

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση: Διαχείριση φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗ
ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ
(ΘΡΙΑΣΙΟ ΠΕΔΙΟ) ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΣΓΠ)**



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

του **Καρύμπαλη Επαμεινώνδα**

Αθήνα, Φεβρουάριος 2015

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση: Διαχείριση φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗ
ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ
(ΘΡΙΑΣΙΟ ΠΕΔΙΟ) ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΣΓΠ)**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

του **Καρύμπαλη Επαμεινώνδα**

Επιβλέπων καθηγητής : **Χαλκιάς Χρίστος**

Αθήνα, Φεβρουάριος 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	8
Περίληψη.....	9
Περίληψη στην Αγγλική (Abstract)	10
Εισαγωγή.....	11
Δομή της εργασίας.....	13
Κεφάλαιο 1: Πλημμύρες	15
1.1 Γενικά για τις πλημμύρες.....	17
1.2 Παράγοντες απο τους οποίους εξαρτάται η πλημμύρα.....	20
1.3 Αίτια των πλημμυρών.....	21
1.4 Επιπτώσεις των πλημμυρών.....	22
1.5 Οι πλημμύρες στην Ευρώπη.....	24
1.6 Οι πλημμύρες στην Ελλάδα.....	26
1.7 Οι πλημμύρες στο Λεκανοπέδιο της Αττικής.....	33
Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία	37
2.1 Μεθοδολογία	39
Κεφάλαιο 3: Περιοχή μελέτης	41
3.1 Η περιοχή του Θριάσιου Πεδίου.....	43
3.2 Το υδρογραφικό δίκτυο του ρέματος Γιαννούλας.....	46
3.3 Το κλίμα της περιοχής.....	49
3.4 Γεωλογία της λεκάνης απορροής.....	54
3.5 Οι πλημμύρες στο Θριάσιο Πεδίο	58
Κεφάλαιο 4: Ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου	61
4.1 Ποσοτική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου	63
4.2 Ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου κατά Horton	65
4.2.1 Πρώτος νόμος του Horton (νόμος του αριθμού των κλάδων)	66
4.2.2 Δεύτερος νόμος του Horton (νόμος του μήκους των κλάδων)	67
4.2.3 Τρίτος νόμος του Horton (νόμος του εμβαδού των λεκανών απορροής)	69
4.2.4 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των νόμων του Horton στην υδρολογική λεκάνη του ρέματος Γιαννούλας	70
4.3 Διαδοχική κατά τάξη απορροή	75

Κεφάλαιο 5 : Επιμήκεις τομές των κεντρικών κοιτών του υδρογραφικού δικτύου	85
5.1 Επιμήκεις τομές (προφίλ) των κεντρικών κοιτών του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας	87
5.2 Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας	87
5.3 Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του Συκορέματος	90
5.4 Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του ρέματος Βελανίδια	92
5.5 Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου Ρεματάκι	93
5.6 Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του ρέματος Φυλής	94
Κεφάλαιο 6: Ανθρωπογενείς επεμβάσεις	95
6.1 Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στον κάτω ρου του ρέματος Γιαννούλας	97
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα.....	111
7.1 Συμπεράσματα	111
Πηγές.....	115

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.	Υδρογράφημα αστικού ρέματος κατά τη διάρκεια καταιγίδας	22
Διάγραμμα 2.	Συνολικός αριθμός πλημμυρών κατά Ευρωπαϊκό διαμέρισμα ανά δεκαετία.....	25
Διάγραμμα 3.	Συνολικός αριθμός θανάτων από πλημμύρες κατά Ευρωπαϊκό διαμέρισμα ανά δεκαετία	25
Διάγραμμα 4.	Πλημμύρες που προκάλεσαν ανθρώπινα θύματα στο Λεκανοπέδιο Αττικής	36
Διάγραμμα 5.	Μέση μηνιαία βροχόπτωση ετών 1950-1999 των Μετεωρολογικών σταθμών Ελευσίνας και Αστεροσκοπείου Αθηνών	53
Διάγραμμα 6.	Ύψος βροχής ανά ημερομηνία πλημμυρικού γεγονότος στο Θριάσιο	59
Διάγραμμα 7.	Γραφική παράσταση αποκλίσεων πραγματικού και ιδανικού αριθμού κλάδων	67
Διάγραμμα 8.	Γραφική παράσταση αποκλίσεων πραγματικού και ιδανικού μέσου μήκους κλάδων	68
Διάγραμμα 9.	Γραφική παράσταση αποκλίσεων πραγματικού και ιδανικού μέσου εμβαδού κλάδων	70
Διάγραμμα 10.	Γραφική απεικόνιση των ανωμαλιών στη διαδοχική κατά τάξη απορροή του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας	76
Διάγραμμα 11.	Γραφική απεικόνιση κάλυψης γης στο Θριάσιο Πεδίο	97

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1.	Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας	28
Χάρτης 2.	Χάρτης επιφανειακής επιπέδωσης και υδρογραφικού δικτύου Δ.Πάρνηθας	44
Χάρτης 3.	Χάρτης σκιασμένου ανάγλυφου του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας	48
Χάρτης 4.	Περιοχή Θριάσιου Πεδίου	49
Χάρτης 5.	Χάρτης γεωτεκτονικών ζωνών Ελλάδας	54
Χάρτης 6.	Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του ρ. Γιαννούλας	55
Χάρτης 7.	Χάρτης αρίθμησης του υδρογραφικού δικτύου του ρ. Γιαννούλας	64

Χάρτης 8.	Χάρτης των κλάδων 1ης τάξης που συμβάλλουν με κλάδους 2ης χωρίς να τους δημιουργούν	71
Χάρτης 9.	Χάρτης των κλάδων 2ης τάξης που συμβάλλουν με κλάδους 3ης χωρίς να τους δημιουργούν	72
Χάρτης 10.	Χάρτης των κλάδων 3ης τάξης που συμβάλλουν με κλάδους 4ης χωρίς να τους δημιουργούν	73
Χάρτης 11.	Χάρτης των κλάδων 1ης τάξης που απορρέουν άμεσα σε κλάδους τάξεων μεγαλύτερων της 2ης	79
Χάρτης 12.	Χάρτης των κλάδων 2ης τάξης που απορρέουν άμεσα σε κλάδους τάξεων μεγαλύτερων της 3ης	81
Χάρτης 13.	Χάρτης των κλάδων 3ης τάξης που απορρέουν άμεσα σε κλάδους τάξεων μεγαλύτερων της 4ης	83
Χάρτης 14.	Χάρτης σκιασμένου ανάγλυφου της λεκάνης απορροής του ρέματος Γιαννούλας	88
Χάρτης 15.	Γεωγραφική κατανομή των χρήσεων γης στο Θριάσιο Πεδίο	98
Χάρτης 16.	Χάρτης κάλυψης γης της ευρύτερης περιοχής του ανατολικού Θριάσιου πεδίου	100

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Σύντομη περιγραφή του φαινομένου της πλημμύρας	17
Πίνακας 2.	Κατηγορίες πλημμυρών, αιτίες πρόκλησης και επιπτώσεις	19
Πίνακας 3.	Σημαντικές πλημμύρες στην Ελλάδα	29
Πίνακας 4.	Σοβαρές ιστορικές πλημμύρες στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας	34
Πίνακας 5.	Μέσες ετήσιες τιμές μετεωρολογικών μεταβλητών	50
Πίνακας 6.	Μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Ελευσίνας για τα έτη 1950-1995	51
Πίνακας 7.	Μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Αστεροσκοπείου Αθηνών για τα έτη 1950-1999	52
Πίνακας 8.	Συγκεντρωτικός πίνακας μέσης τιμής βροχοπτώσεων των 50 τελευταίων ετών	53
Πίνακας 9.	Ιστορικό έντονων πλημμυρικών γεγονότων στο Θριάσιο Πεδίο	58
Πίνακας 10.	Συνολικό μήκος και εμβαδό των κλάδων κάθε τάξης του υδρογραφικού δικτύου του ρ. Γιαννούλας.....	65

Πίνακας 11.	Οι ποσοτικές παράμετροι που μετρήθηκαν ή εκτιμήθηκαν για το υδρογραφικό δίκτυο του ρ. Γιαννούλας.....	65
Πίνακας 12.	Σχέση μεταξύ των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του ρ. Γιαννούλας σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Horton	66
Πίνακας 13.	Αποτελέσματα εφαρμογής του 2ου νόμου του Horton στη λεκάνη απορροής του ρ. Γιαννούλας.....	68
Πίνακας 14.	Αποτελέσματα εφαρμογής του 3ου νόμου του Horton στη λεκάνη απορροής του ρ. Γιαννούλας	69
Πίνακας 15.	Ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή του υδρογραφικού δικτύου	75
Πίνακας 16.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης σε τρίτη τάξη	77
Πίνακας 17.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης σε τέταρτη τάξη	77
Πίνακας 18.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης σε πέμπτη τάξη	78
Πίνακας 19.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης σε έκτη τάξη	78
Πίνακας 20.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων δεύτερης σε τέταρτη τάξη	80
Πίνακας 21.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων δεύτερης σε πέμπτη τάξη	80
Πίνακας 22.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων δεύτερης σε έκτη τάξη	80
Πίνακας 23.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων τρίτης σε πέμπτη τάξη	82
Πίνακας 24.	Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων τρίτης σε έκτη τάξη	82

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας	89
Σχήμα 2.	Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του Συκορέματος	91
Σχήμα 3.	Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του ρέματος Βελανίδια	92
Σχήμα 4.	Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του ρέματος Ρεματάκι	93
Σχήμα 5.	Επίμηκες προφίλ της κεντρικής κοίτης του ρέματος Φυλής	94

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έγινε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου» του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, στην κατεύθυνση «Διαχείριση φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών».

Στο πλαίσιο εκπόνησης της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Τον επιβλέποντα της εργασίας, Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Χρίστο Χαλκιά, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την καθοδήγηση και την επίβλεψη κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Τον αδερφό μου, Αναπληρωτή Καθηγητή Ευθύμιο Καρύμπαλη, για την ανεκτίμητη βοήθειά του, ιδιαίτερα στο πρακτικό μέρος της εργασίας.

Τη συζυγό μου Άννα Θεοδωροπούλου, φιλόλογο, για τη φιλολογική επιμέλεια, τα παιδιά μου, για τη συμπαράστασή τους και τέλος, τους συμφοιτητές μου, για τον υπέροχο χρόνο που περάσαμε μαζί.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας είναι η διερεύνηση τόσο των φυσικών όσο και των ανθρωπογενών αιτιών εκδήλωσης πλημμυρών στον κάτω ρου του ρέματος Γιαννούλας στο ανατολικό Θριάσιο πεδίο, με την αξιοποίηση των ΣΓΠ (Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών). Συντάχθηκε πίνακας με τα μεγαλύτερα πλημμυρικά συμβάντα που έχουν πλήξει την περιοχή από το 1961. Ο κατάλογος πλημμυρών, που περιλαμβάνει 16 γεγονότα τα τελευταία 54 έτη, αποτελεί ένδειξη ότι η περιοχή είναι ιδιαίτερα επιδεκτική στον πλημμυρικό κίνδυνο. Για τους σκοπούς της εργασίας σχεδιάστηκε και οργανώθηκε μια ψηφιακή βάση χωρικών δεδομένων για τη λεκάνη απορροής και το ανατολικό Θριάσιο πεδίο, με στοιχεία που αφορούν την τοπογραφία, τη γεωλογία, το υδρογραφικό δίκτυο, τις λεκάνες απορροής και την κάλυψη γης. Στα φυσικά αίτια πλημμυρών, πέραν των έντονων βροχοπτώσεων, περιλαμβάνονται οι ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή, που διερευνήθηκαν εφαρμόζοντας την ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου. Μεταξύ των ανωμαλιών αυτών είναι η σχετικά υψηλή τιμή των λόγων διακλάδωσης, των λόγων μήκους και εμβαδού λεκανών απορροής μεταξύ 1ης και 2ης καθώς και μεταξύ 2ης και 3ης τάξης καθώς και το υψηλό ποσοστό κλάδων 2ης τάξης που απορρέουν άμεσα σε 4ης και 5ης τάξης κοίτες, αυξάνοντας την παροχή των κεντρικών κοιτών κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων. Άλλη αιτία είναι οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις των κοιτών των κεντρικών κλάδων στα ανάντη σε σχέση με τα μικρής κλίσης κατώτερα τμήματά τους. Η επιτόπια έρευνα έδειξε ότι μεγαλύτερης σπουδαιότητας για την εκδήλωση πλημμυρών είναι οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην κεντρική κοίτη του ρέματος, αλλά και στην ευρύτερη παραποτάμια περιοχή του Θριάσιου που έχουν συντελεστεί τις τελευταίες δεκαετίες. Οι γέφυρες που έχουν κατασκευασθεί στα σημεία που το οδικό δίκτυο διασχίζει κάθετα την κοίτη, στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι ανεπαρκείς να μεταφέρουν την πλημμυρική παροχή και, συνεπώς, αποτελούν εμπόδιο στη φυσική ροή του νερού. Επιπλέον, σε ένα μεγάλο μήκος της διαδρομής του χειμάρρου στο Θριάσιο, οι παραποτάμιες περιοχές έχουν αστικοποιηθεί, περιορίζοντας δραματικά το πλάτος της κοίτης. Αποτέλεσμα των έντονων ανθρωπογενών επεμβάσεων είναι η εξαφάνιση της φυσικής κοίτης για ένα μήκος 1,4 km πριν τις φυσικές παλαιές της εκβολές στον κόλπο της Ελευσίνας.

ABSTRACT

Among the principal aims of this dissertation is to investigate the natural as well as the human induced causes of flash floods along the lower reaches of Giannoulas torrent at the eastern part of Thriassion plain, utilizing GIS techniques. A catalogue including the major flood events that have affected the study area since 1961 is composed. This food catalogue, which contains 16 events for the last years, indicates that the area is particularly susceptible to flash floods hazard. For the purposes of this study a spatial database for the drainage basin of the torrent as well as for the broader area of the eastern part of Thriassion plain. The spatial database contains elements concerning the topography of the area as well as the geology, the channels of the drainage network, the drainage basins of each stream and the land cover. Apart from intense rainfall, among the natural flood causes are irregularities of the hierarchical drainage by stream order which were identified through the quantitative geomorphological analysis of the drainage network. The major irregularities are the high values of the bifurcation, mean channel length and mean drainage basin area ratios between the 1st and 2nd as well as between the 2nd and 3rd order as well as the high percentage of 2nd order streams that drain directly into 4th and 5th order rivers increasing the discharge of the main channels during extreme rainfall events. Another natural cause of floods is the high gradient values of the main stream channels along their upstream mountainous parts in comparison to the relatively low channel gradients along their lower reaches. The analysis showed that human interference along the main torrent channel as well as at the broader overbank area of Thriassion plain during the last decades is of much more greater importance for the frequent occurrence of flashflood events. Most of the bridges which have been constructed at locations where the road network crosses the main torrent channel are inadequate to facilitate the flood discharge and behave as an obstacle to the natural flow of the water. Furthermore, overbank areas along a significant length of the torrent within the Thriassion plain, are densely urbanized confining dramatically the width of the channel. As result of the intense human activities in the broader area the natural channel of the torrent has been totally disappeared for the last 1,4 km before its previous natural mouth in the Gulf of Elefsina.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου στη λεκάνη απορροής του ρέματος Γιαννούλας στο Θριάσιο Πεδίο. Το �έμα Γιαννούλας είναι ένας από τους χειμάρρους που αποστραγγίζουν τις δυτικές πλαγιές του ορεινού όγκου της Πάρνηθας και διασχίζει το ανατολικό τμήμα του Θριάσιου Πεδίου, εκβάλλοντας στον κόλπο της Ελευσίνας.

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στη Δυτική Αττική και έχει εξελιχθεί σε μία από τις μεγαλύτερες βιομηχανικές ζώνες, με σημαντικότερα αστικά κέντρα αυτά της Ελευσίνας, του Ασπροπύργου, της Μάνδρας και τη Μαγούλας. Ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός της πεδιάδας του Θριάσιου πεδίου αποτελείται από 32% του συνολικού πληθυσμού, των οποίων το 10% εργάζεται στον πρωτογενή τομέα (γεωργία), το 65% στον δευτερογενή τομέα (βιομηχανία-κατασκευές) και το 25% στον τριτογενή τομέα (υπηρεσίες-εμπόριο) (Mavrakis-Papavasileiou, 2013).



Εικόνα 1 : Περιοχή Θριασίου Πεδίου

ΠΗΓΗ : wikimapia.org

Η πίεση για την οικοδομική ανάπτυξη και την εύρεση περιοχών, με σκοπό τη δημιουργία παραγωγικών δραστηριοτήτων, παρεμπόδιζε τις προσπάθειες για έναν συνεπή πολεοδομικό σχεδιασμό. Από τα τέλη του 18ου αιώνα, η Δυτική Αττική έχει συνδεθεί με την ιστορία της ανάπτυξης του βιομηχανικού κλάδου στην Ελλάδα. Στην πεδιάδα του Θριάσιου πεδίου, βρίσκονται μερικές από τις πιο προηγμένες βιομηχανικές μονάδες της χώρας μεγάλου οικονομικού συμφέροντος. Τέτοιες είναι τα διυλιστήρια, τα ναυπηγεία, η Χαλυβουργική. Αυτά,

σε συνδυασμό με συγκοινωνιακά έργα που έγιναν στην περιοχή όπως η Αττική Οδός, η σιδηροδρομική γραμμή του ΟΣΕ Αθηνών-Κορίνθου και η επέκτασή της, η παλαιά και η νέα Εθνική Οδός Αθηνών-Πατρών και το στρατιωτικό αεροδρόμιο της Ελευσίνας, έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην υποβάθμιση της περιοχής.

Πολλές από τις περιοχές που ήταν αγροτικές μετατράπηκαν σε βιομηχανικές και έτσι δημιουργήθηκαν αδιαπέρατες από το νερό επιφάνειες, που δημιουργούν δυσκολίες στην επιφανειακή ροή των υδάτων. Σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων, οι αυξημένες παροχές των ποτάμιων ρευμάτων δε βρίσκουν διέξοδο, με αποτέλεσμα τη συχνή εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων.

Με ευθύνη και των κυβερνώντων έγινε αλόγιστη επέκταση των πόλεων προς όφελος κάποιων κερδοσκόπων, χωρίς την εξασφάλιση των αναγκαίων έργων υποδομής. Πολλοί δημόσιοι χώροι καταπατήθηκαν από μεγαλοεπιχειρηματίες ή παραχωρήθηκαν σ' αυτούς, για να εκτελέσουν χρυσοφόρες επενδύσεις. Νομιμοποιήθηκε η κάλυψη των ρεμάτων και το κτίσιμο σε αυτά, καθώς και η αυθαίρετη δόμηση.

Τα αντιπλημμυρικά έργα εκτελούνται μέχρι τώρα εντελώς αποσπασματικά, ανεξάρτητα και χωρίς ουσιαστικό συντονισμό μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολο να αντιμετωπιστούν τα μακροχρόνια προβλήματα αντιπλημμυρικής προστασίας, αλλά και να δημιουργούνται και νέα, που απαιτούν άμεση αντιμετώπιση. Για παράδειγμα, μπορεί στο πλαίσιο κατασκευής της Αττικής Οδού να διατέθηκαν από τον κρατικό προϋπολογισμό τεράστια ποσά (400 εκατ. ευρώ) για αντιπλημμυρικά έργα εκατέρωθεν της διέλευσής της και, συγκεκριμένα, για την τοπική διευθέτηση των ρεμάτων που συναντά, ωστόσο τα έργα αυτά δε συνοδεύτηκαν από τις αναγκαίες ευρύτερες διευθετήσεις των βασικών τους αποδεκτών, με αποτέλεσμα να προκαλούν αυτά και νέες πλημμύρες. Τα νερά της βροχής που στραγγίζουν από την Αττική Οδό καταλήγουν σε ρέματα της περιοχής, τα οποία δεν έχουν τις αναγκαίες υποδομές να τα υποδεχτούν, αφού η διευθέτησή τους είτε προχωρά με πολύ αργό ρυθμό είτε βρίσκεται ακόμη «στα χαρτιά» και στις εξαγγελίες. Το πρόβλημα επιτείνεται και από το γεγονός ότι σε αρκετές από τις περιοχές αυτές δεν υπάρχει κατασκευασμένο ούτε καν δίκτυο ομβρίων.

Στο πλαίσιο της εργασίας θα μελετηθούν και τα φυσικά και ανθρωπογενή αίτια που ευθύνονται για τα πλημμυρικά φαινόμενα στην ευρύτερη περιοχή του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας.

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας ασχολείται με το φυσικό φαινόμενο της πλημμύρας, τα αίτια που την προκαλούν καθώς και τις επιπτώσεις της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διερεύνηση της οργάνωσης του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος, την αναζήτηση περιοχών αλλαγής της μορφολογικής κλίσης και την καταγραφή και αποτύπωση των ανθρωπογενών επεμβάσεων κατά μήκος της κεντρικής, κυρίως, κοίτης του ρέματος.

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά το κλίμα της περιοχής που βρίσκεται το ρέμα Γιαννούλας, τη μορφή του υδρογραφικού δικτύου, τη γεωλογία της λεκάνης απορροής, ενώ γίνεται αναφορά στα πιο σημαντικά πλημμυρικά γεγονότα που έχουν συμβεί στην περιοχή του Θριάσιου Πεδίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο υπάρχουν τα αποτελέσματα της ποσοτικής γεωμορφολογικής ανάλυσης του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας.

Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη σχεδίαση και ανάλυση των επιμήκων τομών, τόσο της κεντρικής κοίτης του ρέματος όσο και των τεσσάρων μεγαλύτερων παραποτάμων του.

Το έκτο κεφάλαιο εστιάζει στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στην περιοχή που αποτελεί σημαντική αιτία εκδήλωσης των πλημμυρών.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται παράθεση και ανάλυση των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξε η μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

Σύμφωνα με το International Glossary of Hydrology, πλημμύρα είναι (1) η αύξηση, συνήθως σύντομη, της στάθμης του νερού ενός υδατορεύματος ή μιας μάζας νερού, σε μια μέγιστη στάθμη από την οποία υποχωρεί με βραδύτερο ρυθμό, (2) η σχετικά υψηλή ροή, όπως μετράται από τη στάθμη του νερού ή την ένταση της ροής σε ένα υδατόρευμα, (3) η αύξηση της παλίρροιας.

Ένας πιο δόκιμος ορισμός παρατίθεται στην Οδηγία Πλαίσιο για τις Πλημμύρες 2007/60/ΕΚ (άρθρο 2): πλημμύρα είναι η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό.

Οι πλημμύρες ως φαινόμενα εντάσσονται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών, γιατί μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο τη ζωή και την περιουσία των ανθρώπων και να προκαλέσουν καταστροφές στην οικονομία και τις υποδομές της χώρας.

Προκαλούνται λόγω ραγδαίων βροχοπτώσεων - ισχυρών καταιγίδων ή από το ξαφνικό λιώσιμο χιονιού ή ακόμα και από συνδυασμό των παραπάνω, με συνέπεια τη μεγάλη αύξηση της απορροής των ποταμών. Συμβαίνουν, επίσης, από υποχώρηση φραγμάτων και, στην περίπτωση αυτή, οι συνέπειες συνήθως είναι πολύ μεγάλες.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται μια σύντομη περιγραφή του φαινομένου της πλημμύρας.

Πίνακας 1 : Σύντομη περιγραφή του φαινομένου της πλημμύρας

ΠΗΓΗ: Παπαστεφανάκης, 2009

Κύριο χαρακτηριστικό	Υπερβολική ποσότητα νερού
Γενικός χαρακτήρας	Βίαιο φαινόμενο σχετικά μικρής διάρκειας
Έκταση επιρροής	Μπορεί να είναι εξαιρετικά τοπικό, σπάνια αφορά μεγαλύτερες περιοχές
Κύρια παράμετρος που το χαρακτηρίζει	Κύρια παράμετρος η παροχή ή ο όγκος του νερού
Αντιμετώπιση	Μπορεί να αντιμετωπισθεί με κατάλληλα τεχνικά έργα και διοικητικά μέτρα στα όρια των περιοχών μελέτης, πριν την εμφάνισή του
Επιστημονική ανάλυση και μελέτη	Απαιτεί στατιστική ανάλυση των δεδομένων, υδρολογικά και υδραυλικά μοντέλα προσομοιώσεως. Σε ειδικές περιπτώσεις γίνεται μελέτη και σε φυσικά ομοιώματα υπό κλίμακα

Η πλημμύρα μπορεί να παρουσιάζει βραδεία εξέλιξη (πλημμύρες πεδίου) είτε ταχεία εξέλιξη (ξαφνικές ή αιφνίδιες πλημμύρες), γεγονός που είναι και το πιο συνηθισμένο φαινόμενο στην Ελλάδα, λόγω της ιδιόμορφης γεωμορφολογίας της χώρας μας, η οποία συμβάλλει στην ανάπτυξη μεγάλου αριθμού ρεμάτων με μικρές σχετικά λεκάνες απορροής, στις οποίες κυριαρχούν οι έντονες κλίσεις που συντελούν στη γρήγορη αποστράγγισή τους.

Η ξαφνική πλημμύρα είναι το αποτέλεσμα ατμοσφαιρικών διαταραχών που συνοδεύονται από ραγδαίες βροχοπτώσεις, με μεγάλα ποσά βροχής σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι κυριότεροι παράγοντες που συνηγορούν στην εκδήλωση μιας ξαφνικής πλημμύρας είναι: η ένταση και η διάρκεια της βροχόπτωσης, το ανάγλυφο του εδάφους, η βλάστηση, η καταστροφή της φυσικής βλάστησης λόγω πυρκαγιών κ.α.

Οι ξαφνικές πλημμύρες εμφανίζονται σε μικρό χρονικό διάστημα (λίγων ωρών ή λιγότερο) από την εκδήλωση των έντονων καιρικών φαινομένων και έχουν προκαλέσει κατά το παρελθόν μεγάλες καταστροφές σε κατασκευές, όπως κτίρια, γέφυρες κλπ, έχουν παρασύρει αυτοκίνητα, ξεριζώσει δέντρα κ.α. Τα φαινόμενα αυτά έχουν κατά το παρελθόν προκαλέσει αρκετές καταστροφές σε κατοικημένες περιοχές, σε τεχνικά έργα και αγροτικές εκμεταλλεύσεις και έχουν θέσει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.

Η πρόκληση αυτών των καταστροφών οφείλεται, εκτός των άλλων, και στις παρεμβάσεις που έχουν γίνει στην κοίτη και τα πρανή των φυσικών ρεμάτων ή ακόμα και στην πλημμελή συντήρηση των τεχνικών έργων που κατασκευάστηκαν για να διευκολύνουν την απορροή των όμβριων υδάτων ή πολλές φορές και στην ανυπαρξία τέτοιων έργων.

Ένα σπανιότερα εμφανιζόμενο είδος πλημμύρας στην Ελλάδα είναι η παράκτια πλημμύρα, η οποία εμφανίζεται στις παράκτιες περιοχές λόγω του κυματισμού της θάλασσας σε συνδυασμό με την εμφάνιση παλίρροιας (Εγκύκλιος για τις πλημμύρες της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, 2013).

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τα είδη της πλημμύρας, τις αιτίες που τις προκαλούν και τις κυριότερες επιπτώσεις τους.

Πίνακας 2 : Κατηγορίες πλημμυρών, αιτίες πρόκλησης και επιπτώσεις

ΠΗΓΗ: EXCIMAP, 2007

ΕΙΔΟΣ	ΑΙΤΙΕΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
Ποτάμια πλημμύρα	•Έντονη βροχόπτωση ή λιώσιμο χιονιού •Απόφραξη λόγω πάγου •Κατάρρευση αναχωμάτων ή άλλων έργων προστασίας	•Στάσιμα νερά ή νερά σε ροή εκτός της κύριας κοίτης του ποταμού
Παράκτια πλημμύρα	•Πλημμύρα λόγω καταιγίδας •Τσουνάμι •Παλιρροϊκό κύμα	•Στάσιμα νερά ή νερά σε ροή πίσω από την ακτογραμμή •Υφαλμύριση αγροτικών εκτάσεων
Ορεινοί χείμαρροι	•Ξαφνική καταιγίδα •Υπερχείλιση λίμνης •Ασταθής κλίση του υδροκρίτη •Ροή φερτών υλών	•Πρόσχωση περιοχών με νερό και ιζήματα •Διάβρωση κατά μήκος της κύριας κοίτης του ποταμού
Στιγμιαίες πλημμύρες στη Μεσόγειο από εφήμερα ρεύματα (flash floods)	•Ξαφνική καταιγίδα	•Στάσιμα νερά στην πλημμυρική κοίτη
Πλημμύρα υπόγειων υδροφορέων	•Υψηλή στάθμη νερού σε παρακείμενα υδάτινα σώματα	

Τα φυσικά φαινόμενα που προκαλούν πλημμύρες δεν μπορούν να ελεγχθούν, αλλά οι γεωλογικές, γεωμορφολογικές και εδαφολογικές συνθήκες της λεκάνης απορροής είναι δυνατόν να τροποποιηθούν με την ανθρώπινη επέμβαση.

Ο πλημμυρικός κίνδυνος είναι συνάρτηση της πιθανότητας εμφάνισης του φυσικού φαινομένου και της επίδρασης που θα έχει στην ανθρώπινη κοινωνία.

Σε μια δεδομένη βροχόπτωση, οι ζημιές που θα προκληθούν λόγω πλημμύρας εξαρτώνται από τρεις κύριους παράγοντες: (α) την παρουσία αντιπλημμυρικών έργων, (β) την αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος, που έχει αποτέλεσμα την αύξηση του πλημμυρικού όγκου και τη μείωση του χρόνου συρροής των νερών και (γ) την ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας σε περιοχές που αποτελούν πεδία πλημμυρών με κάποια πιθανότητα.

Η προστασία από τις πλημμύρες πρέπει να αντιμετωπίζεται κατά συνδυασμένο και συντονισμένο τρόπο σε όλη τη λεκάνη απορροής του ποταμού, δεδομένου ότι τα τοπικά μέτρα προστασίας που λαμβάνονται σε ένα μέρος μπορεί να έχουν έμμεσο αντίκτυπο στις ανάντη και

κατάντη περιοχές. Το σημείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις περιπτώσεις ποταμών που διέρχονται από διαφορετικά κράτη, όπου θα πρέπει να υπάρχει αλληλεγγύη στο χειρισμό των πλημμυρών.

Οι βαθύτερες αιτίες των πλημμυρών (βροχόπτωση, στάθμη της θάλασσας) είναι πράγματι φυσικά φαινόμενα τα οποία δεν μπορούν κατ' ουσία να ελεγχθούν. Εντούτοις, το εάν μια δεδομένη βροχόπτωση θα προκαλέσει ζημιές λόγω πλημμύρας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες ενέργειες, όπως η αστικοποίηση, η αποδάσωση τμημάτων της λεκάνης απορροής, η ευθυγράμμιση του ρου των ποταμών, η εξάλειψη των φυσικών πεδίων κατάκλυσης, η ανεπαρκής αποστράγγιση και η οικοδόμηση κτιρίων και κατασκευών σε επικίνδυνα πεδία κατάκλυσης (Μαμάσης, 2007).

1.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΠΛΗΜΜΥΡΑ

Παράγοντες που διαμορφώνουν την πορεία των ακραίων τιμών των πλημμυρικών παροχών μεταξύ άλλων είναι οι εξής (Σούλιος, 1986):

- Η ένταση και η διάρκεια της βροχόπτωσης (αν η τελευταία είναι μικρότερη του χρόνου συγκέντρωσης).
- Το εμβαδό της λεκάνης απορροής, αφού είναι προφανές ότι όσο πιο μεγάλη είναι η έκταση μιας λεκάνης απορροής τόσο πιο μεγάλη είναι η ακραία τιμή της πλημμυρικής παροχής.
- Το γεωμετρικό σχήμα της λεκάνης.
- Η γεωλογική σύσταση και η μέση κλίση της λεκάνης.
- Η ανθρώπινη δραστηριότητα (κατασκευή φραγμάτων, καλλιέργεια, πολεοδομία κλπ.).

Ειδικά η ανθρώπινη παρέμβαση στις παραποτάμιες περιοχές είναι καθοριστική στην εκδήλωση πλημμυρικού φαινομένου. Η διαδικασία της αστικοποίησης, λόγω χάρη, μεταβάλλει τις χρήσεις γης και επηρεάζει την υδροπερατότητα του εδάφους.

1.3 ΑΙΤΙΑ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Τα αίτια που προκαλούν τις πλημμύρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα φυσικά και αυτά που οφείλονται σε ανθρωπογενείς παράγοντες.

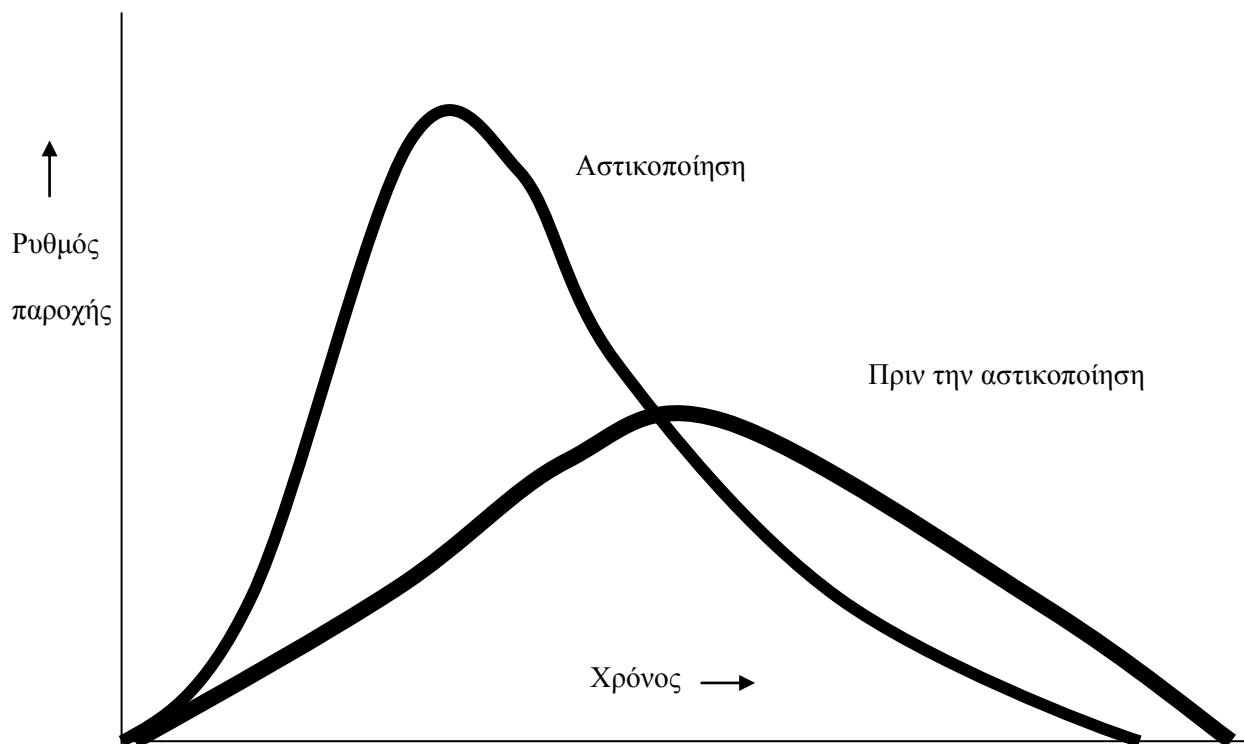
Οι φυσικοί παράγοντες πλημυρογένεσης που καθορίζουν τη διαδικασία συγκέντρωσης και κίνησης των υδάτων σε μία περιοχή είναι : η τοπογραφία της περιοχής, η γεωλογία της, το κλίμα και η βλάστηση.

Η τοπογραφία και η γεωλογία μιας περιοχής καθορίζουν την υδρολογική συμπεριφορά και, κατά συνέπεια, την απορροή και την παραγωγή των φερτών υλικών. Το κλίμα είναι ο παράγοντας που καθορίζει τη συχνότητα, τη διάρκεια αλλά και την ένταση των βροχοπτώσεων. Τέλος, η βλάστηση ασκεί σημαντική επίδραση τόσο στη διάβρωση όσο και στην απορροή.

Εκτός από τους φυσικούς παράγοντες πλημυρογένεσης υπάρχουν, επίσης, ανθρωπογενείς παράγοντες, που θεωρούνται υπεύθυνοι για την πρόκληση σοβαρών πλημμυρών σε διάφορες περιοχές. Αυτοί είναι:

- Η καταστροφή των δασών, που έχει σαν αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διάβρωση του εδάφους και την αύξηση των απορροών.
- Η ανεξέλεγκτη οικιστική ανάπτυξη στις παραποτάμιες περιοχές, που οδηγεί στη μείωση του πλάτους της κοίτης και στην εξαφάνιση του υδρογραφικού δικτύου μέσα σε μικρά και μεγάλα αστικά κέντρα. Αυτό είναι μία από τις βασικές αιτίες που οδηγούν σε μεγάλες καταστροφές ακόμη και σε απώλειες ανθρώπινων ζώων.
- Η κατασκευή στενών γεφυρών, που η διατομή τους είναι πολύ μικρότερη από αυτή της ενεργής κοίτης του ρέματος καθώς και η ρίψη διαφόρων υλικών στις κοίτες των ρεμάτων που εμποδίζουν την ελεύθερη διέλευση του νερού.

Στο διάγραμμα 1 φαίνεται ένα χαρακτηριστικό υδρογράφημα ενός αστικού ρέματος κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας. Οι μέγιστες ροές των αστικοποιημένων ρεμάτων εμφανίζονται νωρίτερα και είναι πολύ υψηλότερες από τα ρέματα που δεν έχει επέμβει ο ανθρώπινος παράγοντας. Η υποχώρηση της ροής μετά την καταιγίδα είναι επίσης γρηγορότερη. Αυτή η αύξηση στην αποφόρτιση προκαλεί, επίσης, τη διάβρωση των πυθμένων των ρεμάτων λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων ροής (Λυκοκανέλλος, 2003).



Διάγραμμα 1 : Υδρογράφημα αστικού ρέματος κατά τη διάρκεια καταιγίδας

ΠΗΓΗ : Λυκοκανέλλος, 2003

1.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Τα τελευταία χρόνια η κλιματική αλλαγή γίνεται πιο έντονη, ενώ υπάρχουν και αλλαγές που αφορούν τις πολιτικές χρήσης γης. Οι καταστροφικές πλημμύρες παρουσιάζουν αυξητική τάση και ως προς τη συχνότητα και ως προς τη σφοδρότητα. Έτσι, οι επιπτώσεις τους αυξάνονται και, συχνά, επηρεάζουν περισσότερες από μία χώρες. Οι επιπτώσεις αυτές δεν περιορίζονται μόνο στον οικονομικό τομέα, αλλά επεκτείνονται στο περιβάλλον και την κοινωνία.

Παρά το γεγονός ότι η πλημμυρική επικινδυνότητα έχει γενικά αντιμετωπιστεί και μειωθεί στις πεδινές εκτάσεις, εντούτοις αυτή έχει αυξηθεί, ιδιαίτερα εντός των ορίων των οικιστικών περιοχών ή πολύ κοντά σε αυτά. Οι επιπτώσεις των πλημμυρών διαχωρίζονται σε άμεσες και έμμεσες.

Οι άμεσες πιθανές συνέπειες προκαλούνται από το ίδιο το πλημμυρικό γεγονός και βάσει της σοβαρότητάς τους κατατάσσονται ιεραρχικά ως ακολούθως:

- Θάνατοι, τραυματισμοί και εγκλωβισμοί πολιτών στους πλημμυρισμένους εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους.
- Καταστροφές στα σπίτια, κτίρια, μέσα μεταφοράς, γέφυρες, οδικό δίκτυο και συστήματα επικοινωνίας, οι οποίες προκαλούνται από την αυξημένη ταχύτητα των υδάτων και των ιζημάτων που αυτά μεταφέρουν.
- Διάβρωση και απόθεση των ιζημάτων στις αγροτικές και αστικές περιοχές αντίστοιχα, με συνέπεια την απώλεια σημαντικού τμήματος του εδαφικού μανδύα και της υπερκείμενης βλάστησης .

Όσον αφορά στις έμμεσες συνέπειες των πλημμυρών οι οποίες εμφανίζονται αμέσως μετά την εξασθένιση του πλημμυρικού γεγονότος, αυτές διακρίνονται σε:

- Υποβάθμιση της ποιότητας του νερού των ποταμών και ρεμάτων, οι οποίες κατά κύριο λόγο είναι μικρής διάρκειας και προκαλούνται από την παράσυρση νεκρών ζώων, την είσοδο απορριμμάτων στην ροή των υδάτων κ.α. Συγκεκριμένες εστίες ρύπανσης που εντοπίζονται σε στενά γεωγραφικά όρια, όπως είναι τα τμήματα κάποιου ποταμού, κατά τη διάρκεια της πλημμύρας μπορεί να διαχυθούν στη γύρω περιοχή, μολύνοντας το σύνολο των υδροφόρων οριζώντων.
- Πείνα και λοιμοί.
- Μόνιμη ή παροδική απομάκρυνση των κατοίκων από τις περιοχές που επλήγησαν από την πλημμύρα. Ο κύριος αριθμός των πλημμυρών πλήττει τα ασθενέστερα οικονομικά κράτη, καθώς οι χώρες με αδύναμη οικονομία δεν μπορούν να ανταποκριθούν στο κόστος κατασκευής υποδομών κατάλληλων για την αντιμετώπιση τέτοιων φαινομένων (Palph-Wahl, 2006). Μεγάλο μέρος του πληθυσμού των χωρών αυτών αναγκάζεται να εκτοπιστεί, κάθε φορά που η περιοχή τους πλήττεται από τις πλημμύρες. Έτσι, αντιμετωπίζουν προβλήματα στέγασης καθώς και δυσκολία να ορθοποδήσουν οικονομικά, λόγω της απώλειας της περιουσίας τους.
- Δημιουργία πυρκαγιών λόγω βραχυκυκλωμάτων στο δίκτυο ηλεκτροδότησης.
- Καταστροφή υγροτόπων και μείωση βιοποικιλότητας, αφού πολλά είδη από την τοπική χλωρίδα και πανίδα δεν μπορούν να επιβιώσουν μέσα στις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται (Παπαστεφανάκης, 2009).

1.5 ΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι πλημμύρες είναι η δεύτερη πιο συχνή αιτία καταστροφών μετά τις δασικές πυρκαγιές, με σημαντικές επιπτώσεις τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και σε απώλειες ζωών. Οι πρόσφατες πλημμύρες σε Σερβία, Βοσνία και Κροατία είχαν σαν αποτέλεσμα το θάνατο 80 ανθρώπων, τη μόνιμη αναγκαστική μετακίνηση 30.000, και την προσωρινή μετακίνηση περισσότερων από 2,5 εκατομμύρια ανθρώπων.

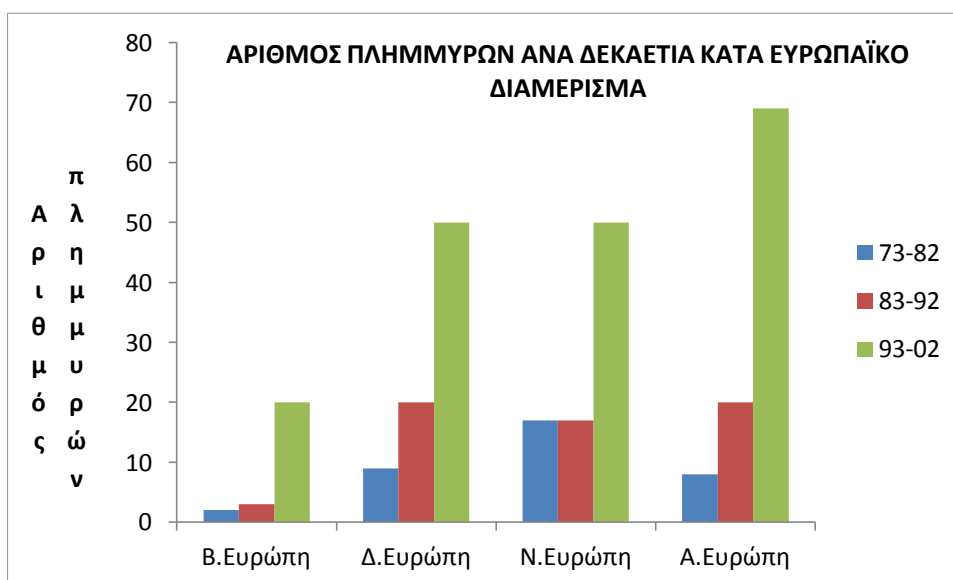
Για το χρονικό διάστημα 1980-2009 έχουν σημειωθεί στην ευρωπαϊκή επικράτεια πλημμύρες που έχουν επιφέρει το θάνατο πάνω από 5000 ανθρώπων, ενώ περίπου μισό εκατομμύριο μετακινήθηκε αναγκαστικά και επηρεάστηκε η ζωή περίπου 30 εκατομμυρίων. Παράλληλα υπήρξαν και οικονομικές ζημιές πολλών δισεκατομμυρίων ευρώ (Doocy et al., 2013).



Εικόνα 2 : Πλημμύρες στη Σερβία

ΠΗΓΗ : www.tovima.gr

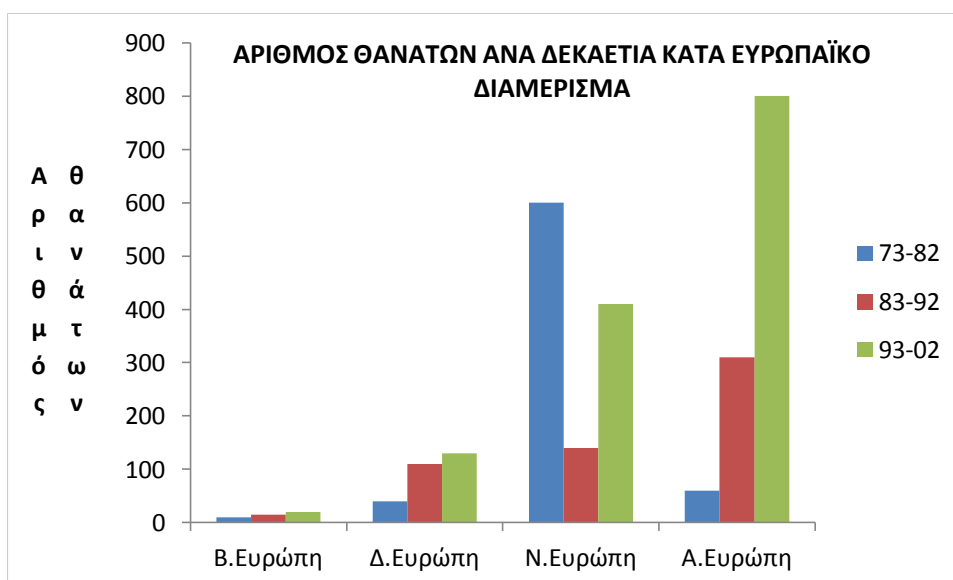
Η κατανομή του αριθμού των πλημμυρών δεν είναι ομοιόμορφη σε όλη την Ευρώπη, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα 2. Αν χωρίσουμε την Ευρώπη σε τέσσερα διαμερίσματα σύμφωνα με τον ΟΗΕ, δηλαδή σε Βόρεια, Νότια, Ανατολική και Δυτική, τότε θα δούμε ότι ο μεγαλύτερος αριθμός πλημμυρών παρατηρείται στην Ανατολική και Νότια Ευρώπη.



Διάγραμμα 2: Συνολικός αριθμός πλημμυρών κατά Ευρωπαϊκό διαμέρισμα ανά δεκαετία

ΠΗΓΗ : Hoyois and Guha-Sapir, 2003

Η Ανατολική Ευρώπη κατέχει την αρνητική πρωτιά και στους θανάτους από καταστροφικές πλημμύρες, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 3: Συνολικός αριθμός θανάτων από πλημμύρες κατά Ευρωπαϊκό διαμέρισμα ανά δεκαετία

ΠΗΓΗ : Hoyois and Guha-Sapir, 2003

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε στις 23 Οκτωβρίου του 2007 την Οδηγία 2007/60/ΕΚ, για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, με σκοπό τη δημιουργία θεσμικού πλαισίου και τη λήψη μέτρων για τη μείωση των δυσμενών συνεπειών των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την οικονομία και τον πολιτισμό (άρθρο 1, 2007/60/ΕΚ).

Σύμφωνα με την Οδηγία, οι πλημμύρες μπορούν να προκαλέσουν θανάτους, μετακινήσεις πληθυσμών και ζημιές στο περιβάλλον, να θέσουν σε σοβαρό κίνδυνο την οικονομική δραστηριότητα και να υπονομεύσουν τις οικονομικές δραστηριότητες της Κοινότητας. Είναι φυσικά φαινόμενα που δεν μπορεί να προληφθούν. Υπάρχουν όμως κάποιες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η αύξηση των οικισμών στις περιοχές που κινδυνεύουν από πλημμύρες και η μείωση της φυσικής ικανότητας του εδάφους στην απορρόφηση των υδάτων καθώς επίσης και η αλλαγή του κλίματος, που αυξάνουν την πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρικών φαινομένων. Πρέπει, λοιπόν, να μειωθεί ο κίνδυνος των αρνητικών συνεπειών που συνδέονται με τις πλημμύρες, ιδίως στην ανθρώπινη υγεία και ζωή, στο περιβάλλον, στην πολιτιστική κληρονομιά, στην οικονομική δραστηριότητα και στις υποδομές. Για να είναι αποτελεσματικά τα μέτρα που απαιτούνται για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση των παραπάνω κινδύνων, πρέπει να συντονίζονται σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Η Οδηγία στο πλαίσιο της εφαρμογής της προβλέπει τρία στάδια για τη διαχείριση του φαινομένου της πλημμύρας από τα κράτη μέλη της Ε.Ε., την προκαταρκτική εκτίμηση του φαινομένου, τη δημιουργία χαρτών επικινδυνότητας και χαρτών κινδύνου πλημμύρας και, τέλος, την εκπόνηση σχεδίου διαχείρισης του κινδύνου πλημμύρας.

Η Κοινοτική Οδηγία 2007/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2007 για την «Αξιολόγηση και Διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας» ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με την ΚΥΑ 31822/1542/Ε103 (ΦΕΚ1108/Β/21/07/2010).

1.6 ΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η εκδήλωση πλημμυρικών γεγονότων στην Ελλάδα είναι, γενικώς, αποτέλεσμα της έντονης γεωγραφικής μεταβλητότητας των κλιματικών στοιχείων, σε συνδυασμό με τη συνύπαρξη ανεπτυγμένης ακτογραμμής και ορογραφίας. Συγκεκριμένα, η οροσειρά της Πίνδου ουσιαστικά αποτελεί ένα «υδρολογικό σύνορο», εφόσον η μέση ετήσια βροχόπτωση στη Δυτική Ελλάδα είναι της τάξης των 1800 mm, ενώ στην Ανατολική είναι περίπου 400 mm.

Ωστόσο, η παρατήρηση αυτή σχετικά με την ανομοιομορφία των βροχοπτώσεων δε συμβαδίζει με μία αντίστοιχη εκδήλωση πλημμυρικών γεγονότων στο ανατολικό και δυτικό μέρος της χώρας, καθώς οι πλημμύρες στα ανατολικά είναι πολύ συχνότερες. Αυτό συμβαίνει διότι στα ανατολικά (για παράδειγμα στην Αττική) συναντώνται μεγαλύτερα ποσοστά μέσου ετήσιου ύψους βροχής σε μία ημέρα από ό,τι στα δυτικά, που σημαίνει ότι σε πολλές περιοχές

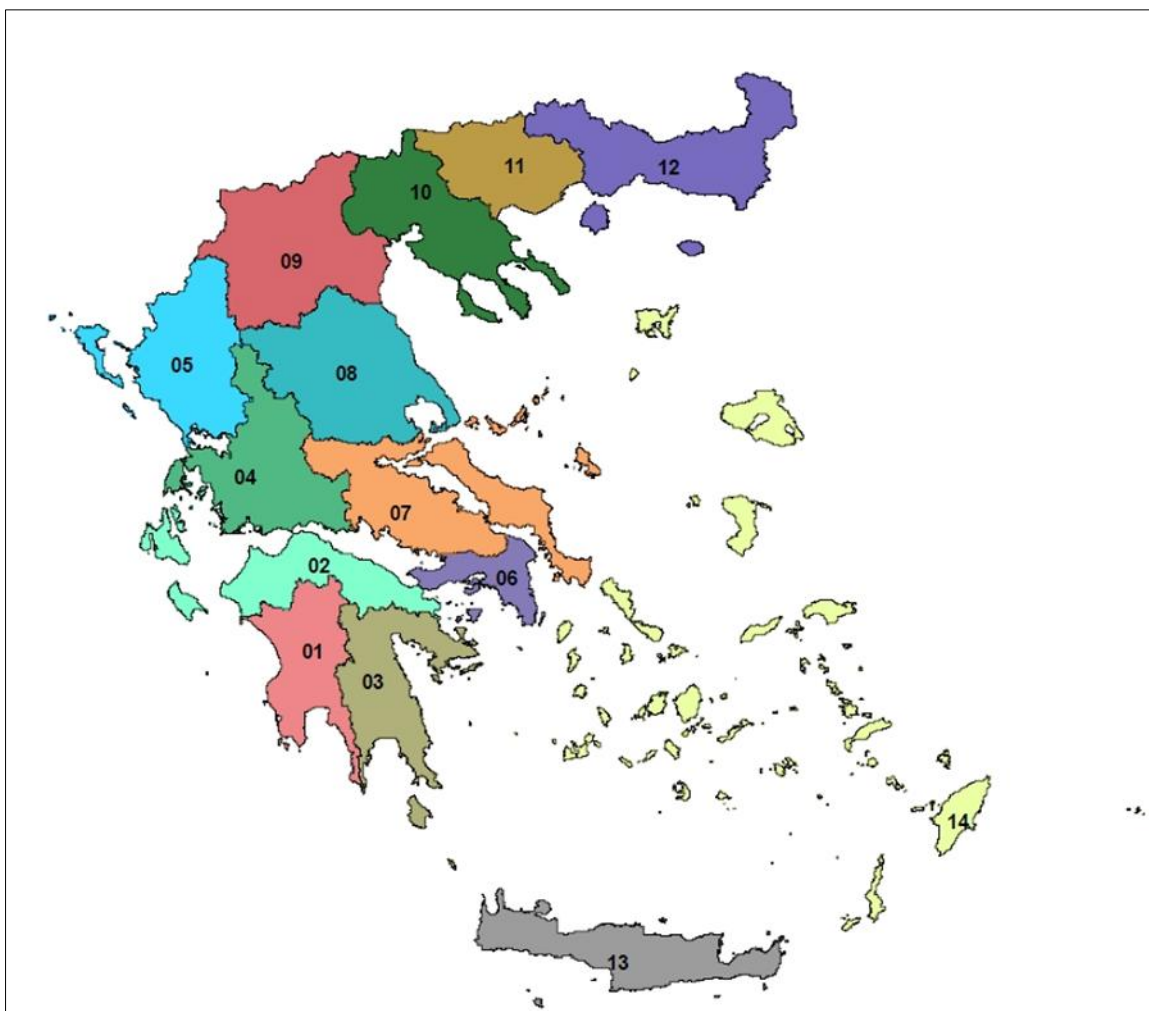
στα ανατολικά το ένα τέταρτο ή ακόμα και το μισό της ετήσιας βροχόπτωσης μπορεί να κατακρημνιστεί σε μία μόνο ημέρα (Koutsoyiannis et al., 2012). Επιπλέον, οι λεκάνες στα ανατολικά είναι μικρού μεγέθους και απότομες και έχουν, ως επί το πλείστον, εφήμερη ροή, άρα διευκολύνουν την ταχεία ύψωση του νερού και την εκδήλωση πλημμυρών. Εξάλλου, η πλημμύρα τις περισσότερες φορές προκαλείται, ειδικά στον ελλαδικό χώρο, από μεγάλα ύψη βροχής σε μικρό χρόνο. Έτσι, οι περισσότερες από τις πλημμύρες στην Ελλάδα προκαλούνται από εφήμερα ρεύματα λόγω ξαφνικών καταιγίδων και έχουν «αστραπιαία» δράση, για αυτό και ονομάζονται flash floods («αστραπιαίες» πλημμύρες).

Σε γενικές γραμμές, τα έντονα πλημμυρικά φαινόμενα παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της υγρής ή βροχερής περιόδου του έτους. Ο μήνας Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συχνότητα πλημμυρικών συμβάντων. Το γεγονός θεωρείται αναμενόμενο, διότι, κατά την διάρκεια αυτών των μηνών, η χώρα μας δέχεται την επίδραση αυξημένου αριθμού υφέσεων και, γενικότερα, οι συνθήκες στην κατώτερη ατμόσφαιρα ευνοούν την εξέλιξη καιρικών συστημάτων που αποδίδουν αυξημένα ποσά βροχής. Επιπλέον, ο μήνας Νοέμβριος είναι ο μήνας που παρουσιάζει τις μέγιστες τιμές έντασης βροχής 24ώρου (Στάθης, 2004).

Μικρότερος αριθμός πλημμυρικών γεγονότων παρατηρείται και κατά τη διάρκεια του θερμού εξαμήνου (Απρίλιος-Σεπτέμβριος), προερχόμενα από τη δράση των εαρινών καταιγίδων.

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας του ανάγλυφου και της διαφορετικότητας των χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής και στο πλαίσιο εφαρμογής της 2007/60/ΕΚ Οδηγίας και σύμφωνα με την αρ. 706/16/07/2010 Απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων καθορίστηκαν τα εξής 14 υδατικά διαμερίσματα (Χάρτης 1):

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 01. Δυτικής Πελοποννήσου | 08. Θεσσαλίας |
| 02. Βόρειας Πελοποννήσου | 09. Δυτικής Μακεδονίας |
| 03. Ανατολικής Πελοποννήσου | 10. Κεντρικής Μακεδονίας |
| 04. Δυτικής Στερεάς Ελλάδας | 11. Ανατολικής Μακεδονίας |
| 05. Ηπείρου | 12. Θράκης |
| 06. Αττικής | 13. Κρήτης |
| 07. Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας | 14. Νήσων Αιγαίου |



Χάρτης 1 : Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας

ΠΗΓΗ: wfd.ypeka.gr

Το πλημμυρικό πρόβλημα στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα οξύ στις πεδινές περιοχές ρεμάτων που διασχίζουν αστικές περιοχές με έντονη οικιστική ανάπτυξη. Όλο και περισσότερες περιοχές που τις προηγούμενες δεκαετίες ήταν δασικές ή αγροτικές μετατρέπονται σε αστικές, με αποτέλεσμα τη μεγάλη αύξηση των απορροών σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι οι κοίτες των ρεμάτων να μην επαρκούν για τη διοχέτευση των αυξημένων παροχών και να πλημμυρίζουν οι γειτονικές περιοχές.

Για πολλές δεκαετίες κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, η αστικοποίηση στην Ελλάδα σπάνια συνδυάστηκε με έργα αντιπλημμυρικής προστασίας. Αντίθετα, τα περισσότερα από τα φυσικά υδατορεύματα που βρίσκονταν σε αστικές περιοχές καλύφθηκαν από οδικό δίκτυο. Επιπλέον, υπάρχουν περιπτώσεις όπου κτίρια κατασκευάστηκαν παράνομα πάνω ή πολύ κοντά στις κοίτες των ρεμάτων. Ακόμη και ορισμένα από τα μεγαλύτερα ρέματα με μόνιμη ροή καλύφθηκαν και η κοίτη τους αντικαταστάθηκε από τεχνητά κανάλια, που δεν είχαν τη δυνατότητα μεταφοράς των υδάτων σε περιπτώσεις ακραίων πλημμυρικών φαινομένων. Για τους λόγους αυτούς, οι πιο

συχνές πλημμύρες στην Ελλάδα είναι οι αστικές. Κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα, οι θάνατοι εξ' αιτίας των αστικών πλημμυρών ξεπέρασαν τους 200. Αν και αυτός ο αριθμός είναι σχετικά χαμηλός σε σύγκριση με άλλες περιοχές σε όλο τον κόσμο, είναι πολύ μεγάλος, αν ληφθεί υπόψη η μικρή κλίμακα των λεκανών απορροής και τα μεγέθη των πλημμυρικών γεγονότων (Koutsoyiannis et al., 2012).

Οι ζημιές που προκαλούνται από τις πλημμύρες αναφέρονται σε σπίτια και καταστήματα, δρόμους και τεχνικά έργα, δίκτυα τηλεπικοινωνιών και ηλεκτρικού, επαγγελματικά και επιβατικά αυτοκίνητα, και φυσικά, οι πλέον σημαντικές είναι οι απώλειες ανθρώπινων ζώων.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται κάποιες σημαντικές πλημμύρες στον Ελλαδικό χώρο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Σημαντικές πλημμύρες στην Ελλάδα

ΠΗΓΗ: www.ypeka.gr, www.meteoclub.gr

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΣΗ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΘΑΝΑΤΟΙ
5/7/1907	ΤΡΙΚΑΛΑ	1200 κατεστραμμένα σπίτια/6000 άστεγοι από ορμητικό κύμα που προκλήθηκε στον ποταμό Ληθαίο.	100 περίπου
4/11/1924	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	Δρόμοι και πλατείες σκάφτηκαν σε βάθος 2 μέτρων. Ζημιές 200 εκατομμύρια δρχ.	15
28/11/1928	ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	Πάνω από 200 σπίτια κατέρρευσαν, αρδευτικά έργα καταστράφηκαν, το ξεχείλισμα του Πηνειού κατέστρεψε εξ' ολοκλήρου τη γεωργική παραγωγή και παρέσυρε τα αντιπλημμυρικά έργα. Στο Γύθειο το 30% της ελαιοπαραγωγής καταστράφηκε, στη Σπάρτη διεκόπη η λειτουργία της γραμμής Αθηνών – Πελοποννήσου, αφού εκτροχιάστηκε αμαξοστοιχία μεταξύ Ζευγολατιού - Τεμένης.	10
20/11/1932	ΚΡΗΤΗ	Μεγάλες εκτάσεις αμπελώνων και χιλιάδες δέντρα ξεριζώθηκαν. Πολλά σπίτια κατέρρευσαν και αρκετά αρδευτικά έργα καταστράφηκαν. Πολλά ζώα πνίγηκαν και καταστράφηκε η γέφυρα της Πέτρας.	-
20/11/1976	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Πολλά σπίτια πλημμύρισαν, 300 οικογένειες μεταφέρθηκαν σε Γυμνάσια για προστασία.	-
23/11/1976	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Τα προστατευτικά αναχώματα του χειμάρρου του Δενδροποτάμου κατέρρευσαν, 440 κάτοικοι του Επταλόφου και της Μενεμένης εγκατέλειψαν τα σπίτια τους.	-

29/10/1978	ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	Πλημμύρισαν όλες οι δυτικές συνοικίες της Θεσσαλονίκης, ενώ οι υπόλοιποι νομοί υπέστησαν μεγάλες καταστροφές. Οι συγκοινωνίες διακόπηκαν για 2 μέρες στη Δυτική Μακεδονία.	1
19/11/1979	ΜΑΖΙΚΗ ΚΑΚΟΚΑΙΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	Οι βροχές έσπασαν το φράγμα του ποταμού Άγρα στην Έδεσσα και στο Λιποχώρι και την περιφερειακή διώρυγα Βερμίου στο 66ο χλμ. της οδού Θεσσαλονίκης-Βέροιας, παρέσυραν αναχώματα, γκρέμισαν γέφυρες (Ημαθία, οδικές γέφυρες Αγίας Μαρίνας, Τριποτάμου, Πολλά Νερά). Πλημμύρισαν πολλά χωριά, έγινε καθίζηση στον εθνικό δρόμο κοντά στην περιφέρεια Τάφρο της Ημαθίας. 60.000 στρέμματα γης πλημμύρισαν και 4.000 άνθρωποι έμειναν άστεγοι. Πολλά σπίτια κατέρρευσαν, 5.000 στρέμματα πλημμύρισαν στην πεδιάδα της Πέλλας. Γενικευμένες ζημιές σε όλο το επαρχιακό δίκτυο.	5
27/10/1980	ΘΕΣ/ΚΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ	8.000 στρέμματα βαμβάκι και καλαμπόκι καθώς και πολλά σπίτια και καταστήματα πλημμύρισαν, ενώ πολλά ποιμνιοστάσια παρασύρθηκαν.	-
18/11/1982	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΑΡΤΑ	Πλημμύρισαν τεράστιες αγροτικές εκτάσεις καθώς και 150 σπίτια, καταστήματα και αποθήκες. Κατέρρευσε μία γέφυρα στο δρόμο Άρτας - Θεοδωριανών.	-
18/11/1983	ΜΕΣΣΗΝΙΑ	3 σπίτια κατέρρευσαν, ενώ πολλά πλημμύρισαν από τους χειμάρρους. Οι συγκοινωνίες διακόπηκαν, καταστράφηκαν μεγάλες ποσότητες λαδιού καθώς και αγροτικές καλλιέργειες.	-
22/11/1985	ΛΑΡΙΣΑ	Πλημμύρισαν πολλά σπίτια.	2
24/11/1985	ΔΥΤ. ΠΕΛ/ΣΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Από τα νερά του Νέδα πλημμύρισαν 500 στρέμματα με θερμοκήπια και πνίγηκε σημαντικός αριθμός ζώων. Στον Πύργο ο υποσταθμός της ΔΕΗ καταστράφηκε ολοσχερώς, ενώ στη Θεσσαλονίκη πολλά σπίτια πλημμύρισαν και 10 χαρακτηρίστηκαν ακατοίκητα. Διακόπηκαν οι συγκοινωνίες, επίσης κατέρρευσε γέφυρα μήκους 15 μέτρων στην παλαιά εθνική οδό Κιλκίς-Θεσσαλονίκης.	-
30/10/1986	ΤΡΟΙΖΗΝΙΑ	Καταστράφηκαν καλλιέργειες, παρασύρθηκαν πολλά ζώα και πνίγηκαν από τους χειμάρρους.	-
4/11/1986	ΗΛΕΙΑ	Δεκάδες σπίτια και καταστήματα πλημμύρισαν.	-

5/11/1986	ΑΜΑΛΙΑΔΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑ	Πλημμύρισαν πάνω από 80 σπίτια και καταστήματα. Χιλιάδες στρέμματα πλημμύρισαν.	-
23/3/1987	ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΦΘΙΩΤΙΔΑ ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ	Από τις μεγαλύτερες καιρικές καταστροφές όλων των εποχών για τη Θεσσαλία, αφού πλημμύρισαν συνολικά 80.000 στρέμματα σιταριού, τεύτλων, καθώς και πολλά σπίτια και καταστήματα κυρίως στη Λάρισα και στη Θεσσαλονίκη, ενώ κατέρρευσε τμήμα γέφυρας που βρισκόταν στο 24ο χλμ. της παλιάς εθνικής οδού Έδεσσας - Φλώρινας.	10
22/11/1989	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ	Μεγάλες ρωγμές υπέστη ο δρόμος Ρόδου-Λίνδου. Επίσης, κατέρρευσαν δεκάδες γεφύρια, ενώ στο χωριό Αρχάγγελος πλημμύρισε το 60% των σπιτιών.	-
24/8/1990	ΦΘΙΩΤΙΔΑ ΑΧΑΪΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΕΥΒΟΙΑ	Πλημμύρισαν δεκάδες σπίτια και καταστήματα. Επίσης, η μοναδική γέφυρα του χειμάρρου που βρισκόταν κοντά στα Καλάβρυτα κατέρρευσε.	5
29/10/1990	ΠΕΛ/ΣΟΣ	Πλημμύρισαν σπίτια και καταστήματα, ενώ επίσης καταστράφηκαν αρκετές καλλιέργειες.	1
16/11/1990	ΑΡΓΟΛΙΔΑ	Από τη θεομηνία σε μερικές περιοχές το ύψος του νερού έφτασε τα 2.5 μέτρα, προκλήθηκαν κατολισθήσεις σε αρκετές σιδηροδρομικές γραμμές, ενώ καταστράφηκαν ολοσχερώς 3 γέφυρες. Άστεγοι έμειναν 100 άνθρωποι και πλημμύρισαν πολλά σπίτια και καταστήματα.	-
7/11/1991	ΜΕΣΣΗΝΙΑ	Πλημμύρισαν δεκάδες σπίτια και καταστήματα καθώς και γεωργικές εκτάσεις στα περίξ της πόλης.	-
13/11/1992	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	Διακόπηκαν για πολλές ώρες οι οδικές και σιδηροδρομικές συγκοινωνίες, καταστράφηκαν πολλές καλλιέργειες.	-
19/11/1992	ΚΑΒΑΛΑ	Μέσα σε μισή ώρα ΙΣΟΠΕΔΩΘΗΚΕ η περιοχή, καταστράφηκαν 40 αυτοκίνητα, ενώ κατέρρευσαν πολλά σπίτια. Το οδικό δίκτυο καταστράφηκε κατά το 70%.	4
21/11/1993	ΜΕΣΣΗΝΙΑ ΛΑΚΩΝΙΑ	Καταστράφηκαν δρόμοι, γκρεμίστηκαν γεφύρια, πλημμύρισαν σπίτια και καταστήματα. Ζημιές υπέστη η ζωική παραγωγή. Σημαντικές βλάβες προκλήθηκαν στα δίκτυα του ΟΤΕ και της ΔΕΗ.	-

16/1/1994	ΚΡΗΤΗ	Μεγάλες υλικές ζημιές σε σπίτια, βιοτεχνίες, αγροκαλλιέργειες, στο οδικό δίκτυο και στο δίκτυο του ΟΤΕ και της ΔΕΗ (συνολικά το ύψος των ζημιών ανήρθε σε τουλάχιστον 2 δις δρχ.).	-
20/10/1994	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ	Πλημμύρισαν εντελώς πολλά χωριά και καταστράφηκε τμήμα του δρόμου της Εθνικής οδού Ρόδου-Λίνδου.	4
22/10/1994	ΘΕΣΣΑΛΙΑ	Βαμβακοκαλλιέργειες καταστράφηκαν, εκατοντάδες αιγοπρόβατα πνίγηκαν, σπίτια κατέρρευσαν, ενώ δεκάδες άλλα μαζί με καταστήματα υπέστησαν σημαντικές ζημιές και μερικά χαρακτηρίστηκαν μη κατοικήσιμα.	1
01/1995	ΤΡΙΚΑΛΑ		
12/1995	ΠΕΙΡΑΙΑΣ		
27/01/1996	ΑΤΤΙΚΗ	Το Θριάσιο Πεδίο μετατράπηκε σε απέραντη λίμνη, με μεγάλες ζημιές σε βιομηχανίες, κτηνοτροφικές μονάδες, καλλιέργειες και κατοικίες.	2
12/01/1997	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	Πλημμύρισε ο χείμαρρος Ξηριάς με τεράστιες ζημιές στις υποδομές, τα σπίτια και τις επιχειρήσεις της πόλης.	
12/01/1997	ΦΘΙΩΤΙΔΑ	Από την υπερχείλιση του Σπερχειού, πάνω από 100.000 στρέμματα πλημμύρισαν και έξι γέφυρες κατέρρευσαν.	
19/11/2000	ΑΘΗΝΑ-ΚΟΡΙΝΘΟΣ		1
14/01/2001	ΚΟΡΙΝΘΟΣ		11
29/11/2001	ΣΑΜΟΣ		
07/11/2002	ΑΘΗΝΑ		
13/12/2002	ΖΑΚΥΝΘΟΣ		
27/12/2002	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ		
25/01/2003	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ		
02/02/2003	ΑΧΑΪΑ		
18/02/2005	ΕΒΡΟΣ		1
08/10/2006	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ		
16/11/2007	ΕΒΡΟΣ		2
14/02/2010	ΕΒΡΟΣ		

1.7 ΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Μερικά από τα πιο καταστροφικά γεγονότα έχουν συμβεί στην μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας. Της Αθήνας που απλώνεται πάνω από τη λεκάνη του ποταμού Κηφισού (381 km²). Η λεκάνη περιβάλλεται από τρία μεγάλα βουνά (Πάρνηθα, Πεντέλη, Υμηττό), που ευνοούν τη δημιουργία ορογραφικών καταιγίδων. Η αστικοποίηση της ευρύτερης περιοχής είναι απόλυτα συνδεδεμένη με σημαντικά ιστορικά γεγονότα, ξεκινώντας από τη Μικρασιατική καταστροφή το 1922. Τότε, σχεδόν 250.000 πρόσφυγες μετακόμισαν στην περιοχή της Αττικής. Προκειμένου να χειριστεί το πρόβλημα της παροχής στέγης για τους πρόσφυγες, το κράτος στράφηκε στην κατασκευή κτιρίων χωρίς τον απαραίτητο προγραμματισμό για υποδομές. Αυτό το πρώτο κύμα αστικοποίησης στρεφόταν μόνο σε «παρθένες» περιοχές, όπως το δυτικό τμήμα της Αττικής και τους πρόποδες της Πάρνηθας και του Υμηττού. Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, η ταχεία και ανεξέλεγκτη αστικοποίηση συνεχίστηκε, ως αποτέλεσμα νέων κυμάτων κατοίκων που έφτασαν στην Αθήνα μετά το τέλος του εμφυλίου πολέμου (1945-1949). Αυτή τη στιγμή, η δομημένη περιοχή της λεκάνης του Κηφισού ποταμού ανέρχεται σε 70% της συνολικής της έκτασης και φιλοξενεί περισσότερα από τρία εκατομμύρια ανθρώπους. Επιπλέον, μεγάλο μέρος από τις μη-αστικοποιημένες περιοχές της λεκάνης είναι υποβαθμισμένο λόγω της αποψίλωσης των δασών (Koutsoyiannis et al., 2012).



Εικόνα 3 : Πλημμύρες Αθήνας 2014

ΠΗΓΗ:www.902.gr

Στον πίνακα 4 που ακολουθεί βλέπουμε κάποια σημαντικά πλημμυρικά γεγονότα στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας.

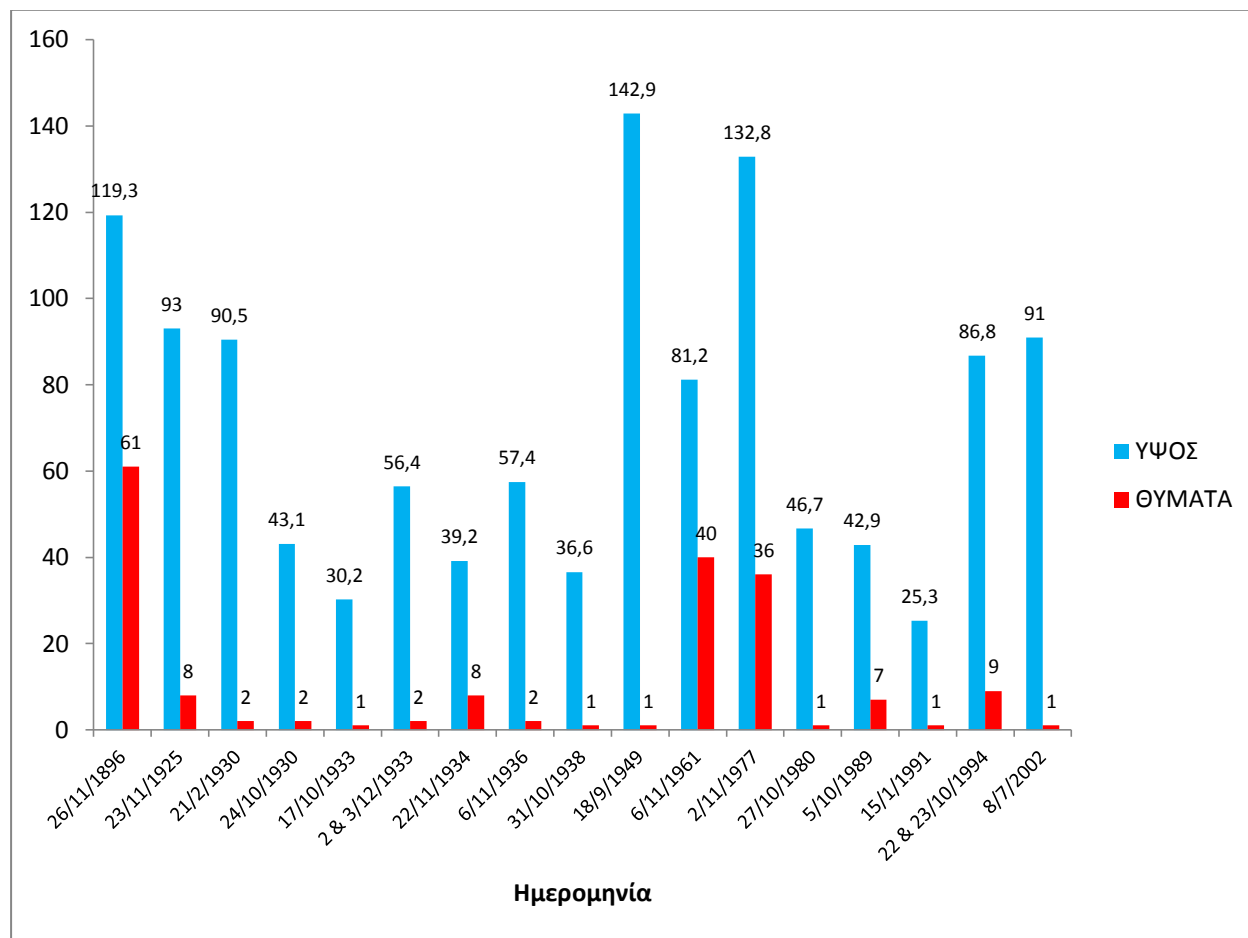
Πίνακας 4 : Σοβαρές ιστορικές πλημμύρες στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας

ΠΗΓΗ : Καρύμπαλης κ.α.,2007

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (Αστεροσκοπείο)	ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΘΥΜΑΤΑ
26-11-1896	119.3 mm	Μοσχάτο, Ρέντης	61
18-11-1899	150.2 mm	Παραλιακές γέφυρες Κηφισού και Ιλισού	
23-11-1925	93.0 mm	Καμίνια, Π.Κοκκινιά και περιοχές του Αγίου Ελευθερίου στον Πειραιά	8
5-11-1928	9.1 mm	Δραπετσώνα και περιοχή Ποντίων στον Πειραιά	
21-2-1930	90.5 mm	Περιφέρεια Αθηνών	2
24/26-10-1930	43.1 mm & 23.0 mm	Νέα Ιωνία, Κολωνός, Σεπόλια , Κυψέλη	2
17-10-1933	30.2 mm	Παλαιά Σφαγεία, Ζωγράφου, οδός Βουλιαγμένης	1
2/3-12-1933	Αθροιστικά 56.4 mm	Καστέλα, Καλλιόπολη, Δραπετσώνα, Παλιά Κοκκινιά, Καμίνια, Μεταμόρφωση περιοχή Αγίας Σωτήρας	2
6-2-1934	60.6 mm	Π.Κοκκινιά, Γούβα, Καμίνια, Πηγάδα	
22-11-1934	39.2 mm	Περιστερί, Πυριτιδοποιείο (Αιγάλεω), Μενίδι, Καστέλα, Ποδηλατοδρόμιο, Ταμπούρια, Π. Κοκκινιά, Δραπετσώνα, Ν. Φάληρο, Μοσχάτο. Ζημιές στο εργοστάσιο Ηλεκτρισμού στο Νέο Φάληρο και κατάρρευση της γέφυρας των εκβολών του Κηφισού ποταμού.	8
31- 1-1936	11.6 mm	Ν.Κοκκινιά, Π.Κοκκινιά, Καμίνια, Μεταμόρφωση, Δραπετσώνα, Ν.Φάληρο, Άγιος Διονύσιος, Αγία Σοφία	
6-11-1936	57.4 mm	Κερατσίνι, Παλιά Σφαγεία, Τζίτζιφιές και Παλαιό Φάληρο	2
18-10-1937	61.9 mm	Τζίτζιφιές	
31-10-1938	36.6 mm	Πατήσια, Νέα Ιωνία, Γαλάτσι και Κυψέλη	1
18- 9-1949	142.9 mm	Ιλίσια, Ζωγράφου, Ν.Κόσμος, Ν.Σφαγεία, Πετράλωνα, Καλλιθέα, Αμπελόκηποι, Καλογρέζα, Ν.Ιωνία, Αγία Παρασκευή, Χολαργός, Καμίνια	1

6-11-1961	81.2 mm	Ταύρος, Αιγάλεω, Μπουρνάζι, Περιστερί, Ίλιον, Άγιοι Ανάργυροι, Κερατσίνι, Καμίνια, Δραπετσώνα, Παλιά Κοκκινιά, Κορυδαλλός, Νέο Φάληρο, Μοσχάτο, Άγιος Ιωάννης Ρέντης και Τζιτζιφιές	40
19- 2-1965	49.5 mm	Τζιτζιφιές, Περιστερί, Αιγάλεω, Μοσχάτο, Φάληρο	
2-11-1977	132.8 mm	Νέο Φάληρο, Μοσχάτο, Καμίνια, Κερατσίνι, Κορυδαλλός, Νίκαια, Αιγάλεω, Περιστερί, Ταύρος, Τζιτζιφιές	36
28-10-1978	64.5 mm	Παλαιό Φάληρο, Άλιμος, Άγιος Δημήτριος, Θησείο, Νέα Ιωνία, Νέα Χαλκηδόνα, Άγιοι Ανάργυροι	
7-10-1980	15.0 mm	Ίλιον, Πετρούπολη, Άγιοι Ανάργυροι, Περιστερί, Ανθούπολη, Νέα Φιλαδέλφεια	
27-10-1980	46.7 mm	Χολαργός, Αγία Παρασκευή, Χαλάνδρι, Φιλοθέη, Παλαιό Ψυχικό, Νέα Ιωνία, Ίλιον, Καματερό	1
27-10-1986	27.6 mm	Αιγάλεω, Περιστερί, Ίλιον, Νέα Ιωνία, Νέο Ηράκλειο, Μαρούσι, Κηφισιά, Ιλίσια, Νέο Φάληρο, Καλλιόπολη, η Αγία Σοφία (Πειραιά) και το Πασαλιμάνι	
4-11-1986	11.8 mm	Νέα Ιωνία, Ιλίσια και Αγία Παρασκευή	
12-11-1987	24.7 mm	Γλυφάδα, Βούλα, Περιστερί, Πετρούπολη, Άνω Λιόσια, Μαραθώνας	
25- 2-1988	38.0 mm	Περιστερί, Μπουρνάζι, Ίλιον, Ταύρος, Μαραθώνας	
5-10-1989	42.9 mm	Όλα τα Βόρεια Προάστια	7
15- 1-1991	25.3 mm	Ηλιούπολη	1
8-11-1991	12.0 mm	Βούλα, Γλυφάδα, Άλιμος, Ελληνικό, Παλλήνη, Παιανία. Ιδιαίτερα προβλήματα αντιμετώπισε ο Ανατολικός Αερολιμένας Αθηνών.	
21-11-1993	33.8 mm	Γλυφάδα, Βούλα, Βουλιαγμένη και Βάρη	
21/22-10-1994	42.1 mm & 44.7 mm	Νέα Ιωνία, Νέα Φιλαδέλφεια, Νέα Χαλκηδόνα και Άνω Λιόσια	9
8- 7-2002	91.0 mm	Μοσχάτο, Νοσοκομείο Σωτηρία και σταθμός Λαρίσης	1
18- 8-2002	51.5 mm		
3- 9-2002	46.9 mm	Μενίδι, Ίλιον, Νέα Ιωνία, Περισσός, Άγιος Ιωάννης Ρέντης	
7-11-2002	78.6 mm	Μοσχάτο, Λαχαναγορά και ο Άγιος Ιωάννης Ρέντης	
22-10-2007	33.0 mm	Δυτικά και νότια προάστια του Λεκανοπεδίου	

Στο ακόλουθο διάγραμμα 4 φαίνονται οι ημερομηνίες των πλημμυρών που προκάλεσαν ανθρώπινα θύματα στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας, ο αριθμός των θυμάτων καθώς και το ημερήσιο ύψος βροχής.



Διάγραμμα 4 : Πλημμύρες που προκάλεσαν ανθρώπινα θύματα στο Λεκανοπέδιο Αττικής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση τόσο των φυσικών όσο και των ανθρωπογενών αιτιών εκδήλωσης πλημμυρικών γεγονότων στη λεκάνη απορροής του ρέματος της Γιαννούλας και, κυρίως, στον κάτω ρου του ποταμού στην περιοχή του Θριάσιου πεδίου.

Αρχικά, αναζητήθηκαν τα κυριότερα πλημμυρικά επεισόδια που έπληξαν την ευρύτερη περιοχή του Θριάσιου πεδίου τις τελευταίες δεκαετίες. Συντάχθηκε ένας κατάλογος πλημμυρών με όσο περισσότερα στοιχεία ήταν διαθέσιμα όπως ημερομηνία, ύψος βροχής και αριθμός ανθρώπινων θυμάτων (σε περίπτωση που υπήρχαν). Στις πλημμύρες του Θριάσιου πεδίου το ρέμα Γιαννούλας θεωρείται ότι παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς είναι ένα από τα υδρογραφικά δίκτυα που καταλήγουν στο δυτικό τμήμα της πεδινής περιοχής. Η αναζήτηση των πλημμυρικών συμβάντων του Θριάσιου πεδίου έγινε στον ημερήσιο τύπο, στο διαδίκτυο, αλλά και σε επιστημονικές δημοσιεύσεις που αφορούν την ευρύτερη περιοχή.

Για τους σκοπούς της εργασίας δημιουργήθηκε μια ψηφιακή χωρική βάση δεδομένων σε περιβάλλον ΣΓΠ με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS10. Τα δεδομένα αντλήθηκαν από αναλογικούς χάρτες και οργανώθηκαν σε θεματικά επίπεδα. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν ο τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) που καλύπτει τη λεκάνη απορροής του χειμάρρου και, συγκεκριμένα, το φύλλο ΑΘΗΝΑ-ΕΛΕΥΣΙΣ, το αντίστοιχο φύλλο του γεωλογικού χάρτη έκδοσης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), αεροφωτογραφίες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού κλίμακας 1:33000 έτους λήψης 1996 καθώς και χάρτης κάλυψης γης από προηγούμενες επιστημονικές εργασίες για την περιοχή. Οι αναλογικοί αυτοί χάρτες καθώς και οι αεροφωτογραφίες γεωαναφέρθηκαν σε κοινό γεωγραφικό σύστημα συντεταγμένων και (ΕΓΣΑ87) με το μικρότερο δυνατό σφάλμα γεωαναφοράς και ψηφιοποιήθηκαν διάφορα δεδομένα που κρίθηκαν απαραίτητα για τη μελέτη. Από τον τοπογραφικό χάρτη ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες ανά 20 m, το υδρογραφικό δίκτυο και τα υψομετρικά σημεία της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης απορροής. Οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου αριθμήθηκαν σε τάξεις σύμφωνα με το σύστημα αρίθμησης του Strahler (1957). Μετά την αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, χαράχθηκαν οι λεκάνες απορροής κάθε κλάδου και έγινε η αντίστοιχη αρίθμηση των λεκανών απορροής. Η χάραξη των λεκανών απορροής κρίθηκε αναγκαίο να γίνει με ψηφιοποίηση, λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία της περιοχής, όπως απεικονίζεται από τις ισοϋψείς καμπύλες. Από το γεωλογικό χάρτη ψηφιοποιήθηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί και τα ρήγματα της περιοχής της λεκάνης

απορροής. Οι καλύψεις γης, που είναι σημαντικό στοιχείο για τη διερεύνηση του ρόλου των ανθρωπογενών επεμβάσεων στη λεκάνη και κυρίως στην ευρύτερη περιοχή του κάτω ρου και των εκβολών του ρέματος, αντλήθηκαν από πρόσφατες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στην ευρύτερη περιοχή του Θριάσιου. Για την περιοχή του Ανατολικού Θριάσιου πεδίου και εκατέρωθεν της κεντρικής κοίτης, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του ΟΠΕΚΕΠΕ (Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων), του ΥΠΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων), Ενότητες Ελέγχου (ilots) 2008.

Μια από τις φυσικές αιτίες πλημμυρών είναι η οργάνωση του υδρογραφικού δικτύου. Για τη διερεύνηση της οργάνωσης του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας εφαρμόστηκαν οι τρεις νόμοι του Horton (1945). Η εφαρμογή των νόμων έγινε κυρίως για τη διερεύνηση των τιμών των λόγων διακλάδωσης καθώς και των λόγων μήκους και εμβαδού μεταξύ των διαδοχικών τάξεων. Επιπλέον, εκτιμήθηκε ο αριθμός, το μήκος και το αντίστοιχο εμβαδόν των εκτάσεων που αποστραγγίζουν κλάδοι κάθε τάξης που απορρέουν άμεσα σε κλάδους μεγαλύτερων τάξεων. Για την αναζήτηση των μεγαλύτερων ανωμαλιών υπολογίστηκαν τα αντίστοιχα ποσοστά στο σύνολο των κλάδων και των λεκανών κάθε τάξης.

Μια από τις βασικές αιτίες αύξησης της παροχής στις κεντρικές κοίτες των υδρογραφικών δικτύων είναι η απότομη μεταβολή της κλίσης της κοίτης. Για την αναζήτηση περιοχών αλλαγής της μορφολογικής κλίσης, σχεδιάστηκαν τα επιμήκη προφίλ τόσο της κεντρικής κοίτης του ρέματος όσο και των κυριότερων παραποτάμων του. Εκτιμήθηκε η % κλίση κατά μήκος της διαδρομής τους και τα ρέματα διαιρέθηκαν σε επιμέρους τμήματα.

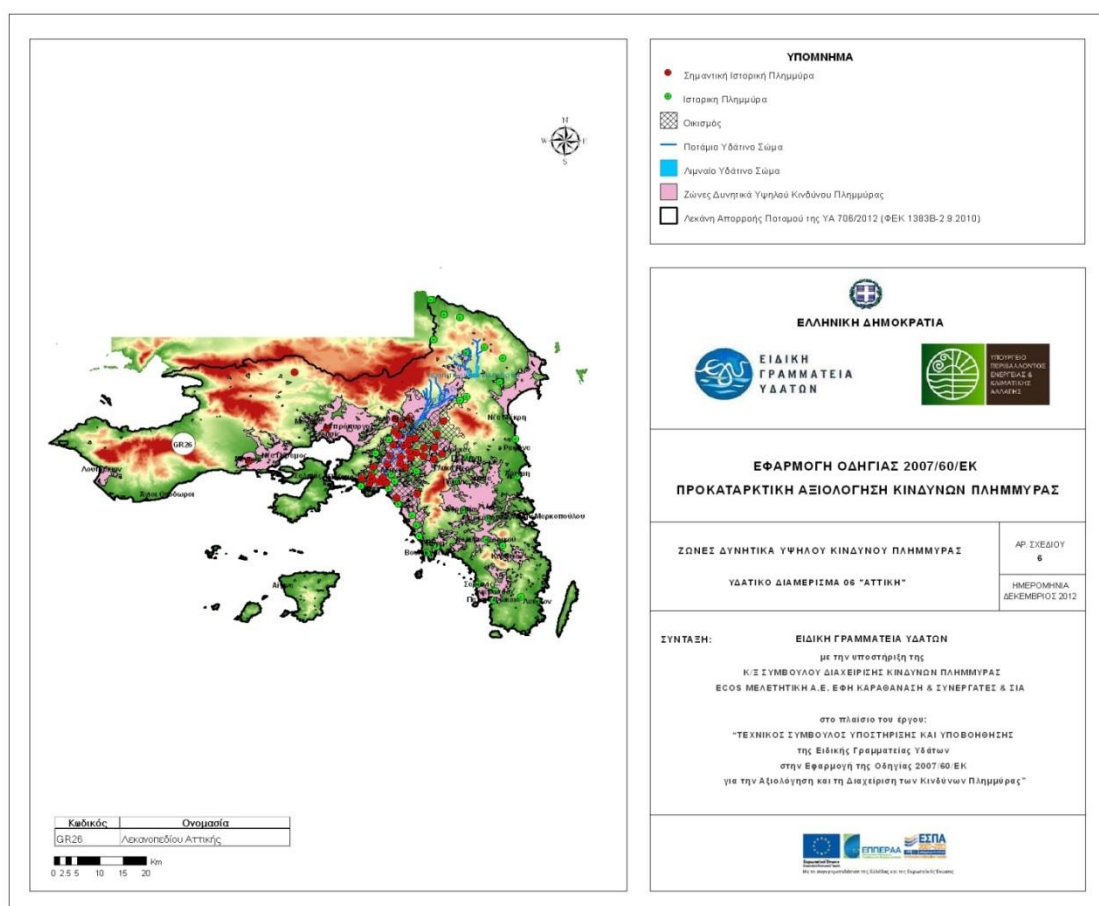
Πέραν της μελέτης των φυσικών αιτιών εκδήλωσης πλημμυρών αναζητήθηκαν και οι ανθρωπογενείς αιτίες. Για το σκοπό αυτό έγινε επιτόπια έρευνα στην περιοχή με σκοπό τη φωτογράφιση, καταγραφή και αποτύπωση των ανθρωπογενών επεμβάσεων κατά μήκος της κεντρικής, κυρίως, κοίτης του ρέματος και ιδιαίτερα στον κάτω ρου του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΘΡΙΑΣΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

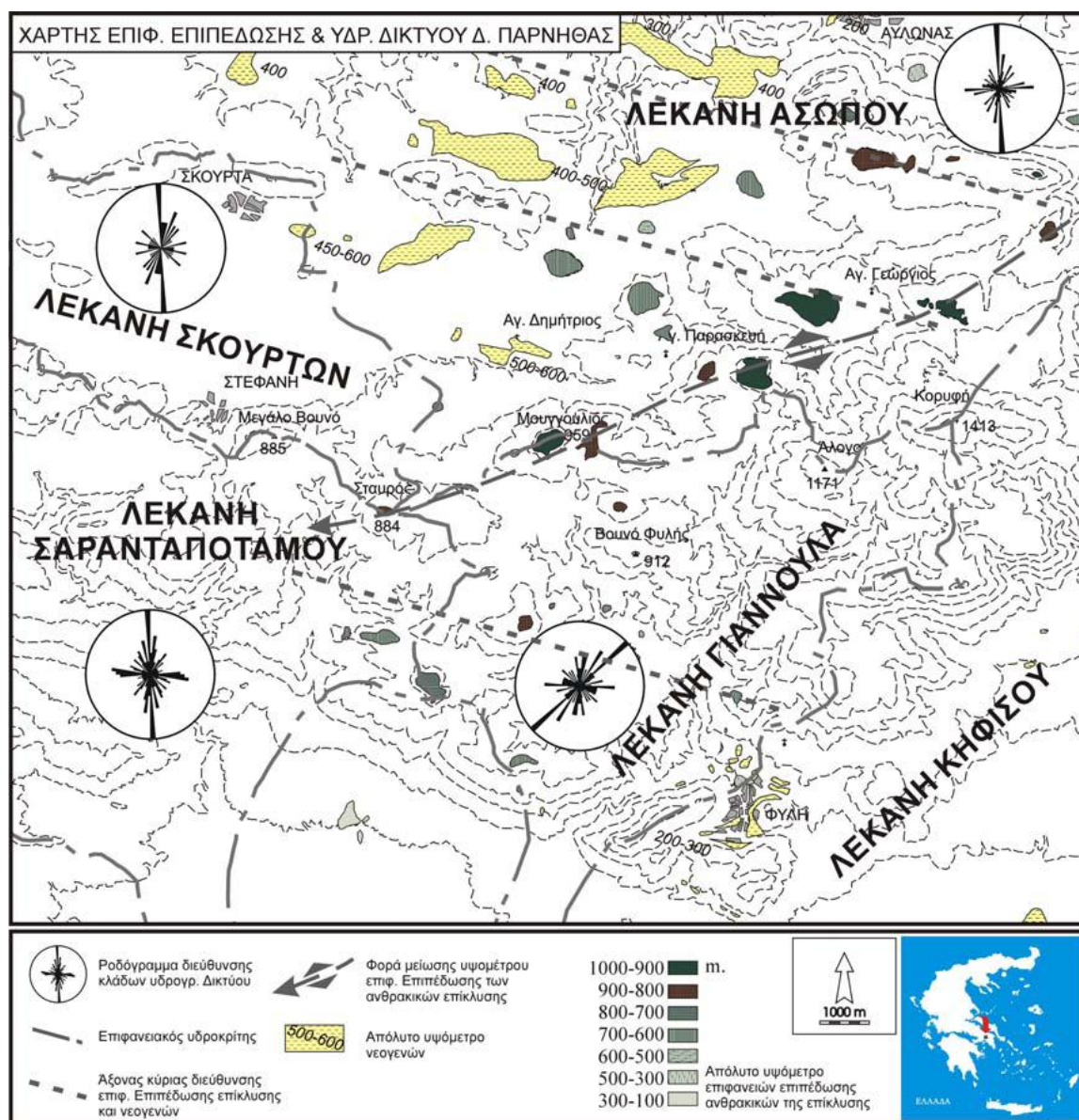
Το Θριάσιο Πεδίο είναι πεδιάδα της Δυτικής Αττικής. Οριοθετείται από το Όρος Πατέρας στα δυτικά, την Πάρνηθα στα βόρεια και το Ποικίλο και Αιγάλεω Όρος στα νοτιοανατολικά. Στο νότο βρέχεται από τον Κόλπο της Ελευσίνας. Οφείλει την ονομασία του στον αρχαίο αττικό Δήμο Θρίας, που τοποθετείται στη σημερινή θέση της πόλης του Ασπροπύργου. Σήμερα, η περιοχή αποτελεί μια από τις σημαντικότερες βιομηχανικές περιοχές της χώρας, αντιμετωπίζοντας σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα κυριότερα αστικά κέντρα της περιοχής είναι η Ελευσίνα, ο Ασπρόπυργος, η Μάνδρα και η Μαγούλα. Η υδρολογική λεκάνη του έχει έκταση περίπου 480 km² και ορίζεται από τα όρη Πατέρας, Πάρνηθα και Αιγάλεω. Η περιοχή του Θριάσιου πεδίου αποτελεί τμήμα του υδατικού διαμερίσματος της Αττικής (GR06) βάσει της 2007/60/ΕΚ Οδηγίας (Εικόνα 4)



Εικόνα 4 : Υδατικό Διαμέρισμα 06 ΑΤΤΙΚΗ

ΠΗΓΗ : www.ypeka.gr

Το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής αποτελείται από τον Σαρανταπόταμο δυτικά, το ρ. Γιαννούλας νότια, τον Βοιωτικό Ασωπό βόρεια με την κλειστή καρστική λεκάνη των Σκούρτων και τον Κηφισό ανατολικά.



Χάρτης 2 : Χάρτης επιφανειακής επιπέδωσης και υδρογραφικού δικτύου Δ.Πάρνηθας

ΠΗΓΗ : Μαρτιολάκος, 2001

Την περιοχή αυτή διαρρέουν πολλά ρέματα, μεταξύ των οποίων τα σημαντικότερα από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά είναι: το ρ. Αγ. Γεωργίου ή Γιαννούλας (με συμβάλλοντα το ρ. Μαύρης Ώρας και Δυλιστηρίων), το ρ. Αγ. Ιωάννου, ο χ. Σαρανταπόταμος, με συμβάλλοντα (τα ρ. Μικρό και Μεγάλο Κατερίνη) και το ρ. Σούρες, (με συμβάλλοντα τα ρ. Αγ. Αικατερίνης και ρ. Λούτσας).

Τα ρέματα αυτά καταλήγουν στη στενή παραλία Ασπροπύργου-Ελευσίνας μήκους περίπου 8,00 km και συγκεκριμένα, στο τμήμα από το ύψος των Κρατικών Διωλιστηρίων Ασπροπύργου μέχρι τα Διωλιστήρια Λάτση.

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

Τα σημαντικότερα προβλήματα όμως παρουσιάζονται στα τελευταία τμήματα των ρεμάτων, δηλαδή στις εκβολές. Στα τμήματα αυτά δεν υπήρχε πάντοτε σαφής κοίτη, αλλά κατά την διάρκεια πλημμυρών τα ρέματα κατελάμβαναν δίκην δέλτα μια μεγάλη σχετικά έκταση.

Σήμερα, οι εκβολές προς τη θάλασσα όλων των χειμάρρων, με μόνη εξαίρεση το Σαρανταπόταμο, λόγω της έντονης δόμησης που αναπτύχθηκε μετά το 1950, έχουν εξαφανιστεί, με αποτέλεσμα τα πλημμυρικά νερά να μην έχουν διέξοδο και να προκαλούν τα γνωστά προβλήματα (π.χ. ο χ. Αγ. Ιωάννη στην Ν.Ε.Ο στην περιοχή της Χαλυβουργικής, ο Χ.Γιαννούλας στα Κρατικά Διωλιστήρια Ασπροπύργου κλπ.)

Μικρότερα ρέματα αλλά όχι ασήμαντα, καθώς διέρχονται μέσα από την αστική περιοχή του Ασπροπύργου, είναι τα ρέματα Γουρούνας και Αλατζά. Το ρέμα Γουρούνας έχει σαφώς διαμορφωμένη κοίτη, ακόμα και στο μεγαλύτερο μήκος του πεδινού τμήματός του και εκβάλλει στη θάλασσα, στο ύψος του οικοπέδου της NISSAN. Το ρέμα Αλατζά έχει διαμορφωμένη κοίτη μέχρι το ύψος της σιδηροδρομικής γραμμής.

3.2 ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ

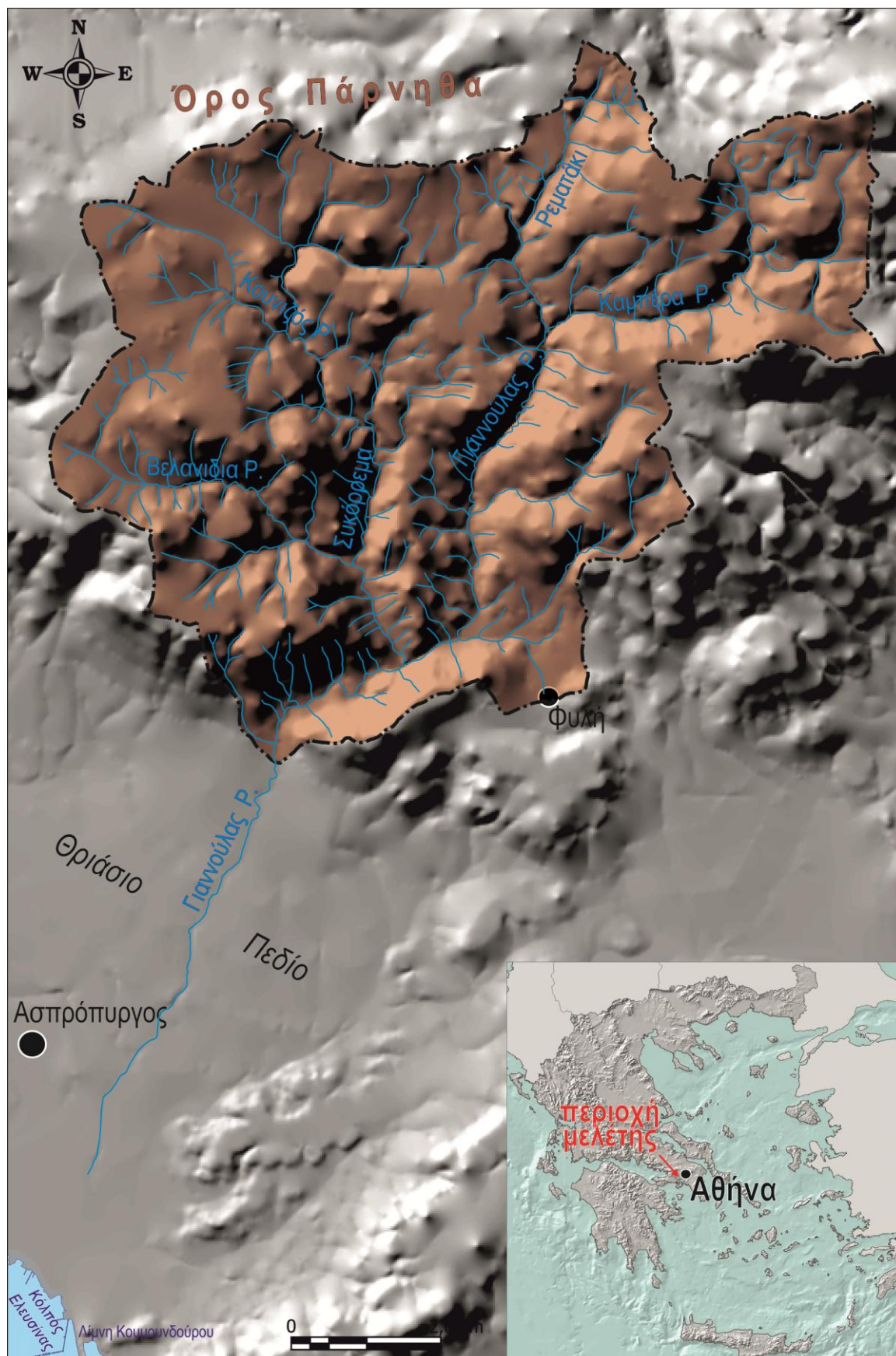


Εικόνα 5 : Το ρέμα της Γιαννούλας

ΠΗΓΗ : themakmarstravelblog.blogspot.gr

Το ρέμα Γκούρας - Γιαννούλας στην αρχαιότητα ονομαζόταν φαράγγι του Κελαδώνα. Είναι ένας χείμαρρος περιοδικής ροής, που εμφανίζει επιφανειακή απορροή μόνο κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου του έτους και, ιδιαίτερα, μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου του έτους, τόσο η κεντρική κοίτη του ρέματος όσο και των κυριότερων παραποτάμων του δεν εμφανίζουν ροή. Το μήκος της κεντρικής του κοίτης είναι περίπου 20 km. Αρχικά, ρέει με διεύθυνση ροής B-N, στη συνέχεια για ένα μήκος 3 km ρέει από τα Α.ΒΑ προς Δ.ΝΔ και στη συνέχεια, με διεύθυνση ροής ΒΒΑ-ΝΝΔ, εισέρχεται στο ανατολικό Θριάσιο πεδίο, το οποίο διαρρέει έως την περιοχή των διωλιστηρίων Ασπροπύργου όπου χάνεται, εξαιτίας των ανθρωπογενών επεμβάσεων, πριν φθάσει στις παλαιές φυσικές του εκβολές στον κόλπο της Ελευσίνας. Πηγάζει από τον ορεινό όγκο της Πάρνηθας και έχει διαμορφώσει μια λεκάνη απορροής κυκλικού σχήματος έκτασης 60,89 km². Η απόθεση των φερτών υλών από τη διάβρωση του ορεινού αναγλύφου της λεκάνης απορροής του υδρογραφικού δικτύου του ρ. Γιαννούλας έχει διαμορφώσει στην ευρύτερη πεδινή περιοχή του Ασπροπύργου ένα εκτεταμένο αλλουβιακό ριπίδιο που αποτελεί το ανατολικό τμήμα του Θριάσιου πεδίου. Οι κυριότεροι

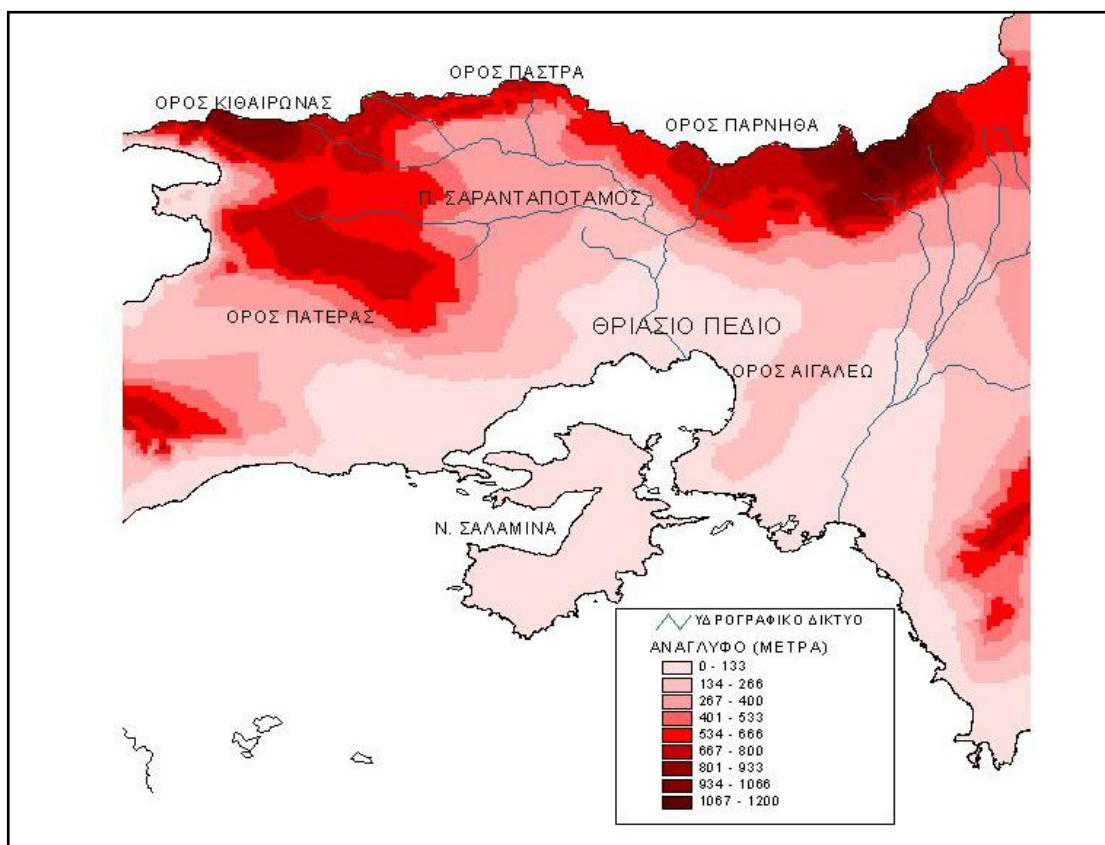
παραπόταμοι του χειμάρρου είναι το Συκόρεμα και το ρέμα Βελανίδια, που αποστραγγίζουν το δυτικό και βορειοδυτικό τμήμα τη λεκάνης και τα ρέματα Καμπέρα και Ρεματάκι που αποστραγγίζουν το βορειοανατολικό και βόρειο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης αντίστοιχα. Η κεντρική κοίτη του ποταμού διαβρώνει έντονα κατά βάθος, έχοντας διαμορφώσει ένα δύσβατο φαράγγι μήκους 3 km δυτικά της Φυλής, οι κλυτείες του οποίου έχουν μεγάλη μορφολογική κλίση και φθάνουν σε ύψος τα 250 m. Επιπλέον, σημαντική είναι και η στερεομεταφορά του ποταμού, όπως αποδεικνύεται από την παρουσία τόσο μεγάλων διαστάσεων κροκαλών και ογκόλιθων, όσο και κορμών δένδρων και κλαδιών στις κοίτες του δικτύου. Το μεγάλο δυναμικό των κεντρικών κοιτών οφείλεται στις μεγάλες μορφολογικές κλίσεις, που ενισχύουν τη ροή κατά τη διάρκεια ισχυρών βροχοπτώσεων. Το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως σύνθετου τύπου. Υπάρχουν τμήματά του, όπως το βορειοανατολικό, όπου ανήκει στον δενδριτικό τύπο. Οι κλάδοι, δηλαδή, συμβάλουν μεταξύ τους με τυχαίες οξείες γωνίες. Στο μεγαλύτερο μέρος του όμως μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει τον κλιμακωτό ή ορθογώνιο τύπο με μεγάλου σχετικά μήκους κεντρικούς κλάδους και πολλούς μικρού μήκους κλάδους να συμβάλλουν με τις κεντρικές κοίτες με σχεδόν ορθές γωνίες. Γενικά, το υδρογραφικό δίκτυο φαίνεται να είναι σχετικά μικρής συχνότητας και πυκνότητας καθώς, όπως θα ειπωθεί αναλυτικά στο κεφάλαιο της γεωλογίας, η λεκάνη απορροής καταλαμβάνεται σε μεγάλο ποσοστό από ανθρακικούς σχηματισμούς (ασβεστόλιθους και δολομίτες). Η παρουσία ασβεστόλιθων έχει σαν αποτέλεσμα, μετά την περιοχή της Φυλής, να υπάρχουν κατά τη ροή του καταβόθρες κι αυτός είναι ο λόγος που δεν προκαλεί πλημμύρες στο Θριάσιο σε μεγάλη συχνότητα. Όταν όμως η παροχή από την αποστράγγιση της λεκάνης σε περιπτώσεις καταιγίδων είναι πολύ υψηλή, οι καταβόθρες δεν αρκούν για να περιορίσουν τη ροή κι έτσι προκαλεί μεγάλες πλημμύρες στον κάτω ρου και κυρίως στην ευρύτερη περιοχή του Ασπρόπυργου.



Χάρτης 3: Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου όπου φαίνεται το υδρογραφικό δίκτυο του ρέματος Γιαννούλας και το όριο της λεκάνης απορροής του.

3.3 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με εξαίρεση τα υψηλά σημεία της λεκάνης όπου είναι ορεινό. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται μεταξύ 300 και 400 mm, ενώ οι ημέρες βροχής κυμαίνονται μεταξύ 50 μέχρι 100 ετησίως. Η χιονόπτωση είναι σπάνια στις παράκτιες περιοχές, ενώ αυξάνει στα υψηλότερα σημεία της λεκάνης. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 17 ° C και 19 ° C, ανάλογα με το υψόμετρο και την απόσταση από τη θάλασσα, ενώ το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι περίπου 19 ° C (Κουτσογιάννης-Μαμάσης, 2001).



Χάρτης 4 : Περιοχή Θριάσιου Πεδίου

ΠΗΓΗ : Κουτσογιάννης- Μαμάσης, 2001

Στον παρακάτω πίνακα 5 παρουσιάζονται ενδεικτικά οι μέσες ετήσιες τιμές των μετεωρολογικών μεταβλητών στην Ελευσίνα, συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές στο Αστεροσκοπείο Αθηνών και στα Μέγαρα, που είναι οι πλησιέστεροι στην περιοχή μελέτης μετεωρολογικοί σταθμοί.

Πίνακας 5 : Μέσες ετήσιες τιμές μετεωρολογικών μεταβλητών

ΠΗΓΗ : Κουτσογιάννης- Μαμάσης, 2001

	Αστεροσκοπείο	Ελευσίνα	Μέγαρα
Θερμοκρασία (° C)	17.7	18.1	18
Βροχόπτωση (mm)	389	385	440
Σχετ. Υγρασία (%)	62	55	62
Ημέρες με βροχή	60	75	65
Ημέρες με χιόνι	3.3	5.0	0.5
Ημέρες με χαλάζι	2.8	0.5	0.2

Στους πίνακες 6 και 7 φαίνονται οι μηνιαίες βροχοπτώσεις σε mm για τους σταθμούς Ελευσίνας για τα έτη 1950-1995 και Αστεροσκοπείου Αθηνών για τα έτη 1950-1999. Στον πίνακα 8 βλέπουμε τη μέση τιμή βροχοπτώσεων ανά μήνα για τους συγκεκριμένους σταθμούς τα παραπάνω χρονικά διαστήματα.

Πίνακας 6 : Μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Ελευσίνας (mm) για τα έτη 1950-1995

ΠΗΓΗ : Κουτσογιάννης- Μαμάσης, 2001

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

Πίνακας 7 : Μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Αστεροσκοπείου Αθηνών (mm) για τα έτη 1950-1999

ΠΗΓΗ : Κουτσογιάννης- Μαμάσης, 2001

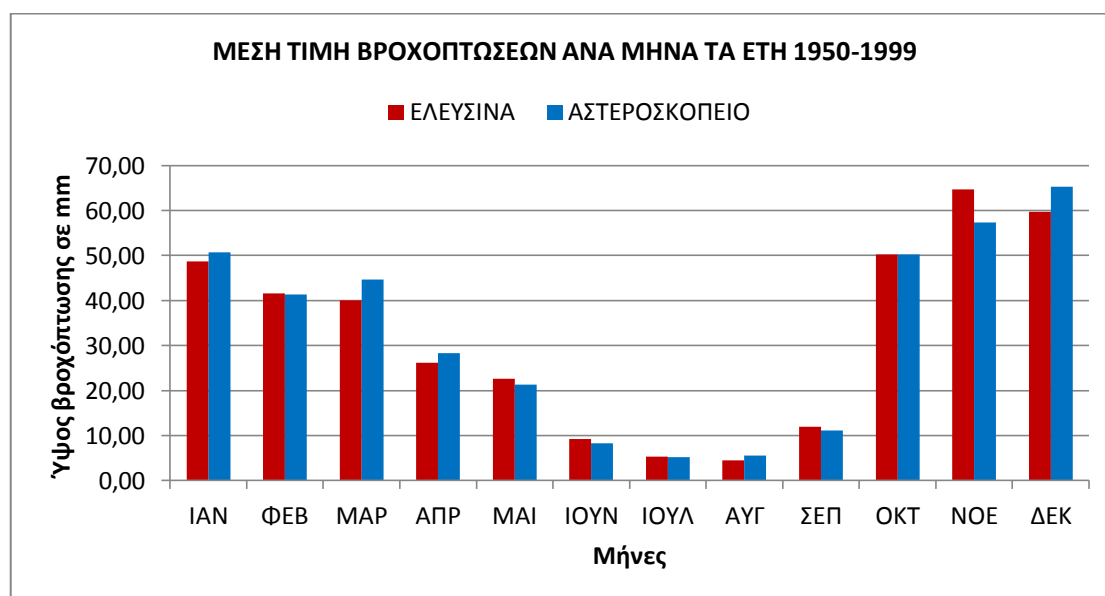
ΔΡ.ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΕΤΟΣ
1950-1951	9,20	12,70	129,40	117,40	21,80	27,90	7,90	22,60	34,60	2,70	38,20	18,10	442,50
1951-1952	35,20	68,50	49,80	39,30	51,30	73,90	0,20	34,70	3,70	1,40	0,00	2,70	360,70
1952-1953	33,40	86,50	117,80	83,30	7,00	36,20	30,60	100,30	7,20	0,90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

Πίνακας 8 : Συγκεντρωτικός πίνακας μέσης τιμής βροχοπτώσεων των 50 τελευταίων ετών για τους σταθμούς Ελευσίνας και Αστεροσκοπείου Αθηνών

ΠΗΓΗ : Κουτσογιάννης- Μαμάσης, 2001

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	48,72	41,61	40,09	26,16	22,62	9,25	5,30	4,48	11,92	50,19	64,72	59,75
ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ	50,68	41,32	44,68	28,30	21,37	8,24	5,18	5,60	11,16	50,23	57,36	65,31

Οι τιμές αυτές για τους δύο σταθμούς απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 5 : Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) των ετών 1950-1999 των Μετεωρολογικών σταθμών Ελευσίνας και Αστεροσκοπείου Αθηνών

Από το διάγραμμα 5 γίνεται φανερό ότι η περίοδος του έτους με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι αυτή από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάιο, ενώ τη θερινή περίοδο παρατηρείται χαμηλότερη βροχόπτωση. Για το σταθμό της Ελευσίνας η μέγιστη τιμή παρατηρείται το Νοέμβριο (64,72 mm) και η ελάχιστη τον Αύγουστο (4,48 mm), ενώ για το σταθμό του Αστεροσκοπείου Αθηνών η μέγιστη τιμή τον Δεκέμβριο (65,31 mm) και η ελάχιστη τον Ιούλιο (5,18 mm) .

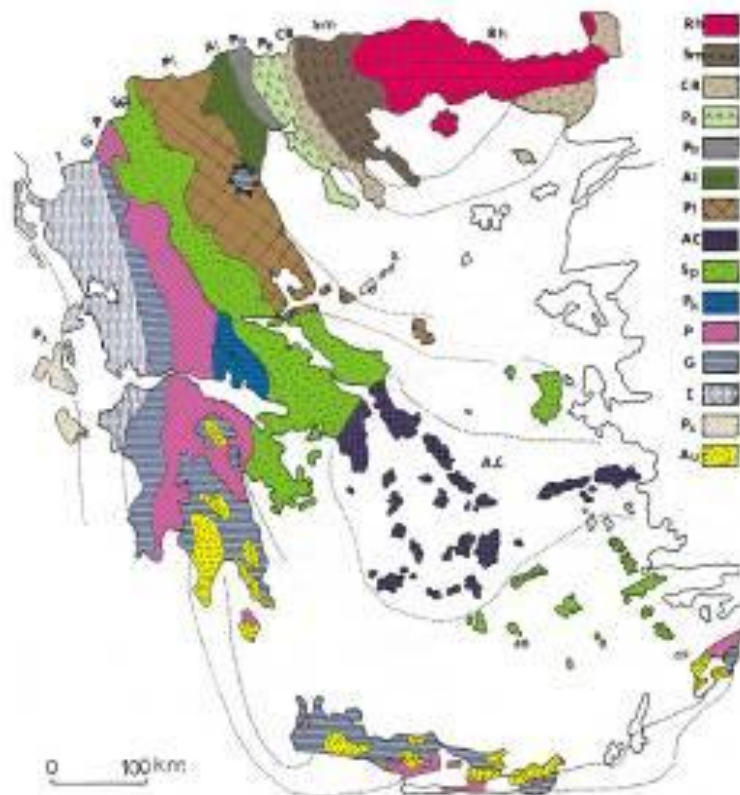
3.4 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που καταλαμβάνουν τη λεκάνη απορροής του ρέματος Γιαννούλας είναι τόσο Αλπικοί όσο και Μεταλπικοί.

Οι Ελληνικές οροσειρές, που ανήκουν στο Διναρικό κλάδο του Αλπικού συστήματος αλύσεων ορέων, υποδιαιρούνται σε γεωτεκτονικές ζώνες, η κάθε μια από τις οποίες συνίσταται από ορισμένη στρωματογραφική διαδοχή των ιζημάτων της, από τους ιδιαίτερους λιθολογικούς χαρακτήρες της και από την ιδιαίτερη τεκτονική της συμπεριφορά, στοιχεία γενικά που εξαρτώνται από την παλαιογεωγραφική της θέση (Παπανικολάου, 1986).

Από τις γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας, οι μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής θεωρούνται ότι αποτελούν παλαιογεωγραφικά την «Ελληνική Ενδοχώρα», οι ζώνες Περιροδοπική, Πιονίας, Πάικου, Αλμωπίας, Περαιωνική, Αττικοκυκλαδική και Υποπελαγονική ονομάζονται «Εσωτερικές Ελληνίδες» και οι ζώνες Παρνασσού-Γκιώνας, Ωλονού-Πίνδου, Γαβρόβου-Τρίπολης, Αδριατικοϊόνιος και Παξών ονομάζονται «Εξωτερικές Ελληνίδες».

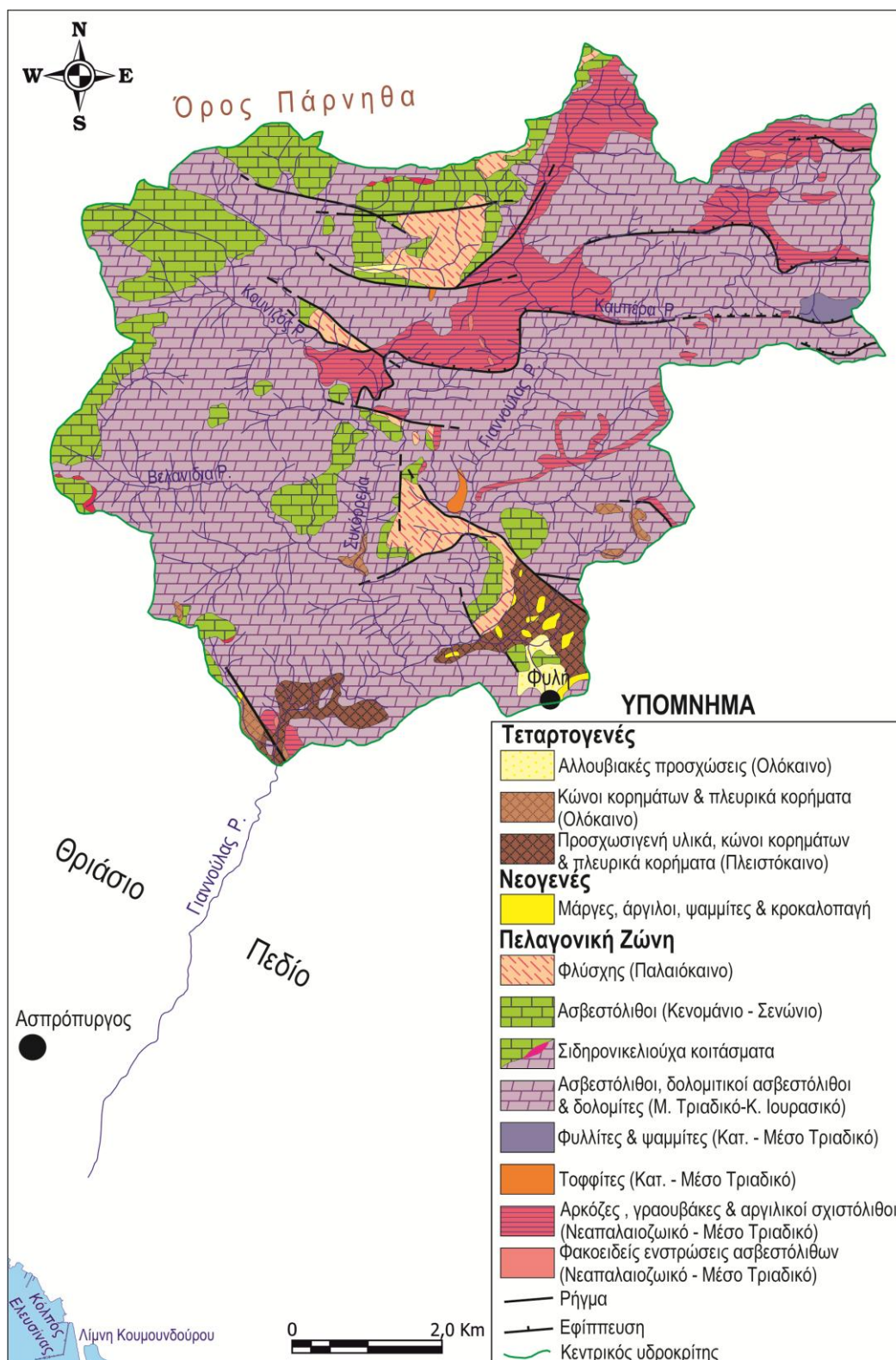
Οι Αλπικοί σχηματισμοί που καταλαμβάνουν τη λεκάνη απορροής του ρέματος Γιαννούλας ανήκουν στη γεωτεκτονική ζώνη της Πελαγονικής, που είναι μια από τις εσωτερικές Ελληνίδες. Κατά τους Αλπικούς χρόνους, η Πελαγονική ζώνη αποτελούσε ηπειρωτικό τέμαχος με ρηχή θάλασσα και λάμβανε χώρα μηριτική ιζηματογένεση (Μουντράκης, 1985).



Χάρτης 5: Χάρτης γεωτεκτονικών ζωνών Ελλάδας

ΠΗΓΗ : Παπανικολάου, 1986

Τα δεδομένα για τη γεωλογία της περιοχής βασίστηκαν στον γεωολογικό χάρτη κλίμακας 1:50000 του ΙΓΜΕ και συγκεκριμένα στο φύλλο Αθήνα - Ελευσίς (Κατσίκατσος κ.α., 1986). Στον ίδιο χάρτη βασίστηκε ο γεωολογικός χάρτης που σχεδιάστηκε για τη λεκάνη απορροής του ρέματος Γιαννούλας (χάρτης 6).



Χάρτης 6: Γεωολογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του ρέματος Γιαννούλας (βασισμένος στο φύλλο γεωολογικού χάρτη Αθήνα-Ελευσίς του ΙΓΜΕ (1986)).

Οι Αλπικοί γεωλογικοί σχηματισμοί από τους παλαιότερους προς τους νεότερους είναι οι εξής:

- Αρκόζες, γραουβάκες και αργιλικόι σχιστόλιθοι σε εναλλαγές με φυλλίτες και χαλαζιακά κροκαλοπαγή κατά θέσεις. Μέσα σε αυτούς απαντούν φακοειδείς ενδιαστρώσεις απολιθωματοφόρων ασβεστόλιθων κυρίως χρώματος τεφρού μέχρι μελανότεφρου. Η ηλικία αυτού του σχηματισμού είναι Νεοπαλαιοζωικό – Μέσο Τριαδικό και εντοπίζονται, κυρίως, στο κεντρικό και βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής. Θεωρούνται ως σχετικά υδατοστεγείς σχηματισμοί, που επιτρέπουν την επιφανειακή απορροή και δεν ευνοούν την κατείσδυση.
- Φυλλίτες και ψαμμίτες που φέρουν σώματα εκρηξιγενών πετρωμάτων κυρίως κερατοφυρών που συνοδεύονται από τοφίτες. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Κατώτερο – Μέσο Τριαδικό και η έκταση που καταλαμβάνουν στη λεκάνη απορροής είναι πολύ περιορισμένη.
- Ασβεστόλιθοι, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες ηλικίας Μέσου Τριαδικού – Κατώτερου Ιουρασικού. Είναι ανοικτότεφροι έως σκοτεινότεφροι, μέσο έως παχυστρωματώδεις και κατά θέσεις χωρίς στρώση, έντονα κερματισμένοι, μικροκρυσταλλικοί και κατά θέσεις πολύ κρυσταλλικοί. Στη βάση τους είναι τοπικά λεπτοστρωματώδεις και έχουν χρώμα τεφρόμαυρο ή κόκκινο. Ο σχηματισμός αυτός καλύπτει τη μεγαλύτερη έκταση της λεκάνης απορροής του ρέματος Γιαννούλας. Σε ό,τι αφορά τη συμπεριφορά του σχηματισμού αυτού στο ατμοσφαιρικό νερό, μπορεί να ειπωθεί ότι είναι ένας υδροπερατός σχηματισμός που ευνοεί την κατείσδυση και περιορίζει σχετικά την επιφανειακή απορροή.
- Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα φακοειδούς-στρωματοειδούς μορφής, που υπέρκεινται ασύμφωνα των προανωκρητιδικών ασβεστόλιθων και υπόκεινται σύμφωνα των Άνω κρητιδικών ασβεστόλιθων. Το μέταλλευμα είναι πισσολιθικό ή συμπαγές με μεγάλο ποσοστό αιματίτη-λειμωνίτη και κατά κανόνα με πολλές πυριτικές λατύπες. Η περιεκτικότητά τους σε Νικέλιο είναι γενικά χαμηλή. Οι εμφανίσεις τους στη λεκάνη απορροής περιορίζονται στο δυτικό και το βόρειο τμήμα της.
- Ασβεστόλιθοι επικλισιγενείς ηλικίας Κενομάνιου - Σενώνιου. Στη βάση τους είναι λεπτοστρωματώδεις, τοπικά μαργαϊκοί, χρώματος κιτρινόλευκου και καλύπτουν κατά θέσεις με συμφωνία στρώσεως σιδηρονικελιούχα και βωξιτικά κοιτάσματα. Στρωματογραφικά ψηλότερα γίνονται μεσοστρωματώδεις έως παχυστρωματώδεις, χρώματος τεφρού και εγκλείουν απολιθώματα του Κενομάνιου-Τουρώνιου. Στο ανώτερο τμήμα του σχηματισμού οι ασβεστόλιθοι είναι λεπτό μέχρι μεσοστρωματώδεις, μαργαϊκοί, χρώματος τεφράφαιου μέχρι τεφρού και μερικές φορές υποπράσινου ή κοκκινωπού με βολβούς πυριτόλιθων και κατά θέσεις με παρεμβολές ασβεστολιθικών λατυποπαγών. Υπέρκεινται τοπικά ασύμφωνα των Κενομάνιων - Τουρώνιων ασβεστόλιθων ή και παλαιότερων προανωκρητιδικών

σηματισμών. Εμφανίζονται κυρίως στο κεντρικό και βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης. Θεωρούνται υδροπερατοί σχηματισμοί που ευνοούν την κατείδυση και περιορίζουν την επιφανειακή απορροή.

- Φλύσχης ηλικίας Παλαιοκαίνου, που αποτελείται από εναλλαγές αργιλικών σχιστόλιθων και ψαμμιτών με ενστρώσεις ψαμμούχων ασβεστόλιθων. Πρόκειται για αδιαπέρατους σχηματισμούς που ενισχύουν την επιφανειακή απορροή. Στη λεκάνη απορροής έχουν περιορισμένη εξάπλωση, κυρίως, στο κεντρικό και το βόρειο τμήμα.

Οι Μεταλλικοί σχηματισμοί περιλαμβάνουν ιζήματα του Νεογενούς όπως και του Τεταρτογενούς. Συγκεκριμένα:

- Οι Νεογενείς σχηματισμοί έχουν πολύ μικρή εμφάνιση στο νοτιοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής. Στη βάση τους αποτελούνται από εναλλαγές στρωμάτων λιμναίας φάσης, μαργών, αργίλων και ψαμμιτών, με παρεμβολές κροκαλοπαγών και κοιτασμάτων λιγνίτη. Προς τα πάνω εξελίσσονται σε χερσαίους σχηματισμούς που αποτελούνται κυρίως από ερυθροπηλούς και κροκαλοπαγή.
- Οι σχηματισμοί του Πλειστόκαινου περιορίζονται στο νότιο τμήμα της λεκάνης πριν την έξοδο της κεντρικής κοίτης από το ορεινό ανάγλυφο στην πεδινή περιοχή του Θριάσιου. Είναι προσχωριγενή υλικά και αποθέσεις παλαιών ριπιδίων, κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα από λατυποκροκάλες ποικίλου μεγέθους, κυρίως ασβεστολιθικές, ισχυρά συνδεδεμένες μεταξύ τους με συνδετικό υλικό ψαμμιτομαργαϊκό. Κατά θέσεις εγκλείουν ακανόνιστες φακοειδείς ενστρώσεις καστανέρυθρου, αμμούχου αργιλομαργαϊκού υλικού.
- Οι αποθέσεις του Ολόκαινου περιλαμβάνουν αλλουβιακές προσχώσεις από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά, που αναπτύσσονται κατά μήκος των κοιτών του υδρογραφικού δικτύου και κυρίως στον κάτω ρου του ποταμού, στη διαδρομή της κεντρικής κοίτης του ρέματος κατά μήκος του αλλουβιακού του ριπιδίου. Όλη η χαμηλή πεδινή έκταση μετά την έξοδο του ρέματος από τον ορεινό όγκο έως την ακτογραμμή καταλαμβάνεται από τις αλλουβιακές αποθέσεις του χειμάρρου, που έχουν διαμορφώσει ένα εκτεταμένο αλλουβιακό ριπίδιο.
- Τέλος, σε συγκεκριμένες θέσεις μεγάλης τοπογραφικής κλίσης, έχουν σχηματισθεί στα πρηνή κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα ασύνδετα ή μικρής συνεκτικότητας Ολοκαινικής ηλικίας.

Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν δύο συστήματα ρηγμάτων με σχεδόν κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις. Το ένα σύστημα περιλαμβάνει ρήγματα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, ενώ το δεύτερο έχει διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Ορισμένες τεκτονικές επαφές έχουν επηρεάσει το υδρογραφικό δίκτυο, αναγκάζοντας κάποιους κλάδους του να ακολουθήσουν τα ρήγματα, όπως η κεντρική κοίτη του ρέματος Καμπέρα, αλλά και ορισμένοι κλάδοι βόρεια και δυτικά αυτού του παραποτάμου.

3.5 ΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΟ ΘΡΙΑΣΙΟ ΠΕΔΙΟ

Η συγκεκριμένη περιοχή έχει πληγεί από πλημμύρες πολλές φορές, ακόμη και από την αρχαιότητα. Το 1963 ξεχείλισε το ρέμα Σούρες και προκάλεσε το θάνατο ενός ανθρώπου. Το 1977 οι χείμαρροι Αγίου Γεωργίου και Μαύρης Ώρας και κυρίως ο Γιαννούλας απείλησαν την παραλία Ασπροπύργου και κατέστρεψαν σπίτια και περιουσίες στην παράκτια ζώνη. Στις 27 Ιανουαρίου του 1996 δύο άτομα πνίγηκαν, όταν υπερχείλισε ο Σαρανταπόταμος. Η Εθνική οδός Αθηνών- Κορίνθου μετατράπηκε σε λίμνη και η κυκλοφορία διακόπηκε για περισσότερο από 24 ώρες. Ανάλογα τέτοια φαινόμενα έχουν επαναληφθεί πολλές φορές στην περιοχή. Και η κατάσταση φαίνεται ότι είναι κάπως δύσκολο να βελτιωθεί άμεσα, καθώς τα αντιπλημμυρικά έργα βρίσκονται σταθερά, ιδίως τα τελευταία χρόνια της κρίσης, εκτός των βασικών προτεραιοτήτων του υπουργείου Υποδομών, λόγω έλλειψης χρηματοδότησης, ενώ συνεχίζεται για έβδομη χρονιά η συρρίκνωση του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων. Το πρόβλημα της χρηματοδότησης των αντιπλημμυρικών έργων γίνεται αζεπέραστο, όχι μόνον διότι η κυβέρνηση δίνει το βάρος της χρηματοδότησης στα μεγάλα οδικά έργα με συμβάσεις παραχώρησης και συρρικνώνονται οι διαθέσιμοι πόροι για κλασικά δημόσια έργα, αλλά και διότι, παράλληλα, τα αντιπλημμυρικά αστικά έργα δεν είναι επιλέξιμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση και δεν μπορούν να χρηματοδοτηθούν από το νέο ΕΣΠΑ.

Στον πίνακα 9 που ακολουθεί βλέπουμε τα πιο σημαντικά πλημμυρικά γεγονότα στην περιοχή του Θριάσιου Πεδίου.

Πίνακας 9 : Ιστορικό έντονων πλημμυρικών γεγονότων στο Θριάσιο Πεδίο

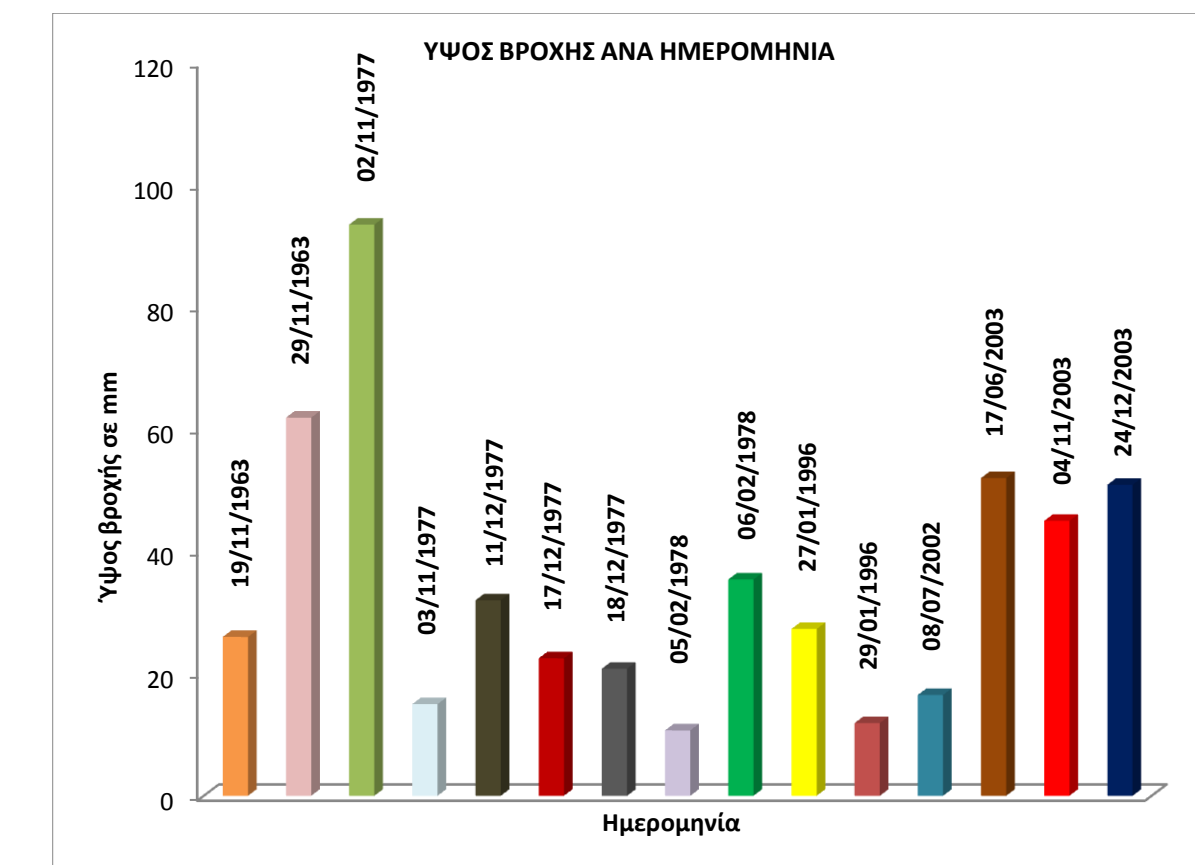
ΠΗΓΗ: Ζυγούρα, 2011

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ (mm)	ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ (mm/h)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ (min)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
7/11/1961				40 θύματα
19/11/1963	25	4,35	345	1 θύμα
29/11/1963	59,90	11,57	311	
2/11/1977	90,50	7,49	725	20 θύματα
3/11/1977	11,00	3,67	180	
11/12/1977	27,00	2,75	589	16 θύματα
17/12/1977	16,50	0,94	1053	
18/12/1977	13,80	0,82	1010	
5/2/1978	2,70	0,50	324	
6/2/1978	26,40	2,93	541	2 θύματα
27/1/1996	17,30	1,60	649	2 θύματα
29/1/1996	0,90	0,54	100	
8/7/2002	4,50	3,00	90	
17/6/2003	39,00	18,72	125	
4/11/2003	31,00	1,96	949	
24/12/2003	35,90	2,43	886	

Από τον παραπάνω πίνακα μπορούν να εξαχθούν κάποια γενικά συμπεράσματα για την πλημμυρική συμπεριφορά της περιοχής:

- σημαντικά ύψη βροχής ενδέχεται να προκαλέσουν ή να μην προκαλέσουν ανθρώπινα θύματα
- οι πλημμύρες που προξένησαν τα περισσότερα ανθρώπινα θύματα σχετίζονται με σημαντικά ύψη βροχής (2/11/1997, ύψος βροχής 90,50 mm, 20 θύματα)
- ακόμη και σε πλημμυρικά επεισόδια με σημαντικά μικρότερο ύψος βροχής υπήρξαν ανθρώπινα θύματα (27/1/1996, ύψος βροχής 17,30 mm, 2 θύματα).

Με βάση τον παραπάνω πίνακα σχεδιάστηκε το ακόλουθο διάγραμμα 6 που δείχνει το ύψος βροχής στο Θριάσιο Πεδίο ανά ημερομηνία πλημμύρας.



Διάγραμμα 6 : Ύψος βροχής ανά ημερομηνία πλημμυρικού γεγονότος στο Θριάσιο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

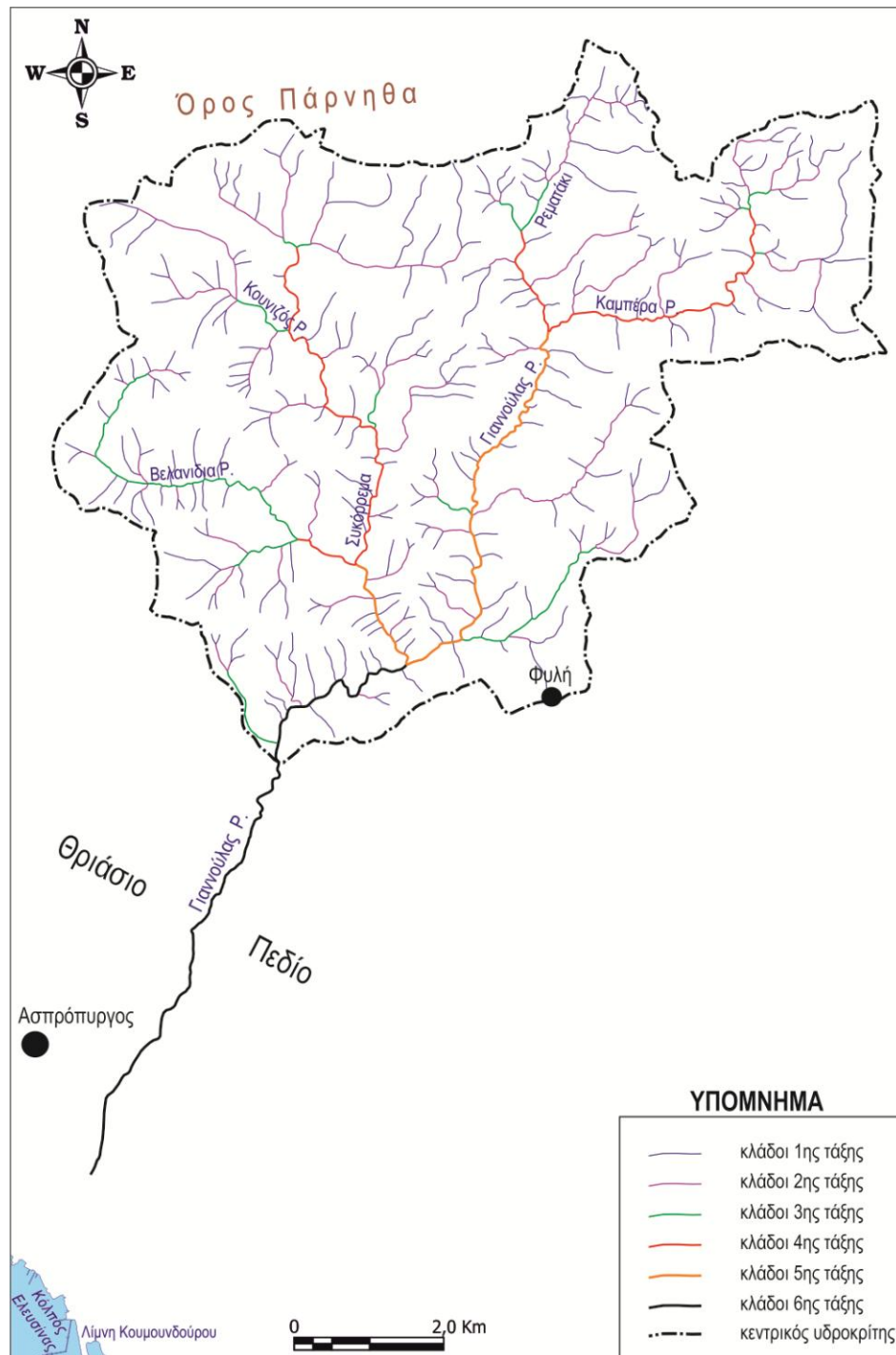
4.1 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση των υδρογραφικών δικτύων και των λεκανών απορροής είναι μια μεθοδολογική προσέγγιση, όπου μετρώντας φυσικά μεγέθη χαρακτηριστικά των ποτάμιων κλάδων και των αντίστοιχων λεκανών απορροής ή υπολογίζοντας παραμέτρους που συνδυάζουν τα μετρούμενα χαρακτηριστικά, επιχειρείται η αναζήτηση των κύριων παραγόντων που επέδρασαν στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου και του ανάγλυφου της λεκάνης απορροής. Συνεπώς, η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση αποτελεί ένα εργαλείο της επιστήμης της γεωμορφολογίας. Τα αποτελέσματα της ποσοτικής προσέγγισης πρέπει πάντα να συνδυάζονται ή να συγκρίνονται με υπαίθριες παρατηρήσεις που αφορούν τη γεωμορφολογία της περιοχής.

Η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση, πέραν του καθαρά ερευνητικού γεωμορφολογικού της ενδιαφέροντος, έχει χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς από διάφορες ερευνητικές ομάδες, τόσο διεθνείς όσο και ελληνικές, με στόχο τη διερεύνηση του ρόλου των ιδιαίτερων γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών των υδρογραφικών δικτύων και των αντίστοιχων λεκανών απορροής διαφόρων ποταμών στην εκδήλωση πλημμυρών. Στην προσπάθεια εκτίμησης του πλημμυρικού δυναμικού των λεκανών απορροής, η γεωμορφολογική ανάλυση περιλαμβάνει την επινόηση και τη μέτρηση δεικτών που ποσοτικοποιούν σημαντικές φυσιογραφικές ιδιότητες (Garbrecht-Shen, 1988). Παράμετροι όπως η μορφολογική κλίση των κοιτών, η τάξη του δικτύου που προκύπτει από την αρίθμηση των κλάδων του (κατά Strahler 1957), οι λόγοι διακλάδωσης και η διαδοχική κατά τάξη απορροή συσχετίζονται αρκετά ισχυρά με την πλημμυρική παροχή. Οι μορφομετρικές αυτές παράμετροι χρησιμεύουν, επίσης, για τη σύγκριση σε ό,τι αφορά τον πλημμυρικό κίνδυνο λεκανών με διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά. Ανάλογες μεθοδολογικές προσεγγίσεις με αυτή που επιχειρείται στην εργασία αυτή έχουν εφαρμοσθεί από τους Μαρουκιάν κ. α. (2005) στο υδρογραφικό δίκτυο του Κηφισού ποταμού, στο Μεγάλο ρέμα της Ραφήνας (Καρύμπαλης κ.α., 2005 και 2007), στον χείμαρρο Διακονιάρη που καταλήγει στον αστικό ιστό της Πάτρας (Karymbalis et al., 2014, Καρύμπαλης κ.α., 2011), στον γειτονικό με το ρέμα Γιαννούλας Σαρανταπόταμο (Ζυγουρά, 2011) καθώς και στον χείμαρρο Ξηριά στην περιοχή της Κορινθίας (Καρυμπαλης κ.α., 2008, Karymbalis et al., 2012).

Η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου Γιαννούλας οδήγησε στη διαπίστωση ότι αποτελείται από συνολικά 341 κλάδους εκ των οποίων 259 είναι κλάδοι 1^{ης} τάξης, 61 κλάδοι δεύτερης τάξης, 14 κλάδοι 3^{ης} τάξης, 4 κλάδοι 4^{ης} τάξης, 2 κλάδοι 5^{ης} τάξης και 1 κλάδος 6^{ης} τάξης (Χάρτης 7). Από τους κλάδους 1^{ης} τάξης, οι 271 απορρέουν απ' ευθείας σε κλάδους 2^{ης} τάξης, οι 17 απορρέουν απ' ευθείας σε κλάδους 3^{ης} τάξης, οι 21 σε κλάδους 4^{ης} τάξης, οι 21 σε κλάδους

5^{ης} τάξης και 11 κλάδοι απορρέουν απ' ευθείας στον κύριο κλάδο που είναι 6^{ης} τάξης. Από τους κλάδους 2^{ης} τάξης, οι 42 απορρέουν απ' ευθείας σε κλάδους 3^{ης} τάξης, οι 10 σε κλάδους 4^{ης} τάξης, οι 7 σε κλάδους 5^{ης} τάξης και 2 στον κύριο κλάδο 6^{ης} τάξης. Από τους κλάδους 3^{ης} τάξης, οι 2 απορρέουν απ' ευθείας σε κλάδους 5^{ης} τάξης και 1 κλάδος στον κύριο κλάδο 6^{ης} τάξης. Οι ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή του δικτύου θα αναλυθούν λεπτομερώς στη συνέχεια.



Χάρτης 7: Χάρτης αρίθμησης του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας

Στον παρακάτω πίνακα 10 μπορούμε να δούμε τον αριθμό των κλάδων, το μήκος της κοίτης τους και το εμβαδό της λεκάνης απορροής ανά τάξη κλάδου.

Πίνακας 10 : Συνολικό μήκος και εμβαδό των κλάδων κάθε τάξης του υδρογραφικού δικτύου του ρ. Γιαννούλας

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΚΟΙΤΩΝ ΣΕ km	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²
I	259	99,09	31,47
II	61	110,55	38,38
III	14	95,80	34,16
IV	4	122,03	42,57
V	2	164,28	57,23
VI	1	177,00	60,89

Στον ακόλουθο πίνακα 11 φαίνονται οι μετρούμενες και υπολογιζόμενες μορφομετρικές παράμετροι που εκτιμήθηκαν για το υδρογραφικό δίκτυο και τη λεκάνη απορροής του ρέματος Γιαννούλας.

Πίνακας 11: Οι ποσοτικές παράμετροι που μετρήθηκαν ή εκτιμήθηκαν για το υδρογραφικό δίκτυο του ρ. Γιαννούλας

Ποσοτικές παράμετροι		Σύμβολο	Μονάδες μέτρησης
Μετρούμενες	Αριθμός κλάδου	N _u	-
	Μήκος κλάδου	L _u	km
	Έκταση λεκάνης απορροής	A _u	Km ²
Υπολογιζόμενες	Λόγος διακλάδωσης	R _b	-
	Λόγος μήκους	R _L	-
	Λόγος εμβαδού	R _A	-

4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑ HORTON

Ο Horton πρώτος (1945) υποστήριξε την άποψη ότι η ανάπτυξη κάθε υδρογραφικού δικτύου ακολουθεί ορισμένους φυσικούς νόμους. Διατύπωσε έτσι τρεις νόμους που πρέπει να διέπουν την ανάπτυξη και τη διαμόρφωση των υδρογραφικών δικτύων, όταν αυτά αναπτύσσονται σε μια περιοχή με σταθερές κλιματικές συνθήκες χωρίς τεκτονικές κινήσεις και με ενιαία λιθολογία. Ο κύριος σκοπός του ήταν να απλοποιήσει τα σύνθετα υδρολογικά φαινόμενα σε λίγα μετρούμενα μεγέθη, που έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη και τον υπολογισμό της επιφανειακής απορροής. Από τους τρεις αυτούς νόμους, ο πρώτος αφορά τον αριθμό των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, ο δεύτερος τις σχέσεις των αθροιστικών μηκών ανά τάξη και ο τρίτος τις σχέσεις των εμβαδών των λεκανών απορροής ανά τάξη.

4.2.1 ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ HORTON

(ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ ΚΛΑΔΩΝ)

Ο νόμος αυτός αναφέρεται στη σχέση του αριθμού των κλάδων κάθε υδρογραφικού δικτύου. Σύμφωνα λοιπόν με τον πρώτο νόμο του Horton, ο αριθμός των διαδοχικών μικρότερης τάξης κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου, τείνει να σχηματίζει μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία με πρώτο όρο τη μονάδα και λόγο τον συντελεστή διακλάδωσης. Η μαθηματική του έκφραση είναι :

$$N_u = R_b^{(K-u)}$$

όπου :

N_u : ο αριθμός ρευμάτων τάξης u

K : η μέγιστη τάξη

u : η ζητούμενη τάξη

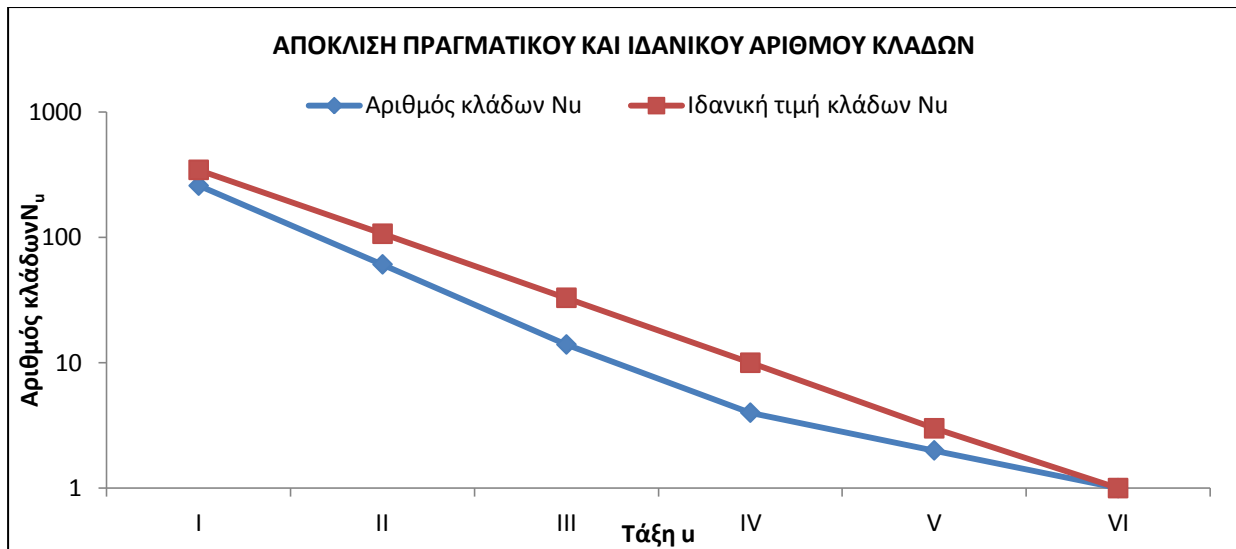
R_b : ο συντελεστής διακλάδωσης

Ο μέσος συντελεστής διακλάδωσης προκύπτει από τη σχέση $R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$ και τείνει να είναι σταθερός για όλο το υδρογραφικό δίκτυο. Για τα υδρογραφικά δίκτυα που αναπτύσσονται κάτω από φυσιολογικές συνθήκες ισχύει ότι $3 \leq R_b \leq 5$.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του 1^{ου} νόμου του Horton για το υδρογραφικό δίκτυο του ρ. Γιαννούλας εμπεριέχονται στον παρακάτω πίνακα 12, ενώ η γραφική τους απεικόνιση φαίνεται στο ημιλογαριθμικό διάγραμμα 7.

Πίνακας 12 : Σχέση μεταξύ των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του ρ. Γιαννούλας σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Horton

Τάξη u	Αριθμός κλάδων N _u	Λόγος διακλάδωσης R _b	Μέσος λόγος διακλάδωσης R _b	Ιδανική τιμή κλάδων N _u	Απόκλιση από την ιδανική τιμή (%)
I	259	4,25	3,22	346	-25,14
II	61	4,36		107	-43,00
III	14			33	-57,58
IV	4	3,5		10	-60
V	2	2		3	-33,33
VI	1	2		1	0



Διάγραμμα 7 : Γραφική παράσταση αποκλίσεων πραγματικού και ιδανικού αριθμού κλάδων.

4.2.2 ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ HORTON

(ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΤΩΝ ΚΛΑΔΩΝ)

Ο νόμος αυτός αναφέρει ότι τα αθροιστικά μέσα μήκη των διαδοχικά μεγαλύτερης τάξης κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου τείνουν να σχηματίζουν μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία της οποίας ο πρώτος όρος είναι το μέσο μήκος των κλάδων 1^{ης} τάξης και λόγος ο συντελεστής μήκους. Η μαθηματική του έκφραση είναι

$$\Sigma ML_u = ML_1 \cdot R_L^{(u-1)}$$

όπου :

ML_u : το μέσο μήκος των κλάδων τάξης u που προκύπτει από τη σχέση $ML_u = \frac{L_u}{N_u}$

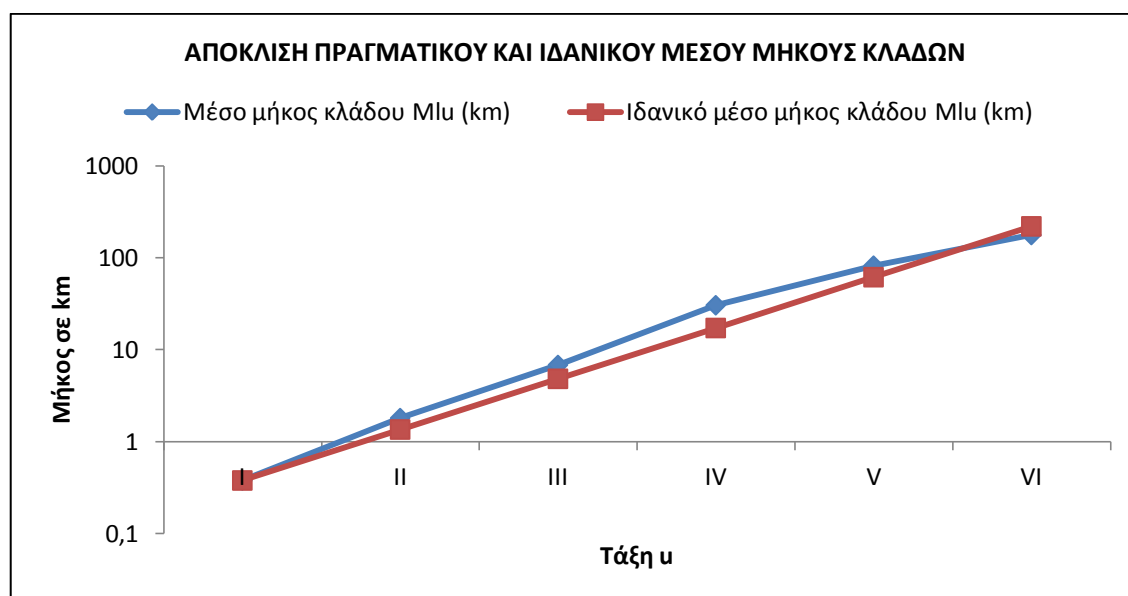
ML_1 : το μέσο μήκος των κλάδων πρώτης τάξης

R_L : ο συντελεστής μήκους που υπολογίζεται από τη σχέση $R_L = \frac{\Sigma[ML_u]}{\Sigma[ML_{u-1}]}$

Τα αποτελέσματα του 2^{ου} νόμου του Horton για το υδρογραφικό δίκτυο του ρ. Γιαννούλας φαίνονται στον πίνακα 13 που ακολουθεί και γραφικά στο διάγραμμα 8.

Πίνακας 13 : Αποτελέσματα εφαρμογής του 2ου νόμου του Horton στη λεκάνη απορροής του ρ. Γιαννούλας

Τάξη u	Μέσο μήκος κλάδου ML_u (km)	Λόγος μήκους R_L	Μέσος λόγος μήκους R_L	Ιδανικό μέσο μήκος κλάδου ML_u (km)	Απόκλιση από την ιδανική τιμή (%)
I	0,38	4,76	3,568	0,38	0
II	1,81	3,78		1,36	33,08
III	6,84	4,46		4,84	41,32
IV	30,51	2,69		17,26	76,76
V	82,14	2,15		61,59	33,36
VI	177,00			219,74	-19,45



Διάγραμμα 8 : Γραφική παράσταση αποκλίσεων πραγματικού και ιδανικού μέσου μήκους κλάδων.

4.2.3 ΤΡΙΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ HORTON

(ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΕΜΒΑΔΟΥ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ)

Ο Horton πρώτος παρατήρησε τη σχέση μεταξύ της τάξης του κλάδου και του αντίστοιχου μέσου εμβαδού. Έτσι λοιπόν, ο τρίτος αυτός νόμος αναφέρει ότι το μέσο εμβαδό της διαδοχικά αυξανόμενης τάξης λεκανών απορροής ενός υδρογραφικού συστήματος τείνει να σχηματίζει μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία με πρώτο όρο το μέσο εμβαδό των λεκανών πρώτης τάξεως και λόγο το συντελεστή του εμβαδού. Η μαθηματική του έκφραση είναι η εξής :

$$MA_u = MA_1 \cdot R_A^{u-1}$$

όπου:

MA_u : το μέσο εμβαδό των λεκανών τάξης u που προκύπτει από τη σχέση $MA_u = \frac{A_u}{N_u}$

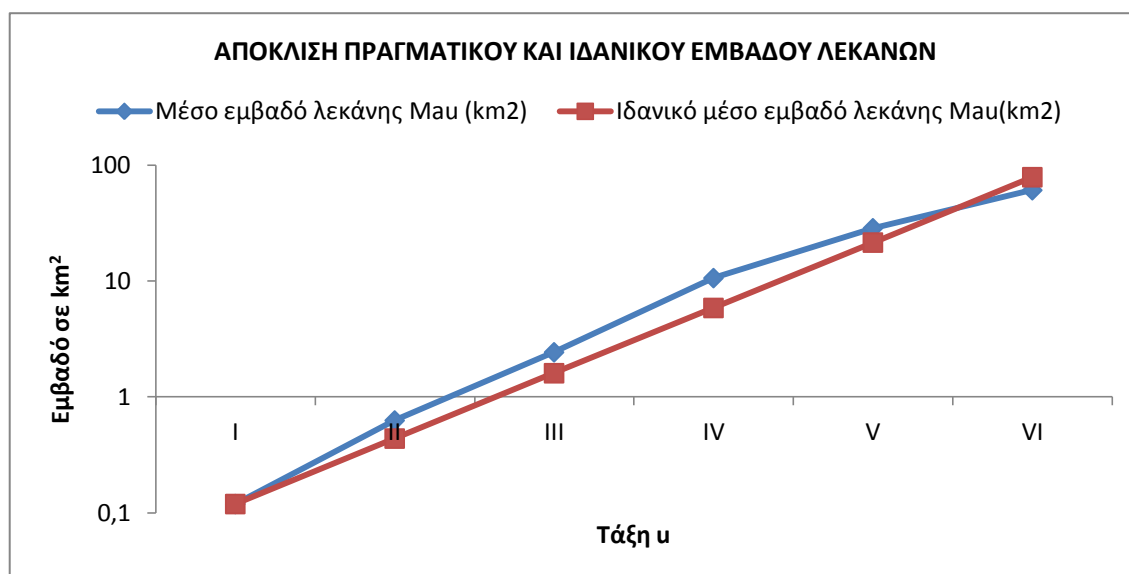
MA_1 : το μέσο εμβαδό των λεκανών πρώτης τάξης

R_A : ο συντελεστής εμβαδού που υπολογίζεται από τη σχέση $R_A = \frac{MA_u}{MA_{u-1}}$

Στην περίπτωση του ρ. Γιαννούλας ο 3ος νόμος του Horton δίνει τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 14 και γραφικά στο διάγραμμα 9.

Πίνακας 14 : Αποτελέσματα εφαρμογής του 3ου νόμου του Horton στη λεκάνη απορροής του ρ. Γιαννούλας

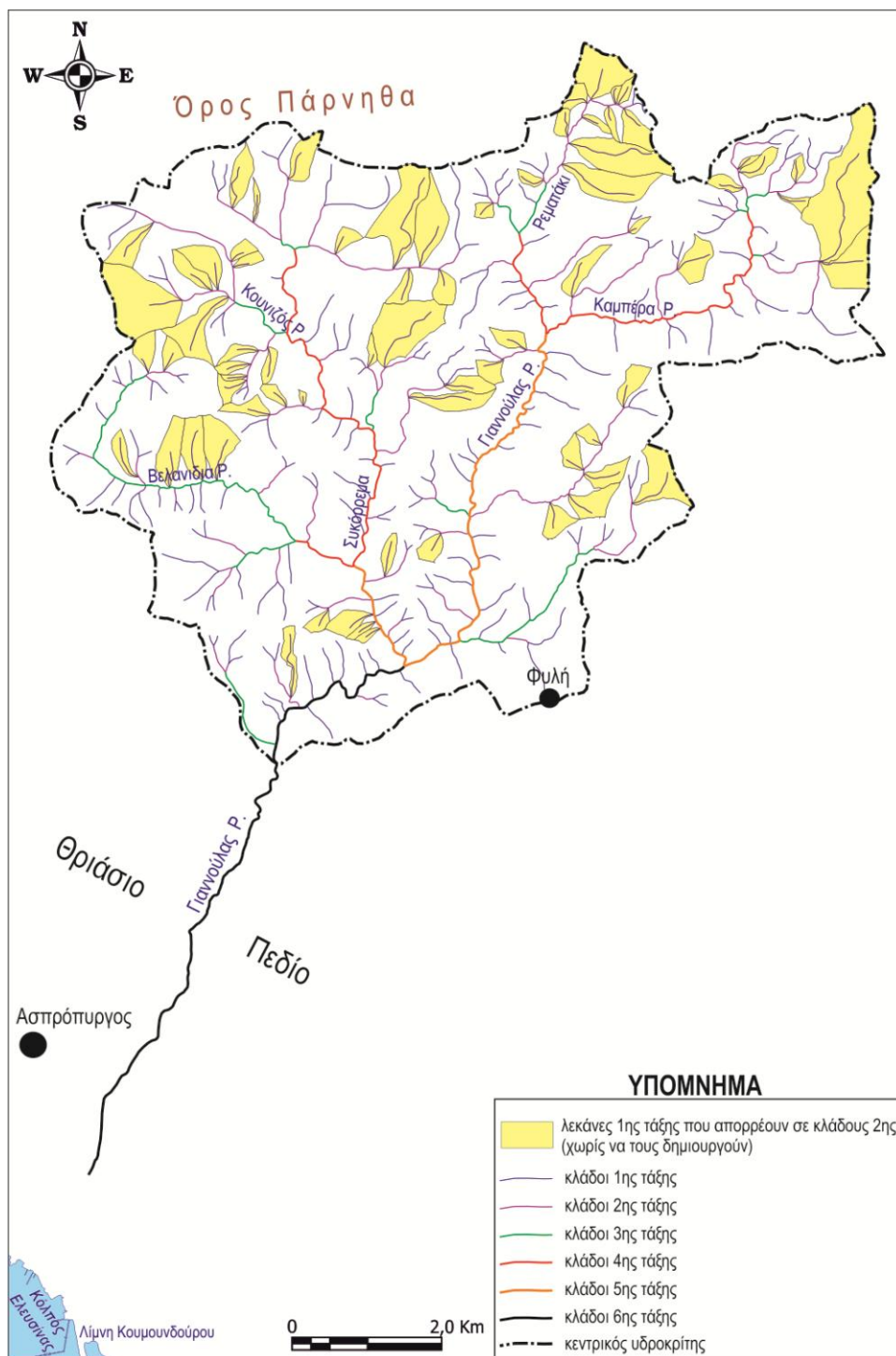
Τάξη u	Μέσο εμβαδό λεκανών ανά τάξη MA_u (km^2)	Λόγος εμβαδού R_A	Μέσος λόγος εμβαδού R_A	Ιδανικό μέσο εμβαδό λεκάνης MA_u (km^2)	Απόκλιση από την ιδανική τιμή (%)
I	0,12	5,25	3,66	0,12	0
II	0,63	3,87		0,44	43,18
III	2,44	4,36		1,61	51,55
IV	10,64	2,69		5,88	80,95
V	28,62	2,13		21,53	32,93
VI	60,89			78,81	-22,74



Διάγραμμα 9 : Γραφική παράσταση αποκλίσεων πραγματικού και ιδανικού μέσου εμβαδού κλάδων

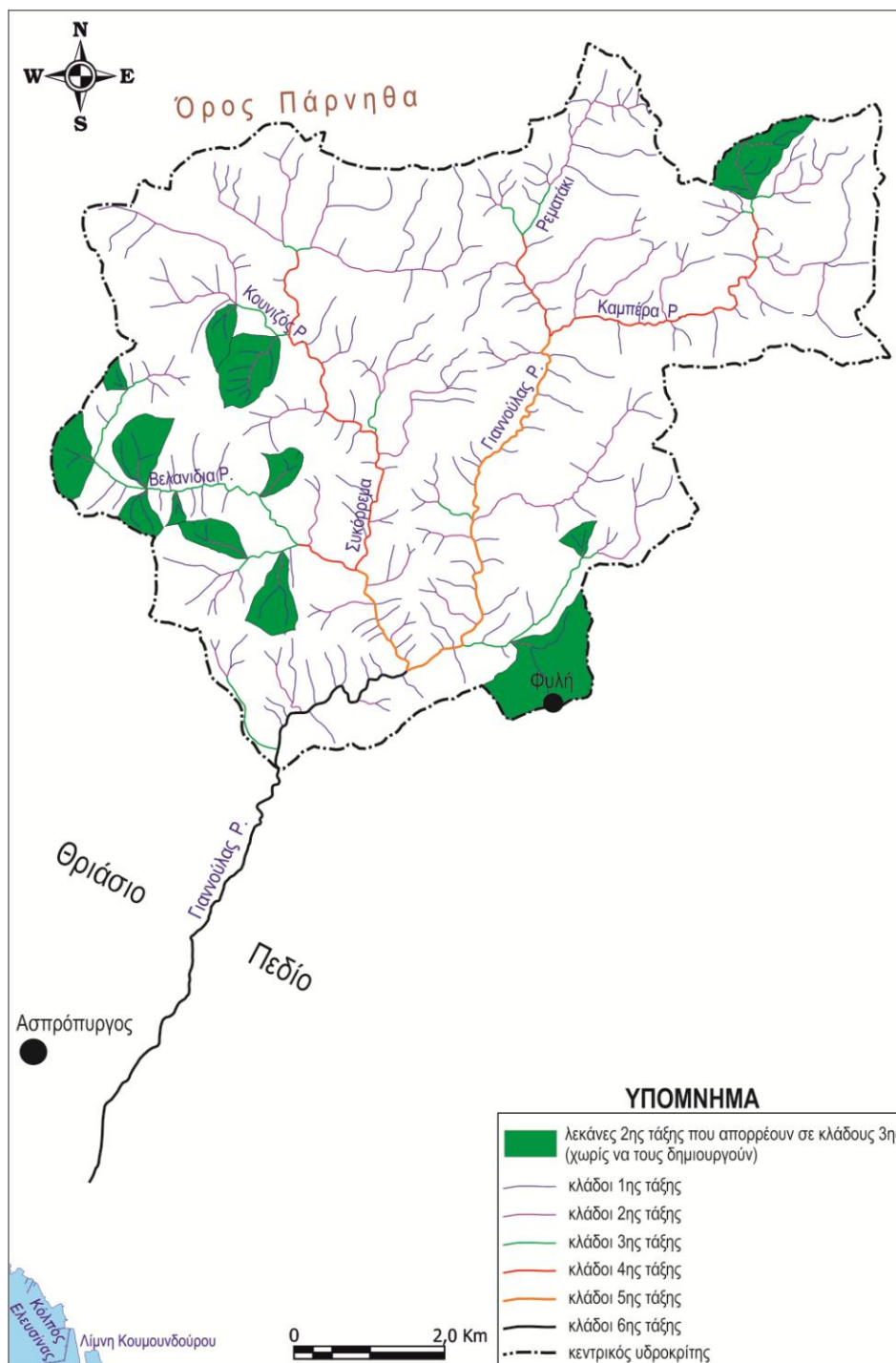
4.2.4 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΟΥ HORTON ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του 1ου νόμου στο υπό μελέτη υδρογραφικό δίκτυο δείχνει ότι τόσο οι λόγοι διακλάδωσης όσο και ο μέσος λόγος διακλάδωσης κυμαίνονται μεταξύ 2 και 4,36, γεγονός που αποτελεί ένδειξη σχετικά φυσιολογικών συνθηκών ανάπτυξης και εξέλιξης του δικτύου. Τις μεγαλύτερες τιμές εμφανίζουν οι λόγοι διακλάδωσης μεταξύ 1ης και 2ης (με τιμή 4,25) και μεταξύ 2ης και 3ης τάξης (τιμή λόγου 4,36), γεγονός το οποίο δείχνει την ύπαρξη αρκετών κλάδων πρώτης τάξης οι οποίοι συμβάλλουν με κλάδους δεύτερης τάξης χωρίς να τους δημιουργούν. Το πλήθος των κλάδων αυτών είναι 67. Η γεωγραφική κατανομή των κλάδων αυτών φαίνεται στο χάρτη 8, όπου με κίτρινο χρώμα απεικονίζονται οι κλάδοι και οι αντίστοιχες λεκάνες 1ης τάξης που απορρέουν σε κλάδους 2ης χωρίς να τους δημιουργούν. Φαίνεται πως οι συμβολές αυτές δεν έχουν κάποια συγκέντρωση σε ένα συγκεκριμένο τμήμα της λεκάνης απορροής του ρέματος Γιαννούλας, αλλά παρουσιάζουν μια ομοιόμορφη διασπορά σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης. Εξάλλου, οι εκτάσεις που αποστραγγίζουν οι κλάδοι πρώτης τάξης είναι σχετικά μικρές, συνεπώς η παροχή των αντίστοιχων κλάδων δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Βέβαια, πρέπει να αναφερθεί ότι στην κλίμακα του συνόλου της λεκάνης αυτή η ανωμαλία μπορεί να θεωρηθεί σημαντική για την αύξηση της παροχής στις κεντρικές κοίτες του υδρογραφικού δικτύου σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης.



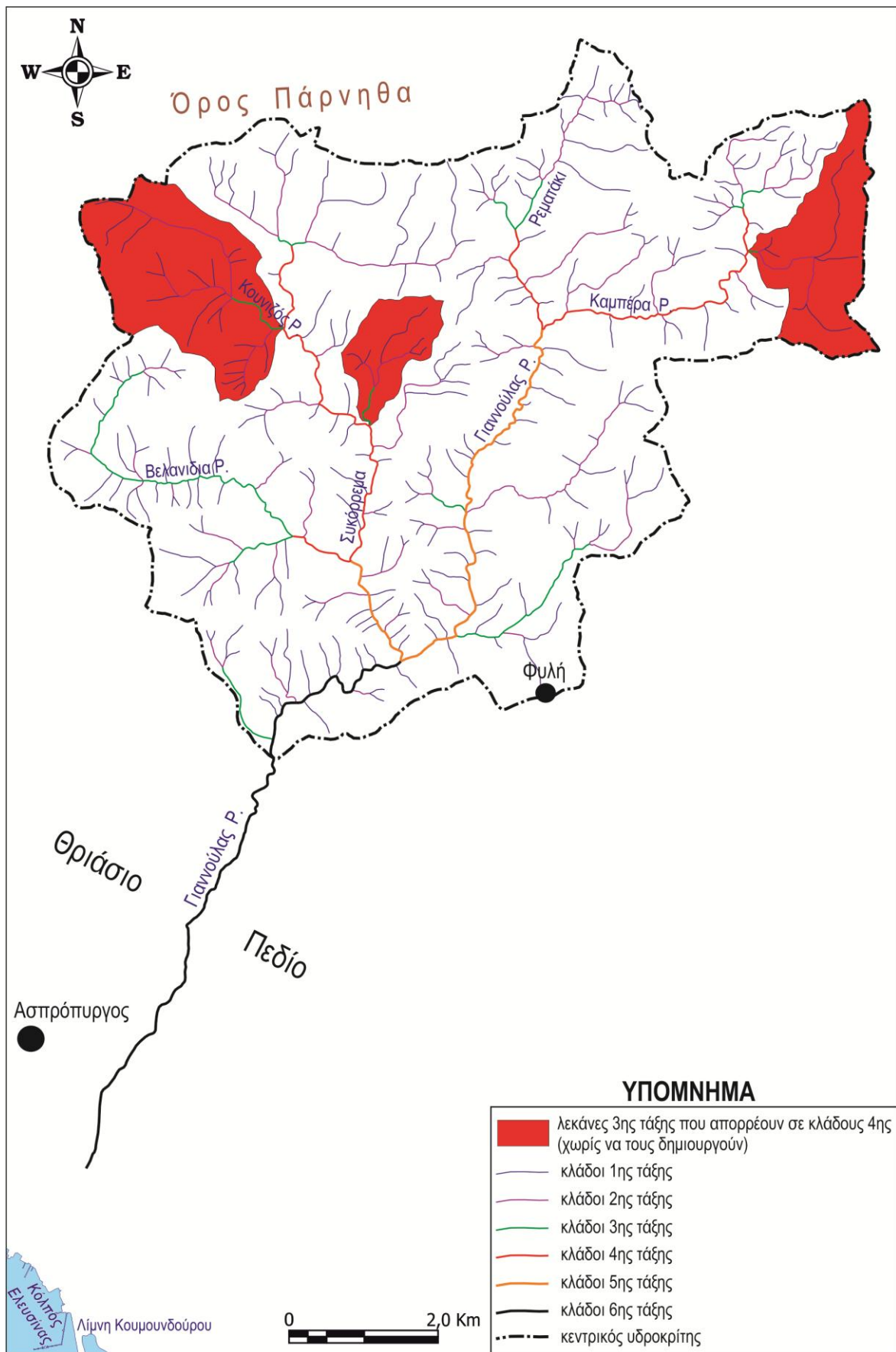
Χάρτης 8 : Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι κλάδοι 1ης τάξης και οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής τους που συμβάλλουν με κλάδους 2ης χωρίς όμως να τους δημιουργούν.

Αντίστοιχα ένας αριθμός 14 κλάδων 2ης τάξης απορρέουν άμεσα σε κλάδους 3ης τάξης χωρίς να τους δημιουργούν. Η γεωγραφική κατανομή των ποτάμιων αυτών συμβολών φαίνονται στο χάρτη 9. Ο χάρτης δείχνει ότι αρκετές λεκάνες 2ης τάξης απορρέουν απευθείας στον 3ης τάξης κλάδο του ρέματος Βελανιδιά στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης, περίπου 2 km πριν την έξοδο του ρέματος Γιαννούλας από τον ορεινό όγκο και την είσοδό του στο Θιράσιο πεδίο.



Χάρτης 9 : Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι κλάδοι 2ης τάξης και οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής τους που συμβάλλουν με κλάδους 3ης χωρίς όμως να τους δημιουργούν.

Ο λόγος διακλάδωσης μεταξύ 3ης και 4ης τάξης έχει ελαφρώς μικρότερη τιμή από τους δύο προηγούμενους (τιμή λόγου 3,5). Η τιμή αυτή δηλώνει ότι 3 κλάδοι 3ης τάξης απορρέουν σε 4ης τάξης κοίτες χωρίς να τις δημιουργούν. Η γεωγραφική κατανομή των συμβολών αυτών εντοπίζονται στο ορεινό δυτικό και ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης (Χάρτης 10).



Χάρτης 10: Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι κλάδοι 3ης τάξης και οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής τους που συμβάλλουν με κλάδους 4ης χωρίς όμως να τους δημιουργούν.

Οι υπόλοιποι δύο λόγοι διακλάδωσης είναι απολύτως φυσιολογικοί καθώς έχουν την τιμή 2.

Παρόμοια, σχετικά υψηλές τιμές έχουν οι λόγοι μέσου μήκους κλάδων καθώς και οι λόγοι μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής μεταξύ 1ης και 2ης, 2ης και 3ης και 3ης και 4ης τάξης. Οι σχετικά υψηλές αυτές τιμές μπορεί να θεωρηθούν υπεύθυνες για τις αυξημένες παροχές στην κεντρική κοίτη του ρέματος Γιαννούλας, σε περιπτώσεις ακραίων βροχοπτώσεων στα ορεινά τμήματα της λεκάνης.

Οι αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές για τον αριθμό των κλάδων είναι αρνητικές και υψηλές, με τις μεγαλύτερες να αφορούν την 3η (απόκλιση -57,58%) και 2η τάξη απόκλιση (-43,00 %). Οι αρνητικές αποκλίσεις δείχνουν ότι το υδρογραφικό δίκτυο δεν έχει αναπτυχθεί ικανοποιητικά ως προς το πλήθος των κλάδων, ώστε να αποστραγγίζεται επιφανειακά η περιοχή ικανοποιητικά. Ένας από τους λόγους της ελλιπούς ανάπτυξης των κλάδων του δικτύου είναι πιθανά η λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που καταλαμβάνουν τη λεκάνη. Σημαντική έκταση της λεκάνης καταλαμβάνεται από ασβεστόλιθους και δολομίτες που θεωρείται ότι η υδρολιθολογική τους συμπεριφορά ευνοεί την κατείσδυση και όχι τόσο την επιφανειακή απορροή και, άρα δεν ευνοείται η ανάπτυξη μεγάλου αριθμού κλάδων. Επιπλέον, κάποιο ρόλο στη μη ανάπτυξη κλάδων πιθανά παίζει η περιορισμένη βροχόπτωση, που χαρακτηρίζει την περιοχή σε ετήσια βάση. Παρότι η δυναμική των κεντρικών κοιτών του υδρογραφικού δικτύου γίνεται ιδιαίτερα σημαντική σε μεμονωμένες περιπτώσεις ακραίων βροχοπτώσεων στη διάρκεια του έτους, οι περιορισμένες βροχοπτώσεις έχουν σαν αποτέλεσμα την περιοδική ή εφήμερη ροή και όχι μόνιμη ροή σε όλες τις κοίτες.

Αντίθετα, οι αποκλίσεις τόσο των μέσων μηκών των κλάδων όσο και των μέσων εμβαδών των λεκανών απορροής είναι θετικές και υψηλές, με την 4η τάξη να εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές. Η υπερανάπτυξη του μήκους των κλάδων πιθανά οφείλεται στη λιθολογία της λεκάνης που κυριαρχείται από ασβεστόλιθους που ευνοούν μικρό αριθμό κλάδων μεγάλου όμως σχετικά μήκους. Σε ό,τι αφορά τις λεκάνες απορροής, τα μεγάλα μεγέθη αποτελούν ένδειξη ενός προχωρημένου σταδίου εξέλιξης. Οι αρνητικές αποκλίσεις τόσο των μηκών όσο και των εμβαδών για την 6η τάξη μπορεί να αποδοθεί στο ότι η λεκάνη απορροής κλείνει σε αρκετά μεγάλη απόσταση από τις εκβολές του ρέματος στον κόλπο της Ελευσίνας (περίπου 7 km ανάντη των εκβολών), συνεπώς υπάρχει ένα μεγάλο μήκος κεντρικής κοίτης 6ης τάξης που δεν συμπεριλαμβάνεται στην ποσοτική ανάλυση.

4.3 ΔΙΑΔΟΧΙΚΗ ΚΑΤΑ ΤΑΞΗ ΑΠΟΡΡΟΗ

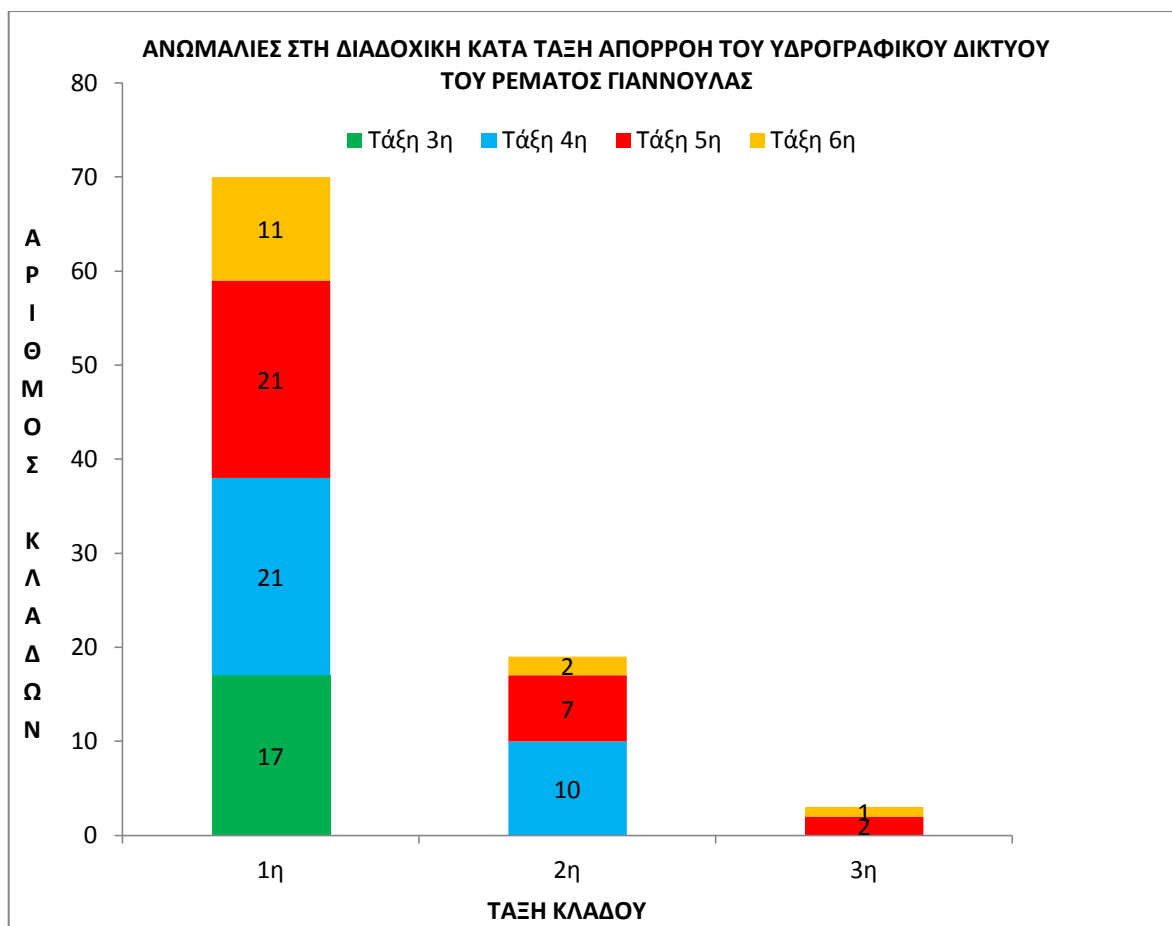
Στο πλαίσιο της αναζήτησης των φυσικών αιτιών εκδήλωσης πλημμυρικών συμβάντων στον κάτω ρου του ρέματος Γιαννούλας, επιχειρήθηκε η διερεύνηση της διαδοχικής κατά τάξη απορροής του υδρογραφικού δικτύου. Σκοπός είναι η αναζήτηση ανωμαλιών στη φυσιολογική αποστράγγιση της περιοχής καθώς και η γεωγραφική θέση των ανωμαλιών αυτών. Με τον όρο ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή ενός υδρογραφικού δικτύου νοείται η άμεση απορροή κλάδων μιας τάξης σε κλάδους όχι της επόμενης, αλλά δύο μεγαλύτερων τάξεων. Για παράδειγμα, ανωμαλία θεωρείται όταν ένας κλάδος πρώτης τάξης συμβάλλει με έναν κλάδο τρίτης τάξης, συνεπώς δεν παρεμβάλλεται μεταξύ τους η δεύτερη τάξη. Οι ανωμαλίες αυτές εκφράζονται τόσο με το πλήθος των κλάδων που συμβάλλουν με τον τρόπο αυτό, όσο και με το συνολικό μήκος των κοιτών τους, αλλά κυρίως με το συνολικό εμβαδόν των εκτάσεων που αποστραγγίζουν επιφανειακά.

Έχει διαπιστωθεί ότι οι ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή, οι οποίες σχετίζονται με την οργάνωση του υδρογραφικού δικτύου, είναι αιτία για την αυξημένη παροχή στις κεντρικές μεγάλων τάξεων κοίτες σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης. Ερευνητικές εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί σε χειμαρρικές λεκάνες απορροής με κλιματικές συνθήκες παρόμοιες με της λεκάνης του ρέματος Γιαννούλας, όπως αυτές του ποταμού Διακονιάρη στο νομό Αχαΐας (Karymbalis et al., 2011, Καρύμπαλης κ.α., 2014), του χειμάρρου Ξηριά στην Κόρινθο (Γάκη-Παπαναστασίου κ.α., 2008, Karymbalis et al., 2012), του Κηφισού ποταμού και του Μεγάλου Ρέματος Ραφήνας στη Αττική (Καρύμπαλης κ.α., 2005), έχουν δείξει ότι οι ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή αποτελούν μια βασική αιτία εκδήλωσης πλημμυρών.

Οι ανωμαλίες στην οργάνωση του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας συνοψίζονται στον Πίνακα 15 και απεικονίζονται γραφικά στο διάγραμμα 10.

Πίνακας 15: Ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας. Στον πίνακα περιλαμβάνονται το πλήθος των κλάδων κάθε τάξης που απορρέουν άμεσα σε κλάδους μεγαλύτερης τάξης, το μήκος των κοιτών τους (σε km) και το εμβαδό των λεκανών απορροής τους (σε km²) καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά (%) στο σύνολο της κάθε τάξης.

ΤΑΞΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΗΚΟΥΣ %	ΕΜΒΑΔΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΜΒΑΔΟΥ %
1 _{ης} σε 3 _{ης}	17	6,57	7,32	7,39	1,91	6,07
1 _{ης} σε 4 _{ης}	21	8,11	8,00	8,07	2,24	7,12
1 _{ης} σε 5 _{ης}	21	8,11	8,80	8,88	2,30	7,31
1 _{ης} σε 6 _{ης}	11	4,25	4,58	4,62	0,94	2,99
2 _{ης} σε 4 _{ης}	10	16,40	19,49	17,63	6,28	16,36
2 _{ης} σε 5 _{ης}	7	11,48	13,58	12,28	4,43	11,54
2 _{ης} σε 6 _{ης}	2	3,28	2,88	2,61	0,53	1,38
3 _{ης} σε 5 _{ης}	2	14,29	11,37	11,87	4,67	13,67
3 _{ης} σε 6 _{ης}	1	7,15	2,85	2,97	0,72	2,11



Διάγραμμα 10 : Γραφική απεικόνιση των ανωμαλιών στη διαδοχική κατά τάξη απορροή του υδρογραφικού δικτύου του ρέματος Γιαννούλας.

Για την 1η τάξη οι μεγαλύτερες ανωμαλίες εντοπίζονται στους κλάδους που απορρέουν άμεσα σε κλάδους 4ης και 5ης τάξης. Οι Πίνακες 16, 17, 18 και 19 περιέχουν τα χαρακτηριστικά (μήκος και εμβαδό) των κλάδων και λεκανών 1ης που απορρέουν άμεσα σε κοίτες 3ης, 4ης, 5ης και 6ης τάξης. Συγκεκριμένα, 21 κλάδοι 1ης, που αντιστοιχούν στο 8,11% του πλήθους της τάξης αυτής, απορρέουν άμεσα σε κεντρικές κοίτες 4ης τάξης. Τα αντίστοιχα ποσοστά του μήκους κοιτών και εμβαδών λεκανών απορροής είναι 8,07% και 7,12%. Ο ίδιος ακριβώς αριθμός κλάδων 1ης συμβάλλουν με κλάδους 5ης τάξης. Τα ποσοστά μήκους και εμβαδού λεκανών είναι παρόμοια με την προηγούμενη περίπτωση. Η γεωγραφική κατανομή των συμβολών αυτών εντός της λεκάνης απορροής φαίνονται στο χάρτη 11. Γίνεται φανερό ότι ο μεγαλύτερος αριθμός των κλάδων αυτών 1ης τάξης συμβάλλουν με τις δύο μεγάλες κεντρικές κοίτες του υδρογραφικού δικτύου που είναι το ρέμα Γιαννούλας (το τμήμα της διαδρομής του που είναι 5ης τάξης και η 4ης τάξης προέκτασή του στα ανάντη – ρέμα Καμπέρα) και το Συκόρεμμα που είναι η δεύτερη μεγάλη κεντρική κοίτη του δικτύου.

Πίνακας 16 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης τάξης σε τρίτη τάξη

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
I	21	0,53	0,53	0,11	0,35
I	24	0,47	0,47	0,14	0,44
I	31	0,30	0,30	0,06	0,19
I	32	0,42	0,43	0,06	0,19
I	33	0,40	0,40	0,05	0,16
I	36	0,27	0,27	0,03	0,10
I	39	0,36	0,36	0,08	0,25
I	40	0,54	0,54	0,14	0,44
I	43	0,28	0,28	0,13	0,41
I	56	0,50	0,50	0,21	0,67
I	57	0,73	0,74	0,21	0,67
I	58	0,59	0,60	0,24	0,76
I	167	0,37	0,37	0,04	0,13
I	200	0,37	0,37	0,05	0,16
I	243	0,56	0,57	0,09	0,29
I	244	0,45	0,45	0,23	0,73
I	254	0,18	0,18	0,04	0,13
ΣΥΝΟΛΑ		7,32	7,39	1,91	6,07

Πίνακας 17 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης τάξης σε τέταρτη τάξη

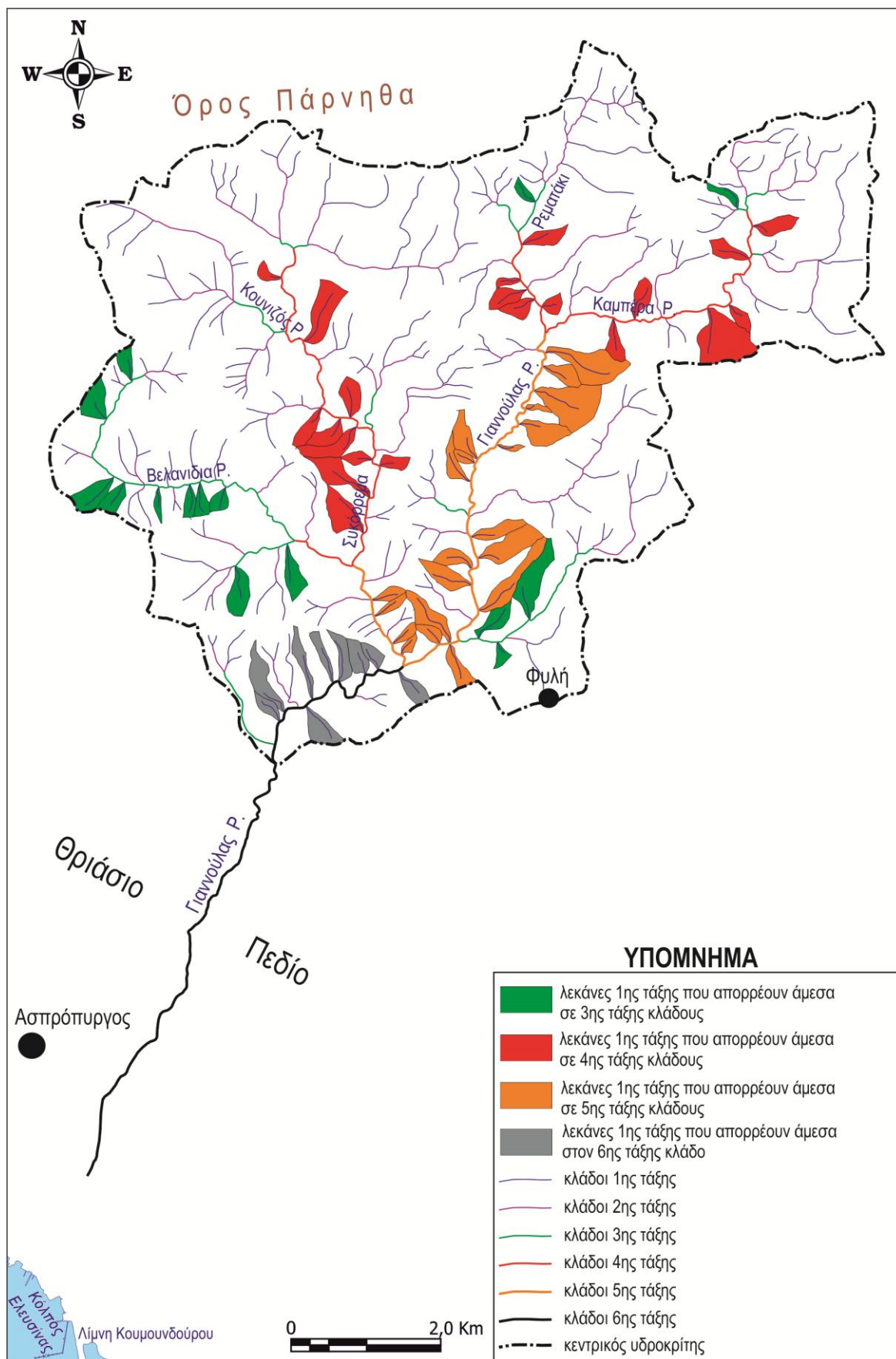
ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
I	63	0,59	0,60	0,18	0,57
I	64	0,63	0,64	0,16	0,51
I	65	0,19	0,19	0,05	0,16
I	66	0,38	0,38	0,13	0,41
I	67	0,28	0,28	0,09	0,29
I	68	0,25	0,25	0,08	0,25
I	94	0,15	0,15	0,04	0,13
I	111	0,78	0,79	0,23	0,73
I	114	0,43	0,43	0,10	0,32
I	125	0,20	0,20	0,06	0,19
I	157	0,32	0,32	0,08	0,25
I	158	0,46	0,46	0,09	0,29
I	159	0,26	0,26	0,03	0,10
I	183	0,39	0,39	0,09	0,29
I	187	0,21	0,21	0,05	0,16
I	191	0,49	0,49	0,08	0,25
I	195	0,43	0,43	0,08	0,25
I	212	0,23	0,23	0,10	0,32
I	221	0,25	0,25	0,06	0,19
I	222	0,63	0,64	0,38	1,21
I	225	0,45	0,45	0,08	0,25
ΣΥΝΟΛΑ		8,00	8,07	2,24	7,12

Πίνακας 18 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης τάξης σε πέμπτη τάξη

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
I	131	0,36	0,36	0,05	0,16
I	132	0,36	0,36	0,04	0,13
I	135	0,29	0,29	0,04	0,13
I	136	0,26	0,26	0,03	0,10
I	137	0,27	0,27	0,05	0,16
I	138	0,79	0,80	0,15	0,48
I	141	0,55	0,56	0,13	0,41
I	142	0,41	0,41	0,08	0,25
I	150	0,50	0,50	0,08	0,25
I	151	0,27	0,27	0,03	0,10
I	152	0,33	0,33	0,11	0,35
I	226	0,96	0,97	0,29	0,92
I	227	0,36	0,36	0,09	0,29
I	228	0,66	0,67	0,35	1,11
I	229	0,13	0,13	0,02	0,06
I	230	0,30	0,30	0,15	0,48
I	231	0,24	0,24	0,02	0,06
I	240	0,33	0,33	0,10	0,32
I	241	0,31	0,31	0,20	0,64
I	242	0,62	0,63	0,20	0,64
I	255	0,50	0,50	0,09	0,29
ΣΥΝΟΛΑ		8,80	8,88	2,30	7,31

Πίνακας 19 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων πρώτης τάξης σε έκτη τάξη

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
I	5	0,39	0,39	0,06	0,19
I	6	0,42	0,42	0,16	0,51
I	10	0,61	0,62	0,09	0,29
I	11	0,50	0,50	0,07	0,22
I	12	0,59	0,60	0,10	0,32
I	13	0,32	0,32	0,09	0,29
I	14	0,34	0,34	0,06	0,19
I	256	0,42	0,42	0,09	0,29
I	257	0,21	0,21	0,02	0,06
I	258	0,22	0,22	0,07	0,22
I	259	0,56	0,57	0,13	0,41
ΣΥΝΟΛΑ		4,58	4,62	0,94	2,99



Χάρτης 11: Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι κλάδοι 1ης τάξης και οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής τους που απορρέουν άμεσα σε κλάδους τάξεων μεγαλύτερων της 2ης.

Για τη 2η τάξη οι μεγαλύτερες ανωμαλίες εντοπίζονται σε κλάδους που συμβάλλουν άμεσα με κλάδους 4ης και 5ης τάξης. Τα χαρακτηριστικά (μήκος και εμβαδό) των κλάδων και λεκανών 2ης που απορρέουν άμεσα σε κοίτες 4ης, 5ης και 6ης τάξης περιέχονται στους Πίνακες 20, 21 και 22 αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη ανωμαλία στη διαδοχική κατά τάξη απορροή όλου του δικτύου αφορά τα ρέματα 2ης τάξης που καταλήγουν σε 4ης και 5ης τάξης κοίτες. 10 από τα ρέματα 2ης τάξης (που αντιστοιχούν στο 16,4 % του πλήθους της τάξης αυτής) χύνονται σε κλάδους 4ης. Τα ποσοστά μήκους κοιτών και εμβαδού λεκανών είναι 17,63 % και 16,36 % αντίστοιχα. Επιπλέον, 7 κλάδοι (το 11,48 %) με μήκος κοιτών και εμβαδό λεκανών που αντιστοιχεί στο 12,28 % και 11,54 % αντίστοιχα απορρέουν άμεσα στους δύο κλάδους 5ης τάξης. Γεωγραφικά, οι συμβολές αυτές εντοπίζονται κατά μήκος της κοίτης του Συκορέματος και, κυρίως, κατά μήκος της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας, με το οποίο συμβάλλουν οκτώ κλάδοι σε σχετικά μικρές μεταξύ τους αποστάσεις (χάρτης 12).

Πίνακας 20 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων δεύτερης τάξης σε τέταρτη τάξη

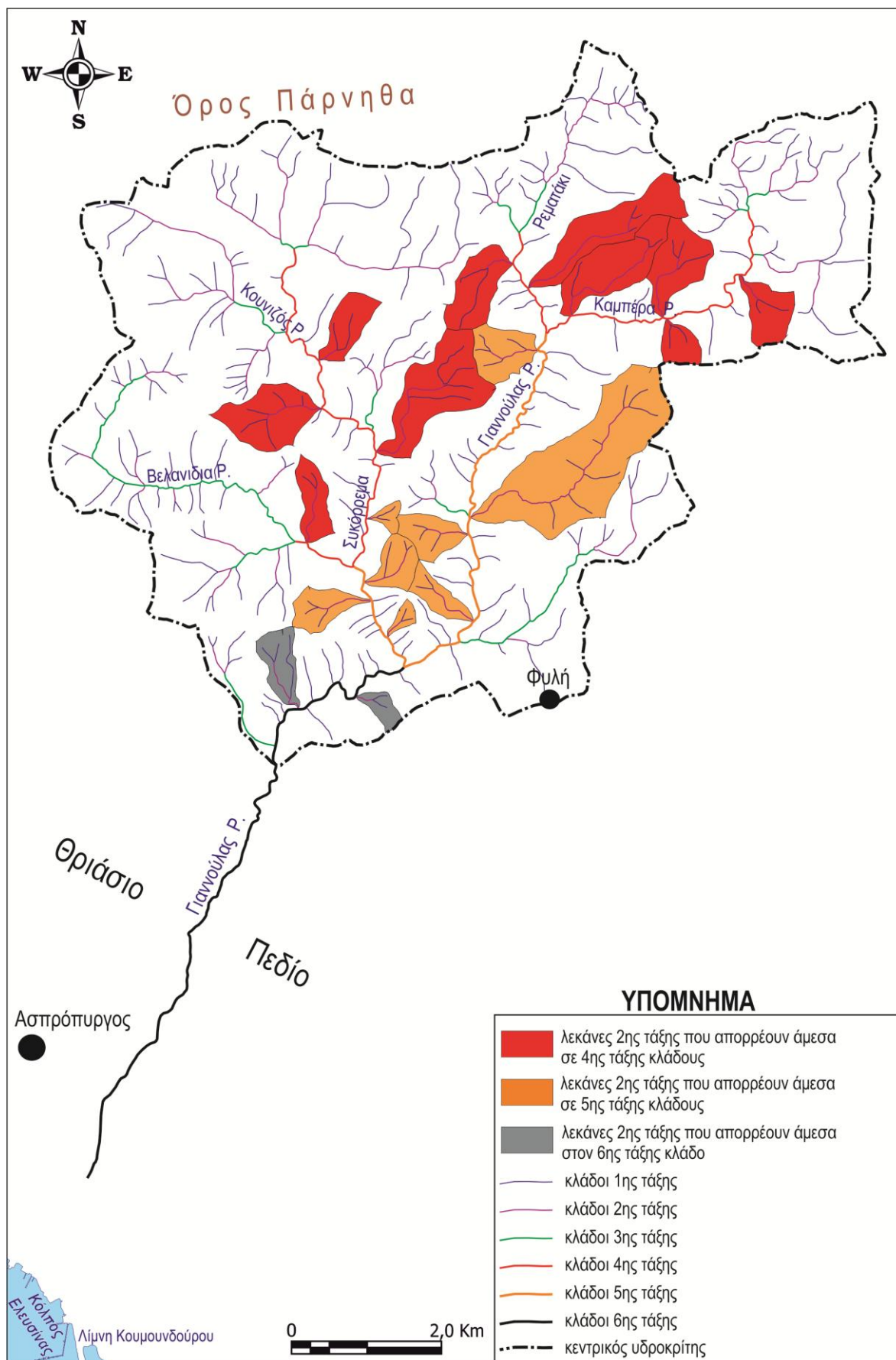
ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
II	17	1,27	1,15	0,36	0,94
II	18	2,34	2,12	0,77	2,01
II	27	1,25	1,13	0,38	0,99
II	30	4,15	3,75	1,16	3,02
II	39	1,76	1,59	0,57	1,49
II	44	2,30	2,08	0,93	2,42
II	45	2,58	2,33	0,84	2,19
II	46	2,00	1,81	0,61	1,59
II	54	1,07	0,97	0,42	1,09
II	55	0,77	0,70	0,24	0,63
ΣΥΝΟΛΑ		19,49	17,63	6,28	16,36

Πίνακας 21 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων δεύτερης τάξης σε πέμπτη τάξη

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
II	4	1,39	1,26	0,35	0,91
II	32	1,50	1,36	0,32	0,83
II	33	0,64	0,58	0,09	0,23
II	34	1,20	1,09	0,27	0,70
II	35	1,23	1,11	0,37	0,96
II	38	1,78	1,61	0,48	1,25
II	56	5,84	5,28	2,55	6,64
ΣΥΝΟΛΑ		13,58	12,28	4,43	11,54

Πίνακας 22 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων δεύτερης τάξης σε έκτη τάξη

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
II	3	2,21	2,00	0,37	0,96
II	61	0,67	0,61	0,16	0,42
ΣΥΝΟΛΑ		2,88	2,61	0,53	1,38



Χάρτης 12 : Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι κλάδοι 2ης τάξης και οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής τους που απορρέουν άμεσα σε κλάδους τάξεων μεγαλύτερων της 3ης.

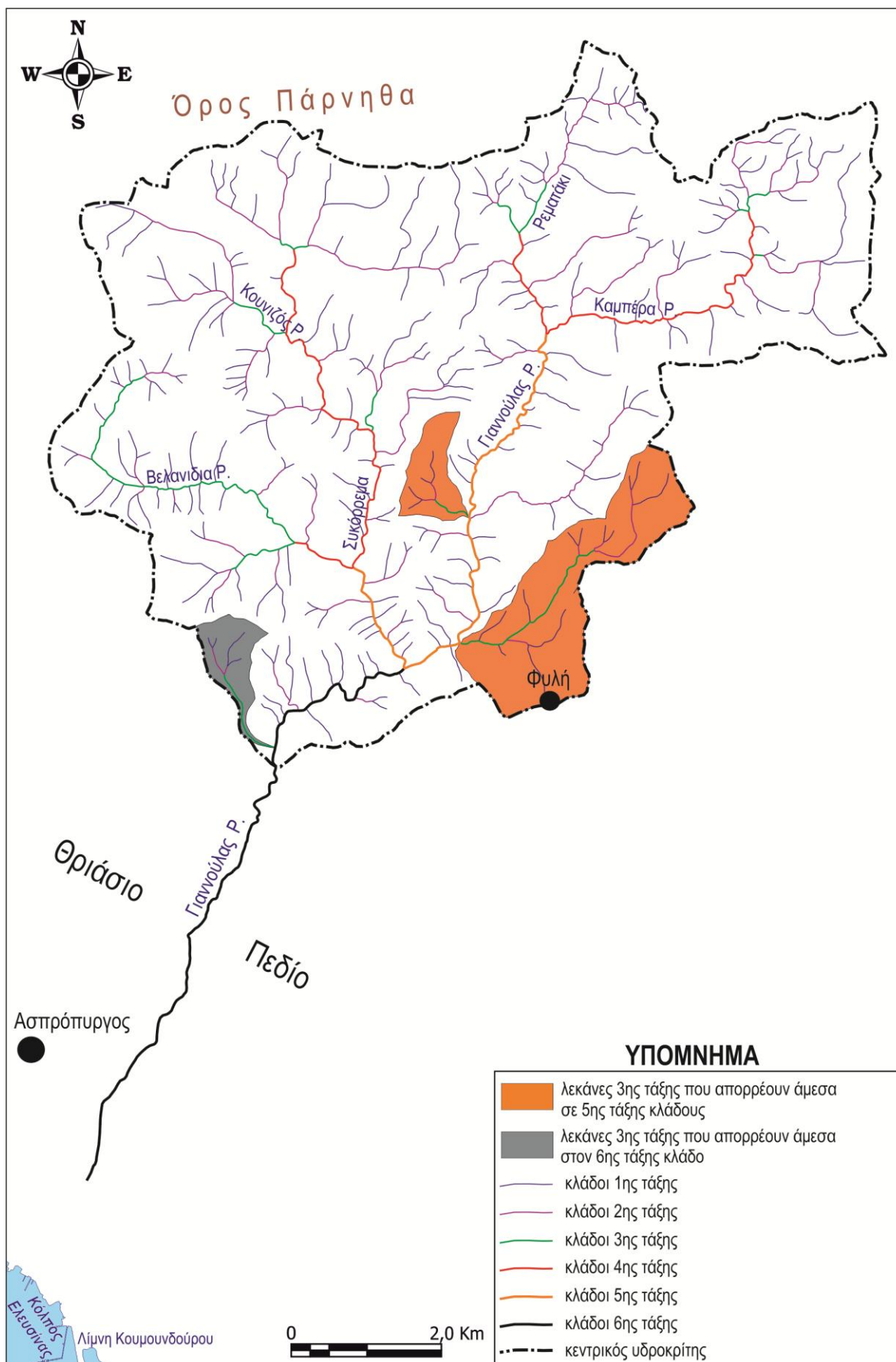
Για την 3η τάξη οι ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή εντοπίζονται σε 2 κλάδους (ποσοστό 14,29% του πλήθους της τάξης) που απορρέουν άμεσα σε 5ης τάξης ρέματα. Πρόκειται για τους κλάδους III8 και III14 που συμβάλλουν με την κεντρική κοίτη του ρέματος Γιαννούλας 5,58 και 3,67 km ανάντη της εξόδου του ρέματος από τους ορεινούς όγκους και της εισόδου του στην πεδινή περιοχή του Θριάσιου. Οι Πίνακες 23 και 24 περιέχουν τα χαρακτηριστικά (μήκος και εμβαδό) των κλάδων και λεκανών 3ης που απορρέουν άμεσα σε κοίτες 5ης και 6ης τάξης. Πέραν αυτών που καταλήγουν στους 5ης, ο κλάδος III1 απορρέει άμεσα στην κεντρική κοίτη του ρ. Γιαννούλας σχεδόν στην είσοδό του στο Θριάσιο (μόλις 265 m ανάντη της εξόδου από τη λεκάνη απορροής) (Χάρτης 13). Αυτό σημαίνει ότι, σε περίπτωση έντονων βροχοπτώσεων στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας, ποσότητα νερού που προέρχεται από την επιφανειακή απορροή μια έκτασης 5,31 km² καταλήγει άμεσα στην κεντρική κοίτη του ρέματος, ενισχύοντας την ήδη αυξημένη παροχή της κοίτης σε μια περιοχή όπου οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις είναι ιδιαίτερα έντονες, με αποτέλεσμα την καταγραφή ιδιαίτερα αυξημένων πλημμυρικών απορροών.

Πίνακας 23 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων τρίτης τάξης σε πέμπτη τάξη

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
III	8	2,05	2,14	0,78	2,28
III	14	9,32	9,73	3,89	11,39
ΣΥΝΟΛΑ		11,37	11,87	4,67	13,67

Πίνακας 24 : Πίνακας άμεσης απορροής κλάδων τρίτης τάξης σε έκτη τάξη

ΤΑΞΗ ΚΛΑΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΣΕ km	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΜΒΑΔΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ km ²	ΠΟΣΟΣΤΟ %
III	1	2,85	2,97	0,72	2,11
ΣΥΝΟΛΑ		2,85	2,97	0,72	2,11



Χάρτης 13: Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι κλάδοι 3ης τάξης και οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής τους που απορρέουν άμεσα σε κλάδους τάξεων μεγαλύτερων της 4ης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΠΙΜΗΚΕΙΣ ΤΟΜΕΣ ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΚΟΙΤΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

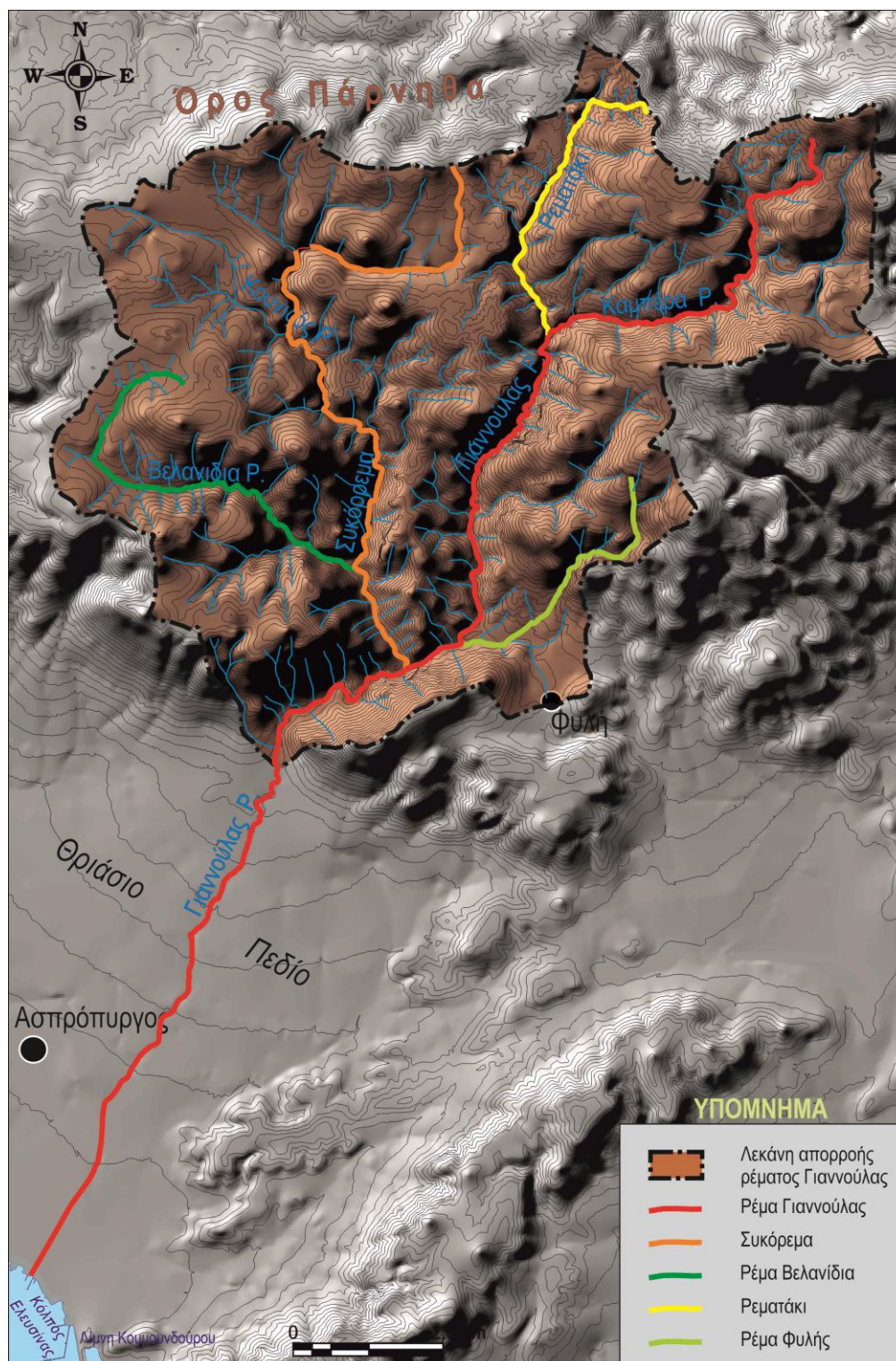
5.1 ΕΠΙΜΗΚΕΙΣ ΤΟΜΕΣ (ΠΡΟΦΙΑ) ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΚΟΙΤΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ

Η διερεύνηση των φυσικών αιτιών εκδήλωσης πλημμυρών στον κάτω ρου της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας περιλαμβάνει και τη σχεδίαση και ανάλυση των επιμήκων τομών τόσο της κεντρικής κοίτης του ρέματος όσο και των τεσσάρων μεγαλύτερων παραποτάμων του. Οι παραπόταμοι αυτοί είναι το Συκόρεμα, το ρέμα Βελανίδια, το Ρεματάκι και το ρέμα Φυλής. Η διαδρομή που ακολουθήθηκε για τη σχεδίαση των επιμήκων τομών φαίνεται στο χάρτη 13. Το επίμηκες προφίλ των ποταμών είναι η απεικόνιση του υψόμετρου της κοίτης σε σχέση με την απόσταση από την εκβολή ή τη συμβολή του ποταμού με κάποιο μεγαλύτερο ποτάμι και είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την ποτάμια γεωμορφολογία. Η μορφή του προφίλ αποτελεί ένδειξη της «ωριμότητας» ή «νεότητας» του ποταμού καθώς και των παραγόντων που έχουν επιδράσει στην περιοχή. Οι παράγοντες που θεωρούνται σημαντικοί για τη διαμόρφωση του προφίλ είναι το κλίμα, που είναι προφανές ότι επηρεάζει την παροχή του ποταμού, η λιθολογία των σχηματισμών που διαρρέει το ποτάμι και, κυρίως, το κατά πόσο ευδιάβρωτοι ή δυσδιάβρωτοι είναι στο νερό της βροχής καθώς και ο τεκτονισμός. Ο τεκτονισμός αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την περιοχή της Ελλάδας, καθώς προκαλεί την ανύψωση κάποιων περιοχών ή τη βύθιση κάποιων άλλων με σχετικά μεγάλους ρυθμούς (Maroukian et al., 2008). Οι κινήσεις αυτές επηρεάζουν τη διαδρομή των κεντρικών κοιτών των ποταμών και αντικατοπτρίζονται με πολύ εμφανή τρόπο σε περιπτώσεις που η παροχή δεν είναι ικανή να αντισταθμίσει τις κινήσεις αυτές, διαβρώνοντας τους γεωλογικούς σχηματισμούς από τους οποίους διέρχεται (Γάκη-Παπαναστασίου κ.α., 2006). Επιπλέον, σε αρκετές περιπτώσεις σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η κάλυψη γης καθώς και οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις όπως οι αμμοληψίες, η κατασκευή φραγμάτων κλπ.

5.2 ΕΠΙΜΗΚΕΣ ΠΡΟΦΙΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ

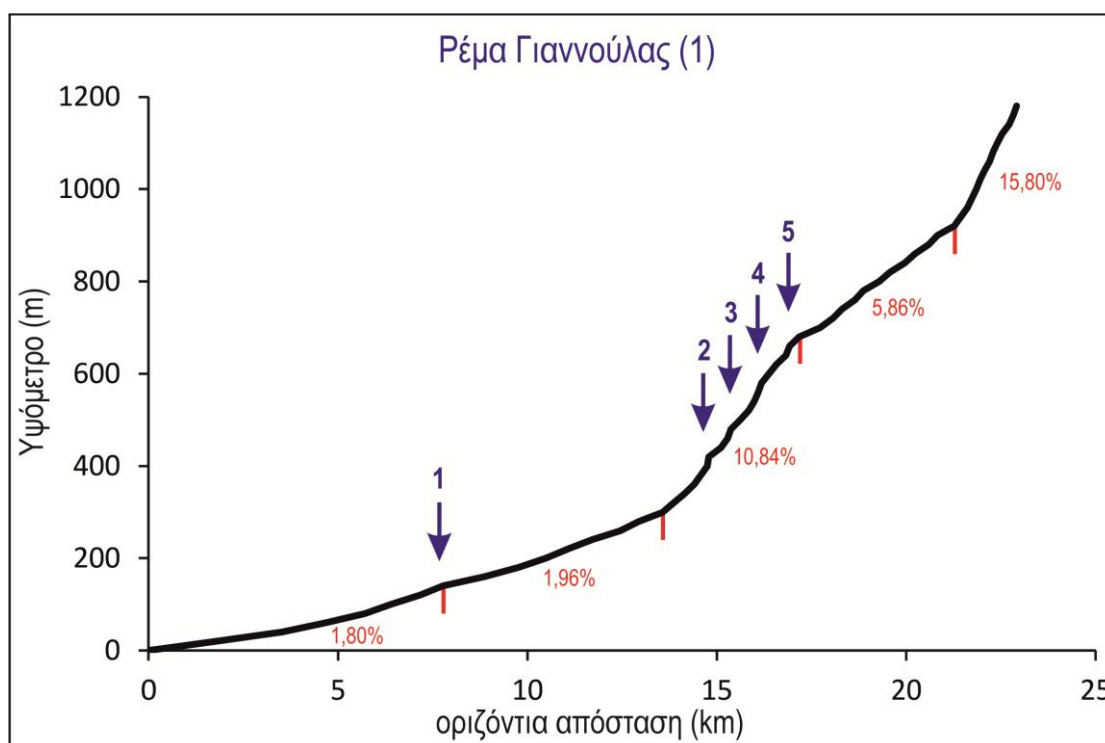
Η κεντρική κοίτη του ρέματος έχει συνολικό μήκος 22,9 km περίπου, ξεκινώντας από απόλυτο υψόμετρο 1180 m και καταλήγοντας στον κόλπο της Ελευσίνας. Το κατώτερο τμήμα της διαδρομής της κεντρικής κοίτης εκτείνεται από τις εκβολές έως το υψόμετρο των 140 m που το ρέμα εγκαταλείπει τον ορεινό όγκο της λεκάνης απορροής και εισέρχεται στην πεδινή περιοχή του Θριάσιου, όπου έχει διαμορφώσει με την απόθεση των φερτών υλών του ένα αλλουβιακό ριπίδιο. Στο μήκος 7,8 km τμήμα αυτό της διαδρομής του η μέση κλίση της κοίτης είναι 1,80% και, όπως φαίνεται από το γεωλογικό χάρτη της περιοχής, διαρρέει τις ίδιες τις αποθέσεις στο κατώτερο τμήμα και παλαιές ποταμοχειμάρριες αποθέσεις Πλειστοκαινικής ηλικίας, που έχουν τη μορφή μερικώς συνεκτικοποιημένων κροκαλοπαγών. Κατά την έρευνα

πεδίου διαπιστώθηκε ότι, στο ανώτερο κομμάτι αυτού του τμήματος, το ποτάμι διαβρώνει σε βάθος τις αποθέσεις αυτές, γεγονός που αποδεικνύει τη μεγάλη του δυναμική. Δεδομένου ότι το ρέμα είναι περιοδικής ροής, η δυναμική αυτή περιορίζεται σε συγκεκριμένα επεισόδια αυξημένης παροχής, λόγω έντονης βροχόπτωσης στο ορεινό τμήμα της λεκάνης.



Χάρτης 14 : Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου της λεκάνης απορροής του ρέματος Γιαννούλας, όπου φαίνονται οι διαδρομές που ακολουθήθηκαν για τη σχεδίαση των επιμήκων τομών, τόσο της κεντρικής κοίτης όσο και των τεσσάρων μεγαλύτερων χειμάρρων – παραποτάμων.

Το επόμενο τμήμα της επιμήκους τομής της κοίτης έχει μήκος 6,1 km και μέση μορφολογική κλίση 1,96 % ελαφρώς μεγαλύτερη από αυτή του κατώτερου τμήματος. Το όριο μεταξύ των δύο αυτών τμημάτων αντιστοιχεί σε ένα σημείο καμπής, το οποίο οφείλεται σε λιθολογικά αίτια, καθώς στο ανώτερο τμήμα η κοίτη διαβρώνει ασβεστόλιθους και δολομίτες μεγάλης αντοχής στη διάβρωση, ενώ στο κατώτερο τμήμα διαβρώνει μικρότερης ανθεκτικότητας στη διάβρωση Πλειστοκαινικές ποταμοχειμάρριες αποθέσεις. Το τμήμα αυτό αντιστοιχεί στη διαδρομή του ρέματος στο κατώτερο τμήμα της λεκάνης απορροής πριν την έξοδο στο αλλουβιακό ριπίδιο. Ρέει ως επί το πλείστον σε ασβεστόλιθους και το ανώτερο όριο αυτού του τμήματος φθάνει σε υψόμετρο 320 m.



Σχήμα 1 : Επίμηκες προφίλ (τομή) της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας. Η κοίτη έχει διαιρεθεί σε πέντε επιμέρους τμήματα διαφορετικής μορφολογικής κλίσης. Με τα βέλη μπλε χρώματος σημειώνονται τα σημεία κάμψης που αντιστοιχούν σε απότομες αλλαγές της κλίσης κατά μήκος της κοίτης.

Κατά μήκος του τρίτου τμήματος της διαδρομής του ο χειμάρρος έχει τη μεγαλύτερη μορφολογική κλίση που φθάνει το 10,84%. Ρέει σε ασβεστόλιθους και δολομίτες και έχει διαμορφώσει ένα εντυπωσιακό φαράγγι ύψους περίπου 250 m εξαιτίας της κατά βάθος διάβρωσης. Στο τμήμα αυτό του χειμάρρου η επιμήκης τομή έδειξε την παρουσία τεσσάρων σημείων καμπής, που πιθανά οφείλονται σε τεκτονικά αίτια (παρουσία κάποιων μικρών ρηγμάτων) ή σε σημεία που η λιθολογία των ασβεστόλιθων είναι περισσότερο ανθεκτική, οπότε η διαφορετική διάβρωση δίνει αυτή τη χαρακτηριστική μορφή σκαλοπατιού.

Τα δύο ανώτερα (ορεινά) τμήματα της κεντρικής κοίτης του ρέματος έχουν μήκη 4,1 και 1,6 km αντίστοιχα και η μέση κλίση κοίτης φθάνει το 5,86% και 15,80%. Η μικρότερη κλίση του τέταρτου τμήματος οφείλεται στο ότι η κοίτη ακολουθεί τεκτονική επαφή (εφίππευση) που φέρνει σε επαφή σχετικά ευδιάβρωτους σχιστόλιθους με ασβεστόλιθους και δολομίτες. Αντίθετα, στο ανώτερο τμήμα η κοίτη ρέει σε δυσδιάβρωτους ασβεστόλιθους.

Η γενική μορφή της επιμήκους τομής δεν αντιστοιχεί σε έναν εξισορροπημένο ποταμό, έναν δηλαδή ποταμό που έχει έρθει σε ισορροπία με τις συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται και έχει αποκτήσει κλίση ικανή να μεταφέρει όλες τις φερτές του ύλες με τη διαθέσιμη παροχή του, αλλά αντίθετα δείχνει ένα ποτάμι που η κοίτη του αντικατοπτρίζει την επίδραση της λιθολογίας των πετρωμάτων της λεκάνης απορροής και του τεκτονισμού.

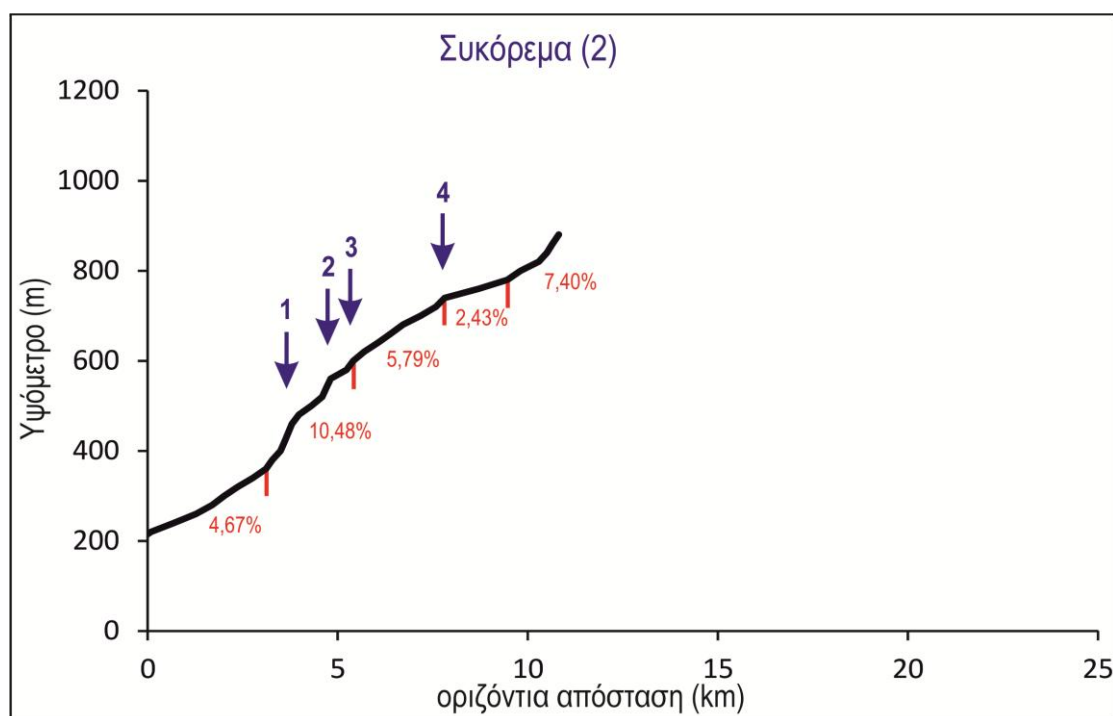
Σε ό,τι αφορά τον πλημμυρικό κίνδυνο, γίνεται φανερό ότι η επιμήκης τομή του κεντρικού κλάδου χωρίζεται στα ανάντη τμήματα που χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλές τιμές μορφολογικής κλίσης, όπου δηλαδή η κοίτη είναι απόκρημνη, και τα κατάντη (κυρίως τη διαδρομή στο Θριάσιο πεδίο), όπου η κλίση της κοίτης είναι ήπια. Αυτό σημαίνει ότι σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης, στα ανάντη η επιφανειακή απορροή που προκαλείται από την αποστράγγιση του ορεινού τμήματος της λεκάνης θα συγκεντρωθεί στην κεντρική κοίτη σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, καθώς η κλίση της κοίτης είναι μεγάλη και άρα η ταχύτητα ροής επίσης μεγάλη. Η συγκέντρωση της αυξημένης ροής στον μικρής κλίσης κάτω ρου του χειμάρρου οδηγεί σε συσσώρευση των νερών της βροχής ενισχύοντας τα πλημμυρικά φαινόμενα. Ιδιαίτερα αρνητικό είναι ότι το τμήμα μικρής κλίσης είναι αυτό που έχει υποστεί τις μεγαλύτερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, με κυριότερες τον περιορισμό της φυσικής κοίτης και την παντελή κάλυψη αυτής πριν την φυσική της εκβολή.

5.3 ΕΠΙΜΗΚΕΣ ΠΡΟΦΙΛ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΣΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ

Το Συκόρεμα είναι ο μεγαλύτερος και σημαντικότερος, από πλευράς μήκους κοίτης και εμβαδού έκτασης που αποστραγγίζει, παραπόταμος του ρέματος Γιαννούλας. Αποστραγγίζει το δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και συμβάλλει με το ρέμα Γιαννούλας περίπου 11 km ανάντη των εκβολών. Η επιμήκης τομή της κεντρικής κοίτης φαίνεται στο σχήμα 2. Το ρέμα μπορεί να διαιρεθεί ανάλογα με τη μορφολογική κλίση της κοίτης του σε πέντε επιμέρους τμήματα. Και εδώ το προφίλ αντιστοιχεί σε ένα ποτάμι μη εξισορροπημένο, με εμφανείς τις επιδράσεις της λιθολογίας και του τεκτονισμού.

Το πρώτο τμήμα ανάντη της συμβολής με τον κεντρικό χείμαρρο Γιαννούλας έχει μήκος 3,1 km και διατηρεί μια μέση κλίση 4,67%. Το επόμενο τμήμα του χειμάρρου ξεκινά από τα 360 m

και φθάνει έως τα 600 m. Είναι το τμήμα με τη μεγαλύτερη μέση μορφολογική κλίση κοίτης (10,48%) και κατά μήκος της διαδρομής αυτής διαπιστώνεται η παρουσία τριών σημείων καμπής, που πιθανά οφείλονται σε λιθολογικά αίτια, λόγω της διαφορετικής ανθεκτικότητας των ασβεστολιθικών και δολομιτικών σχηματισμών πάνω στους οποίους ρέει το ποτάμι. Τα δύο αυτά κατώτερα τμήματα είναι η διαδρομή του παραπόταμου όπου παρατηρούνται και οι μεγαλύτερες ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή. Όπως ήδη αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα τμήματα αυτά δέχονται άμεσα την επιφανειακή απορροή πολλών κλάδων 1^{ης} και 2^{ης} τάξης και, μάλιστα, οι συμβολές αυτές βρίσκονται σε μικρές μεταξύ τους αποστάσεις.



Σχήμα 2: Επίμηκες προφίλ (τομή) της κεντρικής κοίτης του Συκορέματος. Η κοίτη έχει διαιρεθεί σε πέντε επιμέρους τμήματα διαφορετικής μορφολογικής κλίσης. Με τα βέλη μπλε χρώματος σημειώνονται τα σημεία κάμψης που αντιστοιχούν σε απότομες αλλαγές της κλίσης κατά μήκος της κοίτης.

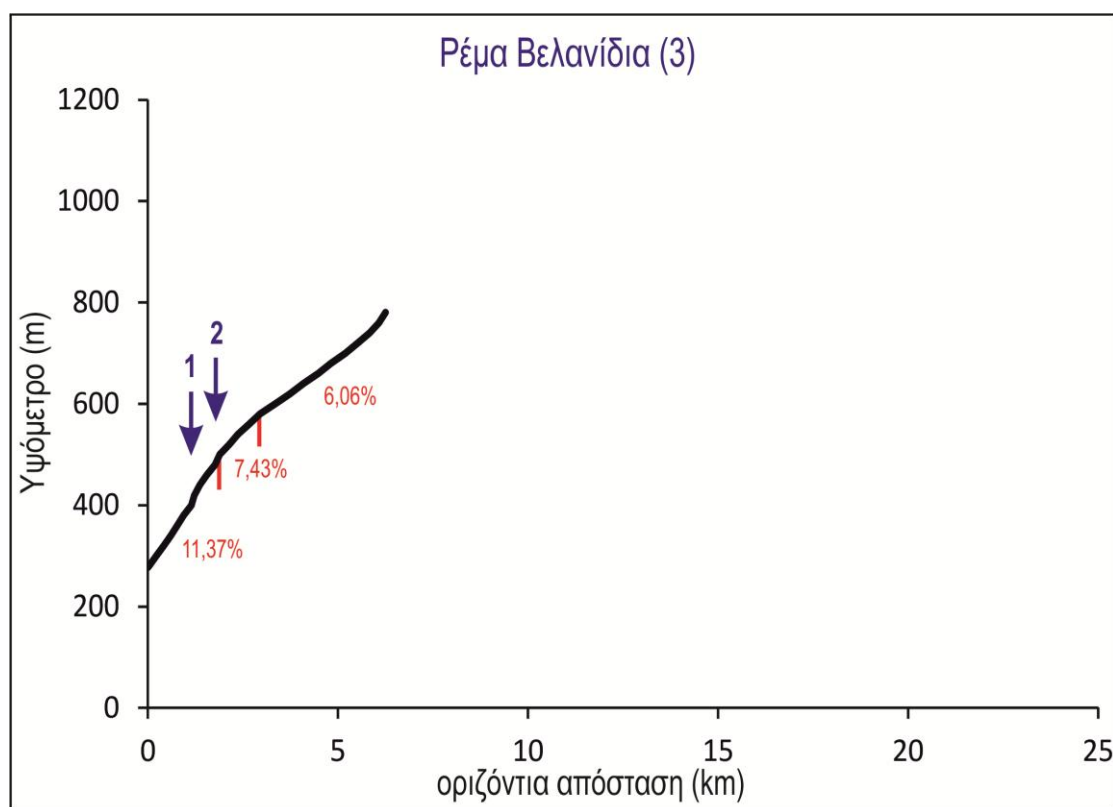
Τα τρία ανώτερα τμήματα έχουν μέσες κλίσεις κοίτης 5,79%, 2,43 % και 7,40%. Η μικρή κλίση στο τέταρτο 1,6 km μήκους τμήμα οφείλεται στην παρουσία ευδιάβρωτων σχιστόλιθων. Το όριο μεταξύ τρίτου και τέταρτου τμήματος αντιστοιχεί σε ένα σημείο καμπής, το οποίο οφείλεται καθαρά σε λιθολογικά αίτια. Στο σημείο αυτό η κοίτη διέρχεται από την επαφή σχιστολίθων – ασβεστολίθων.

Και για τον παραπόταμο αυτό οι μεγάλες κλίσεις δείχνουν μικρούς χρόνους συρροής, συσσώρευσης, δηλαδή, της επιφανειακής απορροής σε μικρούς σχετικά χρόνους στη συμβολή με την κεντρική κοίτη του ρέματος Γιαννούλας σε μικρή απόσταση πριν την είσοδο στην πεδινή περιοχή του Θριάσιου, όπου η ταχύτητα ροής μειώνεται λόγω μικρής κλίσης της κοίτης.

5.4 ΕΠΙΜΗΚΕΣ ΠΡΟΦΙΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΒΕΛΑΝΙΔΙΑ

Το ρέμα Βελανίδια είναι ο σημαντικότερος παραπόταμος του Συκορέματος. Η επιμήκης τομή του έχει συνολικό μήκος 6,3 km και ρέει αποκλειστικά σε ασβεστόλιθους και δολομίτες. Το υψόμετρο της συμβολής του με το Συκόρεμα είναι 277 m και η κοίτη φθάνει μέχρι το υψόμετρο των 780 m. Είναι ένας κλάδος με χειμαρρώδη χαρακτηριστικά, αφού μπορεί να διαιρεθεί σε τρία επιμέρους τμήματα με σχετικά μεγάλες μορφολογικές κλίσεις κοίτης. Το πρώτο τμήμα μήκους 2,1 km έχει κλίση 11,37 %. Σε αυτό διακρίνεται ένα σημείο καμπής σε υψόμετρο 400 m, που πιθανά οφείλεται σε λιθολογική διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών του ασβεστόλιθου. Το δεύτερο και τρίτο τμήμα έχουν μέση κλίση κοίτης 7,43 % και 6,06 % αντίστοιχα.

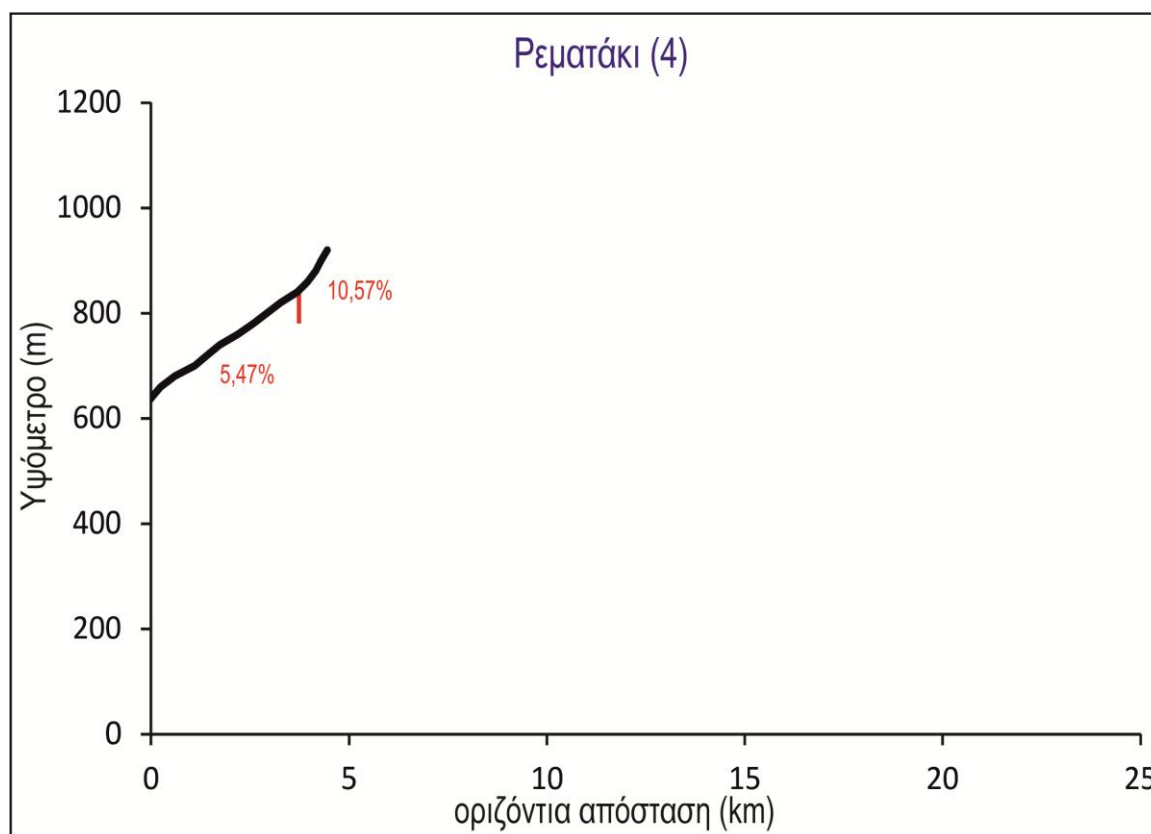
Οι μεγάλες τοπογραφικές κλίσεις δηλώνουν μικρούς χρόνους συρροής κατά τη διάρκεια ακραίων βροχοπτώσεων στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας και ταχεία συσσώρευση επιφανειακής απορροής στη συμβολή με το Συκόρεμα.



Σχήμα 3: Επίμηκες προφίλ (τομή) της κεντρικής κοίτης του ρέματος Βελανίδια. Η κοίτη έχει διαιρεθεί σε τρία επιμέρους τμήματα διαφορετικής μορφολογικής κλίσης. Με τα βέλη μπλε χρώματος σημειώνονται τα σημεία κάμψης που αντιστοιχούν σε απότομες αλλαγές της κλίσης κατά μήκος της κοίτης.

5.5 ΕΠΙΜΗΚΕΣ ΠΡΟΦΙΛ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ **ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΡΕΜΑΤΑΚΙ**

Η επιμήκης τομή και αυτού του μικρού παραπόταμου του ρέματος Γιαννούλας μπορεί να διαιρεθεί σε δύο τμήματα, ανάλογα με τη μέση κλίση της κοίτης του. Τα πρώτο τμήμα από τη συμβολή του ρέματος με τη κεντρική κοίτη του ρ. Γιαννούλας, που βρίσκεται περίπου σε υψόμετρο 638 m και περίπου 16,8 km ανάντη των εκβολών στον κόλπο της Ελευσίνας. Η κοίτη στο τμήμα αυτό διατηρεί μια μέση κλίση 5,47 % και ρέει σχεδόν αποκλειστικά σε σχιστόλιθους και μεταμορφωμένα πετρώματα μικρής αντοχής στη διάβρωση, εκτός από ένα πολύ μικρό τμήμα 0,5 km πριν τη συμβολή όπου ρέει σε ασβεστόλιθους. Η διαφορά στη λιθολογία αντικατοπτρίζεται στην κλίση της κοίτης. Το ανώτερο ορεινό τμήμα ρέει, επίσης, σε μεταμορφωμένα πετρώματα και διατηρεί μια μέση κλίση 10,57%. Η επιφανειακή απορροή αυτού του παραπόταμου πρέπει να είναι αναλογικά μεγάλη, καθώς αποστραγγίζει μεταμορφωμένα πετρώματα μικρής διαπερατότητας.



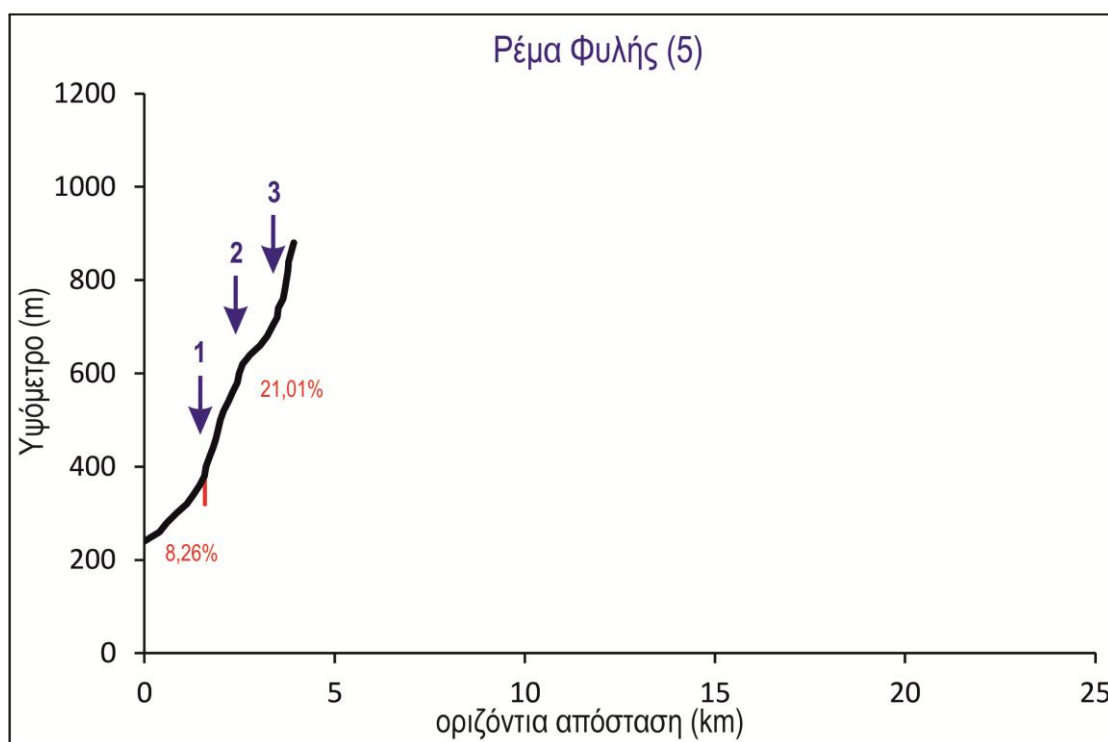
Σχήμα 4 : Επίμηκες προφίλ (τομή) της κεντρικής κοίτης του ρέματος Ρεματάκι. Η κοίτη έχει διαιρεθεί σε δύο επιμέρους τμήματα διαφορετικής μορφολογικής κλίσης.

5.6 ΕΠΙΜΗΚΕΣ ΠΡΟΦΙΛ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΟΙΤΗΣ **ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΦΥΛΗΣ**

Το ρέμα Φυλής συμβάλλει με την κεντρική κοίτη του ρέματος Γιαννούλας σε υψόμετρο 240 m και σε απόσταση 11,7 km από τις εκβολές του, σε απόσταση περίπου 2,8 km από την είσοδό του στην πεδινή περιοχή του Θριάσιου πεδίου. Είναι ένας παραπόταμος που ρέει σε ασβεστόλιθους και δολομίτες, ενώ για ένα μήκος του στο κεντρικό του τμήμα ρέει σε Πλειστοκαινικές συνεκτικοποιημένες αποθέσεις.

Ως προς τη μέση μορφολογική κλίση της κοίτης του διακρίθηκε σε δύο τμήματα. Το κατώτερο τμήμα μήκους 3,7 km έχει μέση κλίση 8,26 %, ενώ για το ανώτερο ορεινό τμήμα η κλίση φθάνει το 21,01 %. Στο ορεινό αυτό τμήμα διακρίνονται τρία σημεία καμπής, με το ενδιάμεσο να οφείλεται σε ρήγμα που τέμνει κάθετα την κοίτη. Οι μεγάλες κλίσεις οφείλονται μερικώς στην παρουσία του ρήγματος αυτού και τις επιπτώσεις του στο ανάγλυφο.

Γίνεται φανερό ότι οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις της κοίτης του ρέματος καθώς και το γεγονός ότι η συμβολή του με το ρέμα Γιαννούλας γίνεται σε μικρή απόσταση από την έξοδο του υδρογραφικού δικτύου από τη λεκάνη αποτελούν ένδειξη ότι ο ρόλος του παραπόταμου αυτού στην συχνότητα των πλημμυρικών επεισοδίων στον κάτω ρου Γιαννούλας είναι ιδιαίτερα σημαντικός.



Σχήμα 5: Επίμηκες προφίλ (τομή) της κεντρικής κοίτης του ρέματος Φυλής. Η κοίτη έχει διααιρεθεί σε δύο επιμέρους τμήματα διαφορετικής μορφολογικής κλίσης. Με τα βέλη μπλε χρώματος σημειώνονται τα σημεία κάμψης που αντιστοιχούν σε απότομες αλλαγές της κλίσης κατά μήκος της κοίτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

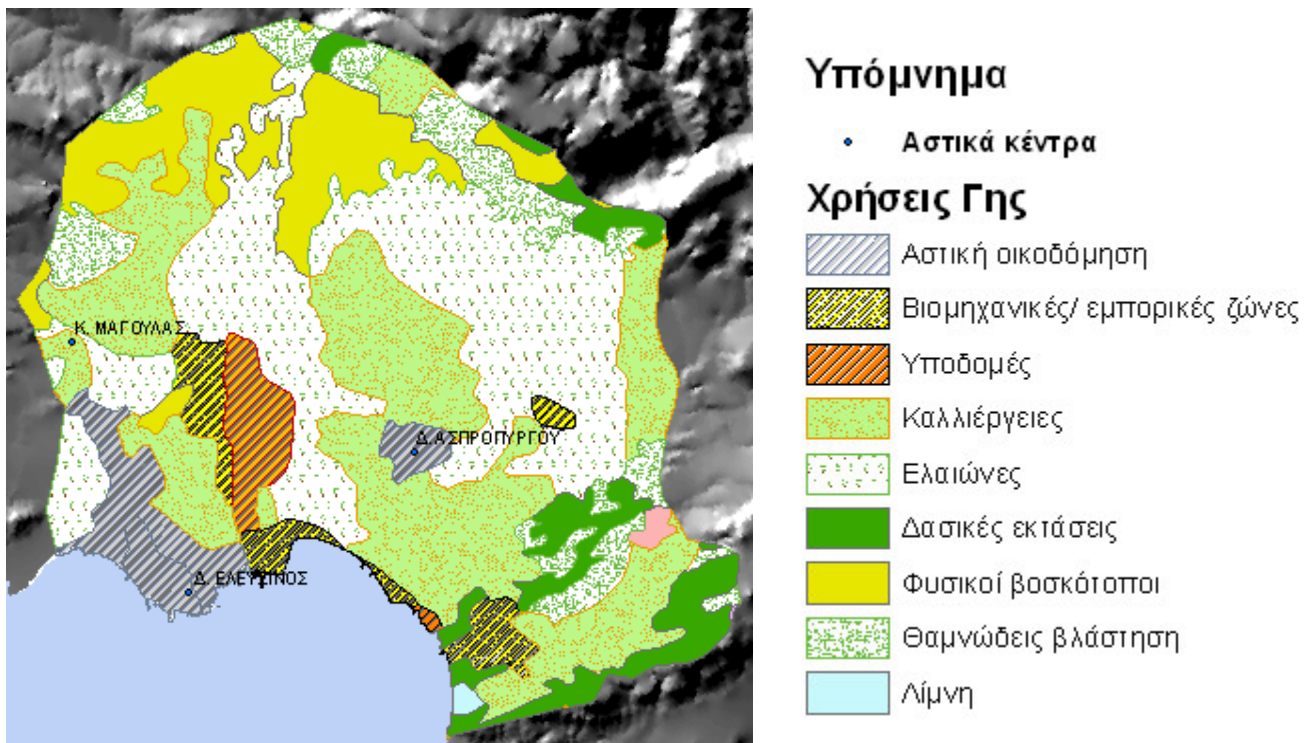
6.1 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΚΑΤΩ ΡΟΥ **ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΣ**

Η κάλυψη γης ανήκει στα χαρακτηριστικά εκείνα που μεταβάλλονται με το χρόνο, κυρίως εξαιτίας της μεταβολής των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Η εκβιομηχάνιση της περιοχής και ο μετασχηματισμός της γης από αγροτική σε βιομηχανική είχε ως αποτέλεσμα τις αλλαγές στην κάλυψη γης, κάτι που συνέβη χωρίς κανένα προηγούμενο σχεδιασμό, εν μέσω μιας σειράς σταθερών χαρακτηρισμών και αποχαρακτηρισμών μικρών και μεγάλων περιοχών ως βιομηχανικές ζώνες και το αντίστροφο. Το Θριάσιο χαρακτηρίζεται από μια μη ομαλή ανάπτυξη διάφορων δραστηριοτήτων από κατοικίες, αγροτικές, βιομηχανικές και λιμενικές εγκαταστάσεις, που συνυπάρχουν στο ίδιο περιβάλλον με οδικά δίκτυα που διασχίζουν τις πόλεις. Η εγκατάσταση αυτών των δραστηριοτήτων στην περιοχή έγινε χωρίς προηγούμενη κατασκευή των απαραίτητων υποδομών. Επιπλέον, και αυτή που έλαβε χώρα στην εντός σχεδίου περιοχή ήταν άναρχη και αυθαίρετη. Οι περισσότερες από τις μισές βιομηχανίες είναι εγκατεστημένες εκτός της καθορισμένης από το νόμο βιομηχανικής ζώνης.

Το διάγραμμα 11 και ο χάρτης 15 παρουσιάζουν την κατανομή της κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης κατά το έτος 2005, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή κωδικοποίηση Corine. Η γεωργία και η κτηνοτροφία παρουσιάζουν το υψηλότερο ποσοστό συμμετοχής στην υδρολογική λεκάνη. Ελαιώνες και καλλιέργειες καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της πεδινής περιοχής, ενώ οι φυσικοί βοσκότοποι αναπτύσσονται στην περιοχή με μεγαλύτερο υψόμετρο. Η αστική δόμηση καθώς και οι βιομηχανικές και εμπορικές δραστηριότητες καταγράφονται κοντά στην παράκτια ζώνη.



Διάγραμμα 11 : Γραφική απεικόνιση κάλυψης γης στο Θριάσιο Πεδίο
ΠΗΓΗ : Κρούσκα, 2014



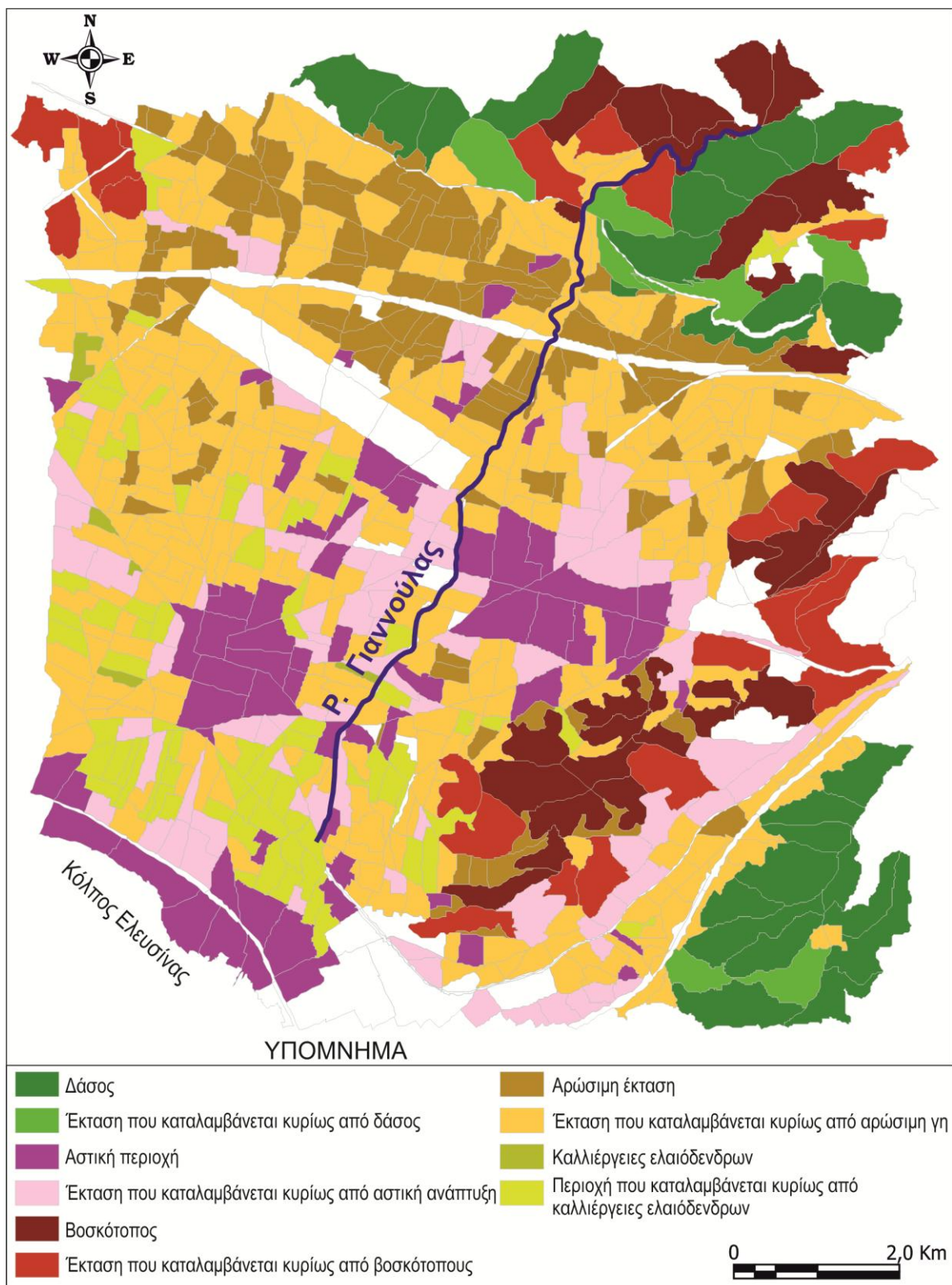
Χάρτης 15 : Γεωγραφική κατανομή των χρήσεων γης στο Θριάσιο Πεδίο

ΠΗΓΗ : Κρούσκα, 2014

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη αστικοποίηση της περιοχής, με κύριους αστικούς πόλους την Ελευσίνα και τον Ασπρόπυργο, και το Θριάσιο Πεδίο μετασχηματίζεται. Περιοχές που καλύπτονταν από ελαιόδεντρα και αγροτικές περιοχές αποψιλώνονται συστηματικά. Χιλιάδες m^2 αποθήκες, μεταφορικές εταιρείες και άλλες δραστηριότητες υπάρχουν στην περιοχή, προκαλώντας νέα ασφυξία και επιπρόσθετα κυκλοφοριακά προβλήματα. Ένα από τα αποτελέσματα του «Σχεδίου δράσης για τη χωρική και κλαδική ανάπτυξη του Θριάσιου Πεδίου και της Δυτικής Αττικής» ήταν μεταξύ άλλων η συρρίκνωση της γεωργίας και η υποβάθμιση και η σταδιακή εξαφάνιση των εκτάσεων με ελαιόδεντρα. Μέχρι πρόσφατα, τα πιο σημαντικά προβλήματα παρατηρούνταν κυρίως στην περιοχή της ακτογραμμής, ενώ η ηπειρωτική περιοχή του Θριάσιου που αποτελείτο από ελαιόδεντρα και καλλιέργειες αποτελούσε αντίβαρο στην επιδείνωση των συνθηκών της περιοχής, εξισορροπώντας σχετικά την κατάσταση. Το εξισορροπητικό αυτό αποτέλεσμα παύει να υφίσταται ραγδαία, αφού οι εκτάσεις αυτές αντικαθίστανται από σκυρόδεμα. Στη Δυτική Αττική κτίζονται νέα συγκροτήματα, που παρέχουν πολυτελείς κατοικίες και υπηρεσίες στο Θριάσιο Πεδίο. Οι νέες αυτές κατασκευές είναι εναντίον του περιβάλλοντος και περιλαμβάνουν κυρίως αποθήκες και μεταφορικές υπηρεσίες. Όπως μερικές δεκάδες χρόνια πριν εξαφανίστηκαν τα ελαιόδεντρα της Αθήνας, τώρα γινόμαστε μάρτυρες της εξαφάνισης των ελαιοδέντρων στο Θριάσιο Πεδίο και, μάλιστα, με την

ανοχή του νομοθετικού πλαισίου, καθώς νέα πολεοδομικά σχέδια επιτρέπουν αυτή την κατάσταση. Αυτές οι δραστηριότητες δεν επιφέρουν μόνο περιβαλλοντική υποβάθμιση, αλλά επιπλέον, δημιουργούν ένα μακροπρόθεσμο ρίσκο για το Όρος της Πάρνηθας. Ήδη στο δυτικό τμήμα του βουνού, όπως επίσης και παραλλήλως της Ε.Ο. Ελευσίνας- Θήβας, προκύπτουν νέοι οικισμοί εκτός σχεδίου. Σε αυτές τις περιοχές, που περιβάλλουν τον Ασπρόπυργο και βρίσκονται κοντά στη Βόρεια Μάνδρα και στη Βόρεια Μαγούλα, εμφανίζονται ραγδαία διάσπαρτες κατοικίες εκτός σχεδίου που είναι γνωστές σαν «οι βίλλες των φτωχών». Καταλυτικό ρόλο σ' αυτή την εξέλιξη έπαιξε η Αττική Οδός, όπως επίσης ο νέος εμπορικός σταθμός του ΟΣΕ και το νέο λιμάνι της Ελευσίνας. Ο τομέας που επί του παρόντος ευδοκιμεί είναι οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διανομής εμπορευμάτων καθώς και διαμετακομιστικά κέντρα. Αυτές οι εγκαταστάσεις με ταχύτατο ρυθμό αντικαθιστούν αγροτική γη. Το χειρότερο είναι το γεγονός ότι, ενώ η πραγματική επιφάνεια σε χρήση είναι περίπου 20%, το υπόλοιπο 80% χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης των οχημάτων που φορτώνουν και ξεφορτώνουν προϊόντα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην μπορεί να «αναπνεύσει» η περιοχή, να ανεβαίνει η θερμοκρασία και τα νερά της βροχής να μην μπορούν να απορροφηθούν. Αν και οι περισσότερες βιομηχανικές περιοχές είναι χωρισμένες σε ζώνες, κανένα αστικό πλάνο δεν ισχύει, κάτι που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν βιομηχανικά πάρκα που να περιλαμβάνουν πράσινο και άλλες δραστηριότητες (Mavrakis, 2011).

Στο χάρτη 16 φαίνονται οι κατηγορίες κάλυψης γης για την περιοχή του ανατολικού Θριάσιου πεδίου. Ο λεπτομερής αυτός χάρτης κάλυψης γης προέκυψε από δεδομένα του ΟΠΕΚΕΠΕ (Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων), ΥΠΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων), Ενότητες Ελέγχου (ilots) 2008. Στο χάρτη φαίνεται η διαδρομή του κάτω ρου της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας, από το σημείο της εξόδου της από την ορεινή λεκάνη απορροής στην μικρής μορφολογικής κλίσης πεδινή έκταση του Θριάσιου μέχρι την περιοχή όπου εξαφανίζεται μερικές εκατοντάδες μέτρα πριν τις παλαιές φυσικές εκβολές της στον κόλπο της Ελευσίνας. Απ' το χάρτη γίνεται φανερό ότι εκατέρωθεν της κοίτης του ρέματος υπάρχουν εκτεταμένες αστικές περιοχές. Οι περιοχές με έντονη αστικοποίηση αφενός έχουν περιορίσει το πλάτος της κοίτης του ρέματος, όταν γειτνιάζουν άμεσα με αυτό, αφετέρου στεγανοποιούν την πεδινή περιοχή του Θριάσιου, μειώνοντας την κατείσδυση και ενισχύοντας την επιφανειακή απορροή, γεγονός που μπορεί να έχει πολύ αρνητικές συνέπειες σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης, όπου η κοίτη του ρέματος έχει ήδη αυξημένη παροχή. Αστικοποιημένη είναι και η περιοχή όπου η φυσική κοίτη του ρέματος παύει να είναι ορατή. Επιπλέον, σε ένα αρκετό μήκος της διαδρομής του το ρέμα ρέει σε καλλιεργησιμές εκτάσεις, όπου οι καλλιέργειες φθάνουν μέχρι τις όχθες, περιορίζοντας το πλάτος της και τη φυσιολογική της λειτουργία.



Χάρτης 16: Χάρτης κάλυψης γης της ευρύτερης περιοχής του ανατολικού Θριάσιου πεδίου, το οποίο διασχίζεται από τον κάτω ρου του ρέματος Γιαννούλας.

ΠΗΓΗ : ΟΠΕΚΕΠΕ (Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων), ΥΠΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων), Ενόητες Ελέγχου (ilots) 2008

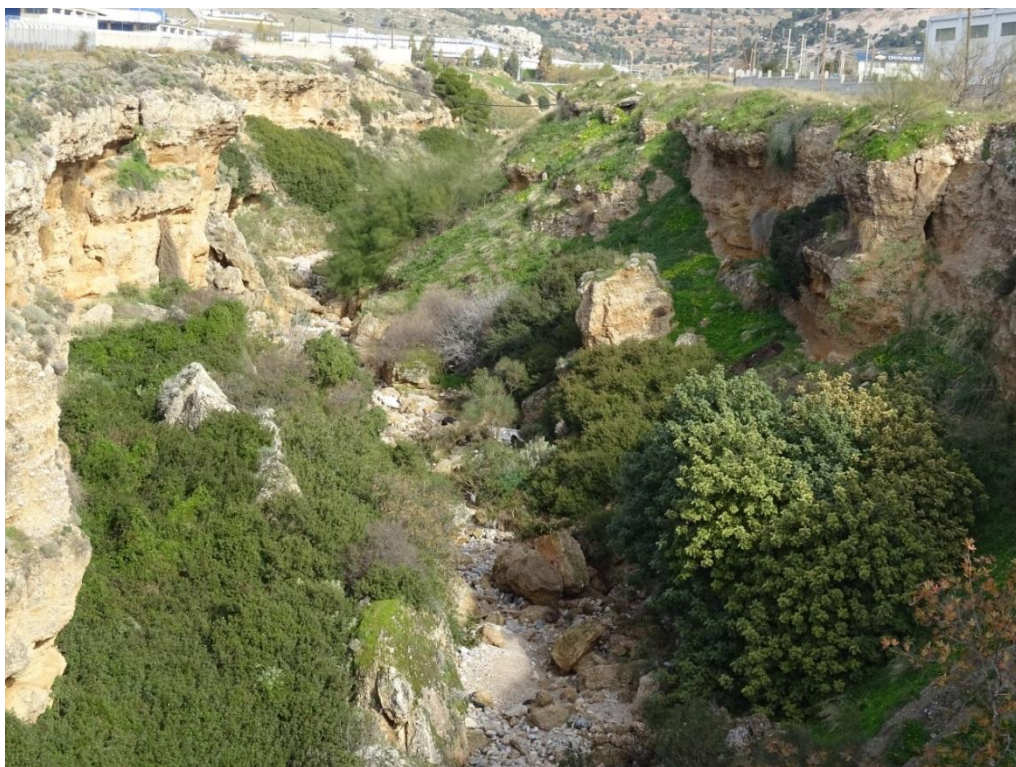
Για την καλύτερη εκτίμηση των ανθρωπογενών επεμβάσεων στην κεντρική κοίτη του κάτω ρου του ρέματος Γιαννούλας, πραγματοποιήθηκε επιτόπια έρευνα, με σκοπό την καταγραφή και φωτογράφιση των άμεσων επεμβάσεων κατά μήκος της κεντρικής κοίτης.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ένα μεγάλο μήκος της κεντρικής κοίτης, που φθάνει τα 7,8 km, διασχίζει τις αλλουβιακές του αποθέσεις που συνιστούν το ανατολικό τμήμα του Θριάσιου πεδίου. Το κύριο φυσικό χαρακτηριστικό της κοίτης του χειμάρρου σε ένα μεγάλο μήκος από την έξοδό του από τον ορεινό όγκο έως τα μισά περίπου της διαδρομής του στο Θριάσιο πεδίο είναι η έντονη κατά βάθος διάβρωση και η παρουσία σημαντικής ποσότητας αδρομερών υλικών. Τα υλικά αυτά είναι μεγέθους χαλίκων κροκαλών έως και ογκόλιθοι ασβεστολιθικής, κυρίως, σύστασης που αποτελούν το φορτίο κοίτης που μεταφέρεται με κύλιση και σύρση κατά την υγρή περίοδο του έτους και κυρίως σε περιπτώσεις αυξημένης παροχής που ακολουθεί έντονες βροχοπτώσεις. Την περίοδο της υπαίθριας επίσκεψης (Δεκέμβριος 2014) το ποτάμι δεν είχε ροή. Η μεγάλη παρουσία των αδρομερών υλικών δείχνει μεγάλη μεταφορική ικανότητα και χειμαρρικά χαρακτηριστικά (Εικόνα 6). Επίσης, η έντονη κατά βάθος διάβρωση που φθάνει μέχρι και τα 60 m αποτελεί ένδειξη πολύ ισχυρής ποτάμιας δράσης όταν το ρέμα αποκτά ροή (Εικόνες 7 και 8). Είναι χαρακτηριστικό ότι η κατά βάθος διάβρωση χαρακτηρίζει όχι μόνο το τμήμα του χειμάρρου αμέσως μετά την είσοδο στο Θριάσιο πεδίο, αλλά και αρκετά νοτιότερα στον κάτω ρου του.



Εικόνα 6 : Η κεντρική κοίτη του ρέματος Γιαννούλας στην έξοδο από τη λεκάνη απορροής και την είσοδο στην πεδινή περιοχή του Θριάσιου. Διακρίνεται η μεγάλη παρουσία ασβεστολιθικών κροκαλών και ογκόλιθων, γεγονός που αποτελεί ένδειξη της πολύ μεγάλης μεταφορικής ικανότητας του ρέματος όταν εμφανίζει απορροή.

Τα υλικά αυτά αποτελούν το φορτίο κοίτης.



Εικόνα 7 : Έντονη κατά βάθος διάβρωση της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας, μερικές δεκάδες μέτρα νότια της γέφυρας της Αττικής οδού. Το ποτάμι έχει διαβρώσει τις Πλειστοκαινικής ηλικίας συνεκτικοποιημένες ποταμοχειμάρριες αποθέσεις, διαμορφώνοντας ένα μικρό φαράγγι ύψους 40 m περίπου, που αποτελεί ένδειξη της ισχυρής διαβρωτικής δράσης του χειμάρρου.



Εικόνα 8 : Η κεντρική κοίτη του ρέματος μερικές εκατοντάδες νοτιότερα της θέσης της προηγούμενης εικόνας7. Και εδώ είναι εμφανής η έντονη κατά βάθος διάβρωση, γεγονός που υποδηλώνει την ισχυρή διαβρωτική δράση του χειμάρρου κατά την υγρή περίοδο του έτους.

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην κοίτη του ρέματος είναι πολλές και ανεξέλεγκτες. Σημαντική είναι η οικιστική δραστηριότητα εκατέρωθεν της κοίτης. Η δραστηριότητα αυτή έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των φυσικών ορίων της κοίτης. Υπάρχουν τμήματα της διαδρομής του ποταμού όπου η οικιστική δραστηριότητα που φθάνει έως την κοίτη είναι έντονη και στις δύο όχθες, αλλά και τμήματα που εντοπίζεται κατά μήκος της δυτικής ή ανατολικής όχθης.

Για παράδειγμα, σε όλο το μήκος της κοίτης από τη λεωφόρο Νάτο έως την Αττική οδό, η παραποτάμια περιοχή ανατολικά της κοίτης χαρακτηρίζεται από έντονη οικιστική δραστηριότητα και παρουσία βιομηχανιών και άλλων εγκαταστάσεων, που φθάνουν έως την ανατολική όχθη της κοίτης. Οι επιχωματώσεις για την ανάπτυξη όλων αυτών των κατασκευών, σε αρκετές περιπτώσεις, περιορίζουν το πλάτος της ενεργού κοίτης, εντείνοντας τις αρνητικές επιπτώσεις σε περιπτώσεις πλημμυρικών γεγονότων.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως αυτή των εικόνων 9 και 10, οι κατασκευές και η περίφραξή τους ουσιαστικά έχουν συντελεστεί εντός της κοίτης, περιορίζοντας σημαντικά τον φυσικό τους ρόλο.



Εικόνα 9 : Εικόνα Google earth στην οποία φαίνεται ο περιορισμός της κοίτης περίπου 2km ανάντη των εκβολών. Η περίφραξη της βιομηχανίας που βρίσκεται στα δυτικά της κοίτης βρίσκεται εντός της ενεργού κοίτης υποβαθμίζοντας τον φυσικό της ρόλο.



Εικόνα 10 : Ο περιορισμός της φυσικής κοίτης σε περίπου 1 m από την περίφραξη της βιομηχανίας που απεικονίζεται στην προηγούμενη εικόνα 9.

Οι περισσότερες και πλέον έντονες επεμβάσεις που σχετίζονται με την οικιστική και άλλη ανθρωπογενή δραστηριότητα αφορούν το τμήμα των τελευταίων 1,4 km πριν τις εκβολές. Η κοίτη δεν είναι πλέον ορατή και ενεργή για το μήκος αυτό και, πιθανά, έχει αντικατασταθεί από υπόγειο αγωγό άγνωστης διατομής, που είναι αμφίβολο αν είναι ικανός να παροχετεύσει την πλημμυρική παροχή αιχμής του χειμάρρου. Το σημείο όπου η κοίτη δεν είναι πλέον ορατή φαίνεται στις εικόνες 11 και 12.



Εικόνα 11 : Εικόνα Google earth όπου φαίνεται το σημείο που «χάνεται» η κοίτη του χειμάρρου.



Εικόνα 12 : Το σημείο πέρα από το οποίο η κοίτη δεν είναι πλέον ορατή επιφανειακά.

Μια σημαντική επέμβαση κατά μήκος της κοίτης είναι η κατασκευή γεφυρών σε σημεία που το οδικό δίκτυο διασχίζει το ρέμα. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι κατασκευές αυτές έχουν γίνει χωρίς κατάλληλες μελέτες που θα λάμβαναν υπόψη τη μέγιστη πλημμυρική παροχή του ρέματος κατά την πλημμύρα αιχμής. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν μετρήσεις παροχών για το ρέμα, αλλά σε όλες τις περιπτώσεις γεφυρών έχει υποεκτιμηθεί το δυναμικό του ποταμού. Υπάρχουν γέφυρες όπου η διατομή τους είναι φανερό ότι δεν είναι ικανή να παροχετεύσει τα νερά σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων, που αυξάνουν σημαντικά την παροχή της κεντρικής κοίτης στο τμήμα αυτό της διαδρομής της στο Θριάσιο πεδίο. Οι γέφυρες αυτές, ουσιαστικά, αποτελούν εμπόδια στη ροή του νερού, συσσωρεύοντας μεγάλες ποσότητες νερού στα ανάντη και αυξάνοντας το χρόνο απομάκρυνσης των νερών προς τις εκβολές. Έτσι, τα κύματα παροχής που φθάνουν στα σημεία αυτά αθροίζονται προκαλώντας σημαντικές ζημιές, τόσο στις γέφυρες όσο και στις παραποτάμιες περιοχές όπου το νερό αναγκάζεται να κινηθεί. Συνολικά, για το μήκος της διαδρομής του ρέματος από την έξοδο από τη λεκάνη έως τις εκβολές, μετρήθηκαν 10 τέτοιες γέφυρες, οι περισσότερες από τις οποίες είναι προβληματικές για την παροχέτευση των πλημμυρικών παροχών της κοίτης. Η ανεπάρκεια των κατασκευών αυτών φαίνεται τόσο από το γεγονός ότι είναι μερικώς κατεστραμμένες από την ορμητικότητα του νερού (Εικόνα 13), όσο και από τη διατομή τους, όπου καμία σχέση δεν έχει με τη διατομή της ενεργού κοίτης ανάντη της γέφυρας (Εικόνες 14 και 15). Η μικρή παροχευτική τους ικανότητα αφορά όχι μόνο τον οριζόντιο περιορισμό τους αλλά και το μικρό τους ύψος.



Εικόνα 13 : Γέφυρα στο σημείο που η οδός Μεγαρίδος διέρχεται κάθετα στην κεντρική κοίτη του ρέματος Γιαννούλας. Τα τοιχεία στις όχθες της κοίτης έχουν καταστραφεί από τα ορμητικά νερά του ρέματος κατά τη διάρκεια πλημμυρικών συμβάντων.



Εικόνα 14 : Η ίδια γέφυρα της οδού Μεγαρίδος. Η φωτογραφία είναι από τα ανάντη προς τα κατόντη. Είναι φανερό ότι η κατασκευή δεν επιτρέπει την ανεμπόδιστη ροή του νερού της κοίτης. Διακρίνεται η διαφορά της διατομής της φυσικής κοίτης πριν τη γέφυρα (που φαίνεται από την παρουσία υλικών κοίτης) και της τεχνητής διατομής της γέφυρας.



Εικόνα 15 : Γέφυρα περίπου 2,05 km ανάντη των εκβολών του ρέματος. Φαίνεται η περιορισμένη διατομή της γέφυρας σε σχέση με τη διατομή της φυσικής κοίτης. Η γέφυρα αυτή, σε περιπτώσεις πλημμυρικών παροχών όπου η ροή είναι έντονη (όπως υποδηλώνει η παρουσία μεγάλου μεγέθους κροκαλών στην κοίτη), αποτελεί εμπόδιο, με ανάλογες συνέπειες στις παραποτάμιες περιοχές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας είναι η διερεύνηση των φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών εκδήλωσης αιφνίδιων πλημμυρικών επεισοδίων στον κάτω ρου της κεντρικής κοίτης του ρέματος Γιαννούλας, που διασχίζει το ανατολικό Θριάσιο πεδίο στη Δυτική Αττική.

Με τη βοήθεια των ΣΓΠ, δημιουργήθηκε και οργανώθηκε μια ψηφιακή βάση δεδομένων με στοιχεία που αφορούν την τοπογραφία, τη γεωλογία, την κάλυψη γης, τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου ανά τάξη και τις αντίστοιχες λεκάνες απορροής. Πηγές για τα δεδομένα αυτά ήταν κυρίως ο τοπογραφικός χάρτης της ΓΥΣ κλίμακας 1:50000 και το αντίστοιχο φύλλο του γεωλογικού χάρτη έκδοσης IGME.

Η αναζήτηση στο διαδίκτυο και τη βιβλιογραφία οδήγησε στη σύνταξη ενός καταλόγου με τα σημαντικότερα πλημμυρικά γεγονότα που έχουν πλήξει την περιοχή του ανατολικού Θριάσιου πεδίου από το 1961 και μετά. Συνολικά, 16 σημαντικά γεγονότα έχουν σημειωθεί, ορισμένα από τα οποία (όπως αυτό του 1961 και του 1977) θεωρούνται ιδιαίτερα ακραία. Η συχνότητα αυτή των πλημμυρών αποτελεί ένδειξη ότι η περιοχή, και ειδικά το υδρογραφικό δίκτυο του ρέματος Γιαννούλας, είναι ιδιαίτερα επιρρεπές στον πλημμυρικό κίνδυνο.

Η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου οδήγησε στη διαπίστωση ότι, παρότι παρατηρούνται ανωμαλίες στην οργάνωσή του, δεν μπορούν να θεωρηθούν αυτές ως η μόνη αιτία για τις καταστροφικές πλημμύρες που κατά καιρούς έχουν πλήξει την περιοχή. Μεταξύ των φυσικών αιτιών περιλαμβάνονται οι σχετικά υψηλοί λόγοι διακλάδωσης (4,25 και 4,36), λόγοι μήκους κοιτών (4,76 και 3,78) και λόγοι εμβαδών λεκανών απορροής (5,25 και 3,87) που παρατηρούνται μεταξύ των κλάδων 1^{ης} και 2^{ης} καθώς και 2^{ης} και 3^{ης} τάξης κλάδων. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν αρκετοί κλάδοι 1^{ης} και 2^{ης} τάξης με σημαντικά ποσοστά μήκους κοιτών και εμβαδών λεκανών απορροής που συμβάλλουν με 2^{ης} και 3^{ης} τάξης κλάδους, αντίστοιχα, χωρίς να τους δημιουργούν.

Η διερεύνηση της διαδοχικής κατά τάξη απορροής οδήγησε στη διαπίστωση ότι οι μεγαλύτερες ανωμαλίες παρατηρούνται στην 2^η τάξη, καθώς 10 κλάδοι που αντιστοιχούν στο 16,4 % του πλήθους των κοιτών της τάξης αυτής με μήκη 17,63% και εμβαδά λεκάνης απορροής 16,36% απορρέουν άμεσα σε 4^{ης} τάξης κλάδους, ενώ 7 κλάδοι με μήκη 12,28% και εμβαδά 11,54% απορρέουν άμεσα σε 5ης τάξης ρέματα, αυξάνοντας την παροχή των κεντρικών κοιτών κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων. Γεωγραφικά, οι συμβολές αυτές εντοπίζονται κατά μήκος της κοίτης του Συκορέματος και, κυρίως, κατά μήκος της κεντρικής κοίτης του

ρέματος Γιαννούλας, με το οποίο συμβάλλουν οκτώ κλάδοι σε σχετικά μικρές μεταξύ τους αποστάσεις. Σημαντική ανωμαλία στην οργάνωση του υδρογραφικού δικτύου είναι και οι κλάδοι 3^{ης} τάξης που συμβαλλουν με κλάδους 5^{ης}. Τα αντίστοιχα ποσοστά πλήθους, μήκους και εμβαδού σε σχέση με το σύνολο της 3^{ης} τάξης είναι 14,29%, 11,87% και 13,67% αντίστοιχα.

Οι επιμήκεις τομές των κυριότερων ποταμών του δικτύου έδειξαν ορεινά τμήματα μεγάλων μορφολογικών κλίσεων κοίτης που φθάνουν μέχρι και 21%, ενώ τα κατώτερα τμήματα πριν τη συμβολή τους ή πριν τις εκβολές για το ρέμα Γιαννούλας έχουν πολύ μικρότερες μορφολογικές κλίσεις, που για το τμήμα της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου Γιαννούλας που διαρρέει το Θριάσιο πεδίο φθάνει το 1,8%. Οι μεγάλες κλίσεις αντιστοιχούν σε μικρούς χρόνους συρροής και συγκέντρωσης της επιφανειακής απορροής στα κατώτερα μικρής κλίσης τμήματα, αυξάνοντας την παροχή και εντείνοντας το πλημμυρικό πρόβλημα σε περιπτώσεις ισχυρών βροχοπτώσεων στα ορεινά της λεκάνης.

Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω αποτελούν φυσικά αίτια εκδήλωσης αιφνίδιων πλημμυρών, αλλά από μόνα τους δεν δικαιολογούν τις τεράστιες αρνητικές επιπτώσεις που προκαλούνται στον κάτω ρου του ποταμού. Η επιτόπια έρευνα έδειξε ότι οι καταστροφές αυτές μπορούν να ερμηνευτούν από τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο τμήμα της κεντρικής κοίτης από την έξοδο από τη λεκάνη απορροής έως και τις πρώην φυσικές εκβολές της στον κόλπο της Ελευσίνας. Στα σημεία που το οδικό δίκτυο διασχίζει κάθετα την κοίτη, έχουν κατασκευαστεί περί τις δέκα γέφυρες, οι περισσότερες από τις οποίες είναι ανεπαρκείς να παροχετεύσουν τις πλημμυρικές παροχές του χειμάρρου καθώς αρκετές από αυτές είναι κατεστραμμένες από τα ορμητικά νερά. Το πλάτος των γεφυρών καθώς και το ύψος τους προφανώς έχουν σχεδιασθεί χωρίς να ληφθούν υπόψη μακροχρόνιες μετρήσεις παροχών και αγνοώντας τις μέγιστες παροχές 50ετίας ή 100ετίας. Αυτό γίνεται φανερό από το πλάτος της φυσικής κοίτης πριν τις γέφυρες, όπου σε ορισμένες περιπτώσεις είναι διπλάσιο από το αντίστοιχο πλάτος της διατομής της γέφυρας. Έτσι, στις περισσότερες περιπτώσεις ακραίας βροχόπτωσης, και οι γέφυρες αποτελούν εμπόδιο στη φυσική ροή του νερού, επιβραδύνοντας την αποστράγγιση και απομάκρυνση της επιφανειακής απορροής.

Στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις συγκαταλέγεται η ανεξέλεγκτη αστική ανάπτυξη στις παραποτάμιες περιοχές εκατέρωθεν της κεντρικής κοίτης. Η οικιστική δραστηριότητα σε αρκετές περιπτώσεις έχει σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό του πλάτους της κοίτης, καθώς σε αρκετές περιπτώσεις ο περίβολος κατοικιών ή βιομηχανιών εκτείνεται έως και τη μισγάγγεια. Είναι χαρακτηριστικό ότι στο τελευταίο 1,4 km της διαδρομής της η κοίτη εξαφανίζεται κάτω από κατασκευές στην περιοχή του Ασπρόπυργου, οπότε παύει πλέον η φυσική της λειτουργία.

Συνεπώς, ο σχεδιασμός των χρήσεων γης και ο περιορισμός των ανεξέλεγκτων ανθρωπογενών επεμβάσεων στην κοίτη του ποταμού αλλά και την παραποτάμια περιοχή, σε συνδυασμό με την παρακολούθηση τόσο της βροχόπτωσης στη λεκάνη απορροής όσο και της παροχής στον κάτω ρου, αποτελούν το κλειδί για την αποτελεσματική αντιπλημμυρική προστασία του ανατολικού Θριάσιου πεδίου και τον μετριασμό των αρνητικών συνεπειών που προκαλούν οι αιφνίδιες πλημμύρες.

ΠΗΓΕΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., Καρύμπαλης, Ε., Κατσαφάδος, Π., Μαρουκιάν, Χ. (2008) “Διερεύνηση των φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών εκδήλωσης πλημμυρών στον κάτω ρου του χείμαρρου Ξηριά” *Πρακτικά 8ου Διεθνούς Υδρογεωλογικού Συνεδρίου της Ελλάδας*: 455-464
- Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., Καρύμπαλης, Ε., Μαρουκιάν, Χ. (2006) “Παλαιογεωγραφική εξέλιξη των υδρογραφικών δικτύων των ποταμών Όλβιου (Φενεού), Δερβένιου, Σκουπαΐκου και Φόνισσας (Βόρεια Πελοπόννησος) κατά το Τεταρτογενές” *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας* τομ. XXXIX/III: 37-48.
- Εγκύκλιος 5246/16-9-2013 της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας με θέμα “Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων”.
- Ζύγουρα, Α. (2011) “Ο ρόλος των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου του Σαρανταπόταμου στον πλημμυρικό κίνδυνο του Θριάσιου Πεδίου” Μεταπτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Καρύμπαλης, Ε., Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., Μαρουκιάν, 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: Σαπουντζάκη,Κ. (επιμ.) “ Το αύριο εν κινδύνω – φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές στην Ευρώπη και την Ελλάδα ”, εκδόσεις Gutenberg: 287-309.
- Καρύμπαλης, Ε., Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., Μαρουκιάν, Χ. (2005) “Η συμβολή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου του Μεγάλου Ρέματος Ραφήνας και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στην εκδήλωση πλημμυρών” *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας* τομ. XXXVIII: 171-181.
- Καρύμπαλης Ε., Κατσαφάδος Π., Καλογερόπουλος Κ., Καραλής Σ.Θ.(2014) “Εκτίμηση πλημμυρικού κινδύνου σε μικρές χειμαρρικές λεκάνες” στο Καρύμπαλης, Ε., Παπαδόπουλος, Α., Χαλκιάς, Χ. (επιμ.) “Η γεωγραφία του παράκτιου και νησιωτικού χώρου” εκδόσεις Σταμούλη: 199-240.
- Κατσίκατος Γ., Μέττος Α., Βοδάκης Μ., Δούνας Α.(1986) “Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος κλίμακας 1:50.000, φύλλο Αθήναι – Ελευσίς” Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών.
- Κουτσογιάννης Δ., Μαμάσης Ν. (2001) “Υδρολογική διερεύνηση ισχυρών βροχοπτώσεων και στερεοαπορροών του Θριάσιου πεδίου” Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Κρούσκα, Ζ. (2014) “Πλημμυρικός Κίνδυνος στο Θριάσιο Πεδίο” Μεταπτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Λυκοκανέλλος Γ. (2003) “Ανάλυση πλημμυρών και μέθοδοι αντιπλημμυρικής προστασίας” Μεταπτυχιακή εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά

Μαμάσης Ν. (2007) “Πλημμύρες και αντιπλημμυρικά έργα. Διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου” Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων, Αθήνα.

Μαριολάκος Ι., Φουντούλης Ι., Σιδέρης Χ., Χατούπης Θ. (2001) “Μορφονοτεκτονική δομή του όρους Πάρνηθα Αττικής” *Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, τόμος XXXIV/I :183-190.

Μαρουκιάν, Χ., Τσερμέγκα, Ε., Γάκη-Παπαναστασίου, Κ., Καρύμπαλης, Ε. (2005) “Ο ρόλος των μορφομετρικών παραμέτρων και των ανθρωπογενών επεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών στον κάτω ρου του Κηφισού ποταμού (Λεκανοπέδιο Αττικής)” *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου*, τόμος Ι: 289-299.

Μουντράκης , Δ.(1985) “Γεωλογία της Ελλάδας” εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Οδηγία 2007/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την αξιολόγηση και διαχείριση του πλημμυρικού κινδύνου.

ΟΠΕΚΕΠΕ , ενότητες ελέγχου ILOTS 2008 για την περιοχή του Θριάσιου Πεδίου.

Παπανικολάου , Δ. (1986) “Γεωλογία της Ελλάδας” εκδόσεις Επτάλοφος, Αθήνα.

Παπαστεφανάκης, Ν. (2009) “Στοχαστική ανάλυση του πλημμυρικού γεγονότος της 17^{ης} Οκτωβρίου 2006 στην υδρολογική λεκάνη της Αλμυρίδας” Μεταπτυχιακή εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά

Σούλιος, Γ.Χ . (1986) “Γενική Υδρογεωλογία”, εκδόσεις University studio press, τόμος 1, Θεσσαλονίκη.

Στάθης, Δ. (2004) “Ακραία γεγονότα βροχής και πλημυρογένεση στην Ελλάδα” Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Doocy, S., Daniels, A., Murray, S., Kirsch, T.D.(2013) “ The Human Impact of Floods: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review” *PLOS Currents Disasters*.

Garbrecht, J, Shen, HW. (1988) “The physical framework of the dependence between channel flow hydrographs and drainage network morphometry” *Hydrological Processes*, 2: 337-355.

Horton, R. (1945) “Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology” *Geol. Soc. America Bulletin*, 56: 275-370.

Hoyois, P. , Guha Sapir, D.(2003) “Three decades of floods in Europe : a preliminary analysis of EMDAT data” WHO collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Catholique University of Louvain.

International Glossary of Hydrology (2012) Chair, Publications Board ,World Meteorological Organization (WMO) No. 385.

Karymbalis, E., Chalkias, C., Ferentinou, M., Maistrali, A. (2011) “Flood hazard evaluation in small catchments based on quantitative geomorphology and GIS modeling: The case of Diakoniaris torrent (W. Peloponnese, Greece)” in Lambrakis, N. Stournaras, G. , Katsanou, K. (eds): “*Advances in the Research of Aquatic Environment, Environmental Earth Sciences*” Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 137-145.

Karymbalis, E., Katsafados, P., Chalkias, C., Gaki-Papanastassiou, K. (2012) “An integrated study for the evaluation of natural and anthropogenic causes of flooding in small catchments based on geomorphological and meteorological data and modeling techniques: The case of the Xerias torrent (Corinth, Greece)” *Zeitschrift für Geomorphologie*, 56 (1): 045–067.

Koutsoyiannis, D., Mamassis, N., Efstratiadis, A., Zarkadoulas, N., Markonis, I. (2012) “*Floods in Greece*” Department of Water Resources and Environmental Engineering, National Technical University of Athens, Greece.

Maroukian, H., Gaki-Papanastassiou, K., Karymbalis, E., Vouvalidis, K., Pavlopoulos, K., Papanastassiou, D., Albanakis, K. (2008) “Morphotectonic control on drainage network evolution in the Perachora peninsula, Greece” *Geomorphology*, 102 (1): 81-92.

Martini, F., Loat, R. (Eds.) (2007) “*Handbook on good practices for flood mapping in Europe*” EXCIMAP.

Mavrakis, A. (2011) “Ecosystems and land use changes in Thriassio Plain–Greece: Current situation and perspectives” *Proceedings of the 12 th International Conference on Environmental Science and Technology* (12 th ICEST), Vol B : 661-668.

Mavrakis, A., Papavasileiou, H (2013) “Relative humidity and land use changes in an environmentally stressed area (Thriassio Plain – Greece)” *Procedia Technology*, 8:471-476.

Palph-Wahl, C. (2006) “The Importance of Social Learning in Restoring the Multifunctionality of Rivers and Floodplains” *Ecology and Society*, 11 (1):10

Strahler, A. (1957) “Quantitative analysis of Watershed Geomorphology. Am. Geophys” *Union Trans*, 38 (6): 931-920.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

wikimapia.org

<http://www.tovima.gr/world/article/?aid=596659>

<http://www.meteoclub.gr/themata/egkyklopaideia/921-istoriko-kairikwn-katastrofwn-apo-to-1887>

<http://www.902.gr/eidisi/koinonia/53909/terasties-oi-zimies-apo-tis-plimmyres-stin-attiki-foto-vinteo#/6>

http://themakmarstravelblog.blogspot.gr/2009_03_01_archive.html

<http://ypeka.gr/Default.aspx?tabid=252&language=el-GR>

<http://ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=gLiWl6X5GCg%3d&tabid=252&language=el-GR>

http://wfd.ypeka.gr/index.php?option=com_content&task=section&id=2&Itemid=12