣ, Π., ΦΙΛΑΝΔΡΑΣ, Κ., (2010). Μελέτη Πλημμυρικών Φαινομένων στην Αττική (Αστικό και Περιαστικό Περιβάλλον), 9^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Αθήνα, 4-6 Νοεμβρίου 2010.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΛΟΖΙΟΣ, Σ., ΣΙΔΕΡΗΣ, Χ., ΚΡΑΝΗΣ, Χ., ΔΑΝΑΜΟΣ, Γ., ΣΟΥΚΗΣ, Κ., ΣΚΟΥΡΤΣΟΣ, Ε., ΜΠΑΣΗ, Ε., (2002). Γεωλογική-Γεωτεχνική μελέτη λεκανοπεδίου Αθηνών, Μέρος Α', Γεωλογική-Γεωτεκτονική μελέτη, Εθνικό

Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών-Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας-Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΔΙΑΚΑΚΗΣ, Μ., (2011). Μεταβολές στην Ένταση και την Κατανομή των Φυσικών Καταστροφών. Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής. Τράπεζα της Ελλάδος, Ιούνιος 2011.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΣΙΔΕΡΗΣ, ΧΡ., (2007). Γεωλογία. Η Επιστήμη της Γης, Εκδόσεις Πατάκη, Πρώτη Έκδοση, Αθήνα, Ιούνιος 2007, σ. 291.

ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ-ZAMANH, Α., (1995). Γεωμορφολογία, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1995, σ. 176.

ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ, Κ., ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, Ε., (2003). Σημειώσεις επιλεγμένων Κεφαλαίων του Μαθήματος της Γεωμορφολογίας, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, Καλλιθέα.

ΡΗΓΑ, Μ., (2011). Μεταπτυχιακή Εργασία: Διερεύνηση Βιοκλιματικών Συνθηκών Περιοχών του Λεκανοπεδίου της Αττικής με Σύγχρονες Μεθόδους Ανάλυσης και Επεξεργασίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Γενικού Τμήματος, Θετικές Επιστήμες στη Γεωπονία, Αθήνα 2011, σ. 115.

ΣΑΜΠΑΤΑΚΑΚΗΣ (1991): Γεωτεχνικός χάρτης λεκανοπεδίου Αθηνών σε κλίμακα 1:25.000 (Διδακτορική διατριβή, Πάτρα 1991).

ΣΑΡΡΟΣ, Μ., (2004). Αντιπλημμυρική προστασία λεκανοπεδίου Αθήνας (Κηφισός-Ιλισός), Αντιπλημμυρική προστασία Αττικής, Ημερίδα Τ.Ε.Ε., Αθήνα, 2/11/2004.

ΤΑΤΑΡΗΣ, Α. (1967): Παρατηρήσεις επί της δομής της περιοχής Σκαρμαγκά - όρους Αιγάλεω - Πειραιώς - Αθηνών (Αττική). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., VII/1, 52-88.

ΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ, Δ. (1984). Νεοελληνική Αρχιτεκτονική. Αρχιτεκτονική Θεωρία και Πράξη (1830-1980) σαν Αντανάκλαση των Ιδεολογικών Επιλογών της Νεοελληνικής Κουλτούρας, Αθήνα: Μέλισσα.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

AHRENS C. D. (2006). Meteorology Today, Brooks Cole; 8th edition (February 17, 2006), ISBN-13: 978-0-8400-5308-4.

ALLABY, M., (2007). Encyclopedia of Weather and Climate, Facts on File Science Library, Revised Edition.

ALLEN, M. R. AND INGRAM, W. J., (2002). Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle, Nature, 419, 224–232.

ALPERT, P., BEN-GAI, T., BAHARAD, A., BENJAMINI, Y., YEKUTIELI, D., COLACINO, M., DIODATO, L., RAMIS, C., HOMAR, V., ROMERO, R., MICHAELIDES, S., MANES, A., (2002). The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values, Geophysical Research Letters, Vol. 29, No. 10, 1536.

ANAGNOSTOPOULOU, C., TOLIKA, K., FLOCAS, H., AND MAHERAS, P., (2006) Cyclones in the Mediterranean region: Present and future climate scenarios derived from a general circulation model (HadAM3P), *Adv. Geosci.*, 7, 9–14.

BATHRELLOS, G.D., KARYMBALIS, E., SKILODIMOU, H.D., GAKI-PAPANASTASSIOU, K., BALTAS, E.A., (2016). Urban flood hazard assessment in the basin of Athens Metropolitan city, Greece. *Environmental Earth Sciences*, 75:319.

BITTNER, A. (1880): *Geologische bau von Attica, Boeotien, Lokros und Parnassis*. Denksch. Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Wien 1880.

DANKERS, R., FEYEN, L., (2009). Flood hazard in Europe in an ensemble of regional climate scenarios. *Journal of Geophysical Research* 114, 1–16.

DANKERS, R., ARNELL, N. W., CLARK, D. B., FALLOON, P. D., FEKETE, B. M., GOSLING, S. N., HEINKE, J., KIM, H., MASAKI, Y., SATOH, Y., STACKE, T., WADA, Y., AND WISSER, D., (2013). First look at changes in flood hazard in the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project ensemble, *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 111, 3257–3261.

DIAKAKIS, M., FOUMELIS, M., GOULIOTIS, L., LEKKAS, E., (2011). Preliminary flood hazard and risk assessment in Western Athens Metropolitan area. *Advances in the Research of Aquatic Environment*, Vol. 1, 147-154.

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

DIAKAKIS M. (2013) 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., KATSETSIADOU, K., PALLIKARAKIS, A., (2013). Flood fatalities in Athens, Greece: 1880-2010. *Bulletin of the Geological Society of Greece*. Vol. 47.

DOWNTON, MW., PIELKE, RAJR. (2001). Discretion without accountability: politics, flood damage, and climate. *Nat Hazards Rev* 2(4):157–166.

EASTERLING, D. R., et al., (2000). Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 417–425.

EXCIMAP (2007). Handbook on good practices for flood mapping in Europe, Water Directors, 29-30 November 2007, p. 57.

EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL, (2007). DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the assessment and the management of flood risks, 2006/0005 (COD), Brussels, 5 July 2007.

EVELPIDOU, N., MAMASSIS, N., VASSILOPOULOS, A., MAKROPOULOS, C. & KOUTSOYIANNIS, D., (2009). Flooding in Athens: the Kephisos River flood event of 21–22/10/1994. In: *Proceedings international conference on urban flood management*. Paris: UNESCO, 2009, 1–14.

FLOKAS, A.,A. AND BLOUTSOS, A.,A., (1980). Computation of the maximum daily rainfall in Greece for various return periods, Proc. 2nd Greek seminar on hydrology (in Greek), 185-196, Ministry of Coordination, Athens.

FREYBERG, B. (1951): Το νεογενές Βορειοδυτικώς των Αθηνών. ΥΓΕΝ, No 1, Athens.

FRICH, P., ALEXANDER, L.V., DELLA-MARTA, P., GLEASON, B., HAYLOCK, M., TANK, A.M.G.K., PETERSON, T., (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research* 19, 193–212.

GOLIAN, S., SAGHAFIAN, B., MAKNOON, R. (2010). Derivation of Probabilistic Thresholds of Spatially Distributed Rainfall for Flood Forecasting. *Water Resour Manage*, doi: 10.1007/s11269-010-9619-7.

HELD, I. M. AND SODEN, B. J., (2006). Robust Responses of the Hydrological Cycle to Global Warming, *J. Climate*, 19, 5686–5699.

HOBHOUSE, J.C., (1813) A journey through Albania and other provinces of Turkey in Europe and Asia, to Constantinople, during the years 1809 and 1810, London 1813.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

KOUTSOYIANNIS, D., BALOUTSOS, G., (2000). Analysis of a long record of annual maximum rainfall in Athens, Greece, and design rainfall inferences, *Nat. Hazards*, 22, 29–48.

KUNDZEWICZ, Z., PINSKWAR, I., BRAKENRIDGE, R., (2013). Large floods in Europe, 1985– 2009. *Hydrological Sciences Journal* 58, 1–7.

LEPSIUS, R. (1893): *Geologie von Attica*. Berlin 1893.

LEPSIUS (1893): Χάρτης Νοτίου Αττικής και λεκανοπεδίου Αθηνών, κλίμακα 1:25.000.

MARTINI, F., LOAT, R., (2007). *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*. European exchange circle on flood mapping (EXCIMAP), Paris.

MEEHL, G.A., STOCKER, T.F., COLLINS, W.D., FRIEDLINGSTEIN, P., GAYE, A.T., GREGORY, J.M., KITOH, A., KNUTTI, R., MURPHY, J.M., NODA, A., RAPER, S.C.B., WATTERSON, I.G., WEAVER, A.J. AND ZHAO, Z.-C., (2007b). *Global Climate Projections*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

MILLY, P.C.D., WETHERALD, R.T., DUNNE, K.A. & DELWORTH, T.L. (2002). Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature* 415, 514-517.

MIMIKOU, M. AND KOUTSOYIANNIS, D., (1995). Extreme floods in Greece: The case of 1994, U.S. - ITALY Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods Perugia, Italy, 13-17 November 1995.

MUNICH RE, (2015). NatCat SERVICE: Loss events worldwide 1980-2014, Munich Re, January 2015.

NASTOS, P.T., ZEREFOS, C.S., (2007). On extreme daily precipitation totals at Athens, Greece, *Adv. Geosci.*, 10, 59–66.

NASTOS, P.T., ZEREFOS, C.S., (2008). Decadal changes in extreme daily precipitation in Greece. *Adv. Geosci.* 16, 55–62.

NIEDERMAYER (1949) : Γεωλογικός χάρτης της πόλεως των Αθηνών σε κλίμακα 1:10.000 (Έκδοσις Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος - Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας 1971).

PAPANIKOLAOU, D., (1986). Late Cretaceous Paleogeography of the Metamorphic Hellenides, *Geol. Geoph.Res.*, IGME, Hors serie volume in honor of Prof. Papastamatiou, 315-328.

PAPANIKOLAOU, D., LEKKAS, E., SIDERIS, C., FOUNTOULIS, I., DANAMOS, G., KRANIS, C., LOZIOS, S., ANTONIOU, I., VASSILAKIS, E., VASILOPOULOU S., NOMIKOU, P., PAPANIKOLAOU, I., SKOURTSOS, E., AND K. SOUKIS (1999). Geology and tectonics of W. Attica in relation to the 7-9-99 earthquake. *Newsletter of E.C.P.F.E., Council of Europe* 3, 30-34.

PAPANIKOLAOU, D., BARGATHI, H., DABOVSKI, C., DIMITRIU, R., EL-HAWAT, A., IOANE, D., KRANIS, H., OBEIDI, A., OAIE, C., SEGHEDEI, A., ZAGORCHEV, I., (2004). TRANSMED Transect VII: East European Craton – Scythian Platform – Dobrogea – Balkanides – Rhodope Massif – Hellenides – East Mediterranean – Cyrenaica. In: Cavazza, W., Roure, F., Spakman, W., Stampfli, G., Ziegler, P., (eds), *The TRANSMED Atlas: the Mediterranean Region from Crust to Mantle*, Springer-Verlag, Heidelberg.

PAPANIKOLAOU, D. AND ROYDEN, L., (2007). Disruption of the Hellenic arc: Late Miocene extensional detachment faults and steep Pliocene-Quaternary normal faults – or what happened at Corinth?, *Tectonics*, 26.

PHILANDRAS, C. M., METAXAS, D. A., AND NASTOS, P. T., (1999). Climate variability and urbanization in Athens, *Theor. Appl. Climatol.*, 63(1– 2), 65–72.

PHILANDRAS, C. M., NASTOS, P. T., PALIATSOS, A. G., REPAPIS, C. C., (2010). Study of the rain intensity in Athens and Thessaloniki, Greece. *Advances in Geosciences*, 23, 37-45.

PILON, P.J., (2004). Guidelines for reducing flood losses. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR), Palais des Nations, Ch 1211 Geneva, Switzerland.

- RENZ, C. (1907): Zur Geologie Griechenland. Verhandl. Geol. Reichsan, 77-81, Wien.
- RENZ, C. (1908): Sur les preuves de l' existence du Carbonifere et du Trias dans l' Attique. Bul. Soc. Geol. France, 8, 519-523.
- RENZ, C. (1909): Der Nachweis von Carbon und Trias in Attica. Zentz. Miner., 84-87.
- SINDOWSKI, K. (1949): Der geologische Bau von Attica. Ann Geol. Pays Hell., 2, 163-218.
- STATHIS, D., (2004). Extreme rainfall-events and flood-genesis in Greece, In: 7PGC/HGS: 1-8, Oct 2004.
- STEVENS, W. K., (1997). Experts on climate change ponder: How urgent is it? New York Times, 9 September, p. C1.
- STRAHLER, A.N., (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology, Trans. Am. Geophys. Union, 38, No. 6, 913-920.
- TEBALDI, C., HAYHOE, K., ARBLASTER, J.M., MEEHL, G.A., (2006). Going to the extremes; An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events. Climatic Change 79, 185–211.
- TRENBERTH, K. E. (2008). The Impact of Climate Change and Variability on Heavy Precipitation, Floods, and Droughts, Encyclopedia of Hydrological Sciences. 17, 13 June 2008.
- TRENBERTH, K. E., (2011). Changes in precipitation with climate change, Clim. Res., 47, 123–138.
- WENTZ, F. J., RICCIARDULLI, L., HILBURN, K., AND MEARS, C., (2007). How much more rain will global warming bring?, Science, 317, 233–235.
- WHITFIELD, P., 2012. Floods in future climates: a review. Journal of Flood Risk Management 5, 336–365.
- WITT, J. L., (1998). National Press Club Luncheon Speech, 10 November 1998. [Available online at www.fema.gov/library/wittspch11.htm.]

Διαδικτυακές αναφορές

<http://www.emdat.be/>

<http://www.preventionweb.net/english/hazards/statistics/risk.php?hid=62>

<http://www.preventionweb.net/english/hazards/statistics/?hid=62>

<http://civilprotection.gr/el/%CF%80%CE%BB%CE%B7%CE%BC%CE%BC%CF%8D%CF%81%CE%B5%CF%82>

www.unisdr.org

<http://ukclimateprojections.metoffice.gov.uk/23146>

<http://civilprotection.gr/el/%CE%AD%CE%BD%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%86%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%B1-0>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%A%CE%9A%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1>

<http://wmo.asu.edu/europe-highest-temperature>

http://www.eie.gr/archaeologia/gr/chapter_more_9.aspx

<https://logopoli.com/category/%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CF%8C%CF%80%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CE%B2%CE%AD%CE%BB%CE%B7/>

<https://logopoli.com/2015/06/17/%CF%84%CE%B1-%CF%83%CE%B5%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%B9%CE%B1/>

<https://logopoli.com/2015/04/22/>

<https://dasarxeio.com/2014/10/25/0230-1/>

<http://www1.wetter3.de/>

<http://weatherfaqs.org.uk/node/142>

<http://w1.weather.gov/glossary/index.php?word=lifted+index>

<http://www.weatheronline.gr/reports/wxfacts/Thunderstorm-Probability.htm>

<http://w1.weather.gov/glossary/index.php?word=cape>

<http://www.weatheronline.gr/reports/wxfacts/CAPE---Convective-Available-Potential-Energy.htm>

<http://doxthi.gr/11268/%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%AD%CF%83%CF%85%CF%81%CE%B5-%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AD%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CE%B7-%CE%BD%CE%B5%CF%81/>

<http://newpost.gr/ellada/393733/eikones-katastrofhs-apo-tis-plhmmyres-ti-apofasisthke-sth-syskepsh-ypo-ton-prwthypoyrgo-binteo>

<http://doxthi.gr/%cf%83%ce%b5-%ce%b5%cf%80%ce%b9%cf%86%cf%85%ce%bb%ce%b1%ce%ba%ce%ae-%ce%bf-%ce%b4%ce%ae%ce%bc%ce%bf%cf%82-%ce%b1%cf%87%ce%b1%cf%81%ce%bd%cf%8e%ce%bd-%ce%ad%cf%81%cf%87%ce%bf%ce%bd%cf%84%ce%b1%ce%b9/>

<https://www.youtube.com/watch?v=s75tx-7AbDk>

<http://www.axarnea.gr/society/chaos-plimmires-ke-katastrofes-sto-menidi-ikones-vinteo>

<https://www.youtube.com/watch?v=op-eSmvoTwo>

<http://www.protothema.gr/greece/article/421623/efialtis-gia-tin-attiki-ta-bazomena-remata/>

<https://www.youtube.com/watch?v=aN0HWRFHOh0>

<https://www.youtube.com/watch?v=m-VyTvQ70lk>

<https://www.youtube.com/watch?v=idivQhEUW-k>

<https://www.youtube.com/watch?v=XnyonaekL1E>

<https://www.youtube.com/watch?v=it2omll-RH0>

<http://www.zougla.gr/greece/article/plimirisan-555-spitia-ke-katastimata>

<https://www.youtube.com/watch?v=uA1Tq6XF0ts>

<https://www.youtube.com/watch?v=TK3Sa9DkF7A>

https://www.youtube.com/watch?v=g_xTdPdEPfc

<https://www.youtube.com/watch?v=lwNfKcjR8cQ>

<http://www.enikos.gr/society/272734,BINTEO-Eikones-vivlikhs-katastrofhs-apo-thn-kataigida.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=vWfRHUiTuZo>

<https://www.youtube.com/watch?v=i9OzPnyuaol>

<https://www.youtube.com/watch?v=xCzhZdbZuwk>

<https://www.youtube.com/watch?v=gjmuqP0lgrU>

https://www.youtube.com/watch?v=l-WgPb4klyc&ebc=ANyPxKrKR8tnc4u4jBZ46bsNMRjEBgbP91oPJZ3Iz8iFRmT5eN_giw7BkNXASdrHNtN8QiDdCS_lbfoPr9E9srk246duSxYBog

<http://www.mixanitouxronou.gr/to-fotoreportaz-ton-politon-ke-i-orgi-gia-tis-plimmires-i-athina-vouliazi-alla-beni-ston-pagkosmio-charti-me-tis-entiposiakoteres-anaplastis-grafoun-ironika-sta-social-media/>

<https://www.youtube.com/watch?v=02hCKOJ4IAc>

<https://www.youtube.com/watch?v=FbUQEiHu7ZQ>

https://www.youtube.com/watch?v=M1a94j2_uZw

<https://www.youtube.com/watch?v=VcwaHvzea-w>

<https://www.youtube.com/watch?v=PcDp69W2SfQ>

http://www.peristerinews.gr/koinonia/apisteuta_kairika_fainomena_sto_peristeri_photos.html

https://www.youtube.com/watch?v=_aTnmy4pJ8E

<https://www.youtube.com/watch?v=u4fn9d93fFo&nohtml5=False>

<https://www.youtube.com/watch?v=gHTVpfxvhmk>

<http://sooc.photos/photo.php?id=27966>

<http://sooc.photos/photo.php?id=27963>

<http://www.zougla.gr/greece/article/metroun-tis-pliges-tous-1090304>

<http://newpost.gr/ellada/393733/eikones-katastrofhs-apo-tis-plhmmyres-ti-apofasisthke-sth-syskepsh-ypo-ton-prwthypoyrgo-binteo>

<http://sooc.photos/photo.php?id=27961>

<http://sooc.photos/photo.php?id=27960>

<https://www.google.gr/maps/>