



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ : ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ
ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ**

**Ο ρόλος των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στην εκδήλωση
πλημμυρών**

**Η περίπτωση των ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης
στο Δήμο Μάνδρας - Ειδυλλίας**

Διπλωματική Εργασία

Μαρούδη Χαραλαμπία

Αθήνα, 2020



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ : ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ
ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ευθύμιος Καρύμπαλης (Επιβλέπων)

Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Πέτρος Κατσαφάδος

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας,

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Χρίστος Χαλκιάς

Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Η Μαρούδη Χαραλαμπία

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη καθηγητή του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου Αθηνών, για την καθοδήγηση και τις υποδείξεις του κατά την διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας καθώς και για τη βοήθεια και συμπαράστασή του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου» με κατεύθυνση τη «Διαχείριση Φυσικών και Ανθρωπογενών Κινδύνων και Καταστροφών».

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική της υποστήριξη σε αυτή μου την προσπάθεια.

Μαρούδη Χαραλαμπία

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	10
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	12
SUMMURY	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	17
ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ	17
1.1 Γενικά.....	17
1.2 Υδρολογία πλημμυρών και σχετικές διεργασίες	17
1.2.1 Ο Υδρολογικός κύκλος.....	18
1.2.2 Επιφανειακή απορροή	19
1.2.2.1 Συνιστώσες επιφανειακής απορροής	21
1.2.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιφανειακή απορροή	22
1.2.3 Διάβρωση και φερτά υλικά.....	26
1.3 Ορισμός και τύποι πλημμύρας.....	29
1.4 Οι έννοιες Πλημμυρική επικινδυνότητα, Πλημμυρικός κίνδυνος, Τρωτότητα	36
1.5 Παράγοντες πλημμυρών	40
1.6 Ανθρωπογενή αίτια πλημμυρών.....	45
1.6.1 Αλλαγές στις Χρήσεις Γης	46
1.6.2 Αποψίλωση δασών - Πυρκαγιές	48
1.6.3 Αστικοποίηση	49
1.6.4 Παρεμβάσεις αλλοίωσης και καταστροφής υδατορευμάτων.....	51
1.7 Ερευνητικές εργασίες ανάλυσης και διερεύνησης των αιτιών των πλημμυρών	53
1.8 Επιπτώσεις πλημμυρών	66
1.9 Έργα προστασίας από υδρολογικούς κινδύνους.....	66
1.10 Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60/ΕΚ για την αντιπλημμυρική προστασία.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	74
ΡΕΜΑΤΑ.....	74
2.1 Ορισμοί - Κατηγορίες - Χαρακτηριστικά	74
2.2 Αίτια πλημμυρών στα ρέματα.....	80
2.3 Σύγχρονες τάσεις παρεμβάσεων στα ρέματα.....	82
2.3.1 Διευθετήσεις υδατορευμάτων.....	82
2.3.1.1 Αντιπλημμυρικά έργα.....	83

2.3.2 Αποκατάσταση – Επαναφορά - Αποκάλυψη υδατορευμάτων.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	92
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	92
3.1 Τεκτονικά - Γεωλογικά χαρακτηριστικά του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας	92
3.2 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά	96
3.3 Υδρογεωλογικά στοιχεία	97
3.4 Διοικητικά – Δημογραφικά - Οικονομικά χαρακτηριστικά του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας.....	101
3.4.1 Διοικητικά χαρακτηριστικά	101
3.4.2 Δημογραφικά χαρακτηριστικά.....	104
3.4.3 Οικονομικά χαρακτηριστικά	105
3.5 Χωροταξικά – Πολεοδομικά χαρακτηριστικά - Χρήσεις Γης	106
3.6 Μελέτες – κατασκευές Αντιπλημμυρικών έργων	111
3.7 Ιστορικό πλημμυρών	117
3.8 Τρωτότητα της περιοχής μελέτης	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	124
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	124
4.1 Αλλαγές στις Χρήσεις Γης - Αστικοποίηση	124
4.2 Αποψύλωση Δασών – Πυρκαγιές.....	134
4.3 Παρεμβάσεις αλλοίωσης και καταστροφής των ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης	137
4.3.1 Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στα ρέματα πριν από την πλημμύρα του 2017	137
4.3.1.1 Ρέμα Σούρες	137
4.3.1.2 Ρέμα Αγ. Αικατερίνης	158
4.3.2 Υφιστάμενη κατάσταση στα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης.....	171
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	178
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	178
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	185
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	192
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	199

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχ. 1.1 Σχηματική παράσταση του υδρολογικού κύκλου και του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της Γης	19
Σχ. 1.2 Σχηματικό διάγραμμα των διαφορετικών προελεύσεων της επιφανειακής απορροής	21
Σχ. 1.3 Σχηματική παράσταση των μορφών διάβρωσης στη λεκάνη απορροής	27
Σχ. 1.4 Η προσωρινή κάλυψη εδάφους από το νερό	30
Σχ. 1.5 Προστατευτικά μέτρα στην πλημμυρίζουσα περιοχή	70
Σχ. 2.1 Οριζοντιογραφία (άνω) και μηκοτομή (κάτω) του ρου ενός ποταμού	77
Σχ. 2.2 Ιδεατό ποτάμιο σύστημα κατά τον Schumm (1977)	78
Σχ. 2.3 Χαρακτηριστικές μορφές της κοίτης των υδατορευμάτων κατά μήκος της λεκάνης απορροής	79
Σχ. 2.4 Ανάσχεση πλημμύρας	84
Σχ. 2.5 Διοχέτευση πλημμύρας	84

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πιν 3.1 Έκταση Δημοτικών Ενοτήτων Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας	103
Πιν 3.2 Στατιστικά στοιχεία σχετικά με την πληθυσμιακή εξέλιξη της περιοχής	104
Πιν 3.3 Χαρακτηριστικά του εργατικού δυναμικού, της απασχόλησης και της ανεργίας	105

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ 1.1 Το σχήμα της λεκάνης, Η ομβροπλευρά και η ομβροσκιά	23
Εικ 1.2 Ποτάμια πλημμύρα Έβρος 2015	32
Εικ 1.3 Ποτάμια πλημμύρα του Έλβα ποταμού (Πράγα 2002)	32
Εικ 1.4 Αττική, Φεβρουάριος 2013	33
Εικ 1.5 <i>Boscastle flood, 2004</i> Cornwall, England, United Kingdom	33
Εικ 1.6 <i>Boscastle flood, 2004</i> Cornwall, England, United Kingdom	34
Εικ 1.7 Πλημμύρα Αθήνας 2013	34
Εικ 1.8 Πλημμύρα Αθήνας Οκτώβριος 2014	35
Εικ 1.9 Μάνδρα Αττικής Νοέμβριος 2017	35
Εικ 1.10 Παράγοντες που επηρεάζουν την εκδήλωση πλημμυρών	41
Εικ 1.11 Επίδραση συγκεκριμένων παραγόντων στην υδρολογική απόκριση μιας υδρολογικής λεκάνης σε μια καταιγίδα	45
Εικ 1.12 Κίνηση του νερού ανάλογα με την αλλαγή στις χρήσεις γης	47
Εικ 3.1 Χάρτης Θριάσιου Πεδίου	92
Εικ 3.2 Εδαφολογικός χάρτης στην περιοχή μελέτης	95
Εικ 3.3 Υδρολιθολογικός χάρτης στην περιοχή μελέτης	96
Εικ 3.4 Οι κλίσεις στη λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης	97
Εικ 3.5 Η λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης με τα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης	100
Εικ 3.6 Υπολεκάνες απορροής των ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης	100
Εικ 3.7 Η θέση του Δήμου στην Περιφέρεια Αττικής	101
Εικ 3.8 Η θέση του Δήμου στην Περιφερειακή Ενότητα Δυτικής Αττικής	102
Εικ 3.9 Διοικητική διαίρεση του Δήμου σε δημοτικές Ενότητες πριν τον Καλλικράτη	103
Εικ 3.10 Το ισχύον Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μάνδρας	111
Εικ 3.11 Η γενική διάταξη των έργων της μελέτης εκτροπής χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης και διευθέτησης χειμάρρου Σούρες	113
Εικ 3.12 Οι περιοχές και τα σημεία της μελέτης «Οριοθέτηση, Διευθέτηση και έργα ανάσχεσης ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης ανάντη της πόλεως Μάνδρας»	115
Εικ 3.13 Τα τμήματα όπου βρίσκονται σε εξέλιξη οι εργασίες διευθέτησης του ρ. Σούρες και εκτροπής του ρ. Αγ. Αικατερίνης	116

Εικ 3.14	Ανεπαρκές τεχνικό έργο στο σημείο συμβολής των δύο ρεμάτων	118
Εικ 3.15	Η πλημμυρική απορροή στη βιομηχανική περιοχή	118
Εικ 4.1	Επικαιροποιημένος χάρτης κάλυψης γης στη λεκάνη απορροής της ευρύτερης περιοχής Μάνδρας- Μαγούλας	126
Εικ 4.2	Το οδικό δίκτυο στην περιοχή το έτος 1945 (Αεροφωτογραφία ΓΥΣ 1945)	128
Εικ 4.3	Το οδικό δίκτυο στην περιοχή το έτος 2016	129
Εικ 4.4	Οι μεταβολές στις οικιστικές συγκεντρώσεις αστικού και εξωαστικού χώρου (έτη 1945 – 2016)	131
Εικ 4.5	Αστική επέκταση της πόλης Μάνδρας (1945 – 2016) σε υπόβαθρο Α/Φ του έτους 1945	132
Εικ 4.6	Αστική επέκταση της πόλης Μάνδρας (1945 – 2016) σε υπόβαθρο ορθοφωτογραφίας περιόδου 2015 – 2016	132
Εικ 4.7	Οι μεταβολές στη βιομηχανική περιοχή (έτη 1945 – 2016)	133
Εικ 4.8	Οι μεταβολές στη βιομηχανική ζώνη και οι αστικές επεκτάσεις της περιοχής της Μάνδρας (1945–2016)	134
Εικ 4.9	Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις που ακολουθούν τον ρου των ρεμάτων Αγίας Αικατερίνης και Σούρες προς τα ανάντη του όρους Πατέρας	135
Εικ 4.10	Χαρτογράφηση των καμένων διαχρονικά εκτάσεων της τελευταίας 30ετίας στην ευρύτερη περιοχή	136
Εικ 4.11	Το τμήμα του ρέματος Σούρες κατά μήκος της ΠΕΟΑΘ	138
Εικ 4.12	Σημείο 2 Ανεπαρκή τεχνικά υδραυλικά έργα και αυθαίρετο κτίσμα Ορθοφωτογραφία περιόδου 2015 – 2016	139
Εικ 4.13	Το τμήμα του ρέματος Σούρες βόρεια του οικισμού Νέα Ζωή	146
Εικ 4.14	Σημείο 9Α Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά)	146
Εικ 4.15	Σημείο 9Β Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά)	147
Εικ 4.16	Το τμήμα του ρέματος Σούρες βόρεια της πόλης της Μάνδρας	147
Εικ 4.17	Σημεία 12 – 13 Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά)	149
Εικ 4.18	Το τμήμα του ρέματος Σούρες εντός της πόλης της Μάνδρας	151

Εικ 4.19 Σημεία 14 – 15 Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά)	151
Εικ 4.20 Σημείο 18Α Κατασκευή αθλητικών εγκαταστάσεων μέσα στην κοίτη του ρέματος	155
Εικ 4.21 Το τμήμα του ρέματος Αγ. Αικατερίνης δυτικά της πόλης της Μάνδρας	158
Εικ 4.22 Σημείο 21 Κατασκευή τοιχίου περίφραξης μέσα στην κοίτη του ρέματος	159
Εικ 4.23 Ορθοφωτοχάρτης (2015 – 2016) με τον ρου του ρέματος τη χρονική περίοδο 1945-1960	160
Εικ 4.24 Το τμήμα του ρέματος Αγ. Αικατερίνης δυτικά της πόλης της Μάνδρας.....	164
Εικ 4.25 Σημείο 28 – 29 Η επιχωμάτωση και εξαφάνιση του ρέματος	166
Εικ 4.26 Το τμήμα του ρέματος Αγ. Αικατερίνης εντός της πόλης της Μάνδρας.....	168
Εικ 4.27 Σημείο 31ΣΤ η παλαιότερη φυσική ροή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης	170
Εικ 4.28 Η εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης	171
Εικ 4.29 Η διευθέτηση του ρέματος Σούρες, Σημεία 10 – 14	173
Εικ 4.30 Η διευθέτηση του ρέματος Σούρες, Σημεία 15 – 19Α	175

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Φωτ 2.1 Removal of the culvert at Strawberry Creek in Berkeley, California in 1984 (before/after)	89
Φωτ 2.2 Cheonggyecheon Stream Restoration Project (before/after).....	90
Φωτ 4.1 Σημείο 1	138
Φωτ 4.2 Σημείο 2 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο	139
Φωτ 4.3 Σημείο 2 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο	140
Φωτ 4.4 Σημείο 3 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο	140
Φωτ 4.5 Σημείο 3 Έμφραξη της διατομής του παραπάνω τεχνικού από φερτά υλικά	141
Φωτ 4.6 Σημείο 4 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	141
Φωτ 4.7 - 4.8 Σημείο 5 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	142
Φωτ 4.9 - 4.10 Σημείο 6 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	143
Φωτ 4.11 Σημείο 7 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	144
Φωτ 4.12 Σημείο 8 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	144
Φωτ 4.13 - 4.14 Σημείο 9 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	145
Φωτ 4.15 - 4.16 Σημείο 10 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου, τοιχίο περίφραξης (πριν και μετά την πλημμύρα)	148
Φωτ 4.17 Σημείο 11 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	149
Φωτ 4.18 Σημείο 12 Κτίσμα δομημένο πάνω στο ρέμα	150
Φωτ 4.19 Σημείο 13 Αποκάλυψη της επιχωμένης κοίτης	150
Φωτ 4.20 - 4.21 Σημείο 14 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου, τοιχίο περίφραξης (πριν και μετά την πλημμύρα)	152
Φωτ 4.22 Σημείο 15 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	153
Φωτ 4.23 Σημείο 16 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	153
Φωτ 4.24 Σημείο 17 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου (Γέφυρα) ..	154
Φωτ 4.25 Σημείο 18 Δόμηση κτισμάτων στην όχθη του ρέματος	154
Φωτ 4.26 Σημείο 19 Η εκβολή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες ...	156
Φωτ 4.27 Σημείο 19Α Διασταύρωση του ρέματος Σούρες με την ΠΕΟΑΘ. Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου	157
Φωτ 4.28 Το έργο διευθέτησης του ρέματος Σούρες	157
Φωτ 4.29 Σημείο 21 Το τοιχίο περίφραξης μέσα στην κοίτη του ρέματος, η απουσία τεχνικού υδραυλικού έργου, η αποκάλυψη του ρέματος	159

Φωτ 4.30 Σημείο 22 Το τοιχίο περίφραξης μέσα στην κοίτη του ρέματος, η αποκάλυψη του ρέματος	160
Φωτ 4.31 - 4.32 Σημείο 23 Κτίσματα και δρόμος μέσα στην κοίτη του ρέματος	161
Φωτ 4.33 - 4.34 Σημείο 24 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο, τοιχίο περίφραξης κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος	162
Φωτ 4.35 Σημείο 25 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο	163
Φωτ 4.36 Σημείο 26 Τοιχίο περίφραξης κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος και αποκάλυψη της κοίτης	163
Φωτ 4.37 Σημείο 27 Διασταύρωση του ρέματος με δρόμο χωρίς τεχνικό υδραυλικό έργο	164
Φωτ 4.38 Σημείο 28 Τοιχίο περίφραξης κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος και διασταύρωση του ρέματος με δρόμο	165
Φωτ 4.39 - 4.40 Σημείο 30	166
Φωτ 4.41 Σημείο Α Το φρεάτιο εισαγωγής της επιφανειακής απορροής (αγωγού Κοροπούλη) στην οδό Ομήρου	168
Φωτ 4.42 Σημεία 31, 31Α, 31Β, 31Γ, 31ΣΤ φρεάτια του υπόγειου αγωγού ομβρίων ανεπαρκούς διατομής	170
Φωτ 4.43 Σημείο Α1 – Σημείο Π1 Αντιπλημμυρικά έργα – εκτροπή ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο �έμα Σούρες	172-173
Φωτ 4.44 Σημεία 10 – 14 Αντιπλημμυρικά έργα στο �έμα Σούρες	174
Φωτ 4.45 Σημεία 15 – 19Α Αντιπλημμυρικά έργα στο �έμα Σούρες	175-176

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι πλημμύρες θεωρούνται από τους πλέον συχνούς και ευρέως διαδεδομένους φυσικούς κινδύνους παγκοσμίως. Αποτελούν μέρος των φυσικών υδρολογικών διεργασιών σε μια υδρολογική λεκάνη, δεδομένου όμως ότι είναι αρκετά συνηθισμένο στις όχθες του ποταμού να βρίσκονται κατοικημένες περιοχές, αυτό θεωρείται ένα επικίνδυνο και συχνά καταστροφικό φαινόμενο.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται και αναλύεται ο ρόλος των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που έχουν γίνει στην περιοχή του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας και στα δύο κυρίως ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης.

Η παρούσα μελέτη δομείται σε δύο μέρη: το Θεωρητικό Μέρος (Α΄ Μέρος) και το Εμπειρικό Μέρος (Β΄ Μέρος). Στο Α΄ Μέρος, γίνεται η θεωρητική προσέγγιση εννοιών και όρων που αφορούν τις πλημμύρες. Αρχικά αναλύεται η υδρολογία των πλημμυρών και οι σχετικές διεργασίες, εστιάζοντας στην επιφανειακή απορροή και τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν την εκδήλωση των πλημμυρών με ιδιαίτερη έμφαση στα ανθρωπογενή αίτια των πλημμυρών όπως αλλαγές στις χρήσεις γης, αποψίλωση δασών – πυρκαγιές, αστικοποίηση, παρεμβάσεις αλλοίωσης και υποβάθμισης των υδατορευμάτων. Επίσης παρατίθενται οι πιο σημαντικές ερευνητικές εργασίες ανάλυσης και διερεύνησης των αιτιών των πλημμυρών που έχουν πραγματοποιηθεί τόσο στο διεθνή όσο και στον Ελλαδικό χώρο. Τέλος γίνεται αναφορά στα έργα προστασίας από υδρολογικούς κινδύνους. Στη συνέχεια αναλύονται τα αίτια των πλημμυρών στα ρέματα, καθώς και οι σύγχρονες τάσεις παρεμβάσεων στα ρέματα.

Στο Β΄ Μέρος αναπτύσσεται η εμπειρική μελέτη. Σ’ αυτό, γίνεται η τοποθέτηση γενικών-αναγνωριστικών στοιχείων για την περιοχή της Μάνδρας, σχετικά με γεωλογικά, γεωμορφολογικά, υδρογεωλογικά, διοικητικά, δημογραφικά, οικονομικά, χωροταξικά και πολεοδομικά δεδομένα, καθώς επίσης γίνεται αναφορά στις μελέτες και κατασκευές αντιπλημμυρικών έργων που αφορούν την περιοχή μελέτης. Επιπλέον επιχειρείται μια προσπάθεια εντοπισμού των διαφόρων μορφών τρωτότητας και προσαρμοστικότητας της περιοχής έναντι πλημμυρικού κινδύνου.

Στη συνέχεια γίνεται καταγραφή και ανάλυση των ανθρωπογενών παρεμβάσεων που έχουν γίνει στην περιοχή μελέτης και ειδικότερα στα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης, με σκοπό τον εντοπισμό των σημαντικότερων προβλημάτων καθώς και των μηχανισμών μέσω των οποίων μπορεί να επηρεαστεί η ένταση και η έκταση μιας πλημμύρας. Γίνεται καταγραφή και ανάλυση της κατάστασης γενικά στην περιοχή και στη συνέχεια στα δύο ρέματα πριν από την καταστροφική πλημμύρα το Νοέμβριο του 2017 με στόχο τη διερεύνηση του ρόλου των ανθρωπογενών πιέσεων που ενέτειναν την καταστροφή, αλλά και της υφιστάμενης κατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη ότι στην περιοχή βρίσκεται σε εξέλιξη η κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων.

Τέλος αναπαράγονται τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης, όπου διαπιστώνεται ότι οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και κυρίως η κάλυψη των φυσικών επιφανειών με μη υδροπερατά υλικά, ο περιορισμός της κοίτης των ρεμάτων λόγω αυθαίρετης δόμησης, η αλλαγή του ρου των ρεμάτων, τα ανεπαρκή τεχνικά υδραυλικά έργα, είναι σημαντικές αιτίες εκδήλωσης και αύξησης της δριμύτητας των πλημμυρών.

Λέξεις κλειδιά: Πλημμύρες, Μάνδρα, ρέμα Σούρες, ρέμα Αγίας Αικατερίνης, ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, αντιπλημμυρικά έργα

SUMMURY

Floods are considered the most frequent and widespread natural hazards worldwide. They are part of the natural hydrological processes in a catchment, however since it is a quite common phenomenon affecting urban areas along river channels, it is considered as a natural hazard causing severe damages.

This dissertation deals with the analysis of the role of human interventions as a cause of extreme floods. The case study is the broader area of Mandra and the two main streams named Soures and Agia Aikaterini.

The present study consists of two parts: the theoretical part (Part I) and the empirical part (Part II). Part I includes the theoretical approach of the terms and concepts related to flood hazard. The hydrology of floods and the related processes are analyzed, focusing on surface runoff and the factors that affect it. Additionally, the factors that influence the occurrence of floods are analyzed, with special emphasis on the anthropogenic causes of floods such as changes in land use, deforestation – fires, urbanization, interventions that alter and degrade the channels of the streams.

Furthermore, the most important research works for the analysis and investigation of the causes of floods events that have taken place both internationally and in Greece are presented. Finally, reference is made to the flood protection projects. Subsequently the causes of floods in the streams are analyzed, while the modern restoration and daylighting methods are presented.

In Part II, the empirical study is developed and discussed. The geography (including geological, geomorphological, hydrogeological, administrative, demographic, economic, land use and urban data) of the broader Mandra area is presented, whereas the studies and constructions of flood protection works that concern the study area are given. In addition, an attempt is made to identify various types of vulnerability and adaptability of the study area to flood risk. Subsequently, human interventions at the study area and especially in the channels of Soures and Ag. Aikaterini streams have been recorded and discussed, aiming to detect the most important problems and the mechanisms through which the intensity and the extent of a flood can be affected. The recording of the situation at the study area and the two streams and analysis have been made for the time period before the catastrophic flood event of November 2017 in order to investigate the role of man-made pressures that intensified the disaster. Furthermore, a record and analysis of the current situation is attempted taking into consideration that

flood protection works are under construction at the streams of the study area. Finally, the results of the study revealed that human interventions such as impervious surfaces, artificial confinement of the channels (unauthorized buildings etc.), channel diversion, insufficient hydraulic constructions (bridges, pipes), are crucial flood factors.

Keywords: Floods, Mandra, Soures stream, Agia Aikaterini stream, human interventions, flood protection works

A' ΜΕΡΟΣ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

1.1 Γενικά

Οι πλημμύρες, λογίζονται ως ένα από τα πιο καταστροφικά φυσικά φαινόμενα, που δύνανται να προκληθούν από γεγονότα όπως καταιγίδες, τυφώνες, παλιρροιακά κύματα και τήξη πάγων ή χιονιού και τα οποία προβληματίζουν και ταλανίζουν την ανθρωπότητα από το παρελθόν έως και σήμερα. Η αύξηση της πιθανότητας της εκδήλωσης των πλημμυρικών φαινομένων και των δυσμενών επιδράσεων τους, πηγάζει από τις υφιστάμενες ανθρωπογενείς δραστηριότητες και την εντατικοποίηση αυτών. Η κλιματική αλλαγή, η οποία θα επιφέρει υψηλότερη ένταση των βροχοπτώσεων και άνοδο της στάθμης της θάλασσας, ενδέχεται να συμβάλλει σε πιθανή αύξηση της κλίμακας και της συχνότητας των πλημμυρικών φαινομένων (Smith and Petley 2009, Κουργιαλάς 2010 : Πεντέρης Δ. και άλλοι, 2015)

1.2 Υδρολογία πλημμυρών και σχετικές διεργασίες

Ως **υδρολογία πλημμυρών** (flood hydrology) νοείται ο κλάδος της τεχνικής (engineering) υδρολογίας που εστιάζει στις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα από την έναρξη μιας ισχυρής καταιγίδας μέχρι το πέρας της απορροής που οφείλεται στο συγκεκριμένο επεισόδιο βροχής.

Στην υδρολογία πλημμυρών, η έμφαση δίνεται στην επιφανειακή απορροή, η οποία έχει ως συνέπεια την απότομη και, κατά κανόνα, εντυπωσιακή αύξηση της διερχόμενης παροχής. Σε σύγκριση με τη συνήθη παροχή ενός ποταμού που οφείλεται κυρίως στην εκφόρτιση των υπόγειων νερών (βασική απορροή), η πλημμυρική παροχή, ιδιαίτερα στην αιχμή της, μπορεί να είναι δύο έως τρεις τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη. Ειδικά στα υδατορεύματα εφήμερης ροής, η απορροή παράγεται μόνο κατά τη διάρκεια πλημμυρικών επεισοδίων, ενώ το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου η κοίτη τους είναι ξερή.

Η εξέλιξη μιας πλημμύρας στο χώρο και στο χρόνο εξαρτάται από τρεις παράγοντες (Ευστρατιάδης Α. κ ά., 2012):

- Τη χωροχρονική εξέλιξη του επεισοδίου βροχής
- Τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής

- Τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου

1.2.1 Ο Υδρολογικός κύκλος

Η κυρίαρχη φυσική λειτουργία της Γης που εξασφαλίζει το συνεχή εφοδιασμό της βιόσφαιρας με νερό είναι ο υδρολογικός κύκλος: η αέναη κίνηση του νερού ανάμεσα στους ωκεανούς, την ατμόσφαιρα και την ξηρά που συνοδεύεται και από αλλαγές ανάμεσα στην υγρή, την αέρια και τη στερεή φάση του (Σχ. 1.1) (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016).

Έτσι το νερό (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016):

- *εξατμίζεται από την θάλασσα και την ξηρά, ανεβαίνοντας κατακόρυφα, υπό μορφή υδρατμών, στην ατμόσφαιρα, αλλά και κινούμενο οριζόντια υπό την επίδραση των ανέμων·*
- *διαπνέεται από τα δέντρα και τη βλάστηση, οδηγούμενο και πάλι στην ατμόσφαιρα υπό μορφή υδρατμών·*
- *συμπυκνώνεται στην ατμόσφαιρα, σχηματίζοντας σύννεφα·*
- *κατακρημνίζεται από την ατμόσφαιρα στη θάλασσα και την ξηρά, σε διάφορες μορφές (βροχή, χιόνι, χαλάζι)·*
- *κατακρατείται από τα δέντρα, τη βλάστηση και το έδαφος·*
- *διηθείται στο έδαφος εμπλουτίζοντάς το με εδαφική υγρασία·*
- *επαναφορτίζει τους ταμιευτήρες υπόγειου νερού·*
- *απορρέει επιφανειακά, σχηματίζοντας ρέματα και ποτάμια και καταλήγοντας τελικά στη θάλασσα·*
- *απορρέει υπόγεια, μέσω των πόρων και ρωγμών των γεωλογικών σχηματισμών, και είτε εκφορτίζεται επιφανειακά μέσω των πηγών, είτε εκρέει προς τη θάλασσα.*

Η *επιφανειακή απορροή*, δίνει τους σημαντικότερους υδατικούς πόρους, αλλά και δημιουργεί τους υδρολογικούς κινδύνους.

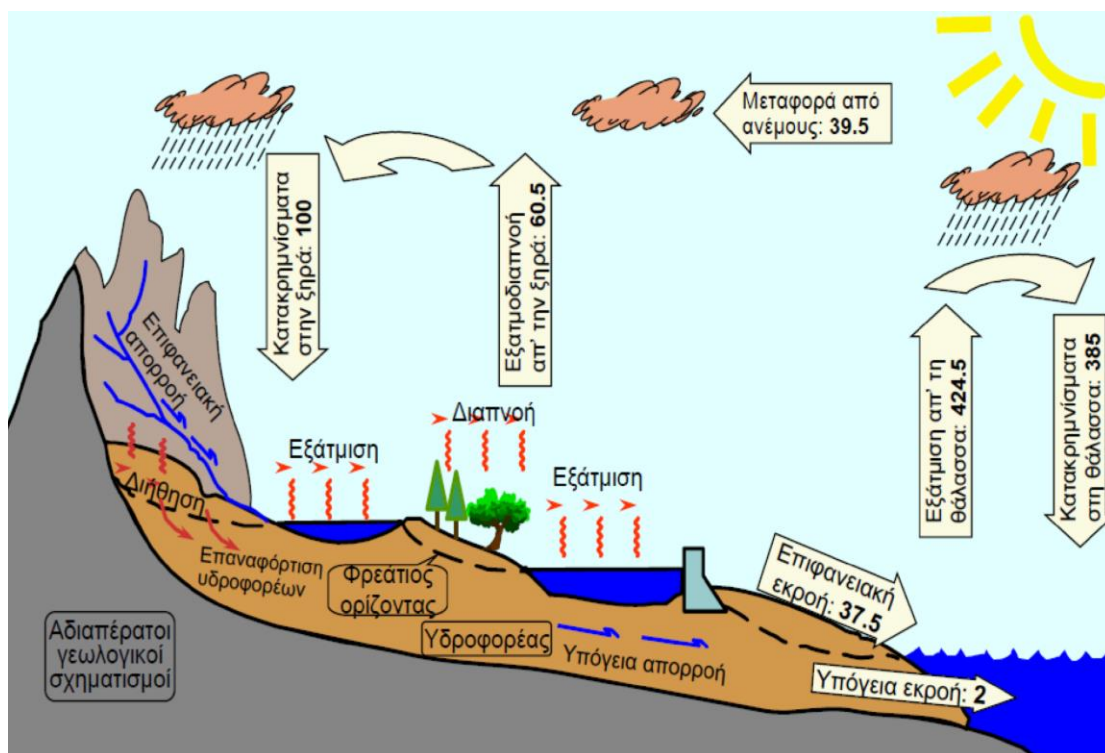
Η *υπόγεια απορροή* συνδέεται με την αξιοποίηση των υδατικών πόρων.

Τα *χερσαία ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα* συνδέονται με την επιφανειακή και υπόγεια απορροή με τη μορφή του αιτίου - αποτελέσματος.

Η *χερσαία εξάτμιση* και η *διαπνοή*, οι οποίες αποδίδονται με το συγχωνευτικό όρο *εξατμοδιαπνοή*, αποτελούν τις αναγκαστικές υδρολογικές απώλειες, δηλαδή το τμήμα

εκείνο των κατακρημνισμάτων που δεν απορρέει και επομένως δεν είναι διαθέσιμο για εκμετάλλευση.

Έτσι, η απορροή (επιφανειακή και υπόγεια), οι κατακρημνίσεις και η εξατμοδιαπνοή αποτελούν τις πιο χαρακτηριστικές διεργασίες του υδρολογικού κύκλου και τα μεγέθη τους ποσοτικοποιούν την εικόνα των υδατικών πόρων μιας περιοχής σε μια πρώτη μακροσκοπική προσέγγιση και σε αδρή χρονική κλίμακα.



Σχ. 1.1 Σχηματική παράσταση του υδρολογικού κύκλου και του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της Γης. Οι μέσες ετήσιες διακινήσεις νερού έχουν εκφραστεί ως ποσοστό (%) επί της ετήσιας ποσότητας των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο χερσαίο τμήμα της Γης. Μία ποσοστιαία μονάδα αντιστοιχεί σε 1190 km³/έτος. Τα δεδομένα προέρχονται από τους Shiklomanov & Sokolov (1983) και Dingman (1994). (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016)

1.2.2 Επιφανειακή απορροή

Με τον όρο επιφανειακή απορροή εννοούμε τη ροή του νερού, υπό την επίδραση της βαρύτητας, κατά μήκος των φυσικών υδατορευμάτων (βλ. και Ward & Robinson, 1989, Mosley & McKerchar, 1993). Στον ορισμό αυτό δεν γίνεται διάκριση κλίμακας των φυσικών υδατορευμάτων (streams) και περιλαμβάνεται όλο το φάσμα τους, από την

κλίμακα του μικρού, ακαθόριστων ορίων, ρυακιού μέχρι την κλίμακα του πιο μεγάλου ποταμού που είναι ο Αμαζόνιος.

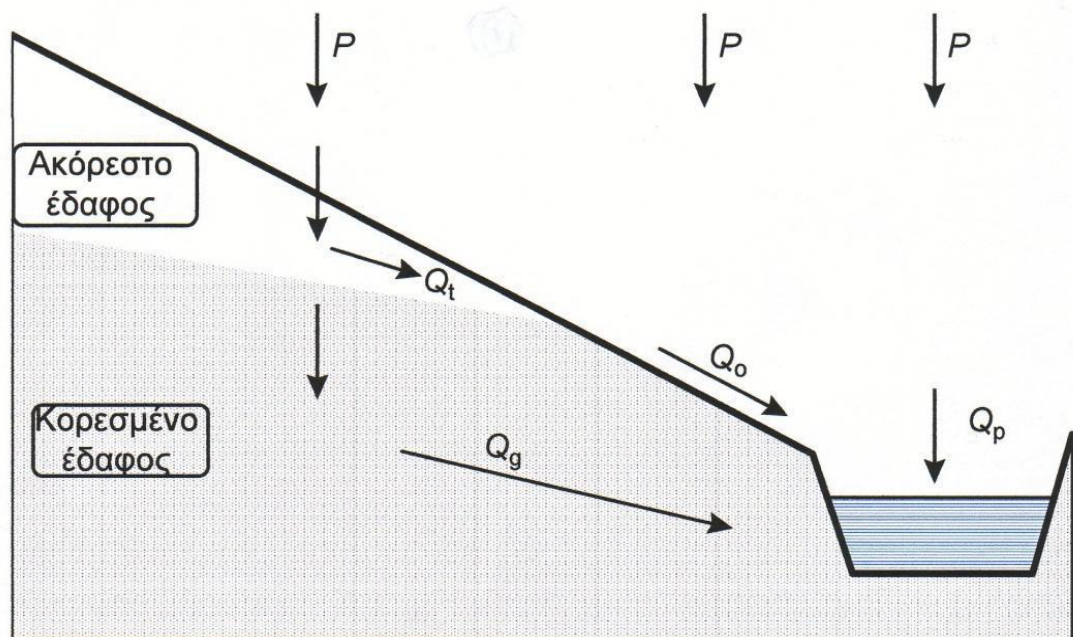
Η επιφανειακή απορροή είναι από τις πιο σημαντικές συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου, τόσο γιατί δίνει το μεγαλύτερο μέρος των εκμεταλλεύσιμων υδατικών πόρων, όσο και γιατί δημιουργεί σημαντικούς φυσικούς κινδύνους στην περίπτωση των πλημμυρών.

Σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε πιο πάνω ο όρος επιφανειακή απορροή αναφέρεται στη ροή του νερού μέσα στη διατομή ενός υδατορεύματος (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016).

Στο Σχ. 1.2 παρουσιάζεται μια σχηματοποίηση των διαφορετικών προελεύσεων του νερού της επιφανειακής απορροής. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές διαδρομές για να φτάσει το νερό στο υδατόρευμα:

- *άμεσα κατακρημνίσματα στο υδατόρευμα* (channel precipitation· Q_p),
- *επίγεια ροή* (overland flow· Q_o),
- *υποδερμική ροή* (throughflow, interflow, subsurface stormflow· Q_t) και
- *υπόγεια ροή* (groundwater flow· Q_g).

Πιο αναλυτικά τα κατακρημνίσματα (channel precipitation· Q_p) που πέφτουν στην επιφάνεια του υδρογραφικού δικτύου μετατρέπονται άμεσα σε επιφανειακή απορροή, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.2 Η άμεση τροφοδοσία της απορροής από κατακρημνίσματα στο υδρογραφικό δίκτυο πραγματοποιείται σε κάθε περίπτωση κατακρήμνισης, αλλά κανόνα η συμμετοχή της στη συνολική επιφανειακή απορροή είναι αμελητέα, επειδή η επιφάνεια του υδρογραφικού δικτύου είναι ασήμαντο ποσοστό της έκτασης της λεκάνης απορροής. Εξαιρέση αποτελούν οι λεκάνες με εκτεταμένες εμφανίσεις ελωδών περιοχών ή εμφανίσεις λιμνών (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016).



Σχ. 1.2 Σχηματικό διάγραμμα των διαφορετικών προελεύσεων της επιφανειακής απορροής. (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016)

Η επίγεια ροή (overland flow· Q_o) είναι μέρος της συνολικής απορροής (total runoff), η οποία φτάνει στην έξοδο της λεκάνης απορροής δια μέσου της επιφανειακής απορροής (surface flow) και των υδατορευμάτων, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις στη συνολική απορροή περιλαμβάνεται και η υποδερμική ροή (throughflow· Q_t), η οποία αποτελεί εκφόρτιση του υπόγειου υδροφορέα σε κάποια απόσταση από το υδατόρευμα (Ward & Robinson, 2000).

Ο μηχανισμός που προκαλεί την επίγεια ροή είναι προφανής στην περίπτωση που η επιφάνεια είναι τελείως αδιαπέρατη (π.χ. οδοστρώματα ή στέγες κτιρίων σε αστικές λεκάνες) αλλά όχι τόσο προφανής στην περίπτωση διαπερατού φυσικού εδάφους. (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016).

1.2.2.1 Συνιστώσες επιφανειακής απορροής

Κατά τη διάρκεια έντονων επεισοδίων βροχής είναι εμφανής η άμεση αντίδραση ή απόκριση της ροής των υδατορευμάτων, η οποία οφείλεται στο γεγονός ότι ένα τμήμα των κατακρημνισμάτων ακολουθεί μια γρήγορη πορεία (επίγεια ή υπεδάφια) προς τα υδατορεύματα. Εξ άλλου, σε πολλά υδατορεύματα, παρατηρείται συνεχής ροή, η οποία δεν σχετίζεται έντονα με το ρυθμό των κατακρημνισμάτων, αφού είναι ορατή ακόμη και σε παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας, πράγμα που δείχνει ότι ένα μέρος των κατακρημνισμάτων ακολουθεί μια πολύ αργή πορεία προς τα υδατορεύματα, σε μια

αναγκαστικά υπόγεια διαδρομή. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις, διακρίνουμε αντίστοιχα δύο συνιστώσες επιφανειακής απορροής: την *άμεση* ή *ταχεία* ή *πλημμυρική απορροή* (direct runoff, quickflow) και τη *βασική* ή *βραδεία απορροή* (baseflow, base runoff, slowflow). (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016)

Η άμεση απορροή σχετίζεται ευθέως με την ενεργό βροχόπτωση. Ουσιαστικά η άμεση απορροή σε μια δεδομένη λεκάνη απορροής, αποτελεί μετασχηματισμό της ενεργού βροχής, ο οποίος χαρακτηρίζεται αφενός από μια χρονική υστέρηση, λόγω του χρόνου που απαιτεί η διαδρομή του νερού μέχρι να φτάσει στην έξοδο της λεκάνης, και αφετέρου από τη διατήρηση της ολικής μάζας ή του όγκου (ο όγκος της ενεργού βροχόπτωσης ταυτίζεται με τον όγκο της άμεσης απορροής).

Στην παραγωγή της άμεσης απορροής συμβάλλουν όλοι οι μηχανισμοί που φαίνονται στο Σχ. 1.2 με μικρότερη τη συμμετοχή του μηχανισμού της υπόγειας ροής.

Αντίθετα, η βασική απορροή οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στο μηχανισμό της υπόγειας ροής και γι' αυτό δεν επηρεάζεται αισθητά κατά τη διάρκεια των πλημμυρών. Ανάλογα με το χαρακτήρα της βασικής απορροής σε μια συγκεκριμένη λεκάνη, η δίαυτη απορροή σε αυτή χαρακτηρίζεται ως *διαρκής* (perennial), όταν η απορροή δεν παύει καθόλου στη διάρκεια του έτους, *διακοπτόμενη* (intermittent), όταν η απορροή παρατηρείται μόνο κατά την υγρή περίοδο και εξαφανίζεται κατά την ξηρή περίοδο, και *εφήμερη* ή *χειμαρρική* (ephemeral) όταν δεν υπάρχει βασική απορροή και το υδατόρευμα παρουσιάζει ροή μόνο μετά από ισχυρές καταιγίδες (Mosley and McKerchar, 1993, σ. 8.1), (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016).

1.2.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιφανειακή απορροή

Όπως αναφέρθηκε η επιφανειακή απορροή είναι από τις πιο σημαντικές συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου γιατί δημιουργεί σημαντικούς φυσικούς κινδύνους στην περίπτωση των πλημμυρών (Νικολακόπουλος Γ. Κ. και άλλοι, 2015).

Η λεκάνη απορροής, ως σύστημα μετασχηματισμού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε απορροή, παρουσιάζει ορισμένα ειδικά φυσικά γνωρίσματα που επηρεάζουν καταφανώς, τόσο τη διαδικασία του μετασχηματισμού όσο και το τελικό της αποτέλεσμα, δηλαδή το υδρογράφημα της απορροής (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016).

Τα γνωρίσματα αυτά ονομάζονται φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και μπορούν να καταταγούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- Μορφολογικά χαρακτηριστικά (μορφή, ανάγλυφο, υδρογραφικό δίκτυο).
- Εδαφολογικά χαρακτηριστικά (μηχανικές ιδιότητες, χημική σύσταση).
- Φυτοκάλυψη (είδη χλωρίδας και χωρική διάταξή της).

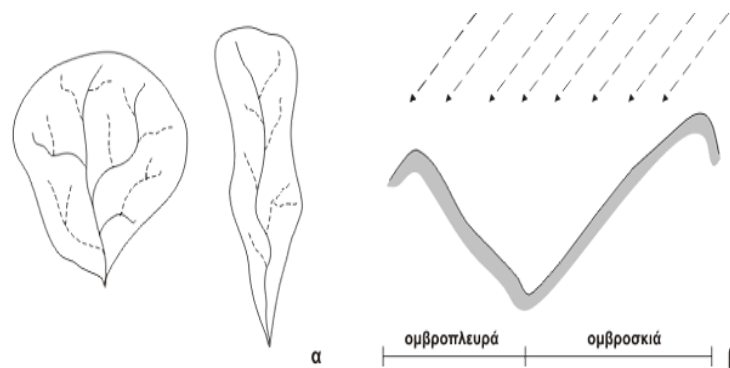
Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιφανειακή απορροή είναι οι παρακάτω (Νικολακόπουλος Γ. Κ. και άλλοι, 2015):

1. Η τοπογραφία-μορφολογία της λεκάνης απορροής

Η κλίση της λεκάνης απορροής παίζει σημαντικό ρόλο στην απορροή, αφού όσο μεγαλύτερη είναι η μορφολογική κλίση μιας περιοχής τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα νερού που απορρέει επιφανειακά και τόσο μικρότερη η ποσότητα νερού που διηθείται. Αυτό συμβαίνει γιατί το νερό παραμένει για μικρό χρονικό διάστημα σε επαφή με την επιφάνεια του ανάγλυφου. Ο συντελεστής απορροής αυξάνεται με την αύξηση του ανάγλυφου δηλαδή από τα πεδινά προς τα ορεινά.

Το σχήμα (γεωμετρία) της λεκάνης απορροής επηρεάζει την απορροή γιατί ανάλογα με το σχήμα της το μήκος της διαδρομής του νερού μεγαλώνει ή μικραίνει αντίστοιχα. Έτσι, όπως φαίνεται και στην Εικ. 1.1, σε μια λεκάνη με κυκλικό σχήμα η απορροή θα είναι ταχύτερη από ότι σε μία λεκάνη με μακρόστενο σχήμα.

Τέλος, η γεωγραφική θέση της λεκάνης σε σχέση με την κατεύθυνση των ανέμων (Εικ. 1.1) δημιουργεί έντονη βροχόπτωση σε κάποιες πλαγιές (ομβροπλευρά), ενώ στις υπόλοιπες παρατηρείται χαμηλό ύψος βροχής (ομβροσκιά).



Εικ. 1.1 α. Το σχήμα της λεκάνης επηρεάζει την απορροή, β. Η ομβροπλευρά και η ομβροσκιά (Τσόγκας, 1999). Τσόγκας, Ε.Χ. (1999) Υδρολογία. Εκδόσεις ΙΩΝ

2. Η γεωλογία της λεκάνης απορροής

Η επιφανειακή απορροή επηρεάζεται από την υδροπερατότητα των σχηματισμών που αναπτύσσονται στην λεκάνη απορροής και από τον βαθμό κορεσμού τους σε νερό.

Οι μηχανικές ιδιότητες των εδαφών, καθορίζουν το ρυθμό της διήθησης και επηρεάζουν άμεσα την απορροή (Ευστρατιάδης Α. και άλλοι, 2012).

Είναι προφανές ότι αν η επιφανειακή έκταση μιας περιοχής αποτελείται από υδροπερατά πετρώματα, η ποσότητα νερού που παραμένει για να κυλήσει επιφανειακά θα είναι περιορισμένη, λόγω αυξημένης διηθητικότητας. Αντίθετα αν τα πετρώματα από τα οποία αποτελείται η περιοχή είναι υδροστεγανά, η επιφανειακή απορροή θα είναι σημαντική.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο συντελεστής απορροής διαμορφώνεται μεταξύ 25 και 45% σε υδροστεγανούς σχηματισμούς, όπως ο φλύσχης, οι μάργες, οι φυλλίτες, οι αργιλικοί σχιστόλιθοι κ.ά. και σε 5-25% σε υδροπερατούς και σχετικά υδροπερατούς σχηματισμούς, όπως οι ασβεστόλιθοι, οι ψαμμίτες, οι αλλουβιακές αποθέσεις κ.ά.

3. Το ποσό και η ένταση της βροχής

Η ένταση της βροχόπτωσης είναι πολύ μεγάλης σημασίας για την επιφανειακή απορροή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση μιας βροχόπτωσης τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα του νερού που απορρέει επιφανειακά.

4. Η φυτοκάλυψη

Η φυτοκάλυψη επηρεάζει την επιφανειακή απορροή τόσο λόγω της μείωσης του όγκου της που κατακρατείται, εξατμίζεται ή απορροφάται απ' αυτήν όσο και της χρονικής υστέρησης που προκαλεί ανάλογα με την τραχύτητα των εδαφών. Γενικά η φυτοκάλυψη δρα προς την κατεύθυνση της μείωσης του όγκου άμεσης απορροής, και της επιβράδυνσης και εξομάλυνσης των ρυθμών της, με τελική συνέπεια τη μείωση των αιχμών των πλημμυρικών υδρογραφημάτων. Για τους ίδιους λόγους, όταν καταστρέφεται η χλωρίδα, π.χ. από πυρκαγιές ή εκχέρσωση, αλλάζει η υδρολογική συμπεριφορά της λεκάνης και συγκεκριμένα επιταχύνονται και ισχυροποιούνται τα φαινόμενα των πλημμυρών (Ευστρατιάδης Α. και άλλοι, 2012, Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 2016).

Έχει υπολογισθεί ότι η ποσότητα νερού που κατακρατείται από την βλάστηση σε πυκνά δάση κυμαίνεται από 8-25% ανάλογα με τον τύπο της βλάστησης. Από το νερό αυτό ένα ποσοστό που κυμαίνεται γύρω στο 10% εξατμίζεται. Κατά συνέπεια η ύπαρξη ή

μη της βλάστησης επηρεάζει την επιφανειακή απορροή (Νικολακόπουλος Γ. Κ. και άλλοι, 2015).

Επίσης η χημική σύσταση των εδαφών, σε συνδυασμό με τις μηχανικές ιδιότητές τους, καθορίζει τη φυτοκάλυψη και τους επικρατούντες τύπους χλωρίδας, και συνεπώς επηρεάζει αποφασιστικά την επιφανειακή απορροή (Μαμάσης, 2014).

Ο μηχανισμός της παρεμπόδισης μέσω της φυτοκάλυψης, έχει ως συνέπεια:

- τη **μείωση του όγκου απορροής** κατά την ποσότητα που κατακρατείται από τη χλωρίδα (και τελικώς εξατμίζεται ή απορροφάται απ' αυτή)
- τη **χρονική υστέρηση της απορροής** (συντείνει εξ άλλου και η αύξηση της τραχύτητας των εδαφών, που προκαλείται από τη φυτοκάλυψη)
- την **αύξηση της διηθητικής ικανότητας του εδάφους** (από τη δράση των ριζών αλλά και των φυλλωμάτων που πέφτουν)
- **συνολικά** η φυτοκάλυψη δρα προς την κατεύθυνση της **μείωσης** του όγκου άμεσης απορροής, και της επιβράδυνσης και εξομάλυνσης των ρυθμών της, με τελική συνέπεια τη μείωση των αιχμών των πλημμυρικών υδρογραφημάτων
- η **πυκνή κάλυψη με χλωρίδα, συγκρατεί το εδαφικό υλικό** (εφόσον επιβραδύνει την άμεση απορροή, προστατεύει το έδαφος από την κινητική ενέργεια της βροχής, δημιουργεί συνεκτικό ιστό των εδαφικών κόκκων) μειώνοντας ή και μηδενίζοντας τη διάβρωση της λεκάνης (Μαμάσης, 2014)

5. Οι επεμβάσεις του ανθρώπου

Ο άνθρωπος επηρεάζει την επιφανειακή απορροή με μια σειρά από ενέργειες όπως είναι η χρήση του υπόγειου και του επιφανειακού νερού για άρδευση ή ύδρευση και η μεγάλης κλίμακας αναδιανομή της επιφανειακής απορροής (όπως για παράδειγμα οι εκτροπές ποταμών). Σημαντική επέμβαση του ανθρώπου στην επιφανειακή απορροή μιας περιοχής είναι η **αστικοποίησή** της. Η κάλυψη της επιφάνειας μιας περιοχής με τεχνητές κατασκευές (δρόμοι, πεζοδρόμια, σπίτια, κατασκευές από τσιμέντο) αλλά και ο εγκιβωτισμός της κοίτης των ποταμών, περιορίζει σημαντικά την κατείσδυση που θα εμφάνιζε η περιοχή αν δεν υπήρχαν οι τεχνητές κατασκευές, αυξάνοντας σημαντικά την επιφανειακή απορροή και προκαλώντας συχνά πλημμυρικά φαινόμενα (Νικολακόπουλος Γ. Κ. και άλλοι, 2015).

1.2.3 Διάβρωση και φερτά υλικά

Η εδαφική διάβρωση από τη βροχόπτωση και την απορροή αποτελεί μια σημαντική μορφή της εδαφικής υποβάθμισης και σε συνέπεια της απερήμωσης. Εκτιμάται ότι το 1/6 των παγκόσμιων εδαφών επηρεάζεται λιγότερο ή περισσότερο από την εδαφική διάβρωση. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ανθρώπινη επίδραση υπολογίζεται να ασκείται σε επιφάνεια γης περίπου 11 106 km², από τα οποία το 43% επηρεάζεται από την καταστροφή των δασών και την απομάκρυνση της φυσικής βλάστησης, το 29% από την υπερβόσκηση, το 24% από ακατάλληλη διαχείριση της αγροτικής γης και το 4% από την υπερεκμετάλλευση της φυσικής βλάστησης (Walling and Fang, 2003).

Η εδαφική υποβάθμιση που προέρχεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα θεωρείται ένα από τα πιο καταστροφικά φαινόμενα που σχετίζονται με τους φυσικούς πόρους της υδρογείου και αναγνωρίζεται ως ένα καίριο θέμα για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων στον 21ο αιώνα (Reich et al., 2000). Σε ορεινές λεκάνες απορροής στις αναπτυσσόμενες χώρες, η εδαφική διάβρωση περιορίζει την αγροτική ανάπτυξη και αυξάνει τη φτώχεια καθώς μειώνεται η παραγωγική ικανότητα της αγροτικής γης αλλά και των βοσκοτόπων για την κτηνοτροφία (Zimmerer, 1993; Lai, 2001).

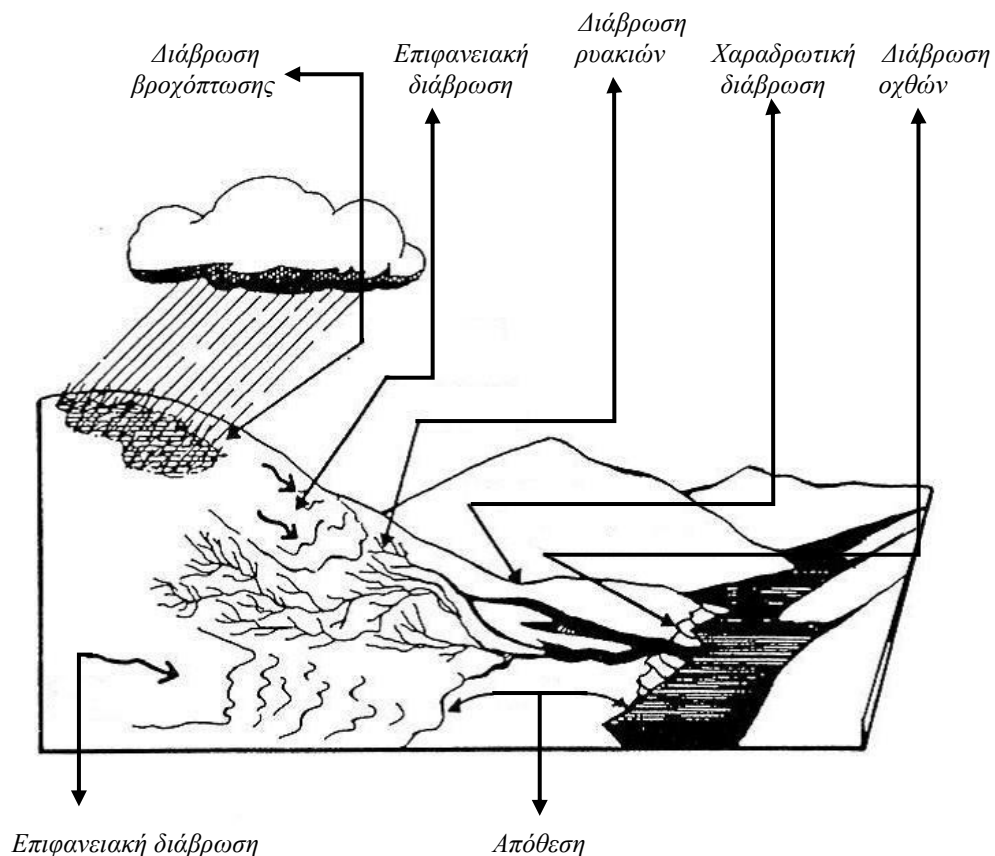
Η διάβρωση του εδαφικού υλικού και η περαιτέρω μεταφορά του κατάντη συχνά οδηγούν στην ελάττωση του πάχους του γόνιμου εδαφικού στρώματος και επομένως στη μείωση της αγροτικής παραγωγής. Επιπλέον η κατάντη μεταφορά του διαβρωμένου υλικού προκαλεί συχνά προβλήματα, όπως η πρόσχωση των ταμιευτήρων και των κύριων υδατορευμάτων καθώς και των λιμανιών όταν αυτά βρίσκονται κοντά σε εκβολές ποταμών (Ζαρρής Δ., 2019).

Στο Σχήμα 1.3 παρουσιάζονται οι κυριότερες μορφές διάβρωσης στη λεκάνη απορροής. Καταρχάς παρατηρείται διάβρωση λόγω της κινητικής ενέργειας της προσπίπτουσας βροχόπτωσης (splash erosion), η οποία αποδομεί τους συνδετικούς δεσμούς των εδαφικών συσσωμάτων με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο επιδεκτικά στη διάβρωση από την επιφανειακή απορροή.

Η επιφανειακή διάβρωση (sheet erosion) προέρχεται από την επιφανειακή απορροή, η οποία παρατηρείται, κατά τον Horton, σε περιόδους πλημμυρικών φαινομένων. Η επιφανειακή απορροή παρουσιάζει ένα βάθος ροής το οποίο τις περισσότερες φορές δρα προστατευτικά από τη διάβρωση της προσπίπτουσας βροχόπτωσης. Καθώς η επιφανειακή απορροή συγκεντρώνεται σε μικρές μισγάγγειες του εδάφους παρατηρείται καταρχάς η διάβρωση ρυακίων (rill erosion) και όταν η συγκεντρωμένη

απορροή δημιουργείται σε μεγαλύτερες μισγάγγειες τότε εμφανίζεται η χαραδρωτή διάβρωση (gully erosion). Ο κύκλος της διάβρωσης ολοκληρώνεται με τη διάβρωση των οχθών (bank erosion) σε μεγαλύτερα υδατορεύματα όταν οι διερχόμενες παροχές ξεπεράσουν μια κρίσιμη τιμή, η οποία συνήθως είναι μεγαλύτερη από την παροχή πλήρους διατομής (bankful discharge). Τα κατολισθητικά φαινόμενα είναι ειδικές περιπτώσεις διάβρωσης τα οποία αυξάνουν θεαματικά και απότομα τη στερεοπαροχή της λεκάνης απορροής.

Η απόθεση φερτών υλικών στη λεκάνη απορροής συμβαίνει είτε σε μικροκοιλότητες της λεκάνης απορροής είτε στη βάση των κλιτύων όπου η κλίση του αναγλύφου μειώνεται θεαματικά. Το μεγαλύτερο ποσοστό της διάβρωσης όμως στη λεκάνη απορροής λαμβάνει χώρα στις κοίτες των υδατορευμάτων και περισσότερο στις πλημμυρικές κοίτες, οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλο πλάτος και μεγάλη τραχύτητα λόγω της αυξημένης φυτοκάλυψης (Ζαρρής Δ., 2019).



Σχήμα 1.3: Σχηματική παράσταση των μορφών διάβρωσης στη λεκάνη απορροής.
Πηγή: Ζαρρής Δ., (2019)

Ως φερτά υλικά χαρακτηρίζονται τα στερεά υλικά, τα οποία μεταφέρονται από το νερό σ' ένα υδατόρευμα ή στην εδαφική επιφάνεια, ή αποτίθενται (Χρυσάνθου Β., 2015).

Η διάκριση των φερτών υλικών μπορεί να γίνει ως προς δύο παράγοντες: (α) ως προς τον τρόπο μεταφοράς τους και (β) ως προς την προέλευσή τους.

Ως προς τον τρόπο μεταφοράς διακρίνεται το φορτίο σε αιώρηση (suspended load), όταν τα στερεά υλικά μεταφέρονται με την τύρβη χωρίς καμία επαφή με την κοίτη για μεγάλο χρονικό διάστημα, και το φορτίο σε σύρση (bed load), όταν τα στερεά υλικά μεταφέρονται σχεδόν σε απόλυτη επαφή με την κοίτη. Η διάκριση αυτή δεν μπορεί να είναι απόλυτα συγκεκριμένη και μοναδική αφού φερτά υλικά του ίδιου μεγέθους και της ίδιας ορυκτολογικής σύστασης μπορεί να μεταφερθούν είτε σε αιώρηση είτε σε σύρση ανάλογα με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της περιβάλλουσας ροής (π.χ. ταχύτητα ροής, τύρβη) (Ζαρρής Δ., 2019).

Ως προς την προέλευσή τους, τα φερτά υλικά μπορούν να διακριθούν σε φορτίο κοίτης (bed material load) και σε φορτίο απόπλυσης (wash load). Το φορτίο κοίτης, το οποίο μπορεί να μεταφέρεται είτε σε αιώρηση είτε σε σύρση, αναφέρεται σε φερτά υλικά τα οποία ήδη βρίσκονται στις κοίτες του υδρογραφικού δικτύου και αποτελεί τη μοναδική πηγή φερτών υλικών σε ξηρές περιόδους ενώ το φορτίο απόπλυσης παράγεται μόνο κατά τη διάρκεια πλημμυρικών γεγονότων και προέρχεται από τη διάβρωση της λεκάνης απορροής. Το φορτίο απόπλυσης λόγω του ότι μεταφέρεται μέσω της πλημμυρικής απορροής συνήθως είναι φορτίο σε αιώρηση και είναι πιο εύκολο να μετρηθεί στο πεδίο καθώς είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο στη διατομή της κοίτης του ποταμού.

Η στερεοπαροχή του φορτίου απόπλυσης σε ένα τμήμα ενός υδατορεύματος εξαρτάται από το ρυθμό που τα φερτά υλικά είναι διαθέσιμα στη λεκάνη απορροής και όχι από τη στερεομεταφορική ικανότητα της ροής. Το φορτίο απόπλυσης ιδιαίτερα στις Μεσογειακές χώρες αποτελεί το συντριπτικό ποσοστό της συνολικής στερεοαπορροής της λεκάνης και μεταφέρεται κατά τη διάρκεια λίγων έντονων πλημμυρικών επεισοδίων ανά έτος (Ζαρρής Δ., 2019).

1.3 Ορισμός και τύποι πλημμύρας

Ως πλημμύρα χαρακτηρίζεται το γεγονός κατά το οποίο η άμεση απορροή (επιφανειακή και ταχεία υπεδάφια) είναι τόσο σημαντική ώστε η συνολική παροχή να υπερβαίνει τη διοχετευτική ικανότητα του υδατορεύματος και να κατακλύζει τις γύρω περιοχές με όλες τις δυσμενείς συνέπειες που ακολουθούν (Τσακίρης Γ., 1995).

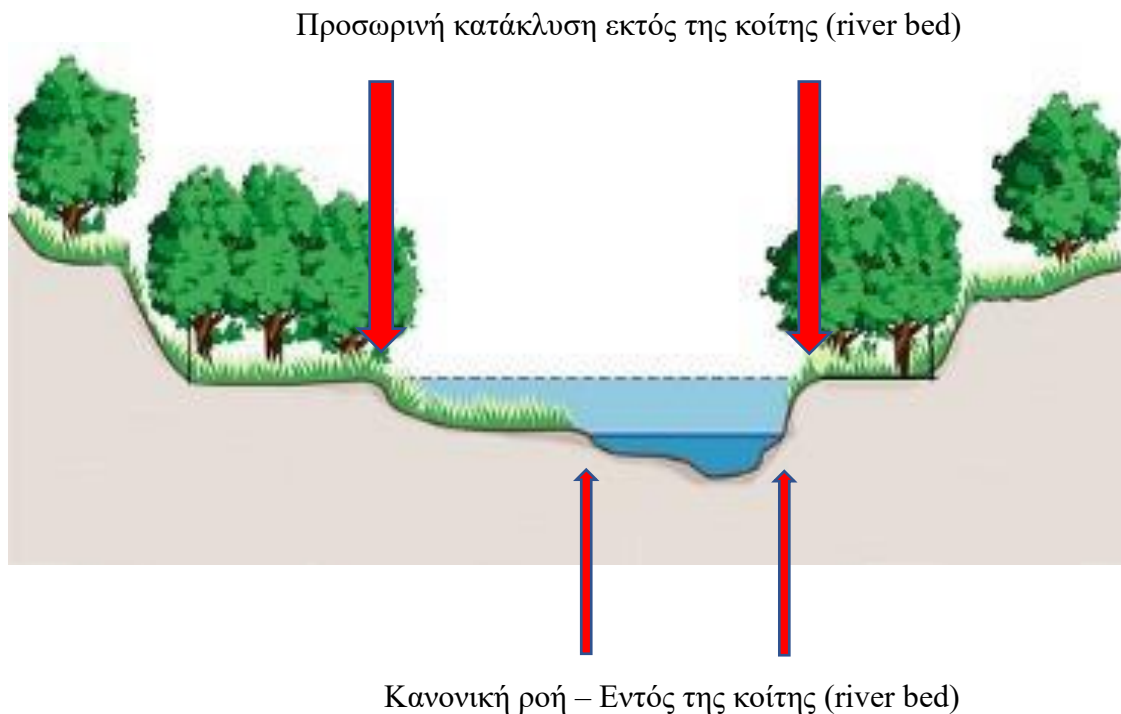
Δύο άλλοι ορισμοί της πλημμύρας είναι:

- Η προσωρινή κάλυψη του εδάφους από επιφανειακά ύδατα ως αποτέλεσμα της υπέρβασης των φυσικών ορίων τους ή ως αποτέλεσμα έντονης βροχόπτωσης (Munich Re, 1997).
- Η σημαντική άνοδος της στάθμης του νερού σε ένα ρέμα, λίμνη, δεξαμενή ή παράκτια περιοχή (UN DHA, 1992).

Επίσης διαφορετικοί οργανισμοί έχουν αναπτύξει διαφορετικούς ορισμούς (Διακάκης Μ., 2018):

- Ευρωπαϊκή Οδηγία (EU Directive) 2007/60
«πλημμύρα»: η προσωρινή κάλυψη από νερό του εδάφους το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό. Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χειμάρρους, εφήμερα ρεύματα της Μεσογείου και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές, δύναται δε να εξαιρεί πλημμύρες από συστήματα αποχέτευσης.
- Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ 1108 Β/2010)
Η προσωρινή κατάκλυση του εδάφους από νερό το οποίο, υπό κανονικές συνθήκες δεν είναι καλυμμένο από νερό. Αυτή περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χειμάρρους και υδατορεύματα εφήμερης ροής, υπερχειλίσσεις λιμνών και πλημμύρες από υπόγεια ύδατα και τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές. Ακόμη περιλαμβάνει πλημμύρες από καταστροφές μεγάλων υδραυλικών έργων, όπως θραύσης αναχωμάτων και φραγμάτων.
- CRED (Centre for Research on the epidemiology of Disasters)
Significant rise of water in a stream, lake, reservoir or coastal region.

Το κοινό στοιχείο στους περισσότερους ορισμούς είναι “η προσωρινή κάλυψη εδάφους από το νερό. Εδάφους που δεν καλύπτεται υπό φυσιολογικές συνθήκες” και φαίνεται σχηματικά στο σχήμα 1.4



Σχήμα 1.4. Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)

Τύποι πλημμύρας

Οι τύποι πλημμύρας συχνά αντικατοπτρίζουν τόσο την πηγή του γεγονότος (ακτή, ποτάμι) όσο και τα χαρακτηριστικά της πλημμύρας (βάθος νερού, ρυθμός αύξησης, π.χ. στην περίπτωση των αιφνίδιων πλημμυρών).

Οι Berz et al., (2001) και French and Holt, (1989) διακρίνουν τρεις τύπους: παράκτιες, ποτάμιες και αιφνίδιες πλημμύρες.

Σύμφωνα με τον Jonkman, (2007) ανάλογα με την πηγή προέλευσής τους διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι πλημμύρας:

- **Παράκτιες πλημμύρες (coastal floods):** είναι εκείνες που συμβαίνουν κατά μήκος παραθαλάσσιας ακτογραμμής ή παραλίμνιας ακτογραμμής. Συγκεκριμένα, τυφώνες ή κυκλώνες σε συνδυασμό με χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση προκαλούν απότομη άνοδο της στάθμης της θάλασσας ή της λίμνης, πλημμυρίζοντας έτσι τις παράκτιες περιοχές.
- **Αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods):** αυτές συμβαίνουν αμέσως μετά από μια τοπική καταιγίδα υψηλής έντασης, συχνά σε ορεινές περιοχές. Αυτού του τύπου οι πλημμύρες χαρακτηρίζονται από ταχεία αύξηση της πλημμυρικής στάθμης

και μικρό χρόνο ειδοποίησης. Σ' αυτού του τύπου πλημμυρών η ταχύτητα των υδάτων είναι πολύ υψηλή, ενισχύοντας την καταστροφικότητα της πλημμύρας καθώς και την μεταφορική ικανότητα των υδάτων. Πολύ συχνά σε περιπτώσεις τέτοιων πλημμυρών μεταφέρονται αυτοκίνητα, ογκόλιθοι, εδαφικό υλικό, θραύσματα βλάστησης (π.χ. κορμοί κλπ.) (Διακάκης Μ., 2018).

- **Ποτάμιες πλημμύρες (River or fluvial floods):** αυτές συμβαίνουν λόγω της υπερχειλίσης ενός ποταμού. Τα αίτια της υπερχειλίσης ενός ποταμού μπορεί να είναι τα μεγάλα ύψη βροχής, το λιώσιμο του χιονιού και η μείωση της παροχετευτικότητας του ποταμού λόγω στένωσης ή μπαζώματος των διατομών του ή αστοχία των αναχωμάτων κατά μήκος του ποταμού.
- **Πλημμύρες από σεισμικά θαλάσσια κύματα ή τσουνάμι (tsounamis):** μια σειρά από κύματα μεγάλου όγκου (τα οποία προκλήθηκαν από υποθαλάσσιο σεισμό ή υποθαλάσσια κατολίσθηση ή έκρηξη ηφαιστείου) διανύουν μεγάλες αποστάσεις και φτάνουν στην ακτή με τη μορφή τεράστιου παλιρροιακού κύματος.
- **Πλημμύρες από θραύση μεγάλου φράγματος (dam-failure floods):** επηρεάζει άμεσα την περιοχή κατάντη του φράγματος. Αυτό ο τύπος της πλημμύρας έχει ως αποτέλεσμα την ραγδαία διόδευση ενός πλημμυρικού κύματος μέσα από την εκτεθειμένη περιοχή.

Τα ανεπαρκή συστήματα αποχέτευσης ομβρίων υδάτων θεωρούνται ξεχωριστή κατηγορία:

- **Πλημμύρες λόγω ανεπαρκών συστημάτων αποχέτευσης ομβρίων υδάτων:** αυτού του τύπου οι πλημμύρες προκαλούνται από μεγάλα ύψη βροχής τα οποία υπερβαίνουν την παροχή σχεδιασμού του υφιστάμενου δικτύου αποχέτευσης ομβρίων.

Επίσης ένας ακόμη τύπος πλημμύρας είναι οι **αστικές πλημμύρες (urban floods)**.

Είναι πλημμύρες οι οποίες οφείλονται σε υπερχειλίση του συστήματος απορροής (τεχνητού και φυσικού) σε μια αστική περιοχή. Το κύριο αίτιο είναι το μεγάλο ποσοστό αδιαπέρατων επιφανειών το οποίο δεν επιτρέπει στην κατείσδυση των υδάτων της βροχόπτωσης στο υπέδαφος. Αντίθετα αυξάνει την ποσότητα των υδάτων που απορρέουν. Επίσης σημαντική επίδραση έχει η σμίκρυνση των οδών διοχέτευσης των υδάτων λόγω κατασκευής γεφυρών, οδικών δικτύων, κτιρίων κλπ. καθώς και το μπάζωμα των υδατορευμάτων (Διακάκης Μ., 2018).

Στην περιοχή της Μεσογείου οι αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods) είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος πλημμυρών καθώς ευνοείται ιδιαίτερα από τη γεωμορφολογία, τη γεωλογία και τις κλιματικές παραμέτρους (Παπανικολάου & Διακάκης, 2011).

Στον Ελληνικό χώρο οι πιο συνηθισμένοι τύποι πλημμυρών είναι οι ποτάμιες πλημμύρες (River or fluvial floods), οι αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods), οι αστικές πλημμύρες (urban floods) και οι παράκτιες πλημμύρες (Διακάκης Μ., 2018).

Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται παραδείγματα διαφόρων τύπων πλημμυρών.

Ποτάμιες πλημμύρες



Εικ. 1.2 Ποτάμια πλημμύρα Έβρος 2015 Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)



Εικ. 1.3 Ποτάμια πλημμύρα του Έλβα ποταμού (Πράγα 2002)
Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)

Αστικές πλημμύρες



Εικ. 1.4 Αττική, Φεβρουάριος 2013 Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)

Αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods)



Εικ. 1.5 Boscastle flood, 2004 Cornwall, England, United Kingdom.
Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)



Εικ. 1.6 Boscastle flood, 2004 Cornwall, England, United Kingdom.
Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)



Εικ. 1.7 Πλημμύρα Αθήνας 2013, Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)



Εικ. 1.8 Πλημμύρα Αθήνας Οκτώβριος 2014, Πηγή: (Διακάκης Μ., 2018)



Εικ. 1.9 Μάνδρα Αττικής Νοέμβριος 2017. Πηγή:
https://www.alfavita.gr/koinonia/237591_i-fysi-eihe-proeidopoiisei-gia-tin-tragodia-sti-d-attiki-ti-leei-enas-eidikos

1.4 Οι έννοιες Πλημμυρική επικινδυνότητα, Πλημμυρικός κίνδυνος, Τρωτότητα

Γενικά στη βιβλιογραφία και ιδίως στην ελληνική παρατηρείται σύγχυση μεταξύ των όρων επικινδυνότητα (Hazard) και κινδύνου (Risk), όπου πολλές φορές λαμβάνεται ως ενιαίος όρος. Οι Smith K. et al (1996), ξεκαθαρίζουν ότι υπάρχει συνωνυμία μεταξύ των λέξεων Risk και Hazard και ορίζουν την επικινδυνότητα ως τη δυνητική απειλή για τον άνθρωπο και την ευημερία του.

Πλημμυρική επικινδυνότητα

Οι Λαζαρίδη και Κατσαφάδος (2012) θέτουν την **επικινδυνότητα** (Hazard), ως κάθε φυσικό ή ανθρωπογενές γεγονός ή διαδικασία που ενέχει μια πιθανότητα μικρή ή μεγάλη, να προκαλέσει βλάβη ή καταστροφή και διευκρινίζουν ότι αναφέρεται μόνο στην πιθανότητα να συμβεί κάτι και όχι στα αποτελέσματα του.

Στην επικινδυνότητα εκδήλωσης ενός αιφνίδιου φυσικού φαινομένου π.χ. σεισμού ή έντονων καιρικών φαινομένων ή πλημμύρας ή χρόνιων βλαπτικών καταστάσεων μπορεί να εκτιθέμαστε καθημερινά, ο κίνδυνος όμως αυξάνεται όταν είμαστε περισσότερο τρωτοί.

Για την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου της πλημμύρας σκόπιμο είναι να εξεταστούν τρεις παράμετροι: α) η πιθανότητα να συμβεί, β) το μέγεθος και η ένταση της πλημμύρας και γ) ο αναμενόμενος χρόνος επανάληψής της.

Η πλημμυρική επικινδυνότητα (flood hazard) εκτιμάται ως πιθανότητα να εκδηλωθεί πλημμύρα συγκεκριμένων χαρακτηριστικών μεγεθών σε μια περιοχή ή θέση μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (Κ. Σαπουντζάκη & Μ. Δανδουλάκη, 2015).

Η πιθανότητα αυτή συχνά εκφράζεται ως περίοδος επανάληψης ή επαναφοράς (T), π.χ. πλημμύρα 100 ετών. Η περίοδος επαναφοράς T είναι το αντίστροφο της πιθανότητας υπέρβασης πλημμύρας ορισμένου μεγέθους και καθορίζεται από την κατανομή πιθανοτήτων της πλημμυρικής παροχής, δηλαδή τη σχέση συχνότητας-μεγέθους. Οι μεγάλες πλημμύρες είναι σπάνιες, και επομένως σε μια περιοχή υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβεί μια πλημμύρα 50 ετών από μια πλημμύρα 100 ετών. Η εκτίμηση της επικινδυνότητας πλημμύρας ως περίοδος επανάληψης διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με το επίπεδο ασφαλείας των έργων και υποδομών (Κ. Σαπουντζάκη & Μ. Δανδουλάκη, 2015).

Πλημμυρικός κίνδυνος

Ως φυσικό κίνδυνο θεωρούμε κάθε κίνδυνο προερχόμενο από την ίδια τη φύση, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα, ενώ ανθρωπογενή κίνδυνο θεωρούμε κάθε κίνδυνο που έχει προέλθει εξαιτίας της ανάμιξης του ανθρώπινου στοιχείου.

Οι Smith K. et al (1996) ορίζουν τον κίνδυνο (Risk) ως την πιθανή συνέπεια και την πρόκληση απώλειας. Επίσης θέτουν τον κίνδυνο, ως την πραγματική έκθεση, μιας σημαντικής για τον άνθρωπο αξίας που συχνά μετριέται ως προϊόν της πιθανότητας και της απώλειας. Επομένως, ο κίνδυνος προκύπτει από την ισότητα, πιθανότητας εμφάνισης μιας απειλής και της πρόκλησης απωλειών.

$$R = p * L$$

(R= Risk, p=probability, L= loss)

Η πλημμύρα είναι ένα φυσικό και αναμενόμενο φαινόμενο ενός ποταμού, αποτελώντας μέρος της φυσικής υδρολογικής διεργασίας, δεδομένου όμως ότι είναι αρκετά συνηθισμένο στις όχθες του ποταμού να βρίσκονται κατοικημένες περιοχές, αυτό θεωρείται ένα επικίνδυνο και συχνά καταστροφικό φαινόμενο (Alcantara-Ayala & Goudie, 2010).

Ο κίνδυνος πλημμύρας (flood risk) είναι ο συνδυασμός της πιθανότητας να λάβει χώρα πλημμύρα και των δυνητικών αρνητικών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες, που συνδέονται μ' αυτή την πλημμύρα (Οδηγία 2007/60/EK).

Ο «πλημμυρικός κίνδυνος», σχετίζεται τόσο με το ενδεχόμενο εκδήλωσης ενός πλημμυρικού επεισοδίου, όσο και με τις δυνητικές επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσει σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Ουσιαστικά, αποτελεί παράγωγο τόσο των κοινωνικών, όσο και των υδρομετεωρολογικών παραμέτρων. Κατά τη διερεύνηση του πλημμυρικού κινδύνου και των απωλειών λόγω πλημμυρών, οι μετεωρολογικές και υδρολογικές συνθήκες, η μορφή, η γεωμετρία και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά ενός ποταμού και η γεωμορφολογία της λεκάνης του, οι συνθήκες χρήσεων γης, καθώς και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις είναι παράμετροι που θα πρέπει να εξετάζονται και να αξιολογούνται ξεχωριστά. Κάθε ένας από τους προαναφερθέντες παράγοντες δύναται να συμβάλλει στην αύξηση του πλημμυρικού κινδύνου, ιδιαίτερα εφόσον προκύψουν αρνητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους (Bronster 2003, Sene 2013 : Πεντέρης Δ. και άλλοι, 2015).

Τρωτότητα (Vulnerability)

Για τον όρο τρωτότητα, στη βιβλιογραφία υπάρχει το φαινόμενο μεγάλου εύρους ορισμών, όπως για παράδειγμα η Cutter (1994) παρουσιάζει λίστα 18 διαφορετικών ορισμών.

Οι Blaikie P. et al (1994) ως τρωτότητα ορίζουν τα χαρακτηριστικά ενός προσώπου ή μιας ομάδας και της κατάστασής τους, που επηρεάζουν την ικανότητά τους να προβλέπουν, να αντιμετωπίζουν, να αντιστέκονται και να ανακάμπτουν από τις επιπτώσεις μιας φυσικής καταστροφής.

Οι Kreps και Giddens δίνουν πιο εξειδικευμένους ορισμούς για την έννοια της τρωτότητας:

«Οι συνθήκες εκείνες – όπως καθορίζονται από φυσικές, κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές διεργασίες ή παράγοντες – οι οποίες αυξάνουν την επιρρέπεια μιας κοινότητας όταν βρεθεί αντιμέτωπη με κάποια φυσική απειλή» (Kreps, 1978),

«Η τρωτότητα αποτελεί προϊόν της συσχέτισης της έκθεσης σε φυσική απειλή με την ικανότητα των ανθρώπινων κοινοτήτων “να προετοιμάζονται για” ή “να προστατεύονται από” και να “ανασυγκροτούνται (αποκρίνονται) μετά από” τις αρνητικές επιπτώσεις της καταστροφής» (Giddens, 1992).

Ανακεφαλαιώνοντας, ως τρωτότητα εννοούμε τον βαθμό της ευαισθησίας ενός συστήματος όταν επιδρούν σε αυτό αιφνίδιες έκτακτες καταστάσεις – γεγονότα – κίνδυνοι. Ο βαθμός ή η επάρκεια της ικανότητας αντίδρασης του πληγέντος συστήματος για την αντιμετώπιση των έκτακτων καταστάσεων – γεγονότων καθορίζουν και το μέγεθος της τρωτότητας. Εφόσον ένα σύστημα είναι ανεπαρκές στην αντίδραση ή ικανότητα αντίδρασης του, τότε εντοπίζεται μεγάλος βαθμός τρωτότητας. Το στοιχείο της τρωτότητας που μπορεί να χαρακτηρίζει ένα σύστημα, όπως μια ομάδα ανθρώπων, μια περιοχή, μια πόλη ή μια χώρα, διαθέτει δύο βασικές διαστάσεις: την εξωτερική της διάσταση που συνδέεται με την έκθεση του συστήματος σε εξωτερικές πιέσεις και αιφνίδια γεγονότα και την εσωτερική της διάσταση που συνδέεται με τη αδυναμία, την έλλειψη αμυντικής ικανότητας και την ανικανότητα αποφυγής των καταστροφικών απωλειών. (Σαπουντζάκη, 2007).

Σύμφωνα με τους Dalziell & McManus (2004) η τρωτότητα στο χώρο των καταστροφών συνδέεται με τη φυσική έκθεση σε ένα καταστροφικό γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα κάποιας μορφής απώλειες. Συνδυάζεται όμως και με την ανθρώπινη

δυνατότητα/αδυναμία να αντιστέκεται, να προετοιμάζεται και να ανακάμπτει από το ίδιο γεγονός.

Στην περίπτωση των πλημμυρών, η τρωτότητα μιας περιοχής συνδέεται άμεσα με τη μορφολογική αστάθεια, λόγω εξέλιξης της μορφολογίας του συστήματος και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Είναι ιδιαίτερα υψηλή σε κατοικημένες περιοχές γιατί οι επιπτώσεις από την επικρατούσα αστάθεια στην περιοχή έχουν ως επακόλουθο αποτέλεσμα κοινωνικοοικονομικές ζημιές όπως απώλεια ζωής, ιδιοκτησίας ή υπηρεσιών. Οι παρόχθιες ζώνες αποτελούσαν πάντα σταθερό πόλο έλξης για δόμηση και ανάπτυξη. Έτσι στις περιοχές κατά μήκος ενός ποταμού, υπάρχει κατασκευαστικό ενδιαφέρον. Για παράδειγμα πολλές βιοτεχνικές/βιομηχανικές μονάδες χρησιμοποιούν την γειτνίαση με το κοντινό ρέμα για να απορρίψουν με τον πιο «οικονομικό» τρόπο τα λύματά τους. Αυτή η γειτνίαση εξ' αρχής συνιστά απειλή πλημμύρας για οποιαδήποτε κατασκευή γιατί τα ποτάμια παρουσιάζουν μια περιοδικότητα στο φαινόμενο της πλημμύρας, ορίζοντας μια πλημμυρική πεδιάδα. Η θέση κατασκευών μέσα στο πλημμυρικό πεδίο αποτελεί παράγοντα έκθεσης και παράγει άμεσα τρωτότητα. Η κατάσταση είναι δυσχερέστερη στα αστικά κέντρα, όπου τα φυσικά ρέματα έχουν διευθετηθεί και συχνά εξαφανιστεί και είναι δύσκολο να εντοπιστεί η πλημμυρική πεδιάδα. Γενικότερα στις ελληνικές πόλεις είναι σύνηθες φαινόμενο να καταπατούνται τα ρέματα και έτσι να διαταράσσεται η μορφή του υδρογραφικού δικτύου και να επιβαρύνονται με μεγαλύτερες ποσότητες νερού συγκεκριμένοι κλάδοι, υπερβαίνοντας την παροχευτικότητα τους. Τότε μια απλή νεροποντή αρκεί για να πλημμυρίσουν τα βεβαρημένα ρέματα.

Παρ' όλα αυτά, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, υπάρχουν και οι φυσικοί παράγοντες που διαμορφώνουν την εκδήλωση μιας πλημμύρας. Η βροχόπτωση και τα χαρακτηριστικά της όπως η χωρική και χρονική της κατανομή και όγκος του νερού αποτελούν σημαντικές ενδείξεις κινδύνου. Ομοίως ενδείξεις αποτελούν το μέγεθος και το σχήμα της λεκάνης απορροής, οι κλίσεις των πρανών της λεκάνης, ο τύπος του εδάφους όσον αφορά στα χαρακτηριστικά της κατείσδυσης και απορρόφησης του νερού, ο τύπος και το ποσοστό της εδαφοκάλυψης (είδος φυτών) της ευρύτερης περιοχής (GTZ, 2004).

Τέλος, η ύπαρξη και η επιτυχία (ή αποτυχία) γειτονικών αντιπλημμυρικών έργων πρέπει να συνυπολογιστούν ως παράγοντες τρωτότητας. Είναι γεγονός πως επιτυχή έργα αντιπλημμυρικής προστασίας σε βάθος χρόνου καθίστανται ανεπαρκή λόγω των

αυξανόμενων αυθαιρεσιών στις περιοχές των ρεμάτων που προσπαθούν να προστατεύσουν.

Η τρωτότητα μπορεί να έχει πολλές και διαφορετικές εκφάνσεις, να είναι δηλαδή φυσική, περιβαλλοντολογική, κοινωνική, πολιτική, θεσμική, τεχνική, πολιτισμική κλπ. (Σαπουντζάκη Κ., 2013).

Σύμφωνα με τον Pelling (2003) η τρωτότητα συνίσταται από την έκθεση, την αντίσταση και την προσαρμοστικότητα ενός συστήματος απέναντι σε έναν κίνδυνο ή ένα καταστροφικό γεγονός.

Η έκθεση (exposure), η οποία αποτελεί μια καθαρά γεωγραφική έννοια, είναι το αποτέλεσμα της φυσικής θέσης ενός συστήματος δηλαδή της θέσης του σε σχέση με την εμβέλεια της απειλής, καθώς επίσης το αποτέλεσμα των χαρακτηριστικών του κτισμένου και φυσικού περιβάλλοντος. Η αντίσταση (resistance) αφορά την ικανότητα ενός συστήματος να αντιστέκεται στις επιπτώσεις ενός περιβαλλοντικού ή ενός φυσικού κινδύνου. Η προσαρμοστικότητα (resilience), η οποία συναρτάται με το βαθμό της προσχεδιασμένης προετοιμασίας για τη αντιμετώπιση του κινδύνου, αποτελεί ουσιαστικά την ικανότητα των διαχειριστών να χειριστούν ή να προσαρμοστούν στις πιέσεις που μπορεί να ασκεί ο κίνδυνος ή η απειλή (Σαπουντζάκη Κ., 2007).

1.5 Παράγοντες πλημμυρών

Οι πλημμύρες αποτελούν μέρος των φυσικών υδρολογικών διεργασιών σε μια υδρολογική λεκάνη. Αποτελούν φαινόμενο το οποίο εξαρτάται από ένα σημαντικό αριθμό **φυσικών παραγόντων** (Ward & Robinson, 2000). Σε ορισμένες περιπτώσεις έχει δειχθεί ότι σημαντική επίδραση στην εκδήλωση του φαινομένου έχουν και **ανθρωπογενείς παράγοντες** (Smith & Ward 1998), οι οποίοι επιδρούν είτε άμεσα, μειώνοντας την παροχευτική ικανότητα των υδατορευμάτων (π.χ. παραποτάμια κατασκευές, απόθεση στερίων υλικών), είτε έμμεσα, επιδρώντας στην υδρολογική λειτουργία των λεκανών (π.χ. πυρκαγιές, αστικοποίηση) (Διακάκης Μ., 2012).

Επομένως οι παράγοντες που επηρεάζουν τις υδρολογικές διεργασίες και επομένως την απορροή και την εκδήλωση πλημμυρών, μπορούν να διαιρεθούν στους σχετικά στατικούς και στους δυναμικούς. Στατικοί παράγοντες νοούνται εκείνοι που παραμένουν σταθεροί, όπως τα φυσικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης (π.χ. υδροπερατότητα, γεωμορφολογία, γεωμετρία ρέματος) αλλά και άλλοι που αλλάζουν

σταδιακά σε βάθος χρόνου (π.χ. βλάστηση, χρήσεις γης κ.α.). Στους δυναμικούς παράγοντες ανήκουν παράμετροι που διαφοροποιούνται κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού συμβάντος, όπως για παράδειγμα τα χαρακτηριστικά των κατακρημνισμάτων.

Στην (Εικ. 1.10) παρουσιάζονται οι στατικοί και οι δυναμικοί παράγοντες (Wilson 1990, Smith & Ward 1998, Ward & Robinson 2000, Παπαμιχαήλ 2004, Φουμέλης 2004, Μιμίκου & Μπαλτάς 2006: Διακάκης Μ., 2012).

Δυναμικοί παράγοντες	Σταθεροί παράγοντες		Βραδέως μεταβλητοί παράγοντες
Ένταση βροχόπτωσης	Υδροπερατότητα σχηματισμών	Μήκος κύριου κλάδου	Βλάστηση
Κατευθυντικότητα βροχόπτωσης	Μορφή υδρογραφικού δικτύου	Έκταση λεκάνης	Χρήσεις γης
Χωρική κατανομή βροχόπτωσης	Παράμετροι καναλιών	Κλίσεις πρηνών	Τήξη χιονιού ή πάγου
Συνθήκες υγρασίας εδάφους	Κοιλαδικοί παράμετροι	Εδαφικό κάλυμμα	Κλιματικοί παράγοντες
Διάρκεια βροχόπτωσης	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου	Σχήμα λεκάνης	
Κίνηση καταγίδας	Προσανατολισμός λεκάνης	Υλεδαφική απορροή	

Εικ. 1.10. Παράγοντες που επηρεάζουν την εκδήλωση πλημμυρών και γενικότερα τις υδρολογικές διεργασίες (Wilson 1990, Smith & Ward 1998, Ward & Robinson 2000, Παπαμιχαήλ 2004, Φουμέλης 2004, Μιμίκου & Μπαλτάς 2006).

Πηγή: Διακάκης Μ., 2012

Οι σημαντικότεροι παράγοντες είναι οι εξής (Διακάκης Μ., 2012) :

- **Έκταση υδρολογικής λεκάνης:** Η έκταση της λεκάνης είναι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους στον καθορισμό του όγκου υδάτων που απορρέει μετά από μια βροχόπτωση. Το μέγεθος μιας λεκάνης σχετίζεται επίσης με τη μορφή του υδρογραφήματος στην έξοδο της λεκάνης αυτής, κυρίως σε ότι αφορά το χρόνο συγκέντρωσης των υδάτων και την παροχή αιχμής (Smith & Ward 1998). Κατά συνέπεια, οι λεκάνες μικρής έκτασης ευνοούν τους μικρούς χρόνους συγκέντρωσης και αποτελούν συχνά τους χώρους όπου εκδηλώνονται ξαφνικές πλημμύρες (Wilson 1990).
- **Σχήμα υδρολογικής λεκάνης:** Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 1.2.2.2 το σχήμα μιας υδρολογικής λεκάνης είναι σημαντικός παράγοντας του τρόπου με τον οποίο παράγεται η επιφανειακή απορροή. Ο παράγοντας αυτός συσχετίζεται με τον τρόπο και το χρόνο με τον οποίο συνεισφέρουν διάφορα τμήματα της λεκάνης στην απορροή στην έξοδό της. Για παράδειγμα, σε μια υδρολογική λεκάνη, η οποία έχει κυκλικό σχήμα, παρατηρείται ταυτόχρονη αποστράγγιση πολλών τμημάτων. Αυτό δημιουργεί ταυτόχρονη συρροή

μεγάλων όγκων νερού στην έξοδό της, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μεγαλύτερες παροχές αιχμής από ότι σε μία μακρόστενου σχήματος λεκάνη (Εικ. 1.11e).

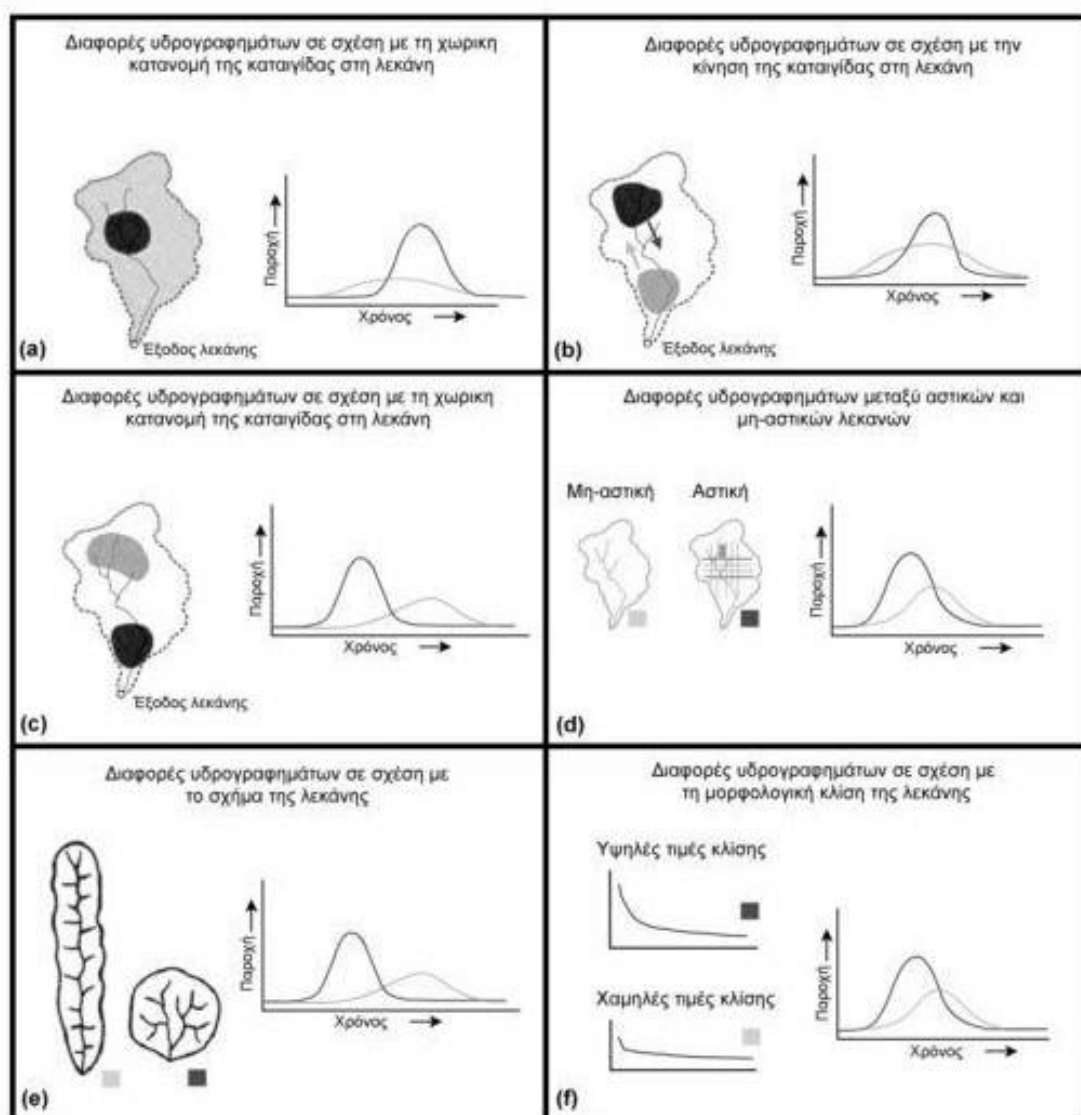
- **Χωρική κατανομή της βροχόπτωσης:** Η χωρική κατανομή της βροχόπτωσης και ιδίως της έντασής της καθορίζει αποφασιστικά τον τρόπο με τον οποίο κάθε τμήμα της λεκάνης συνεισφέρει στην απορροή στην έξοδό της. Έτσι αν μια καταιγίδα επικρατήσει σε ένα τμήμα της λεκάνης, στο οποίο επικρατούν υπολεκάνες ιδιαίτερου σχήματος (π.χ. επιμήκεις), τότε το υδρογράφημα θα έχει το αντίστοιχο σχήμα (Wilson 1990). Αντίστοιχα αν μια καταιγίδα πλήξει την περιοχή κοντά στην έξοδο της λεκάνης, η γρήγορη συγκέντρωση του νερού θα οδηγήσει σε απότομη άνοδο της στάθμης. Αντίθετα, αν εκδηλωθεί σε μια απομακρυσμένη περιοχή τότε θα παρουσιάσουν ηπιότερες αιχμές στο σχήμα του υδρογραφήματος (Εικ. 1.11 a,c). Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι σημαντικός σε μεγαλύτερου μεγέθους υδρολογικές λεκάνες, όπου η ανισοκατανομή της βροχόπτωσης είναι περισσότερο εκτεταμένη.
- **Κίνηση της καταιγίδας:** Αυτός ο παράγοντας επηρεάζει τον χρόνο στον οποίο αποστραγγίζονται διάφορα μέρη της λεκάνης. Σε περίπτωση που μια καταιγίδα κινείται προς τα ανάντη μιας λεκάνης, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης (Εικ. 1.11 b). Αντίθετα, μια καταιγίδα κινούμενη προς τα κατόντη της λεκάνης οδηγεί στη συσσώρευση αυξημένου όγκου υδάτων προς απορροή μειώνοντας το χρόνο συγκέντρωσης και αυξάνοντας τις παροχές αιχμής. Ο παράγοντας αυτός επηρεάζει περισσότερο τις επιμήκεις υδρολογικές λεκάνες (Wilson 1990, Φουμέλης 2004).
- **Προσανατολισμός λεκάνης:** Ο παράγοντας αυτός σχετίζεται με τον προσανατολισμό της λεκάνης σε σχέση με αυτή των επικρατούντων κλιματικών συνθηκών και διεύθυνση, βάσει της οποίας εκδηλώνονται σε ένα τόπο καταιγίδες. Η παράμετρος αυτή επηρεάζει τη μορφή του υδρογραφήματος, καθώς και την συχνότητα και την ποσότητα των βροχοπτώσεων.
- **Μέση κλίση υδρολογικής λεκάνης:** Ο παράγοντας αυτός επιδρά καθορίζοντας την ταχύτητα κίνησης των υδάτων που απορρέουν επιφανειακά. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση τόσο η ταχύτητα αυτή αυξάνεται. Η αύξηση της ταχύτητας συνεπάγεται μείωση του χρόνου συρροής των υδάτων. Επιπρόσθετα, η αύξηση της κλίσης επιδρά και στον όγκο απορροής, καθώς ο μειούμενος

χρόνος παραμονής των υδάτων σε μια θέση φέρεται να μειώνει την κατείσδυση. (Wilson 1990, Φουμέλης 2004) (Εικ. 1.11 f). Μέσα από τον ίδιο μηχανισμό επιδρά και η κλίση των σημαντικών υδατορευμάτων από την οποία εξαρτάται η ταχύτητα κίνησης των υδάτων προς την έξοδο της λεκάνης.

- **Φυτοκάλυψη:** Η φυτοκάλυψη επιδρά στις υδρολογικές διεργασίες με δύο κυρίως τρόπους. Πρωτίστως, επηρεάζει την αναλογία βροχόπτωσης / απορροής, καθώς η παρουσία βλάστησης αυξάνει την κατακράτηση ποσοτήτων της βροχόπτωσης. Δευτερευόντως, η μείωση της απορροής οφείλεται στην εξατμισοδιαπνοή των φυτών, η οποία δρα σε μικρότερο βαθμό.
- **Ένταση βροχόπτωσης:** Ένας από τους πιο σημαντικούς δυναμικούς παράγοντες στην εκδήλωση πλημμυρών είναι η ένταση της βροχόπτωσης (Georgakakos 2006, Norbiato et al. 2008). Οι Martin Vide et al. (1999) υποστηρίζουν ότι οι καταιγίδες υψηλής έντασης μικρής διάρκειας τείνουν να δημιουργούν πολύ μεγαλύτερους όγκους απορροής από ότι οι καταιγίδες μεγάλης διάρκειας ή οι καταιγίδες μεγάλου συνολικού ύψους βροχής. Γενικότερα η αύξηση της έντασης αυξάνει το ρυθμό εισόδου των κατακρημνισμάτων στη λεκάνη, δημιουργώντας άνοδο της παροχής αιχμής και του όγκου απορροής. Στην περιοχή της Μεσογείου η εκδήλωση πλημμυρών συνδέεται πολύ συχνά με βροχοπτώσεις αυξημένης έντασης και μικρής διάρκειας (Bull et al. 2004, Lana et al. 2004).
- **Υδροπερατότητα:** Ο παράγοντας αυτός παίζει σημαντικό ρόλο στις υδρογεωλογικές και υδρολογικές διεργασίες μιας λεκάνης. Οι γεωολογικοί σχηματισμοί που αποτελούν τη λεκάνη, αφ' ενός επιδρούν στην ποσότητα του νερού που απορρέει κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας και αφετέρου επηρεάζουν μια σειρά από άλλους παράγοντες, όπως η ανάπτυξη της φυτοκάλυψης, το εδαφικό κάλυμμα, ο συντελεστής τραχύτητας του εδάφους, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, η μορφολογία της κοίτης και η στερεομεταφορά των υδάτων οι οποίοι επηρεάζουν με τη σειρά τους την εκδήλωση των πλημμυρών. Σε ότι αφορά την κατείσδυση μέρους των κατακρημνισμάτων, στη μεν περίπτωση σχηματισμών αυξημένης υδροπερατότητας (π.χ. καρστικοποιημένα ανθρακικά πετρώματα) παρουσιάζεται σημαντική μείωση του όγκου των υδάτων που απορρέουν λόγω αυξημένης κατείσδυσης, ενώ στην περίπτωση πετρωμάτων μειωμένης

υδροπερατότητας (π.χ. φλυσχικές ακολουθίες ή αργιλικά πετρώματα) ο όγκος των απωλειών είναι πολύ πιο περιορισμένος. Ο συγκεκριμένος παράγοντας καθίσταται από τους πλέον σημαντικούς, δεδομένου ότι ο συνολικός όγκος των υδάτων που απορρέουν προς την έξοδο της λεκάνης είναι καθοριστικός για την εκδήλωση ή όχι μιας πλημμύρας. Επιπρόσθετα, η υδρογεωλογία καθορίζει την υπόγεια απορροή η οποία κατά περίπτωση, ανάλογα με την κατεύθυνση απορροής των υπεδαφικών υδάτων μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση ή σε μείωση της επιφανειακής απορροής σε ένα υδατόρευμα.

- **Ανθρώπινες παρεμβάσεις:** Ο ανθρώπινος παράγοντας διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στις υδρολογικές διεργασίες μιας λεκάνης, ανάλογα με την έκταση των εκάστοτε παρεμβάσεων. Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 1.2.2.2, ο άνθρωπος επηρεάζει την επιφανειακή απορροή με μια σειρά από ενέργειες όπως είναι η χρήση του υπόγειου και του επιφανειακού νερού για άρδευση ή ύδρευση και η μεγάλης κλίμακας αναδιανομή της επιφανειακής απορροής. Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις επιδρούν στην εκδήλωση πλημμυρών έχοντας **άμεσο** ή **έμμεσο** χαρακτήρα. Στην πρώτη περίπτωση τυπικά παραδείγματα είναι η μείωση της παροχτευτικότητας ενός υδατορεύματος λόγω της κατασκευής ενός τεχνικού έργου, ή ενός οικοδομήματος, ή της διάθεσης υλικών και απορριμμάτων εντός των ρεμάτων. Στη δεύτερη περίπτωση, τυπικό παράδειγμα είναι η μείωση της κατείσδυσης λόγω μιας δασικής πυρκαγιάς (Diakakis 2011d) ή λόγω εκτεταμένης αστικής ανάπτυξης σε μια υδρολογική λεκάνη (Εικ. 1.11 d). Ο ανθρώπινος παράγοντας έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια τόσο σε αύξηση των πλημμυρών σε αστικό περιβάλλον (Guzzetti & Tonelli 2004) όσο και σε αύξηση των οικονομικών επιπτώσεων των πλημμυρών με την εκτεταμένη παρουσία του σε χώρους υψηλού πλημμυρικού κινδύνου (Barrero 2007, 2009). Η επίδραση των ανθρώπινων παρεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών θα αναλυθεί στην επόμενη παράγραφο.



Εικ. 1.11 Επίδραση συγκεκριμένων παραγόντων στην υδρολογική απόκριση μιας υδρολογικής λεκάνης σε μια καταιγίδα, όπως αυτή εκφράζεται από το υδρογράφημα στην έξοδό της (τροποποιημένο από Smith & Ward 1998, Ward and Robinson 2000, Gordon et al. 2004)

Πηγή: Διακάκης Μ., 2012

1.6 Ανθρωπογενή αίτια πλημμυρών

Οι καταστροφές από πλημμυρικά φαινόμενα προκύπτουν τόσο από κλιματολογικούς παράγοντες όσο και από κοινωνικούς (Cutter, Mitchell, & Scott, 2000) και κατά συνέπεια, η σφοδρότητα των πλημμυρικών καταστροφών δεν εξαρτάται μόνο από την ένταση του φυσικού κινδύνου, δηλαδή τους κλιματολογικούς παράγοντες, αλλά και από τους ανθρωπογενείς παράγοντες.

Ως ανθρωπογενείς παράγοντες θεωρούνται οι παρεμβάσεις στο περιβάλλον, οι οποίες συμβάλλουν στην τρωτότητα και την μεγέθυνση των συνεπειών και κατά συνέπεια επιδεινώνουν τον πλημμυρικό κίνδυνο (Kundzewicz & Schellnhuber, 2004).

Συνεπώς, το εάν μια δεδομένη βροχόπτωση, θα έχει δυσμενείς επιπτώσεις λόγω πλημμύρας, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στο φυσικό περιβάλλον και κατ' επέκταση στη φυσιολογική λειτουργία των υδρολογικών συστημάτων. Οι παρεμβάσεις αυτές επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον των παραποτάμιων περιοχών.

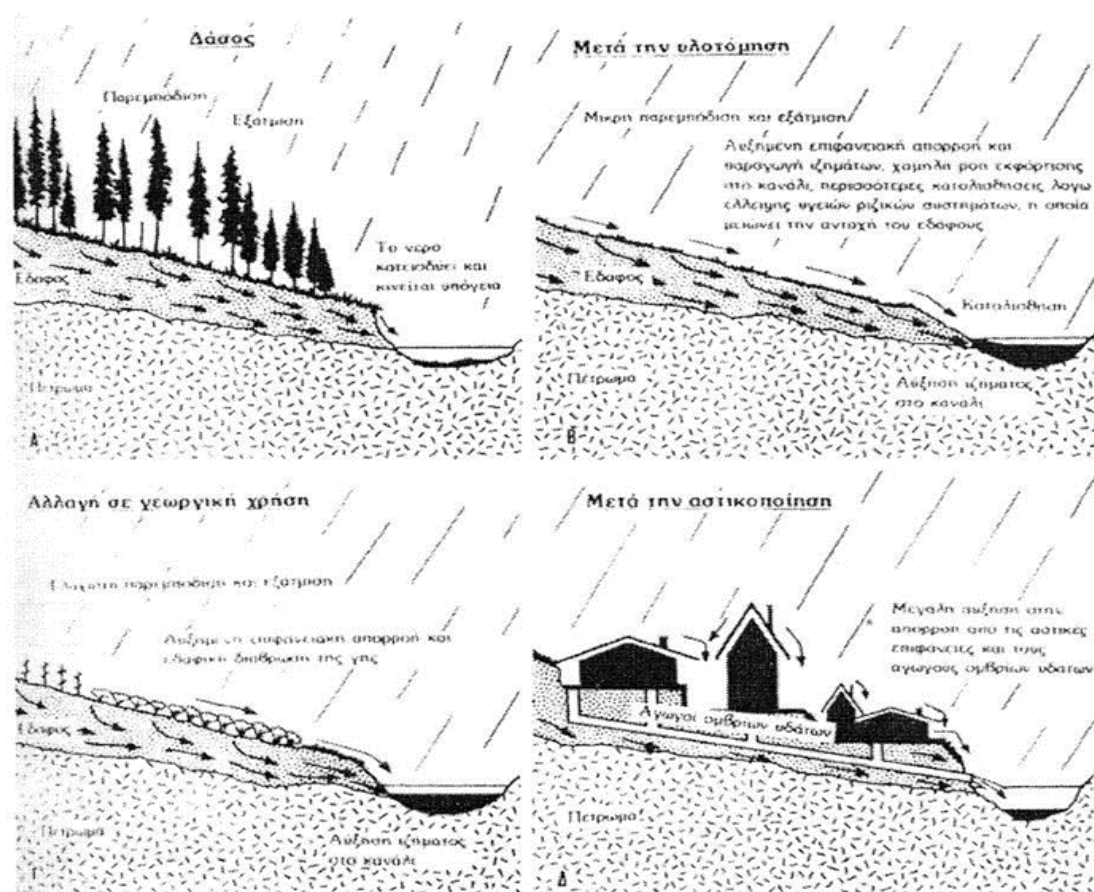
Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται τα ανθρωπογενή αίτια των πλημμυρών.

1.6.1 Αλλαγές στις Χρήσεις Γης

Η αλλαγή της χρήσης και της κάλυψης της γης και οι επιπτώσεις της στο περιβάλλον είναι μία από τις αυξανόμενες προκλήσεις κατά τη διάρκεια των συνεχιζόμενων παγκόσμιων αλλαγών (Chase et al., 2000).

Οι μεταβολές στις χρήσεις γης μιας περιοχής είναι από τις κύριες ανθρώπινες επιδράσεις που επηρεάζουν τον τύπο, την ποσότητα και την ένταση της επιφανειακής απορροής, διάβρωσης και ιζηματογένεσης. Στην εικόνα 1.12 φαίνονται οι αλλαγές στις διεργασίες που μπορούν να συμβούν καθώς η επιφάνεια μεταβάλλεται από φυσικό δάσος σε γεωργική ή αστική περιοχή μετά την υλοτόμηση.

Μετά την κοπή των δένδρων πρέπει να αναμένεται μείωση της παρεμπόδισης βροχόπτωσης και της εξάτμισης, που οδηγεί σε αυξημένη επιφανειακή απορροή και παραγωγή ιζήματος. Καθώς οι ρίζες των δένδρων αποσυντίθενται, η αύξηση των κατολισθήσεων μπορεί επίσης να αυξήσει περαιτέρω την απόθεση ιζημάτων σε τοπικά υδατορεύματα. Εάν η ίδια γη μετατρεπόταν σε καλλιέργεια, τότε θα ήταν λιγότερη η βροχόπτωση και εξάτμιση, με αυξημένη επιφανειακή απορροή και διάβρωση του εδάφους, αλλά σε λιγότερο ακραίο βαθμό από ότι στην προηγούμενη περίπτωση. Η πιο δραστική αλλαγή στη χρήση γης θα ήταν η αστικοποίηση που προκαλεί μεγάλες αυξήσεις στην επιφανειακή απορροή, λόγω των καλυμμένων επιφανειών και των αγωγών όμβριων υδάτων (Λέκκας, 1999).



Εικ. 1.12: Κίνηση του νερού ανάλογα με την αλλαγή στις χρήσεις γης (α) σε μια δασοκαλυμμένη πλαγιά, (β) μετά την αποψίλωση, (γ) σε αγροτική γη και (δ) μετά την αστικοποίηση. (Πηγή: Λέκκας Ε., 1999)

Τα υδατορεύματα και οι φυσικές δασικές περιοχές θεωρούνται σχετικά σταθερές, δηλαδή χωρίς εντατική διάβρωση ή απόθεση. Όπως αναφέρθηκε, η αλλαγή της χρήσης γης που μετατρέπει **δασική γη σε αγροτική**, γενικά αυξάνει την απορροή και τη διάβρωση. Σαν αποτέλεσμα, τα υδατορεύματα γίνονται λασπώδη και δεν μπορούν να μεταφέρουν όλα τα ιζήματα που φθάνουν σε αυτά. Γι' αυτό τα κανάλια γεμίζουν μερικώς με ίζημα αυξάνοντας πιθανώς την ένταση και τη συχνότητα πλημμυρών.

Η μεταβολή **αγροτικής ή δασικής γης σε αστικό κέντρο** προκαλεί δραματικές αλλαγές. Πρώτα, κατά την κατασκευαστική φάση υπάρχει μια τρομακτική αύξηση στην παραγωγή ιζημάτων, η οποία μπορεί να συνοδεύεται από αύξηση της απορροής. Η αντίδραση των ρεμάτων είναι σύνθετη και μπορεί να περιλαμβάνει διάβρωση του καναλιού και μερική πλήρωσή του με ιζήματα, δημιουργώντας κανάλι μικρότερου βάθους. Ο συνδυασμός της αυξημένης απορροής και των ρηχών καναλιών αυξάνει την πλημμυρική επικινδυνότητα. Μετά την κατασκευαστική φάση, η γη είναι κυρίως

καλυμμένη με κτίρια, χώρους στάθμευσης και δρόμους και έτσι η διάβρωση των ιζημάτων είναι μικρή. Παρ' όλα αυτά η απορροή αυξάνεται περαιτέρω, εξαιτίας των μεγάλων αδιαπέρατων περιοχών και της χρήσης των αγωγών ομβρίων υδάτων, αυξάνοντας επίσης και την ένταση και τη συχνότητα των πλημμυρών (Λέκκας, 1999). Η **μετατροπή των αγροτικών εκτάσεων σε αστικές** έχει ακόμα ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση της αυτοφυούς βλάστησης και διαφόρων άλλων καλλιεργειών. Οι περισσότερες αναπτυξιακές επεμβάσεις χρειάζονται πολλά χρόνια για να ολοκληρωθούν. Κατά τη διάρκεια του χρονικού αυτού διαστήματος το έδαφος είναι γυμνό ή καλύπτεται από βλάστηση. Λεκάνες απορροής οι οποίες είναι υπό αστικοποίηση εμφανίζουν ποσότητα φερτών πολύ υψηλότερη από αυτή μιας λεκάνης η οποία βρίσκεται σε φυσική κατάσταση (Τσακίρης Γ. κ ά., 2005).

1.6.2 Αποψίλωση δασών - Πυρκαγιές

Η αποψίλωση είναι προϊόν αλληλεπίδρασης πολλών περιβαλλοντικών, κοινωνικών, οικονομικών, πολιτισμικών και πολιτικών δυνάμεων που λειτουργούν σε κάθε περιοχή. (Agostino Ferrara, Raffaella Lovreglio, DIS4ME)

Η αποδάσωση (αποψίλωση) και η παράνομη υλοτομία δημιουργούν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον όπως διάβρωση του εδάφους, μείωση της βιοποικιλότητας ενώ συμβάλουν αρνητικά και στην αλλαγή του κλίματος (περίπου το 20% των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από την αποψίλωση των τροπικών δασών). (ΥΠΕΚΑ/ΔΑΣΗ/ΔΙΕΘΝΗ ΘΕΜΑΤΑ - ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ/ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ FLEGT)

Η καταστροφή των δασών προέκυψε για τους ακόλουθους σκοπούς (Agostino Ferrara, Raffaella Lovreglio, DIS4ME) :

- Μετατροπή της γης κυρίως σε βοσκοτόπια για την παραγωγή κρέατος
- Παραγωγή δασικής ξυλείας. Τα μεγαλύτερα δάση στον κόσμο βρίσκονται κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η καταστροφή της δασικής γης με σκοπό την εξαγωγή της ξυλείας στις ανεπτυγμένες χώρες, γίνεται βασικά δίχως να λαμβάνεται υπόψη η βιωσιμότητα.
- Επέκταση της γεωργικής γης. Η αύξηση του πληθυσμού απαιτεί περισσότερη γη για ανάπτυξη: σε πολλές χώρες η ευκολότερη επιλογή είναι συχνά η εκμετάλλευση της δασικής γης.

- Δημιουργία βιομηχανικών ζωνών. Οι μεταλλευτικές βιομηχανίες συχνά επιδιώκουν να χρησιμοποιούν δασική γη, προκαλώντας αποψίλωση.
- Καύσιμος ύλη. Η οικοδομική και η καύσιμη ξυλεία από τα δάση είναι δημοφιλής στις αναπτυσσόμενες χώρες επειδή είναι φθηνή.

Η αποδάσωση τμημάτων μιας λεκάνης απορροής σε λοφώδεις περιοχές συχνά μειώνει την ικανότητα διήθησης του νερού και συνεπώς προκαλεί μεγαλύτερη υδατική απορροή μετά τις βροχοπτώσεις, και πλημμύρες αιχμής. Κυρίως, συντελεί στην επιταχυνόμενη διάβρωση του εδάφους, στο σχηματισμό χαραδρών και ρεμάτων, στον κίνδυνο πλημμυρών, την συσσώρευση ιζημάτων σε φράγματα και συστήματα άρδευσης.

Η εκδήλωση και εξέλιξη μιας πυρκαγιάς σε μια λεκάνη απορροής, έχει οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές, οικολογικές, αισθητικές κ.α. επιπτώσεις σ' αυτή και στους κατοίκους της περιοχής. Αναλυτικότερα από την πυρκαγιά επηρεάζονται: η χλωρίδα και η πανίδα της λεκάνης, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους της, η συγκράτηση και στη συνέχεια η κατανομή της βροχής που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς επίσης και η ποιότητα του νερού και του αέρα. Ειδικότερα, οι δυσμενείς επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς στη βλάστηση και στο έδαφος της λεκάνης όπου εκδηλώνεται, αλλάζουν τελείως τους μηχανισμούς μετατροπής της βροχής σε απορροή στο υδρογραφικό της δίκτυο που επικρατούσαν στην αρχή και δημιουργούν νέες συνθήκες, που οδηγούν στην εκδήλωση πλημμύρας, ακόμη και από ύψη βροχής μικρής σχετικά περιόδου επαναφοράς. (Μπαλούτσος Γ. κ.α., 2005)

Αναλυτικότερα η καταστροφή της βλάστησης και των φυτικών υπολειμμάτων της επιφάνειας μιας λεκάνης απορροής από πυρκαγιά και η εκδήλωση στη συνέχεια ισχυρών βροχοπτώσεων συντελούν: στην εμφάνιση επιφανειακής απορροής και διάβρωσης του εδάφους, στη μείωση της ικανότητας του εδάφους να συγκρατεί υγρασία, στην αύξηση της παροχής στα υδατορεύματα και τελικά στη δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων τόσο στην ίδια όσο και στην αντίστοιχη πεδινή περιοχή (Μπαλούτσος Γ. κ.α., 2005).

1.6.3 Αστικοποίηση

Ο όρος αστικοποίηση (urbanization) έχει μια σύνθετη έννοια που αναφέρεται όχι μόνο στην αλλαγή του φυσικού περιβάλλοντος σε δομημένο αλλά και σε τρόπο ζωής και

συμπεριφοράς. Είναι μια διαδικασία με πολλές φυσικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις. (Τσακίρης Γ. κ ά., 2005)

Στη διεθνή βιβλιογραφία παρουσιάζονται διάφορες προσεγγίσεις για την αλληλεπίδραση μεταξύ περιβάλλοντος και αστικοποίησης. Η βιομηχανική οικολογία αντιμετωπίζει την πόλη σαν ένα σύστημα, το οποίο στηρίζεται στις επενδύσεις κεφαλαίων και στους φυσικούς πόρους. Συνεπώς, οι επενδύσεις και οι πόροι περνούν μέσα από μια μεταβολική διαδικασία που δημιουργεί απόβλητα και ρύπους. Σύμφωνα με τη προσέγγιση της αστικής οικολογίας, η μεγαλύτερη περιβαλλοντική πίεση είναι η τροποποίηση του φυσικού τοπίου (Duh et al., 2008).

Οι αστικές περιοχές καταλαμβάνουν λιγότερο από το 3% της γήινης επιφάνειας, εν τούτοις οι συνέπειες της αστικοποίησης στους κινδύνους πλημμυρών είναι δυσανάλογα μεγάλες. Μεταξύ 1970 και 1990 το ποσοστό ανθρώπων που ζει σε αστικές περιοχές αυξήθηκε κατακόρυφα από 37% σε 47% (UNEP, 1991α).

Η υδρολογική σημασία της αστικοποίησης αντανακλά την ευρείας κλίμακα προέλευση της πλημμυρικής διαδικασίας. Έχει αποδειχθεί ότι οι αστικές περιοχές διαμορφώνουν ένα δικό τους ιδιαίτερο κλίμα και ότι σε αυτές πέφτει και περισσότερη βροχή λόγω του μικροκλίματος (Perry, 1981). Ωστόσο οι πλημμυρικές συνθήκες στις αστικές περιοχές διαφοροποιούνται λόγω αλλαγής της μορφολογίας του ρέματος. Αυτό συμβαίνει είτε σκόπιμα με κατάλληλο σχεδιασμό και επέμβαση έτσι ώστε να βελτιωθεί η μεταφορική ικανότητα του υδατορεύματος, ή προέρχεται από την προσαρμογή των κατάντη περιοχών στην διαφορετική ποσότητα νερού και φερτών των αστικοποιημένων περιοχών (Τσακίρης Γ. κ ά., 2005).

Η υδρολογία πλημμυρών επηρεάζεται άμεσα λόγω αλλαγής του χρόνου συγκέντρωσης και του όγκου της πλημμύρας, γεγονότα τα οποία οφείλονται στις **έντονα αδιαπέρατες επιφάνειες των αστικών περιοχών**. Η έκταση του φαινομένου αλλαγής των χαρακτηριστικών της πλημμύρας λόγω του φαινομένου της αστικοποίησης εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την φύση της επιφάνειας γης που μετατρέπεται σε αστική γη, από τον σχεδιασμό του αστικού υδρολογικού συστήματος αποχέτευσης και από τις κλιματικές συνθήκες. Τα σημαντικότερα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των αστικών επιφανειών είναι ότι είναι λιγότερο διαπερατά από ότι οι περισσότερες από τις επιφάνειες τις οποίες αντικαθιστούν.

Οι πλημμυρικές συνθήκες επιδεινώνονται περισσότερο σε περίπτωση αστικοποίησης εδαφών υψηλής διηθητικότητας όπως είναι τα αμμώδη εδάφη, παρά στην περίπτωση

εδαφών χαμηλής διηθητικής ικανότητας όπως είναι τα αργιλώδη (Τσακίρης Γ. κ ά., 2005).

Όταν μια περιοχή αστικοποιείται, η φυσική εδαφική κάλυψη αντικαθίσταται με επιφάνειες από διάφορα δομικά υλικά (τσιμέντο, μπετόν, χαλίκια κτλ.) τα οποία είναι λιγότερο διαπερατά από το φυσικό έδαφος. Οι ανθρώπινες κατασκευές που καλύπτουν το φυσικό περιβάλλον χαρακτηρίζονται από αδιαπερατότητα.

Οι βασικές συνιστώσες της **αδιαπερατότητας** του αστικού χώρου είναι δύο: α) το σύστημα μεταφορών (δρόμοι, πεζόδρομοι, χώροι στάθμευσης) και β) οι στέγες των κτηρίων επαγγελματικών και ιδιωτικών. Η αδιαπερατότητα που συνδέεται με τις μεταφορές κυριαρχεί και αυξάνεται συνεχώς λόγω της κυριαρχίας των αυτοκινητόδρομων, της αύξησης των οχημάτων και τις αποστάσεις που διανύονται από αυτά.

1.6.4 Παρεμβάσεις αλλοίωσης και καταστροφής υδατορευμάτων

Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις σε μια περιοχή αλλάζουν τα φυσικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του ανάγλυφου και αλλοιώνουν τη λειτουργία των ποτάμιων κοιτών ενισχύοντας την επιφανειακή απορροή (Καρύμπαλης Ε., 2020).

Το ποσοστό της αστικοποίησης είναι μια σημαντική παράμετρος της **υποβάθμισης των υδατορευμάτων**. Διεθνώς η επιστημονική έρευνα φαίνεται μετά από προσπάθειες δεκαετιών να καταλήγει σε ένα μάλλον απρόσμενο συμπέρασμα: ότι δηλαδή η υποβάθμιση των υδατορευμάτων συμβαίνει σε περιπτώσεις χαμηλών ποσοστών αδιαπερατότητας (π.χ. 10 – 20%). Αυτό σημαίνει ότι μικρά ποσοστά αστικοποίησης μπορούν να οδηγήσουν σε καταστροφικά αποτελέσματα για τα υδατορεύματα της περιοχής (Τσακίρης Γ. κ ά., 2005).

Οι παρεμβάσεις στις ποτάμιες κοίτες που διέρχονται μέσα από τις πόλεις περιλαμβάνουν την εξαφάνισή τους (λόγω της απόρριψης εντός αυτών πάσης φύσεως υλικών ή της αντικατάστασής τους από υπόγειους αγωγούς χωρίς συνήθως προηγούμενη μελέτη) και τον δραστικό περιορισμό των διαστάσεών τους λόγω της κατασκευής γεφυρών, οδικών δικτύων, κτιρίων κλπ σαν συνέπεια της ανεξέλεγκτης δόμησης (Bathrellos et al., 2016 : Καρύμπαλης Ε., 2020).

Έτσι ο πλημμυρικός κίνδυνος αυξάνεται λόγω των επεμβάσεων που μεταβάλλουν την μορφολογία ενός ρέματος και είναι οι παρακάτω:

- Η μετατόπιση της πορείας του ρέματος η οποία μπορεί να είναι τεχνητή ή φυσική. Η τεχνητή αλλαγή της πορείας ενός ρέματος συντελείται με εκτροπή, παράκαμψη ή δημιουργία φράγματος. Η φυσική αλλαγή της πορείας ενός ρέματος αφορά περιπτώσεις όπου το ρέμα μετατοπίζει την πορεία του προκειμένου να παρακάμψει τεχνητά εμπόδια τα οποία δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο (αυθαίρετες υποδομές εντός της κοίτης του ρέματος, μπάζα, κλπ.).
- Η ευθυγράμμιση του ρου των ποταμών
- Η αλλοίωση των πρανών. Τα φυσικά πρανή τις περισσότερες φορές αντικαθίστανται από τεχνητούς τοίχους ή συρματοκιβώτια τα οποία δεν επιτρέπουν στα ρέματα να διαβρώσουν φυσικά τις όχθες τους και να μεταφέρουν ή εναποθέσουν ιζήματα
- Η διαμόρφωση της διατομής με ευθυγράμμιση των πρανών του ρέματος συνήθως με την δημιουργία διατομών από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Η μείωση της διατομής τους (π.χ. λόγω μεταφοράς φερτών υλικών και πρόσχωσης των κοιτών τους ή τεχνητών παρεμβάσεων, όπως π.χ. δόμηση στην κοίτη κλπ) (Καραλή Μ., 2000)
- Η αλλαγή στην γεωμετρία του πυθμένα. Εκσκαφές – εκβαθύνσεις βυθοκόρηση
- Η μετατροπή τους σε οδικές αρτηρίες αντί για υδάτινες
- Η ανεπαρκής αποστράγγιση λόγω επεμβάσεων στις κοίτες των ρεμάτων (π.χ. αυθαίρετα κτίσματα, μπαζώματα κάθε είδους, επιχωματώσεις για επέκταση ή δημιουργία οικοπέδων),
- Η διακοπή της συνέχειας των ρεμάτων λόγω κατάληψης ή πλήρης κάλυψης της κοίτης (εξυπηρέτηση κυκλοφορίας και άλλες χρήσεις),
- Ο εγκιβωτισμός της κοίτης τους, (Μιμίκου, 1994)
- Η υπογειοποίηση του ρέματος. Σε πολλές περιπτώσεις ένα ρέμα εγκιβωτίζεται και ρέει υπογείως.
- Η αποσπασματική κατασκευή έργων αντιπλημμυρικής προστασίας που δεν είναι συμβατά με το περιβάλλον (φυσικό και ανθρωπογενές) και τις εξελισσόμενες κλιματολογικές συνθήκες. (Λέκκας Ε., 2009)
- Η κατασκευή μεγάλων έργων, κυρίως οδικών εγκάρσια προς την κοίτη, ιδιαίτερα σε περιοχές που δεν υπάρχει εμφανής διατομή της.

1.7 Ερευνητικές εργασίες ανάλυσης και διερεύνησης των αιτιών των πλημμυρών

Τα πλημμυρικά φαινόμενα συμβαίνουν πολύ συχνά, σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα σε κατοικημένες περιοχές, σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, σε υποδομές με τεράστιο οικονομικό κόστος και πολλές φορές με ανθρώπινες απώλειες. Η άμεση ανάγκη αντιμετώπισης αυτού του σοβαρού προβλήματος έχει οδηγήσει πολλούς ερευνητές στην ανάλυση, την διερεύνηση των αιτιών του φαινομένου και την εξεύρεση λύσεων τόσο σε επίπεδο πρόληψης, όσο και σε επίπεδο αντιμετώπισης των πλημμυρικών φαινομένων. Προς αυτή την κατεύθυνση έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές ερευνητικές προσπάθειες τόσο στο διεθνές όσο και στον Ελλαδικό χώρο. Κάποιες από τις κυριότερες εργασίες που έχουν διεξαχθεί στο παρελθόν παρατίθενται παρακάτω.

Οι Gutterierrez F. et al. (1998) μελέτησαν μία από τις καταστροφικότερες πλημμύρες της **Ισπανίας** (περιοχή Arás drainage Basin) με 87 νεκρούς. Σημειώνουν ότι οι παράγοντες της πλημμύρας ήταν η έντονη βροχόπτωση, το έντονο ανάγλυφο, το από μέρους κορεσμένο με νερό έδαφος και η καταστροφή 30 φραγμάτων, τα οποία προσέθεσαν τεράστιο όγκο φερτών υλικών. Επίσης χωρίζουν το γεγονός σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, όπου σημειώνεται το μέγιστο της απορροής, μεγάλοι βράχοι έφραξαν τις κοίτες των ρεμάτων, ενώ στη δεύτερη φάση, λόγω της φραγής των κοιτών το νερό ακολούθησε άλλες διαδρομές, προκαλώντας τεράστιες καταστροφές.

Ο Dębicki R. (1998) σε άρθρο του ανέλυσε τις φυσικές και ανθρωπογενείς αιτίες και επιπτώσεις των πλημμυρών στην **Πολωνία**. Τον Ιούλιο του 1997 η Πολωνία πλήγηκε από μια καταστροφική πλημμύρα. Σύμφωνα με τις τότε εκτιμήσεις, ήταν η μεγαλύτερη πλημμύρα τουλάχιστον των τελευταίων 200 ετών. Σύμφωνα με διαφορετικούς συγγραφείς η πιθανότητα να συμβεί μια τέτοιου μεγέθους πλημμύρα είναι μια φορά στα 1000 έως 10000 χρόνια. Σύμφωνα με τον συγγραφέα η συγκεκριμένη πλημμύρα ήταν τόσο καταστροφική λόγω φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων. Συμπεραίνει ότι η ταχεία αύξηση της στάθμης των υδάτων οφειλόταν και στην ανθρώπινη επίδραση στο φυσικό περιβάλλον και στις λεκάνες απορροής των δύο ποταμών Oder και Vistula. Πιο συγκεκριμένα οι ανθρωπογενείς αιτίες ήταν η ανάπτυξη των αστικών περιοχών, ακόμη και των περιοχών που αντιμετωπίστηκαν ως πόλντερ στο παρελθόν, η έντονη καλλιέργεια και η ανάπτυξη της βιομηχανίας, η αποψίλωση των δασών και η προκύπτουσα χέρσα περιοχή, η καταστροφή κατασκευών ικανών για κατακράτηση νερού σε μικρή κλίμακα κλπ. Η καταστροφική πλημμύρα του 1997 κατέστησε σαφές

ότι οι κοινωνικές και οικονομικές απώλειες θα ήταν πολύ μικρότερες εάν η Πολωνία είχε σύγχρονα συστήματα μέτρησης, πρόληψης και προειδοποίησης, καθώς και κατάλληλες υδροτεχνικές κατασκευές και εάν οι υποδομές αντιπλημμυρικής προστασίας ήταν σε καλή κατάσταση.

Οι Davoli L. et al. (2001) διερεύνησαν τους φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες πλημμύρας στην περιοχή **Somma-Vesuvius** στην **Ιταλία**. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιρρέπεια της περιοχής σε πλημμύρες. Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου και οι υψομετρικές διαφορές είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες της πλημμυρικής επικινδυνότητας. Οι χρήσεις γης και η αστικοποίηση είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες πλημμυρικής επικινδυνότητας στην περιοχή Somma-Vesuvius. Οι αξιοσημείωτοι περιβαλλοντικοί πόροι αυτής της ηφαιστειακής περιοχής προσέλκυαν πάντα το ενδιαφέρον των ανθρώπων. Κατά συνέπεια, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες συγκεντρώθηκαν σε αυτή την περιοχή, η οποία έγινε με την πάροδο του χρόνου εξαιρετικά παραγωγική και λειτουργική (Russo, 1999). Στα συμπεράσματά τους καταλήγουν ότι η αστικοποίηση πιθανότατα να είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας πλημμυρικής επικινδυνότητας. Η αύξηση του πληθυσμού και η έντονη αστικοποίηση περιλάμβαναν τροποποιήσεις στην επιφανειακή απορροή των υδάτων. Η αποψύλωση των δασών, η καναλοποίηση, οι πρακτικές εκχερσώσεων δημιούργησαν αδιαπέρατες επιφάνειες ευνοώντας έτσι την ταχύτερη απορροή των υδάτων. Οι πλημμύρες συμβαίνουν κυρίως στις νότιες πλαγιές του Βεζούβιου, ιδίως στις νοτιοδυτικές, όπου η φυσική επιρρέπεια στις πλημμύρες ενισχύεται σημαντικά από ανθρωπογενείς παράγοντες. Σε αυτές τις πλαγιές, στην πραγματικότητα, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις ήταν τόσο σοβαρές που τα γενικώς διαπερατά εδάφη μετατράπηκαν σε τελείως αδιαπέρατα έχοντας σαν αποτέλεσμα την έντονη μείωση των χρόνων συγκέντρωσης. Επίσης η μετατροπή των υδατορευμάτων σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους, οι οποίοι πήραν το όνομα του προϋπάρχοντος ρέματος (π.χ. η συχνά πλημμυρισμένη Via Cavallo), ή η χρήση τους ως αποχετευτικό σύστημα ακύρωσε τη παροχετευτική τους ικανότητα και ουσιαστικά τα εξαφάνισε. Η κατάσταση είναι ιδιαίτερα κρίσιμη μεταξύ του Portici και του Torre Annunziata, λόγω της πολύ έντονης ανθρώπινης πίεσης.

Το 2005, οι Arnaud-Fassetta G. et al. μελέτησαν τις επιπτώσεις και τους κινδύνους που υπάρχουν για τις υποδομές και τις κατασκευές από την πλημμύρα του 2000 στην περιοχή των **Νότιων Γαλλικών Άλπεων**. Χρησιμοποίησαν στοιχεία από δύο

πλημμυρικά γεγονότα, του 2000 και του 1957. Συμπέραναν ότι στις περιοχές που είχαν γίνει έργα μετά την πλημμύρα του 1957, παρόλη την μηδαμινή συντήρησή τους, είχαν σχετική αποτελεσματικότητα, σε σύγκριση με τις περιοχές χωρίς έργα. Σημειώνουν επίσης ότι σε δασικά περιβάλλοντα χρειάζεται να διατηρούνται οι φυσικές κοίτες των ρεμάτων καθαρές και χωρίς καταπατήσεις, για να μπορεί το νερό να ρέει ελεύθερα.

Η Wohl (2006) στη μελέτη της για τις ανθρώπινες επεμβάσεις σε ορεινά ρέματα αναφέρει ότι οι ανθρώπινες επεμβάσεις στις κοίτες των ρεμάτων μεταβάλλουν τη γεωμετρία των κοιτών, την παροχή του νερού και την κίνηση των φερτών υλικών. Οι επεμβάσεις αυτές είναι η εγκοίτωση, η αποδάσωση, η υπερβόσκηση και η αστικοποίηση. Οι παραπάνω επεμβάσεις μεταβάλλουν τον τρόπο κίνησης του απορρέοντος νερού. Από τη μελέτη σε τέσσερις περιοχές, από τη βόρεια **Σουηδία** (αρκτική περιοχή), το **Κολοράντο** (ημι-ξηρή εύκρατη περιοχή), τις **Ελβετικές Άλπεις** (υγρή εύκρατη περιοχή) και την **Παπούα Νέα Γουινέα** (υγρές τροπικές περιοχές) προέκυψε ότι, σχεδόν σε όλα τα ρέματα στις ορεινές λεκάνες απορροής έχουν επέλθει μεταβολές λόγω των αλλαγών χρήσεων γης από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η έρευνα έδειξε ότι η διαχείριση των ορεινών ρεμάτων πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και με έργα διευθέτησης τόσο στα ανάντη όσο και στα κατόντη των ρεμάτων, στις συνδέσεις λόφων / καναλιών, προκειμένου να ενισχυθεί η ανθεκτικότητα των ρεμάτων και να αποτραπούν τα πλημμυρικά φαινόμενα.

Οι Baoshan Cui et al. (2009) αναφέρουν ότι η ευαισθησία των χειμάρρων στην αστικοποίηση έχει ελαττωθεί από την εκτεταμένη κατασκευή τεχνικών έργων για τη βελτίωση της διαχείρισης του νερού. Παρόλα αυτά, η πρόκληση είναι ότι οι παραδοσιακές μηχανικές εφαρμογές σε μεμονωμένα κομμάτια ενός ποταμού μπορεί να διαταράζουν την υδρολογική συνέχεια και να διακόψουν την φυσική κατάσταση των οικοσυστημάτων. Η έρευνά τους επικεντρώθηκε στη λεκάνη απορροής του ποταμού **Xiaopinghe στην Κίνα**, στην οποία ανέπτυξαν ένα σύστημα υδρογραφικού δικτύου με σκοπό να μετριάσουν τους κινδύνους πλημμύρας – ξηρασίας, διατηρώντας τη φυσική κατάσταση του υδρογραφικού δικτύου, όσο το δυνατόν περισσότερο. Στην πράξη υπολόγισαν τη μέγιστη παροχή σε δύο περιόδους, χαμηλής και υψηλής στάθμης, την παροχευτικότητα των κυρίως χειμάρρων, εφάρμοσαν την μέθοδο της συντομότερης διαδρομής των κοιτών και αξιολόγησαν τον τρόπο σύνδεσης των χειμάρρων. Μετά την εφαρμογή του σχεδίου αναφέρουν ότι ενισχύθηκε η συνδεσιμότητα – επικοινωνία των

χειμάρρων, σημειώνοντας καλύτερη ροή του νερού και μειώθηκε ο κίνδυνος πλημμυρών την περίοδο των υψηλών υδάτων.

Οι Ruin et al. (2008) αναφέρουν ότι τον Σεπτέμβριο του 2002 εκδηλώθηκε μια βροχόπτωση 600mm σε λιγότερο από 24 ώρες στη περιοχή **Gard (στη Νότια Γαλλία)** όπου 11 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους. Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στις κοίτες των χειμάρρων επιδείνωσαν το πρόβλημα και ήταν η κύρια αιτία για τις καταστροφές. Επίσης τονίζουν ότι η περιοχή αποτελούνταν από μικρές λεκάνες απορροής με χρόνο συγκέντρωσης της απορροής περίπου 1 ώρα και αναφέρουν ότι ο κίνδυνος πλημμύρας είναι πολύ μεγαλύτερος στις μικρές λεκάνες.

Οι Sheng & Wilson (2009) μελέτησαν την επίδραση της αστικοποίησης των λεκανών απορροής στην εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων στην πολιτεία του **Λος Άντζελες (ΗΠΑ)**. Μέχρι το 1880, η έκταση της πόλης του Λος Άντζελες ήταν αρκετά μικρή και δεν δημιουργούνταν προβλήματα στη πεδινή κοίτη του ρέματος. Τα προβλήματα άρχισαν με τη ραγδαία εξάπλωση της πόλης. Το 1914 συνέβη μια μεγάλη πλημμυρική καταστροφή, της οποίας τα κύρια αίτια ήταν οι αλλαγές χρήσεων γης (κατασκευή σιδηροδρόμων, ασφαλτοστρώσεις κλπ). Από την έρευνα σε 20 λεκάνες απορροής (με αστικοποίηση και χωρίς) και από την ανάλυση των μετεωρολογικών δεδομένων των σταθμών στην περιοχή έρευνας, προέκυψε ότι δεν υπάρχει κάποια μεταβολή στις βροχοπτώσεις που δέχονται οι λεκάνες απορροής. Η αύξηση λοιπόν των πλημμυρικών φαινομένων τα τελευταία χρόνια προέρχεται από την αστικοποίηση και όχι από την κλιματική αλλαγή. Τέλος αναφέρεται ότι στις λεκάνες με έντονη αστικοποίηση το 90% της βροχόπτωσης απορρέει επιφανειακά, ενώ στις λεκάνες που δεν υπάρχει οικιστική ανάπτυξη το ποσοστό αυτό ανέρχεται σε 25% της βροχόπτωσης.

Ο Gupta (2007) αναφέρει ότι η έντονη οικιστική ανάπτυξη στη λεκάνη απορροής στη **Βομβάη (Ινδία)**, έχει συμβάλει στην αύξηση των πλημμυρών στην περιοχή. Συγκεκριμένα αναφέρει πως στις 26-7-2005 σε 24 ώρες έπεσαν 994mm βροχής σε λεκάνη απορροής $F=437\text{km}^2$. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα 419 άνθρωποι να χάσουν τη ζωή τους εξαιτίας της πλημμύρας και των κατολισθητικών φαινομένων που προκάλεσε αυτή η ραγδαία βροχόπτωση. Το κυρίαρχο στοιχείο εκδήλωσης των φαινομένων ήταν η ραγδιότητα της βροχής, αλλά το φαινόμενο θα είχε μετριαστεί εάν δεν υπήρχαν οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις.

Οι Cheng et al. (2010) αναφέρουν ότι τις τελευταίες δεκαετίες η αύξηση του πληθυσμού οδηγεί στην ολοένα αυξανόμενη άναρχη οικιστική ανάπτυξη μέσα στις

λεκάνες απορροής των ρεμάτων. Από την ανάλυση 51 επεισοδίων βροχής – απορροής, κατά το διάστημα 1966-2002, προέκυψε ότι η **έντονη οικιστική ανάπτυξη** εντός της λεκάνης απορροής είχε σαν αποτέλεσμα να μειωθεί ο χρόνος συγκέντρωσης την απορροής και να αυξηθεί η μέγιστη παροχή.

Στην περιοχή του **Μπάρι** στην Ιταλία στις 23-10-2005 σημειώθηκε μια καταιγίδα με ένταση 156,2mm μέσα σε έξι ώρες, προκαλώντας έξι θανάτους και σημαντικές καταστροφές σε δρόμους γέφυρες κλπ. Παρόλο που η ραγδαιότητα της βροχής ήταν μεγάλη, η ένταση της πλημμύρας θα είχε μετριαστεί αν δεν υπήρχαν ανθρωπογενείς παρεμβάσεις όπως η έντονη οικιστική ανάπτυξη εντός της λεκάνης απορροής, εκχερσώσεις για αύξηση της καλλιεργήσιμης γης, αποδάσωση και μεταλλευτικές δραστηριότητες (Andriani & Walsh, 2008).

Οι Στεφανίδης Π. & Δ. Στάθης (1996) στην εργασία τους για τον **Γαλλικό ποταμό** μελέτησαν το χειμαρρικό του περιβάλλον, την απορροή και τη στερεομεταφορική του ικανότητα και τέλος, υπολόγισαν τη μέγιστη παροχή του ποταμού. Συμπεράναν ότι η υδατοπαροχή του ποταμού έχει σημαντικές αυξομειώσεις, ενώ η στερεοπαροχή είναι ιδιαίτερα σημαντική. Επιπλέον, σε άλλη μελέτη τους (2000), στην περιοχή του Δήμου Ρίου του Ν. Αχαΐας ερεύνησαν τη σημασία των ορεινών υδρονομικών έργων στην ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής. Στα συμπεράσματά τους αναφέρουν ότι οι χείμαρροι της περιοχής παρουσιάζουν έντονη χειμαρρικότητα και ότι με τα μέχρι σήμερα φυτοτεχνικά και τεχνικά έργα έχει εξασφαλιστεί σημαντική προστασία για την περιοχή.

Το 2000 ο Στάθης Δ. με αφορμή τις πλημμύρες των χειμάρρων της περιοχής **Ανατολικής Όσσας** του Ν. Λάρισας ανέλυσε τα αίτια και πρότεινε τα αναγκαία μέτρα για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής. Στα συμπεράσματά του ανέφερε ότι αιτίες της πλημμύρας ήταν η πολύ έντονη βροχόπτωση και οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στις πεδινές κοίτες των χειμάρρων.

Οι Στάθης Δ. και άλλοι το 1998, ερεύνησαν τους χειμάρρους της περιοχής **Στυλίδας** του Ν. Φθιώτιδας μετά από έντονο πλημμυρικό γεγονός στις 23/11/1998. Αιτία της πλημμύρας ήταν η απουσία βλάστησης στην λεκάνη απορροής και η εξαφάνιση της πεδινής κοίτης, η οποία περνάει μέσα από την Στυλίδα. Επίσης, αναφέρουν ότι τα φράγματα που κατασκευάστηκαν, λειτούργησαν ικανοποιητικά συγκρατώντας σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών.

Σε έρευνα των Στεφανίδη Π. κ ά. (1998) μελετήθηκε το χειμαρρικό περιβάλλον του χειμάρρου **Σκλήθρου Φλώρινας**. Εξετάστηκαν οι παράγοντες εκδήλωσης πλημμύρας στην περιοχή και προτάθηκαν μέτρα για την αντιμετώπιση των πλημμυρικών φαινομένων. Επιπλέον, αναφέρουν ότι παρά τη σημαντική δασοκάλυψη της λεκάνης απορροής, αυτή δεν αρκεί για να αντιμετωπίσει τα εντατικά φαινόμενα. Τέλος, επισημαίνουν ότι σημαντικός παράγοντας στην εκδήλωση πλημμυρών είναι οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στις κοίτες των χειμάρρων της περιοχής.

Οι Στεφανίδης Π. & Σαπουντζής Μ. (1998) εξέτασαν τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην κοίτη του χειμάρρου **Ραχωνίου του Ν. Χαλκιδικής** και την επίδρασή τους στην εκδήλωση της πλημμύρας στις 2-3/12/1990. Τα τεχνικά έργα που κατασκευάστηκαν στην κοίτη του χειμάρρου από την κοινότητα αλλά και από τους περιοίκους, ήταν αρχικά η επιχωμάτωση και ακολούθως η τσιμεντόστρωση της κοίτης, η διαμόρφωση των πρανών της κοίτης του με κλίση 1:1 και αφαίρεση της σχετικής βλάστησης και η κατασκευή γεφυρών οι οποίες δεν είχαν τις απαιτούμενες διαστάσεις έτσι ώστε να παροχετεύσουν την πλημμυρική παροχή.

Οι Καρύμπαλης Ε. & Παυλόπουλος Κ. (2002) επιχείρησαν την παλαιογραφική αναπαράσταση της αρχαίας διαδρομής του **Ηριδανού ποταμού** και την ιστορική αναδρομή στις άμεσες επεμβάσεις του ανθρώπου στη κοίτη του ποταμού. Η κοίτη του έχει υποστεί μια σειρά συνεχών ανθρώπινων επεμβάσεων από την εποχή του Θεμιστοκλή μέχρι τους ρωμαϊκούς χρόνους. Η ανάπτυξη του ποταμού στο εσωτερικό της πόλης ευνόησε την επέμβαση αυτή αρκετά νωρίς. Το 478 π.Χ. πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά η διευθέτηση της κοίτης του ποταμού στο χώρο του Κεραμεικού. Κατά τον 4^ο αιώνα προκειμένου να διαπλατυνθεί ο δρόμος κατά μήκος του ποταμού, καλύφθηκε τεχνητά η παλαιά επένδυση της όχθης και κατασκευάστηκε κατά μήκος της νότιας κοίτης ένας τοίχος αντιστήριξης των πρανών, μια επένδυση δηλαδή της όχθης που περιόριζε αρκετά την κοίτη σε σχέση με τις διαστάσεις που είχε την εποχή του Θεμιστοκλή. Σημαντική επίσης παρέμβαση του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον του Ηριδανού ποταμού αποτελεί η συρρίκνωση, με τεχνητά μέσα, του έλους που είχε αναπτυχθεί στην ευρύτερη περιοχή του Κεραμεικού από τις υπερχειλίσσεις του ποταμού. Το έργο αποσκοπούσε στην πλήρη αποξήρανση του έλους με σκοπό την κατασκευή κεραμικών εργαστηρίων και αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα επέμβασης των αρχαίων με σκοπό την αλλαγή χρήσης γης, κάτι που ο σύγχρονος άνθρωπος ανήγαγε σε καθημερινή δραστηριότητα. Στην περιοχή του Μοναστηρακίου

η κοίτη οριοθετείται από δύο σειρές μεγάλων κροκαλοπαγών λιθοπλίνθων με πλινθόκτιστη θολωτή οροφή. Η κατασκευή πλινθόκτιστης καμάρας οδήγησε στην πλήρη κάλυψη του ποταμού. Στα πλαίσια της επέκτασης της πόλης επί αυτοκράτορα Αδριανού, επιχώθηκε η κοίτη του ποταμού στη σημερινή περιοχή της Λ. Αμαλίας και κατασκευάστηκε ένας μεγάλος λίθινος αγωγός με κτιστά τοιχώματα και συμπαγή θολωτή οροφή. Στο τέλος της αρχαιότητας και μέχρι τον 6^ο αιώνα μ.Χ. οι επεμβάσεις στο ποτάμι μεγιστοποιούνται. Η κοίτη του πληρώνεται τεχνητά σε όλο της το μήκος και ο ποταμός λειτουργεί πλέον σαν υπόγειος αποχετευτικός αγωγός. Στα συμπεράσματά τους αναφέρουν ότι ο Ηριδανός ποταμός αποτελεί έναν από πρώτους ποτάμιους κλάδους της αρχαίας Αθήνας που ο άνθρωπος διαμόρφωσε και προσάρμοσε στις δικές του ανάγκες. Αποτέλεσμα των ενεργειών αυτών ήταν **η πλήρης εξαφάνιση του ποταμού κάτω από επιχώσεις και ανθρώπινες κατασκευές**. Παρόμοια τύχη είχαν πλήθος ποτάμια ρεύματα και χείμαρροι της Αττικής με αποτέλεσμα τις αρνητικές επιπτώσεις που παρατηρούνται μετά από, έστω και μικρής διάρκειας, ραγδαίες βροχοπτώσεις. Μικρότερης έκτασης, εξίσου όμως αρνητικές επεμβάσεις έχουν πραγματοποιηθεί στον Ιλισό και τον Κηφισό, με αποτέλεσμα σε ένα μεγάλο μήκος τους να έχουν εκτραπεί, εγκιβωτιστεί τεχνητά ή ακόμη και εντελώς καλυφθεί.

Ο Σταματόπουλος Λ. (2005) στην εργασία του αναλύει τον κίνδυνο πλημμυρών από τον **χείμαρρο Διακονιάρη** του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλεως των Πατρών στη ΒΔ Πελοπόννησο. Ο Διακονιάρης είναι ένας εφήμερος χείμαρρος Μεσογειακού τύπου, 4ης τάξης κατά Horton, έχει ένα μήκος περίπου 11 Km και η λεκάνη απορροής του έχει εμβαδόν περίπου 12 Km². Η τοπογραφική κλίση της λεκάνης είναι 17° μοίρες στα υψηλότερα τμήματα της λεκάνης και καταλήγει ως και 1° μοίρα στο αλλουβιακό πεδίο του. Διασχίζει το ΝΔ τμήμα του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλεως των Πατρών με διεύθυνση ΑΔ. και εκβάλλει στον Πατραϊκό κόλπο. Η περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος της Πάτρας έχει ένα μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης που κυμαίνεται από 698,5 έως 747,3 mm. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ο χείμαρρος είναι απόλυτα ξηρός. Το φθινόπωρο και το χειμώνα μετά από έντονη και παρατεταμένη βροχόπτωση η ροή αυξάνεται εντυπωσιακά έως επικίνδυνα και ο χείμαρρος πλημμυρίζει ιδιαίτερα στο μεσαίο τμήμα του εκεί που η ανθρώπινη παρέμβαση είναι αρκετά έντονη και ιδιαίτερα στην κοίτη του. Το μεσαίο και κατώτερο τμήμα του ρου του χείμαρρου έχει υποστεί έντονες παρεμβάσεις από τον ανθρώπινο παράγοντα όπως: εγκιβωτισμός, στένεμα και οικοπεδοποίηση μεγάλου τμήματος της

φυσικής κοίτης του, δημιουργία μικρών και στενών γεφυρών, ακόμη και τη δημιουργία υποδομών όπως δρόμων εγκάρσια στη φυσική κοίτη του χείμαρρου.

Τον Οκτώβριο του 1997 μετά από έντονες και παρατεταμένες βροχοπτώσεις εκδηλώθηκαν πλημμυρικά φαινόμενα στο μεσαίο και κατώτερο τμήμα του χείμαρρου με αποτέλεσμα την καταστροφή καλλιεργειών και υποδομών. Κάτι ανάλογο συνέβη από τον ίδιο χείμαρρο και τον Δεκέμβριο του 2001 με αποτέλεσμα πέραν από υλικές ζημιές υπήρξε και η απώλεια δυο ανθρωπίνων ζωών.

Στα συμπεράσματά του καταλήγει ότι τα καταστροφικά αποτελέσματα των πλημμυρικών συμβάντων του χείμαρρου Διακονιάρη δείχνουν:

- α. την απουσία μιας λεπτομερούς γεωμορφολογικής έρευνας που θα περιγράφει τις συνθήκες των ποτάμιων μορφογενετικών διεργασιών στο σημερινό πλαίσιο της έντονης αστικοποίησης και ανθρωπογενούς παρέμβασης και που θα προσδιορίζει τις πιθανές θέσεις μέγιστης τρωτότητας.
- β. την αλλαγή της γεωμετρίας της ρευματικής αύλακας λόγω της απόρριψης μπαζών, αποβλήτων και της οικοπεδοποίησης της και
- γ. την απουσία αντιπλημμυρικών έργων κυρίως στα ανάντη που θα διευκολύνουν στην αντιμετώπιση της πλημμυρικής δραστηριότητας στα κατόντη της πλημμυρικής λεκάνης.

Οι Μαρουκιάν Χ. κ. ά., (2005) μελέτησαν τον ρόλο των μορφομετρικών παραμέτρων και των ανθρωπογενών επεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών στον κάτω ρου του **Κηφισού ποταμού (Λεκανοπέδιο Αττικής)**. Επισημαίνουν ότι στην επιδείνωση του φαινομένου των πλημμυρών, σημαντικό ρόλο παίζουν τα φυσικά αίτια, όπως οι ραγδαίες βροχοπτώσεις, τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των υδρογραφικών δικτύων, οι ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή των παραποτάμων σε συνδυασμό με τις μεγάλες κλίσεις της κοίτης στον άνω ρου. Στην περίπτωση του Κηφισού μια από τις σημαντικές αιτίες εκδήλωσης πλημμυρών στον κάτω ρου του ποταμού θεωρείται η ανωμαλία στη διαδοχική κατά τάξη απορροή του εμβαδού των λεκανών του υδρογραφικού δικτύου. Εκτός όμως από τα φυσικά αίτια, σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση πλημμυρών διαδραματίζουν οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Η έντονη και συχνά χωρίς σχέδιο οικιστική δραστηριότητα σε συνδυασμό με τις ανεξέλεγκτες πυρκαγιές και αποψιλώσεις είχε ως αποτέλεσμα τη σταδιακή μετατροπή δασικών εκτάσεων στις λεκάνες απορροής της Αττικής σε περιοχές τελικά πυκνής δόμησης. Παράλληλα οι φυσικές κοίτες των υδρογραφικών δικτύων μετατράπηκαν σε δομημένες

εκτάσεις ή αντικαταστάθηκαν από οδικούς άξονες. Διαπιστώθηκε ότι στο υδρογραφικό δίκτυο του Κηφισού ποταμού, 113 km μήκους κοιτών (ποσοστό 19.32%), που διέρχονται από κατοικημένες περιοχές, έχει καλυφθεί ή αντικατασταθεί από υπόγεια ροή αλλοιώνοντας τις φυσικές συνθήκες αποστράγγισης, με συνέπεια οι διατομές των υπόγειων αγωγών να μη μπορούν να ανταποκριθούν στις πλημμυρικές παροχές. Επιπλέον ένα σημαντικό μήκος της κεντρικής κοίτης τόσο του κάτω ρου του Κηφισού ποταμού όσο και άλλων ποταμών με κυριότερο τον Ποδονίφτη, που περιλαμβάνονται στην κατηγορία κοιτών με ανοικτή διατομή, έχουν υποστεί σημαντικές επεμβάσεις με κυριότερες την τεχνητή διευθέτησή τους και τον περιορισμό της διατομής τους. Η αύξηση της στερεοπαροχής που προκαλείται λόγω επιχωμάτωσης και ρίψης απορριμμάτων εντός των κοιτών των ρεμάτων ή στον ευρύτερο χώρο των λεκανών απορροής ανάντη της αστικής περιοχής συνεπάγεται αντίστοιχη αύξηση του όγκου της επιφανειακής απορροής εντείνοντας τα προβλήματα που δημιουργούνται από τη συρροή στην πεδινή περιοχή του λεκανοπεδίου. Όλες αυτές οι ενέργειες είχαν σαν αποτέλεσμα την τροποποίηση της φυσικής απορροής και την αύξηση της συχνότητας των πλημμυρών. Επίσης οι Bathrellos et al., (2016) αναφέρουν ότι πάνω στον ποταμό Κηφισό έχει κατασκευαστεί ένας αυτοκινητόδρομος (Εθνική Οδός Αθηνών-Λαμίας) μετατρέποντας έτσι το ποτάμι σε ένα καλυμμένο κανάλι μήκους 9 χλμ. Παράλληλα κατασκευάστηκαν πέτρινα τεχνητά αναχώματα κατά μήκος του μεγαλύτερου τμήματος του ποταμού. Παρόλο που η διατομή του κάτω μέρους του ποταμού έχει διευρυνθεί παρέχοντας εκφορτίσεις νερού έως και 1400 m³ / s, είναι συνηθισμένα τα επεισόδια πλημμυρών κατά τη διάρκεια έντονης καταιγίδας

Οι Καρύμπαλης Ε. κ.ά., (2005) στη μελέτη τους για τη συμβολή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου του **Μεγάλου Ρέματος Ραφήνας** και των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η λεκάνη απορροής του Μεγάλου Ρέματος της Ραφήνας και ιδιαίτερα ο κάτω ρους του ποταμού αποτελεί μια περιοχή μεγάλης επικινδυνότητας στην εκδήλωση πλημμυρών. Σε αυτό συντελούν τόσο τα φυσικά-γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής όσο και η ανθρωπογενής παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον που υπήρξε ιδιαίτερα έντονη κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Στην αυξημένη πλημμυρική επικινδυνότητα σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η αύξηση των δομημένων εκτάσεων, η οποία αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά τα επόμενα έτη, λόγω της διέλευσης της Αττικής οδού από την περιοχή καθώς και η αύξηση της παροχής της

κεντρικής κοίτης του Μεγάλου Ρέματος από την πρόσφατη εκτροπή του ρέματος του Χαλανδρίου. Επιπλέον ο περιορισμός ή η πλήρης κάλυψη, λόγω επιχωματώσεων, σημαντικού μήκους των ρεμάτων του κάτω τμήματος του υδρογραφικού δικτύου που διέρχονται από δομημένες κυρίως περιοχές, συντελεί στην αλλοίωση των φυσικών συνθηκών αποστράγγισης.

Οι Κώτσιαρη Β. και Ευσταθίου Γ. μελέτησαν τις διαχρονικές ανθρωπογενείς επεμβάσεις τόσο στις κοίτες των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του **Ιλισού** (Αττική) όσο και στη λεκάνη απορροής του, συγκρίνοντας διαχρονικούς χάρτες της περιοχής που καλύπτουν τη χρονική περίοδο των δύο τελευταίων αιώνων. Η σύγκριση των παλαιών τοπογραφικών χαρτών με τους πρόσφατους χάρτες της ΓΥΣ οδήγησαν στην εκτίμηση της έκτασης των κοιτών που καλύφθηκαν εντελώς από τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Από την ανάλυση της περιοχής συμπεράναν ότι οι επεμβάσεις των ανθρώπων έχουν αλλοιώσει και υποβαθμίσει τη φυσική λεκάνη απορροής του Ιλισού, η οποία με την πάροδο των χρόνων, έχει μετατραπεί σε μια αστικοποιημένη λεκάνη με το 53% της έκτασής της να έχει υποστεί αστικοποίηση, ενώ μόλις το 31% να παραμένει δασώδες. Οι ανθρώπινες επεμβάσεις στις κοίτες του Ιλισού ευθύνονται κατά κύριο λόγο για τη συχνότητα εκδήλωσης έντονων πλημμυρικών φαινομένων.

Οι Αναγνωστόπουλος Χ. κ.ά., (2010) διερεύνησαν τα αίτια του πλημμυρικού επεισοδίου της 10^{ης} Φεβρουαρίου 2010 στο **Στρατώνι** του Ν. Χαλκιδικής, το οποίο προκάλεσε εκτεταμένες καταστροφές και υλικές ζημιές σε υποδομές και περιουσίες. Το πλημμυρικό πλήγμα στο Στρατώνι προκλήθηκε από το υδατόρευμα «Αργυρώ» και ειδικότερα όταν επήλθε απόφραξη της εισόδου της αντιπλημμυρικής τάφρου στην βορειοδυτική πλευρά του οικισμού από τις στερεοπαροχές. Τα κύρια αίτια πρόκλησης του πλημμυρικού επεισοδίου και των σχετικών καταστροφών ήταν τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα τα οποία προκάλεσαν πολύ μεγάλες υδατοπαροχές και σε συνδυασμό με τις μεγάλες κλίσεις των υδατορευμάτων πρωτοφανείς στερεοπαροχές από υλικά κοίτης αλλά και από αστοχίες εδάφους. Όμως, η αδυναμία των οχετών των επιχωμάτων να παραλάβουν τις υδατοπαροχές και στερεοπαροχές που εκδηλώθηκαν, η έλλειψη προστατευτικών μέτρων για τον έλεγχο στερεομεταφοράς στις κοίτες των υδατορευμάτων και η ανεπάρκεια των διαστάσεων της αντιπλημμυρικής τάφρου εντός του οικισμού, έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση του φαινομένου.

Οι Karymbalis et al. (2012) ερεύνησαν τους φυσικούς (υδρομετεωρολογικούς και γεωμορφολογικούς) και ανθρωπογενείς παράγοντες που συνέβαλαν στα πλημμυρικά γεγονότα στη λεκάνη απορροής του **χειμάρρου Ξηριά** στη βορειοανατολική Πελοπόννησο. Η μελέτη επικεντρώνονταν στην ανάλυση των μετεωρολογικών και υδρολογικών διαδικασιών του πιο σοβαρού πλημμυρικού γεγονότος στο χειμάρρο, που συνέβη στις 11 και 12 Ιανουαρίου του 1997. Μεταξύ των πιο σημαντικών φυσικών αιτιών της πλημμύρας ήταν οι ακραίες βροχοπτώσεις και τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του δικτύου απορροής. Όμως ένας κρίσιμος παράγοντας της πλημμύρας ήταν η ανθρώπινη παρέμβαση, όπως ο τεχνητός περιορισμός των καναλιών και η κατασκευή αναποτελεσματικών γεφυρών και αγωγών που παρεμπόδισαν την απορροή. Στην περιοχή της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Ξηριά παρατηρούνται μία σειρά από άμεσες ή έμμεσες ανθρώπινες παρεμβάσεις. Κάποιες από αυτές έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της διατομής του ρέματος και την παρεμπόδιση της απορροής. Αυτές σχετίζονται άμεσα με καλλιέργειες και κατασκευές κατά μήκος της κοίτης του ρέματος, με αποθέσεις φερτών υλικών και με τεχνητό εγκιβωτισμό του ρέματος. Επίσης αναφέρουν ότι οι καλλιέργειες καταλαμβάνουν σχεδόν όλη την όχθη του ρέματος. Αυτές οι ανθρώπινες δραστηριότητες μείωσαν το εύρος της κοίτης του ρέματος κατά μερικά μέτρα. Σε τοποθεσίες κατά μήκος των κυρίως ρεμάτων, υπάρχουν αμπελώνες και ελαιώνες οι οποίοι μειώνουν το εύρος του ρέματος, αυξάνοντας έτσι σημαντικά τον πλημμυρικό κίνδυνο. Η πεδινή περιοχή Σουσάνα, όπου η κοίτη του ρέματος είναι σχετικά πλατιά αλλά είναι καλυμμένη με αμπελώνες και ελαιόδεντρα, ήταν η πιο σοβαρά πληγείσα περιοχή. Επίσης μέρος της κοίτης στην περιοχή Κλεισούρα, κοντά στην αλλουβιακή πεδιάδα, έχει καλλιεργηθεί, καθώς και κατά μήκος της πεδιάδας, όλη η κοίτη είναι κατειλημμένη από αμπέλια και ελαιόδεντρα.

Επίσης πολλές κατασκευές (κυρίως οδικές γέφυρες) ήταν αναποτελεσματικές στη παροχέτευση των υδάτων. Τέτοιες γέφυρες υπήρχαν στα χωριά Αθήκια και Σολομός, στην πεδιάδα της περιοχής Σουσάνα και στην κορυφή του δελταϊκού ριπιδίου στην είσοδο του χειμάρρου Ξηριά στην πόλη της Κορίνθου. Πιο συγκεκριμένα στην περιοχή Αθήκια, στο δρόμο που συνδέει το χωριό με το Χιλιομόδι, μια χαμηλή γέφυρα με πολύ μικρά ανοίγματα, παρεμπόδισε τη ροή των ομβρίων υδάτων. Εκτός από τις μικρές διαστάσεις του, οι σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών που συσσωρεύτηκαν είχαν σαν αποτέλεσμα τη φραγή του ανοίγματος και την καταστροφή του δρόμου και της γέφυρας. (Lekkas et al. 1998). Επίσης ανάμεσα στα χωριά του Χιλιομοδίου και της

περιοχής Σουσάνα, υπήρχαν μικρές κατασκευές (κυρίως γέφυρες με σωλήνες μικρών διατομών), οι οποίες λόγω των φερτών υλικών έφραξαν και δεν μπόρεσαν να παροχετεύσουν τα όμβρια ύδατα. Επίσης στη διασταύρωση των δύο κυρίως ρεμάτων (Κλεισούρα και Βουκίνα), υπήρχαν δύο γέφυρες οι οποίες ήταν ανεπαρκείς στην εκφόρτιση της απορροής. Στο χωριό Σολομός μια τοξοτή γέφυρα με διαστάσεις 6μ ύψος και 20μ πλάτος επίσης δεν μπόρεσε να ανταποκριθεί, εξαιτίας της φραγής του πυθμένα του χειμάρρου με κορμούς δέντρων, με αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης του νερού κατά δύο μέτρα πάνω από τη στέψη της γέφυρας.

Μέσα στη πόλη της Κορίνθου, τα δύο τρίτα του μήκους του χειμάρρου Ξηριά είναι εγκιβωτισμένα σε κανάλι ορθογωνικής διατομής από οπλισμένο σκυρόδεμα. Μετά το πλημμυρικό επεισόδιο, το κανάλι διευρύνθηκε στο τμήμα μεταξύ του εθνικού αυτοκινητόδρομου και του ορίου της πόλης, ενώ ολόκληρο το τμήμα του εντός της πόλης καλύφθηκε πλήρως και μετατράπηκε σε οδικό δίκτυο.

Συμπεραίνουν ότι η ανθρώπινη παρέμβαση, όπως ο τεχνητά περιορισμός του εύρους των ρεμάτων και οι κατασκευές (κυρίως γέφυρες), λειτούργησαν ως εμπόδια στην κίνηση των υδάτων εξαιτίας της ανικανότητας παροχέτευσης της εξαιρετικά υψηλής ποσότητας της επιφανειακής απορροής.

Οι Καρύμπαλης Ε. κ.ά., (2014) μελέτησαν τον ρόλο των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου του **Σαρανταπόταμου** στον πλημμυρικό κίνδυνο του Θριάσιου Πεδίου.

Μέσα σε λίγες δεκαετίες η περιοχή του Θριάσιου πεδίου άλλαξε πρόσωπο καθώς οι παλαιότερα αγροτικές περιοχές μετατράπηκαν σε βιομηχανικές και αστικές. Η έντονη παρουσία των βιομηχανικών χρήσεων, η αστικοποίηση και οι υπόλοιπες αλλαγές υποβάθμισαν περιβαλλοντικά την ευρύτερη περιοχή ενώ αύξησαν σημαντικά τον πλημμυρικό κίνδυνο. Η εξέλιξη της οικιστικής και βιομηχανικής δραστηριότητας δεν ακολούθησε κατάλληλα δίκτυα υποδομής όπως αντιπλημμυρικά έργα και έργα συλλογής ομβρίων υδάτων. Έτσι, η πυκνότητα δόμησης της περιοχής σε συνδυασμό με το στενό παραλιακό μέτωπο της Ελευσίνας εντείνει το πρόβλημα της ασφαλούς παροχέτευσης προς τη θάλασσα των ομβρίων απορροών και αυξάνει σημαντικά τον πλημμυρικό κίνδυνο, καθώς τα έργα αντιπλημμυρικής προστασίας είναι αποσπασματικά και αφορούν κυρίως οικιστικές και βιομηχανικές περιοχές (Mavrakakis et al. 2004). Αναφέρουν ότι η περιοχή είναι επιδεκτική στον πλημμυρικό κίνδυνο εξαιτίας των φυσικογεωγραφικών της χαρακτηριστικών και κυρίως της οργάνωσης των

υδρογραφικών δικτύων αλλά και των ανθρωπογενών επεμβάσεων, που υπήρξαν ιδιαίτερα έντονες τις τελευταίες δεκαετίες. Τέτοιο παράδειγμα είναι η πλημμύρα της 27ης Ιανουαρίου 1996. Σημαντικό αίτιο μετατροπής του Θριάσιου πεδίου σε λίμνη είναι οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στον κάτω ρου της κοίτης του Σαρανταπόταμου. Το ποτάμι υπερχείλισε διότι η διέξοδος προς τη θάλασσα ανακόπτεται λόγω του τείχους της περίφραξης της Χαλυβουργικής. Αρκετά συχνά (τουλάχιστον επτά φορές τα τελευταία 40 έτη) η εθνική οδός Αθηνών - Κορίνθου, στο ύψος της Χαλυβουργικής κατακλύστηκε από τα νερά του ποταμού αφού ο μαντρότοιχος του εργοστασίου ανακόπτει την πορεία των νερών της κοίτης προς τη θάλασσα, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η κυκλοφορία των οχημάτων για πολλές ώρες. Οι πλημμύρες εξαιτίας των ανθρωπογενών επεμβάσεων στην περιοχή έχουν κατά καιρούς προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε επιχειρήσεις και κατοικίες στη γύρω από την κοίτη του ποταμού περιοχή.

Οι Tsanakas et al. (2016) ερεύνησαν τις φυσικές αιτίες της αιφνίδιας πλημμύρας του **χειμάρρου Ξηρολάκι**. Στην εργασία τους παρουσιάζεται μια προσπάθεια αξιολόγησης της πλημμυρικής απορροής για ένα σοβαρό πλημμυρικό γεγονός, το οποίο έλαβε χώρα στις 25 Οκτωβρίου 2009 στην Πιερία. Αναφέρουν ότι τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής, όπως η έντονη κλίση του ανάγλυφου σε συνδυασμό με ένα σχετικά σύντομο κύριο κανάλι του δικτύου αποστράγγισης, καθώς και οι ανωμαλίες στην ιεραρχική κατά τάξη απορροή, ήταν οι κύριες φυσικές αιτίες της πλημμύρας, η οποία ενισχύθηκε από την έντονη ανθρώπινη παρέμβαση στο κυρίως ρέμα (όπως κατασκευές γεφυρών και εκτροπή του ρέματος) καθώς και στα κατάντη του δικτύου απορροής με μια σειρά κατασκευών, όπως δρόμοι μέσα στο �έμα.

Οι George Varlas et al. (2018) στη μελέτη τους για την υδρομετεωρολογική ανάλυση της αιφνίδιας πλημμύρας το Νοέμβριο του 2017 στη περιοχή της **Μάνδρας Αττικής**, αναφέρουν ότι ο συνδυασμός του αυξημένου όγκου απορροής νερού με τις ανθρώπινες πιέσεις στα ρέματα που διακόπτουν τη ροή τους προκάλεσε μεγάλη έκταση πλημμύρας. Ένας άλλος λόγος για την εκτεταμένη ζημιά κατά τη διάρκεια αυτής της πλημμύρας ήταν το γεγονός ότι τα εγκιβωτισμένα τμήματα των ρεμάτων και το δίκτυο αποχέτευσης των ομβρίων δεν μπόρεσαν να παροχετεύσουν την απορροή του νερού. Ένας υπάρχων, κλειστός ορθογωνικός αγωγός με δυνατότητα εκφόρτισης περίπου 10 m³ / s ήταν ανεπαρκής για να αντιμετωπίσει την ακραία απορροή κατά τη διάρκεια του φαινομένου της πλημμύρας. Επιπλέον, οι δρόμοι της Μάνδρας μερικές φορές έπαιξαν

το ρόλο των ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης, συγκεντρώνοντας μεγάλες ποσότητες νερού και ιζημάτων.

1.8 Επιπτώσεις πλημμυρών

Μια πλημμύρα μπορεί να έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην οικονομία μιας περιοχής και στη κοινωνία της. Ιδιαίτερα όταν εμφανίζονται σε περιοχές με μεγάλο πληθυσμό και έντονες οικονομικές δραστηριότητες οι ζημιές που προκαλούν είναι πολύ σημαντικές (Kang et al., 2005). Περιβαλλοντικά μια πλημμύρα μπορεί να προκαλέσει αρνητικές συνέπειες στο κατακλυσμένο έδαφος (π.χ. διάβρωση) και να καταστήσει μη αποδοτικές τις εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης. Οι οικονομικές επιπτώσεις μιας πλημμύρας αναφέρονται στις άμεσες οικονομικές επιπτώσεις (π.χ. καταστροφή ακίνητης περιουσίας, γεωργικών εκτάσεων, παραγωγής, υποδομών) καθώς και στα κόστη επαναφοράς των υποδομών σε κατάσταση να μπορούν να αντιμετωπίσουν στο μέλλον πιθανά πλημμυρικά γεγονότα ανάλογης σημαντικότητας και επικινδυνότητας. Γενικά οι πλημμύρες είναι υπεύθυνες για το 20-30% των οικονομικών ζημιών που προκαλούνται από φυσικές καταστροφές (Elmer et al. 2010). Οι απώλειες ανθρώπινων ζώων και τα ψυχολογικά τραύματα που προκαλούν, αποτελούν πολύ σημαντικά μεγέθη τα οποία, ωστόσο, δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να συμπεριληφθούν στις οικονομικές επιπτώσεις (Βοζινάκη Α., 2014).

1.9 Έργα προστασίας από υδρολογικούς κινδύνους

Τα έργα αυτά αφορούν την αντιμετώπιση των συνηθισμένων επιπτώσεων από την επιφανειακή απορροή αλλά και των έκτακτων υδρολογικών περιστατικών, δηλαδή των πλημμυρών και ξηρασιών.

Το φυσικό αλλά και το ανθρωπογενές περιβάλλον μιας περιοχής ζει προσαρμοσμένο στις συνηθισμένες υδρολογικές συνθήκες της. Όταν συμβούν έκτακτα, δηλαδή ασυνήθιστα, υδρολογικά περιστατικά στην περιοχή, όπως είναι οι πλημμύρες ή οι ξηρασίες, το περιβάλλον της δοκιμάζεται και διατρέχει κινδύνους μικρής ή και μεγάλης καταστροφής, επανορθώσιμης ή και μη επανορθώσιμης. Αλλά, εκτός από τα εξαιρετικά υδρολογικά περιστατικά, κινδύνους προκαλεί συχνά και η συνήθης υδρολογική δίαιτα. Οι κίνδυνοι αυτοί συνδέονται με τις φυσικές διεργασίες διάβρωσης, πρόσχωσης και μεταφοράς φερτών υλικών.

Τα συνηθέστερα **έργα προστασίας** κατατάσσονται στις ακόλουθες ειδικές κατηγορίες:

1. Έργα **αντιπλημμυρικής** προστασίας αστικών και αγροτικών περιοχών και ειδικότερα:

- αστικά δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων και αντιπλημμυρικές τάφροι·
- έργα αποχέτευσης και αποστράγγισης αγροτικών περιοχών·
- έργα διευθέτησης υδατορευμάτων για την ακίνδυνη διέλευση ή εκτροπή της πλημμυρικής παροχής·
- αντιπλημμυρικά φράγματα για την ανάσχεση των πλημμυρών (δηλαδή, τη μείωση της παροχής αιχμής μέσω προσωρινής αποθήκευσης).

2. Έργα **αντιπλημμυρικής** προστασίας συστημάτων τεχνικών έργων και ειδικότερα:

- φραγμάτων (και συγκεκριμένα υπερχειλιστές δηλαδή μόνιμα έργα για την περίοδο λειτουργίας, αλλά και σήραγγες εκτροπής και προφράγματα, δηλαδή προσωρινά έργα για την περίοδο κατασκευής)·
- συγκοινωνιακών έργων, όπως οδικών αξόνων, γεφυρών, αεροδρομίων, κτλ.
- ειδικών έργων, όπως μεμονωμένων κτιρίων με βαθιά θεμελίωση, στραγγιστικών αντλιοστασίων, κτλ.

3. Έργα προστασίας από ξηρασίες. Συνήθως τα έργα αυτής της κατηγορίας εντάσσονται στο γενικό σχεδιασμό των έργων συγκέντρωσης και χρονικής αναδιανομής του υδατικού δυναμικού. Η προστασία της πανίδας και χλωρίδας κατά τις έκτακτες περιόδους μεγάλης ξηρασίας γίνεται με διοχέτευση τμήματος των υδατικών εφεδρικών αποθεμάτων ασφαλείας στην κατανάλωση. Για το σκοπό αυτό είναι συχνά απαραίτητη η κατασκευή και χρήση εφεδρικών συγκροτημάτων έργων (γεωτρήσεων, αντλιοστασίων, αγωγών, κτλ.). Στους στόχους αυτών των έργων προστίθεται και η προστασία της ποιότητας των υδάτων και του υδάτινου οικοσυστήματος κατά την περίοδο ξηρασίας. Πράγματι, η αστική, βιομηχανική ή αγροτική ρύπανση που διοχετεύεται στα υδατορεύματα, μπορεί να αποβεί μοιραία σε περιόδους μεγάλης ξηρασίας, ενώ κάτω από κανονικές συνθήκες είναι ανεκτή. Υπάρχει συνεπώς μια κατώτερη παροχή ασφαλείας για κάθε ρυπαινόμενο υδατόρευμα που πρέπει να διατηρείται με τα κατάλληλα έργα εμπλουτισμού. Ανάλογες μελέτες υδρολογικής δίαιτας γίνονται για τις λίμνες (προστασία από ρύπανση και ευτροφισμό) και τις παράκτιες ζώνες εκβολής υδατορευμάτων.

4. Έργα **προστασίας** από τη συνήθη υδρολογική δίαιτα: Πρόκειται κυρίως για την προστασία ορισμένων συστημάτων υδραυλικών έργων από προσχώσεις και την

προστασία από διαβρώσεις ή προσχώσεις των φυσικών ή καλλιεργημένων εδαφών.

Στα έργα αυτής της κατηγορίας συγκαταλέγονται:

- φράγματα συγκράτησης φερτών υλικών·
- έργα διευθέτησης της κοίτης των υδατορευμάτων, για την αποφυγή διάβρωσης ή πρόσχωσής της·
- έργα ορεινής υδρονομίας, δηλαδή προστασίας των εδαφών ορεινών και ημιορεινών λεκανών από πλημμυρικές διαβρώσεις.

Τα προστατευτικά μέτρα σχεδιάζονται για να παρέχουν προστασία σε ένα επίπεδο πλημμύρας. Το επίπεδο προστασίας που επιλέγεται εξαρτάται από το κόστος, την επιθυμία της κοινωνίας, την επίδραση στο περιβάλλον και άλλους παράγοντες. Η αντιμετώπιση των πλημμυρών γίνεται με μια σειρά μέτρων που διακρίνονται ανάλογα με (Μαμάσης, 2014):

1. την κατασκευή ή όχι τεχνικών έργων (κατασκευαστικά – μη κατασκευαστικά)
2. Το αν προστατεύουν συγκεκριμένες κατασκευές ή μεγαλύτερες περιοχές
3. Το αν έχουν σκοπό:
 - i. Να διαφοροποιήσουν την πλημμύρα
 - ii. Να μειώσουν την ευπάθεια σε πλημμύρα
 - iii. Να μειώσουν την επίδραση της πλημμύρας.

Τα **κατασκευαστικά μέτρα** θα πρέπει να είναι στα πλαίσια ενός γενικότερου στρατηγικού σχεδιασμού και όχι αποσπασματικά και τοπικά. Θα πρέπει να γίνεται συνολική μελέτη εκτίμησης των πλημμυρών και της συχνότητας εμφάνισής τους στα κρίσιμα σημεία με ζωνοποίηση πλημμυρικού κινδύνου.

Τα κατασκευαστικά μέτρα έχουν ως κύριους στόχους την αποθήκευση του νερού και την αύξηση της ικανότητας μεταφοράς του (Μαμάσης, 2014).

Στα κατασκευαστικά μέτρα περιλαμβάνονται (Μαμάσης, 2014):

- αντιπλημμυρικοί ταμιευτήρες στα ανάντη της λεκάνης
- αναχώματα και προστατευτικοί τοίχοι
- λεκάνες κατάκλυσης δίπλα στο ποτάμι και στις χαμηλές περιοχές
- δίκτυα ομβρίων
- εκτροπές ποταμών
- παράκτια προστασία
- αύξηση της παροχετευτικότητας των ποταμών με καθαρισμό, εκβάθυνση και διάνοιξη των διατομών

- εισαγωγή πρόσθετων διαδρομών παράλληλα με το ποτάμι
- υπερχειλιστές σε ταμιευτήρες

Δεδομένου ότι οι κατασκευές είναι τρωτές στις πλημμύρες (αφού έχουν σχεδιαστεί για κάποια πιθανότητα) θα πρέπει να συνοδεύονται και από άλλα μη κατασκευαστικά μέτρα.

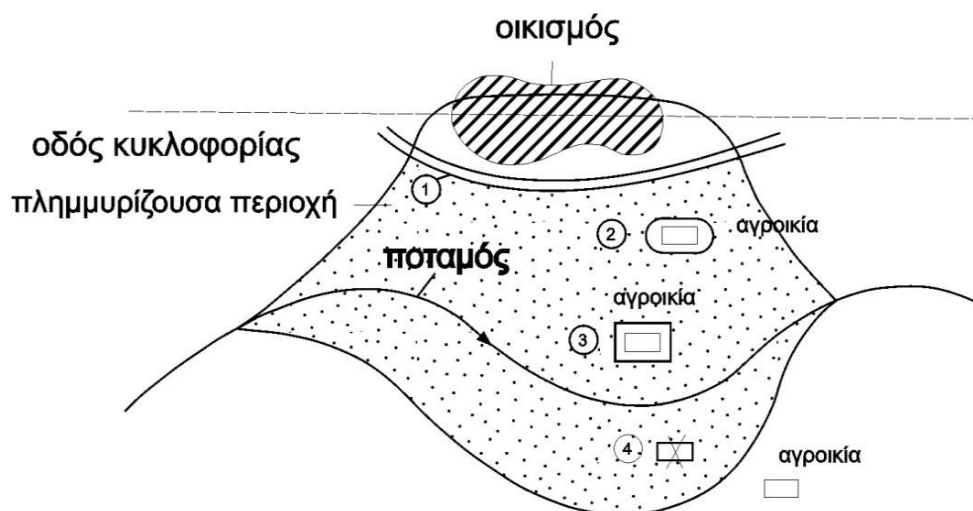
Στα **μη κατασκευαστικά μέτρα** περιλαμβάνονται (Μαμάσης, 2014):

- η διατήρηση και επέκταση των δασών στις ορεινές περιοχές της λεκάνης
- η διατήρηση των υδροτόπων και των πλημμυρικών πεδίων από ανθρώπινες επεμβάσεις και χρήσεις ώστε οι φυσικές ζώνες πλημμυρών να καθυστερούν τη ροή
- η προσαρμογή των χρήσεων των πλημμυρικών πεδίων στη πιθανότητα καταστροφής και χωροθέτηση των σημαντικών εγκαταστάσεων σε ακίνδυνες περιοχές
- η διατήρηση των μαιάνδρων των ποταμών και των φυσικών συνδέσεων τους με τις πλημμυρικές περιοχές
- ο έλεγχος και συντήρηση των αποχετευτικών συστημάτων στις αστικές περιοχές
- η χρήση ιστορικών πληροφοριών, ανάπτυξη συστημάτων πρόγνωσης καταιγίδων και μοντέλων βροχής-απορροής
- τα συστήματα ειδοποίησης του κοινού
- ο μηχανισμός διαρκούς ενημέρωσης του κοινού και αναίρεση της εσφαλμένης αντίληψης για απόλυτη προστασία
- η οργάνωση φορέων για πρόληψη και αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών

Επίσης θα πρέπει να λαμβάνονται και ατομικά μέτρα για την μείωση του κινδύνου των κατοικιών, όπως η ανύψωση της κατασκευής, η στεγανοποίηση των κατασκευών, η κατασκευή τοίχου ή αναχώματος γύρω από την κατοικία, η διευκόλυνση μελλοντικών εκκενώσεων, η ασφάλεια για πλημμύρα (Μαμάσης, 2014).

Τα μέτρα στις περιοχές, οι οποίες είναι εκτεθειμένες στον κίνδυνο της πλημμύρας, αποσκοπούν στη μείωση των ζημιών και όχι στην εξολοκλήρου αποτροπή αυτών. Στο Σχήμα 1.5 παρουσιάζονται τα ακόλουθα μέτρα σε μια πλημμυρίζουσα περιοχή: ένα εσωτερικό ανάχωμα για την προστασία του οικισμού και της οδού κυκλοφορίας (1), τοποθέτηση της εξοχικής οικίας ενός αγροκτήματος σε υψηλότερο επίπεδο, πάνω σε σωρό γαιώδους υλικού (2), διαμόρφωση μιας εξοχικής κατοικίας κατά τέτοιο τρόπο,

ώστε να μην έχει υπόγειο και το ισόγειο να προστατεύεται από το νερό (3), μεταφορά της οικίας εκτός της επικίνδυνης ζώνης (4) (Χρυσάνθου, 2015).



Σχήμα 1.5 Προστατευτικά μέτρα στην πλημμυρίζουσα περιοχή (Vischer & Huber, 1985).
Πηγή: (Χρυσάνθου, 2015).

Σημαντικό ρόλο με ιδιαίτερο βάρος στον αντικαταστροφικό σχεδιασμό λόγω της μακροχρόνιας προστασίας που προσφέρει μπορεί να διαδραματίσει και ο **σχεδιασμός χρήσεων γης**. Ο σχεδιασμός χρήσεων γης είναι μια μακροσκοπική προσέγγιση που περιλαμβάνει εργαλεία όπως οι χωροταξικές ρυθμίσεις, η ζωνοποίηση και οι κανονισμοί τοπικής κλίμακας. Στην πράξη παρεμβαίνει στη διαδικασία ανάπτυξης περιοχών που απειλούνται από κινδύνους και που προς το παρόν φιλοξενούν χαμηλής έντασης χρήσεις (π.χ. δασικές ή γεωργικές) για να αποτρέψει την κατάληψή τους από εντατικές χρήσεις (καθώς αυτή αυξάνει τις αξίες γης και οδηγεί σε μεγαλύτερες απώλειες). Βασικός στόχος είναι η πλοήγηση της οικιστικής, εμπορικής, βιομηχανικής ανάπτυξης μακριά από ζώνες αναγνωρισμένες ως επικίνδυνες, όμως αυτό δεν είναι πάντα εφικτό. Επίσης, η διαχείριση των χρήσεων γης σε περιοχές αυξημένης έκθεσης του πληθυσμού είναι μεγάλης σημασίας. Οι πολιτικές αυτές αναλαμβάνονται συνήθως από το τοπικό επίπεδο, και λόγω του πολιτικού τους χαρακτήρα απαιτούν ευρύτερη συναίνεση και υποστήριξη της τοπικής κοινωνίας.

Η επιτυχία του σχεδιασμού χρήσεων γης στη μείωση της τρωτότητας βασίζεται σε συνεργαζόμενα μέτρα μείωσης του κινδύνου. Στις πλημμυρικές λεκάνες η κατάλληλη διαχείριση των χρήσεων γης αποτελεί ιδανικό **συνδυασμό κατασκευαστικών έργων** ελέγχου των πλημμυρικών υδάτων **και μη κατασκευαστικών ρυθμιστικών κανόνων**.

Ωστόσο, οι σημαντικές παρενέργειες αυτών των πολιτικών τις φέρνουν σε σύγκρουση με άλλους στόχους της κοινότητας που προωθούνται από ισχυρά συμφέροντα. Αν και αυτού του είδους η διαχείριση γης αναλαμβάνεται από τον δημόσιο τομέα, θα πρέπει να ελεγχθούν συμπεριφορές επιδίωξης γαιοπροσόδου και κερδοσκοπίας του ιδιωτικού τομέα, ώστε αυτή η διαχείριση να είναι αποτελεσματική.

Παρά την αναγκαιότητά του, ο σχεδιασμός χρήσεων γης ως μέσο προστασίας από κινδύνους και καταστροφές είναι δύσκολος στην εφαρμογή, επειδή αντιμετωπίζει μια σειρά από εμπόδια, όπως για παράδειγμα η έλλειψη γνώσης για τη θέση, τις περιόδους επανάληψης και την ένταση των κινδύνων που επηρεάζουν αστικές περιοχές, την υφιστάμενη ανάπτυξη, το υψηλό κόστος χαρτογράφησης του κινδύνου και των απογραφών των υφιστάμενων χρήσεων, κτιρίων κλπ., το υψηλό κόστος πολλών προληπτικών μέτρων, ιδιαίτερα των κατασκευαστικών, τις πολιτικές αντιστάσεις έναντι των ελέγχων χρήσης της γης (Κ. Σαπουντζάκη & Μ. Δανδουλάκη, 2015).

Το πρώτο βήμα για να μπορεί να προχωρήσει ο αντικαταστροφικός σχεδιασμός χρήσεων γης είναι η αναγνώριση και εκτίμηση των περιοχών υψηλού κινδύνου.

Η ακριβής οριοθέτηση των επικίνδυνων ζωνών είναι κρίσιμης σημασίας για τις πολιτικές χρήσεων γης. Η μεγαλύτερη ακρίβεια επιτυγχάνεται στις περιπτώσεις των τοπογραφικά ελεγχόμενων κινδύνων, όπως π.χ. οι πλημμύρες.

Από τη στιγμή που έχουν εντοπιστεί οι περιοχές υψηλού κινδύνου, υπάρχουν πολλές εκδοχές διαχείρισης μέσω του σχεδιασμού του χώρου. Η αναγκαστική απαλλοτρίωση ή αγορά των επικίνδυνων γαιών είναι η πιο άμεση λύση και μια από τις αποτελεσματικότερες μακροπρόθεσμες στρατηγικές. Όμως αυτή η λύση κοστίζει πολύ. Άλλος τρόπος είναι η απόκτηση της γης από κάποιο φορέα μέσω αγοράς και κατόπιν η ελεγχόμενη ανάπτυξή της προς το συμφέρον του δημοσίου. Ακόμη, αν υπάρχουν δημόσιες εκτάσεις δίπλα σε επικίνδυνες ζώνες και αν οι κάτοικοι αυτών των ζωνών δεν έχουν αντίρρηση να μετεγκατασταθούν, μπορεί να γίνει ανταλλαγή γαιών ώστε να περάσει στα ιδιωτικά χέρια πιο ασφαλής γη (Κ. Σαπουντζάκη & Μ. Δανδουλάκη, 2015).

1.10 Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60/EK για την αντιπλημμυρική προστασία

Η Οδηγία 2007/60/EK έχει ως στόχο τη μείωση και τη διαχείριση των κινδύνων που παρουσιάζουν οι πλημμύρες για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και την οικονομική δραστηριότητα (Υ.ΠΕ.ΚΑ 2007).

Η Οδηγία αφορά όλους τους τύπους πλημμύρας σε όλα τα είδη πλημμυρών (αστικές και παράκτιες πλημμύρες, ταχείας απόκρισης πλημμύρες, και υπερχειλίσσεις ποταμών, τσουνάμι και παλιρροιακά κύματα) και απαιτεί από τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν μια ολοκληρωμένη διαδικασία η οποία αποτελείται από τα παρακάτω στάδια:

Πρώτο στάδιο: Τα κράτη – μέλη οφείλουν μέχρι το 2011 να προβούν σε προκαταρκτική αξιολόγηση των κινδύνων πλημμύρας σε όλες τις λεκάνες απορροής και τις αντίστοιχες παράκτιες ζώνες με στόχο να εντοπιστούν και να αναγνωριστούν οι περιοχές που τελούν υπό απειλή πλημμυρικής διακινδύνευσης.

Δεύτερο στάδιο: Για τις περιοχές υπό πλημμυρική διακινδύνευση, τα κράτη – μέλη οφείλουν μέχρι το 2013, να έχουν καταρτίσει χάρτες κινδύνου πλημμύρας και επικινδυνότητας πλημμύρας. Οι χάρτες αυτοί θα πρέπει να προσδιορίζουν περιοχές με πιθανότητα πλημμύρας (τουλάχιστον 1 στα 100 χρόνια) και ακραία γεγονότα με μικρή πιθανότητα πραγματοποίησης, στις οποίες πρέπει να απεικονίζονται οι στάθμες των υδάτων στις περιοχές που κατακλύζονται. Στις παραπάνω περιοχές πρέπει επίσης να απεικονίζονται ο αριθμός των κατοίκων που δυνητικά βρίσκονται υπό αυτό τον κίνδυνο, καθώς επίσης η πιθανή περιβαλλοντική και οικονομική βλάβη της περιοχής.

Τρίτο στάδιο: Μέχρι το 2015, τα κράτη μέλη πρέπει να εκπονήσουν σχέδια διαχείρισης της επικινδυνότητας πλημμύρας για τις ζώνες που αναγνωρίστηκαν στο δεύτερο στάδιο σε επίπεδο λεκάνης ή υπολεκάνης απορροής. Τα σχέδια αυτά θα περιλαμβάνουν μέτρα μείωσης της πιθανότητας πλημμύρας και των συνεπειών της.

Θα καλύπτουν όλες τις φάσεις του κύκλου διαχείρισης πλημμυρικής διακινδύνευσης, αλλά θα εστιάζουν κυρίως στην:

- **Πρόληψη:** π.χ. αποτροπή κατασκευής κατοικιών και βιομηχανιών σε περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες ή προσαρμογή των μελλοντικών αναπτυξιακών προγραμμάτων με βάση την πλημμυρική διακινδύνευση.
- **Προστασία:** με τη λήψη μέτρων μείωσης της πιθανότητας πλημμυρών και/ή τις επιπτώσεις των πλημμυρών σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, όπως σε υγροτόπους ή πεδία κατάκλυσης υπό κατασκευή.
- **Ετοιμότητα:** π.χ. παρέχοντας οδηγίες στο κοινό σχετικά με το τι πρέπει να κάνει σε περίπτωση πλημμύρας.

Στη συνέχεια η Οδηγία 2007/60/EK προβλέπει επανεξέταση, επικαιροποίηση και αξιολόγηση προόδου, αιτιολόγηση μη εκτέλεσης προγραμματισμένων

έργων και συμπληρωματικά έργα κάθε έξι χρόνια σε ένα κύκλο συντονισμένο
συγχρονισμένο με τον κύκλο εκτέλεσης της Οδηγίας- Πλαίσιο 2000/60.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΡΕΜΑΤΑ

2.1 Ορισμοί - Κατηγορίες - Χαρακτηριστικά

Ρέμα είναι κάθε φυσική διαμόρφωση του εδάφους που λειτουργεί ως αποδέκτης και αγωγός των νερών της βροχής, του χιονιού (μετά την τήξη) και των φυσικών πηγών και εξυπηρετεί την απορροή τους προς άλλους αποδέκτες μεγαλύτερης χωρητικότητας, φυσικούς ή τεχνητούς, (άλλα ρέματα, ποτάμια, λίμνες, θάλασσα κλπ.) που βρίσκονται σε χαμηλότερες στάθμες (Καραλή, 2000).

Σύμφωνα με τον Νόμο 4258/2014 (ΦΕΚ Α' 94/14.4.2014):

- Υδατορέματα ή υδατορεύματα ή ρέματα (μη πλεύσιμοι ποταμοί, χείμαρροι, ρέματα και ρυάκια): οι φυσικές ή διευθετημένες διαμορφώσεις της επιφάνειας του εδάφους που είναι κύριοι αποδέκτες των υδάτων της επιφανειακής απορροής και διασφαλίζουν τη διόδευσή τους προς άλλους υδάτινους αποδέκτες σε χαμηλότερες στάθμες. Στην έννοια του υδατορέματος δεν περιλαμβάνονται τα εγγειοβελτιωτικά έργα, όπως αρδευτικές και αποστραγγιστικές τάφροι.
- Κοίτη είναι η φυσική ή διευθετημένη διαμόρφωση του εδάφους στην οποία ρέει μόνιμα ή περιοδικά το νερό του υδατορέματος. Δεν περιλαμβάνονται στην έννοια αυτή οι περιοχές μόνιμης ή περιοδικής κατάκλυσης των υγροτόπων.
- Όχθη είναι η γραμμή που ενώνει τα άνω άκρα κάθε πρανούς της κοίτης (φρύδι), όπου αυτή αποτελεί διακριτό μορφολογικό στοιχείο του περιβάλλοντος χώρου του υδατορέματος.
- Βαθιά γραμμή ή άξονας είναι η γραμμή που ενώνει τα βαθύτερα σημεία της κοίτης του υδατορέματος. Αν η φυσική κοίτη έχει αντικατασταθεί με τεχνικό έργο, βαθιά γραμμή νοείται ο άξονας του τεχνικού έργου.
- Παροχή σχεδιασμού είναι η παροχή πλημμύρας, όπως υπολογίζεται για συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς (Τ), με την οποία θα μελετηθεί η δίαιτα του υδατορέματος και τα πιθανά αντιπλημμυρικά έργα, με βάση την οποία θα καθοριστούν οι γραμμές πλημμύρας.

- Γραμμές πλημμύρας είναι οι γραμμές και από τις δύο πλευρές της βαθιάς γραμμής του υδατορεύματος, που προκύπτουν ύστερα από την υδραυλική μελέτη και περικλείουν τη ζώνη πλημμύρας.
- Ζώνη πλημμύρας είναι η εδαφική περιοχή η οποία κατακλύζεται από τα πλημμυρικά νερά για συγκεκριμένη κάθε φορά περίοδο επαναφοράς και περικλείεται από τις γραμμές πλημμύρας.
- Οριογραμμές υδατορεύματος είναι οι πολυγωνικές γραμμές και από τις δύο πλευρές της βαθιάς γραμμής του υδατορεύματος, που περιβάλλουν σωρευτικά: α) τις όχθες του υδατορεύματος, β) τις γραμμές πλημμύρας και γ) οποιοδήποτε φυσικό ή τεχνητό στοιχείο, που αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του υδατορεύματος, το οποίο έχει περιβαλλοντική αξία και χρήζει προστασίας.
- Οριοθέτηση είναι η διαδικασία και η επικύρωση του καθορισμού των οριογραμμών του υδατορέματος, σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 3, με στόχο την εξασφάλιση της απρόσκοπτης απορροής των επιφανειακών νερών και την περιβαλλοντική προστασία του υδατορέματος.
- Ζώνη υδατορέματος είναι η εδαφική περιοχή που περικλείεται από τις οριογραμμές του υδατορέματος.
- Διευθέτηση υδατορέματος είναι η επέμβαση στο υδατόρεμα, με την εκτέλεση των αναγκαίων έργων με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών ροής, τη μείωση των κινδύνων από πλημμύρες και τον έλεγχο των διαβρώσεων και των αποθέσεων φερτών υλικών. Στα έργα αυτά περιλαμβάνεται και η εκτροπή του υδατορέματος, καθώς και η υποκατάστασή του με κλειστό ή ανοιχτό τεχνικό έργο στην ίδια ή διαφορετική θέση.

Η Γενική Υδρολογία διακρίνει σε κάθε ρέμα δύο περιοχές του χώρου χειμαρρικής δράσης (Κοτσιμπός, 1993: Καραλή, 2000): το **ορεινό τμήμα**, που αποτελεί την κυρίως περιοχή συγκέντρωσης των νερών (πηγές) και το **πεδινό τμήμα**. Τόσο από τεχνική όσο και από νομική πλευρά, οι συνιστώσες των φυσικών υδατορεμάτων είναι δύο:

- το νερό αυτό καθαυτό ως φυσικό σώμα,
- η συνεχής κοίτη που δημιουργεί το νερό κατά την κίνησή του, και η οποία περιορίζει την ελευθερία του έως κάποια στάθμη.

Στην κοίτη διακρίνουμε:

- τον πυθμένα, δηλαδή το εδαφικό τμήμα της κοίτης που διαβρέχεται από το κινούμενο νερό της βασικής συνήθως ροής,

- τα πρηνή της κοίτης, που είναι η υπόλοιπη διατομή αριστερά και δεξιά του πυθμένα. Τα πρηνή είναι κατά κανόνα σταθερά και ορίζονται από το υψομετρικό όριο όπου εξαντλείται η μέγιστη αλλά συνήθης ανύψωση (“φούσκωμα”) της στάθμης των νερών. Όταν η στάθμη των υδάτων ξεπεράσει υψομετρικά τα πρηνή της κοίτης ενός υδατορεύματος, τότε παρατηρείται πλημμυρική κατάκλυση. Ακόμη διακρίνουμε δύο όχθες: την αριστερή όχθη και τη δεξιά όχθη κατά τον παρατηρητή που κοιτά τη ροή προς τα κατάντη (Καραλή, 2000).

Το δίκτυο των φυσικών υδατορευμάτων που εντοπίζονται σε μια λεκάνη απορροής αποτελεί το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης αυτής και καθορίζει στο μέγιστο βαθμό την υδρολογική ανταπόκριση της λεκάνης.

Τα φυσικά υδατορεύματα, ανάλογα με τη ροή του νερού που τα διατρέχει, χωρίζονται σε τρεις (3) **κατηγορίες** (Καραλή, 2000):

- α. στα **εφήμερα ρέματα** ή **ρύακες**, που έχουν νερό μόνο όταν βρέχει,
- β. στους **χειμάρρους**, που η ροή τους είναι εποχιακή και τα οποία έχουν ορμητικές ροές νερών,
- γ. στους **ποταμούς** που η ροή τους είναι συνεχής αλλά η ποσότητά τους διακυμαίνεται εποχιακά γύρω από μια μέση τιμή.

Από οικολογικής πλευράς διακρίνονται δύο (2) κατηγορίες υδατορευμάτων (Χατζημπίρος, 2001):

- α. αυτά που διαβρώνουν τις όχθες και το βυθό
- β. αυτά που εναποθέτουν ιζήματα και επομένως έχουν λασπώδη βυθό

Ένα υδατόρευμα μπορεί να διαιρεθεί σε τρία (3) μέρη:

- α. το **ανάντη** τμήμα, κοντά στις πηγές, όπου το νερό αναβλύζει καθαρό από αυτές
- β. το **ενδιάμεσο** τμήμα, όπου η βιοποικιλότητα και η φωτοσύνθεση είναι έντονες
- γ. το **κατώτερο** τμήμα, κοντά στις εκβολές, όπου η ροή του νερού είναι αργή και η διαφάνεια σχετικά μικρή (Χατζημπίρος, 2001).

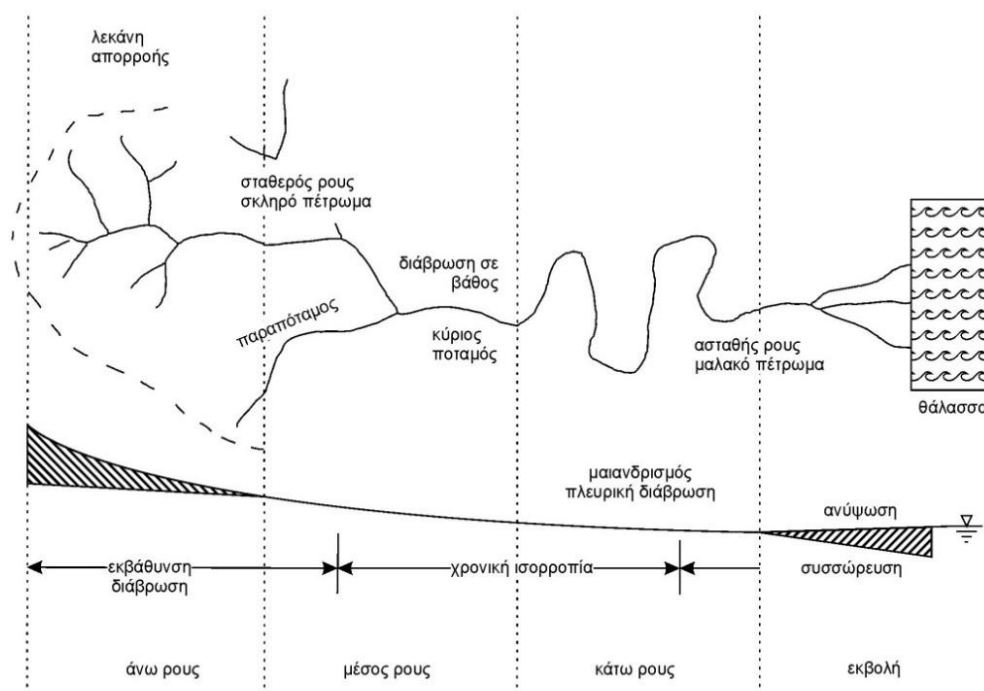
Τα σημαντικότερα **χαρακτηριστικά** των υδατορευμάτων είναι:

- α. το συνολικό μήκος τους
- β. η κλίση τους
- γ. η διαμορφωμένη διατομή τους
- δ. η γεωμετρία της πλημμυρικής κοίτης τους

Συναρτήσει αυτών των χαρακτηριστικών υπολογίζεται ο χρόνος απορροής του νερού και η πλημμυρική επικινδυνότητα του ρέματος (Τσακίρης, 1995).

Τα δύο πρώτα χαρακτηριστικά μπορούν να αποδοθούν σε ένα σχεδιάγραμμα που ονομάζεται μηκοτομή του υδατορεύματος και είναι στην ουσία η τομή κατά μήκος του ρέματος που δείχνει τη μεταβολή της κλίσης του σε συνάρτηση με το μήκος του. Στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσιάζει μικρή κλίση στα κατάντη τμήματα (κοίλη μηκοτομή), ενώ η κλίση αυξάνεται όσο πηγαίνουμε προς ανάντη (Τσακίρης, 2009).

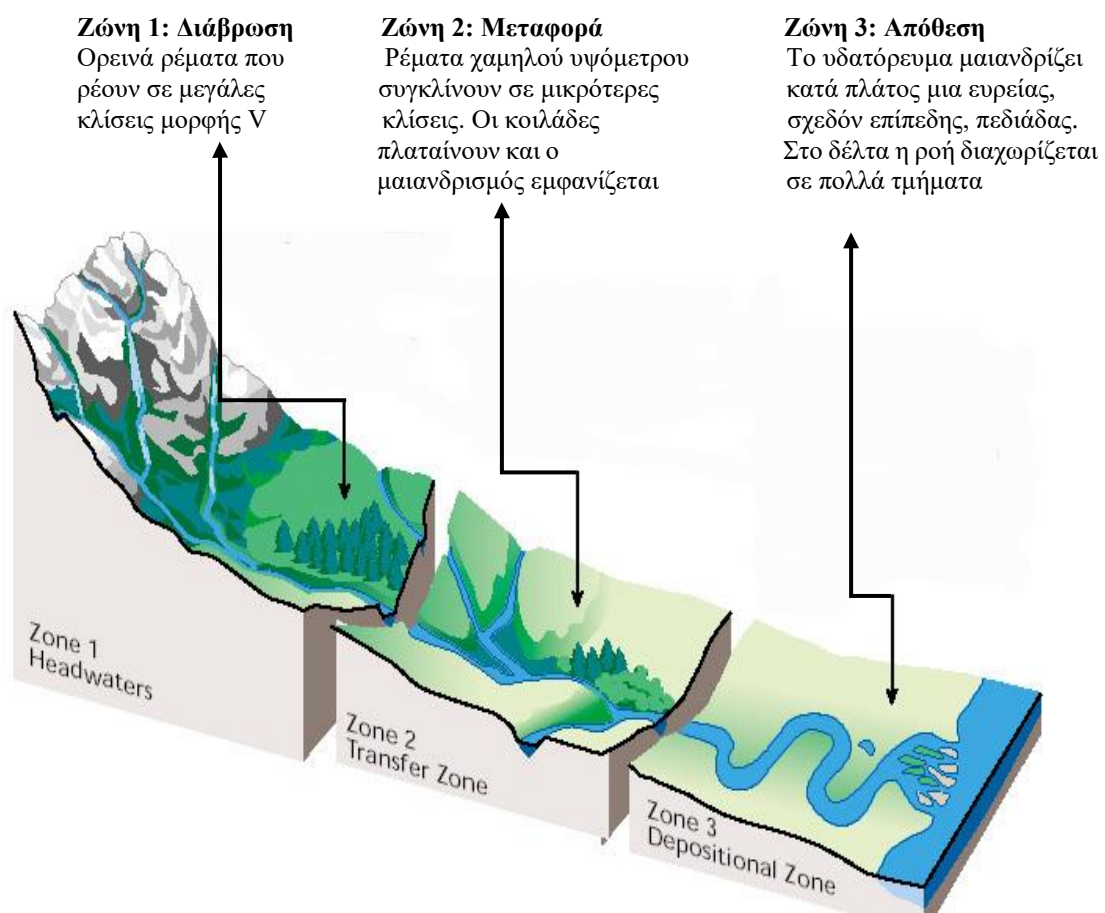
Στο Σχήμα 2.1 φαίνεται ο διαχωρισμός του ρου ενός ποταμού σε χαρακτηριστικές περιοχές (οριζοντιογραφία και μηκοτομή). (Χρυσάνθου, 2015).



Σχήμα 2.1 Οριζοντιογραφία (άνω) και μηκοτομή (κάτω) του ρου ενός ποταμού (Vollmers, 1990).

Κατά τη διάρκεια της γεωλογικής ιστορίας τους, οι ποταμοί προσαρμόζουν βαθμιαία την κλίση και τη διατομή τους, έτσι ώστε να μεταφέρουν την επιφανειακή απορροή και τη στερεοπαροχή. Όταν η προσαρμογή αυτή προσεγγίσει το στάδιο του κορεσμού της ικανότητας του ποταμού προς μεταφορά φερτών υλών, τότε λέγεται ότι επιτεύχθηκε μόνιμη διαίτα. Κατά τη μόνιμη διαίτα, ο ποταμός μεταφέρει προς τις εκβολές του όλες τις φερτές ύλες, οι οποίες προέρχονται από τη λεκάνη απορροής του (Χρυσάνθου, 2015).

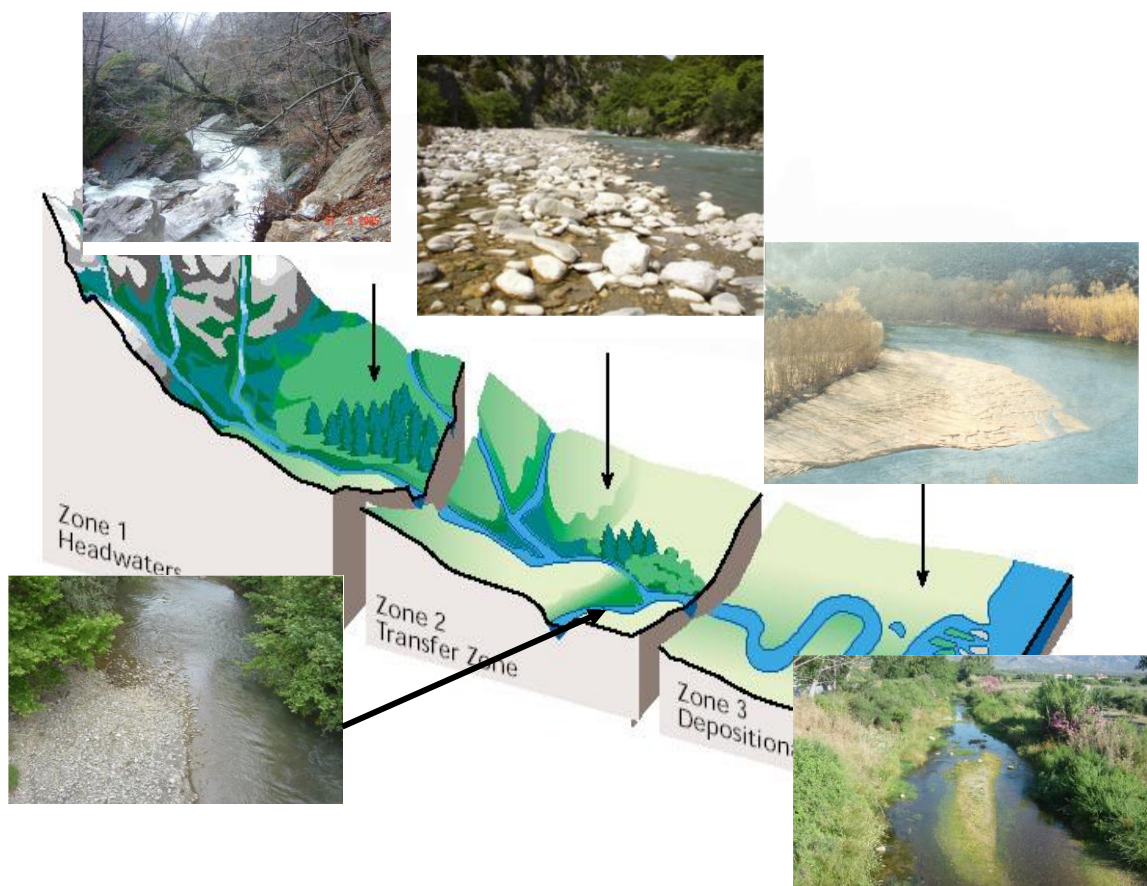
Πριν από τρεις δεκαετίες περίπου ο Schumm (1977) σχηματοποίησε το ιδεατό ποτάμιο σύστημα σε τρεις ζώνες: (1) της παραγωγής φερτών υλικών (sediment source), (2) της στερεομεταφοράς (sediment transport), και (3) της απόθεσης (sediment sink), διακριτών σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους. Η **Ζώνη 1** περιγράφει ουσιαστικά το ορεινό τμήμα της λεκάνης απορροής, εκεί που δημιουργούνται η επιφανειακή πλημμυρική απορροή και η διάβρωση των φερτών υλικών που ισοδυναμεί με το φορτίο απόπλυσης. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι πολυσχιδές και δενδριτικού τύπου. Η **Ζώνη 2** αποτελείται ουσιαστικά από το κύριο υδρογραφικό δίκτυο και περιγράφεται ως η ζώνη μεταφοράς των φερτών υλικών από τη λεκάνη απορροής. Η **Ζώνη 3** περιγράφεται ως ζώνη απόθεσης των φερτών υλικών και αποτελείται από τις πλημμυρικές κοίτες των ποταμών και τους ταμιευτήρες. Στο Σχήμα 2.2 παρουσιάζεται η σχηματική παράσταση ενός ποτάμιου συστήματος και ο διαχωρισμός στις τρεις ζώνες, η οποία, παρόλο που θεωρείται απλουστευμένη και χονδροειδής, αποτελεί μια ρεαλιστική περιγραφή των περισσότερων λεκανών απορροής (Ζαρρής, 2019).



Σχήμα 2.2: Ιδεατό ποτάμιο σύστημα κατά τον Schumm (1977) .
Πηγή: (Ζαρρής, 2019)

Είναι προφανές ότι σε ένα κύριο υδατόρευμα μπορεί να παρατηρηθεί απόθεση και εκ νέου μεταφορά των φερτών υλικών ανάλογα με τις περιβάλλουσες υδραυλικές συνθήκες. Ο διαχωρισμός του ποτάμιου συστήματος σε ζώνες είναι ιδιαίτερα χρήσιμος στη γενίκευση και απλοποίηση των διεργασιών για λεκάνες απορροής μεγάλης κλίμακας (π.χ. της τάξης των 103 km² και μεγαλύτερες).

Η μορφή της κοίτης, σε γενικότερο πλαίσιο αποτυπώνει όλες τις διαδικασίες εξέλιξης του ανάγλυφου της λεκάνης απορροής αλλά και της αλληλεπίδρασης της διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των ισοζυγίων φερτών υλικών. Η μορφή της διατομής καταρχάς χαρακτηρίζεται από τη σύσταση της κοίτης και των φερτών υλικών που την απαρτίζουν. Είναι προφανές ότι όσο προχωράμε προς τα κατάντη θα μειώνεται το μέσο μέγεθος των φερτών υλικών κοίτης. Στο Σχήμα 2.3 παρουσιάζονται διάφορες τυπικές διατομές κατά μήκος ενός **τυπικού υδατορεύματος** (Ζαρρής, 2019).



Σχήμα 2.3: Χαρακτηριστικές μορφές της κοίτης των υδατορευμάτων κατά μήκος της λεκάνης απορροής Πηγή: (Ζαρρής, 2019).

2.2 Αίτια πλημμυρών στα ρέματα

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1 η επιφανειακή απορροή είναι από τις πιο σημαντικές συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου, τόσο γιατί δίνει το μεγαλύτερο μέρος των εκμεταλλεύσιμων υδατικών πόρων, όσο και γιατί δημιουργεί σημαντικούς φυσικούς κινδύνους στην περίπτωση των πλημμυρών.

Η διήθηση και η απορροή είναι δύο φυσικές διαδικασίες - αποτελέσματα της κατακρήμνισης. Όταν ο ρυθμός της κατακρήμνισης, ξεπεράσει τον ρυθμό της διήθησης στο έδαφος και κατ' επέκταση την ικανότητα του εδάφους να συγκρατήσει το νερό επιφανειακά, τότε το νερό της βροχής μετατρέπεται σε επιφανειακή απορροή και οδεύει προς τα ρέματα, τα ποτάμια και τους χειμάρρους (Καραλή, 2000).

Όταν η στάθμη των υδάτων ξεπεράσει υψομετρικά τα πρανή της κοίτης ενός υδατορεύματος, τότε έχουμε πλημμυρική κατάκλυση (βλ. και σχήμα 1.4 παρ.1.3). Τότε στις παρακείμενες περιοχές προκαλούνται πιθανές καταστροφές, που πολλές φορές είναι ανεξάρτητες της βροχόπτωσης και οφείλονται σε τοπικές συνθήκες που είναι κυρίως η **αύξηση της υδατοπαροχής** και η **μείωση της διατομής** της εκάστοτε κοίτης του ρέματος. (Καραλή, 2000).

Οι μετεωρολογικές και υδρολογικές συνθήκες, η μορφή, η γεωμετρία και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά ενός ποταμού και η γεωμορφολογία της λεκάνης του, οι συνθήκες χρήσεων γης, καθώς και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις είναι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την εκδήλωση μιας πλημμύρας. Κάθε ένας από τους προαναφερθέντες παράγοντες δύναται να συμβάλλει στην αύξηση του πλημμυρικού κινδύνου, ιδιαίτερα εφόσον προκύψουν αρνητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους (Bronster 2003, Sene 2013; Πεντέρης Δ. κά, 2015)

Όπως ήδη έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 1 παρ. 1.5 σημαντική επίδραση στην εκδήλωση των πλημμυρών έχουν οι **ανθρωπογενείς παράγοντες** οι οποίοι επιδρούν είτε άμεσα, μειώνοντας την παροχετευτική ικανότητα των υδατορευμάτων (π.χ. παραποτάμια κατασκευές, απόθεση στείρων υλικών), είτε έμμεσα, επιδρώντας στην υδρολογική λειτουργία των λεκανών (π.χ. πυρκαγιές, αστικοποίηση).

Η αύξηση της υδατοπαροχής προκαλείται είτε από ένα εξαιρετικό φαινόμενο απορροής, είτε από την αύξηση του συντελεστή απορροής, και πρακτικά σημαίνει υπέρβαση της μέγιστης παροχής νερού που μπορεί να απορροφήσει και να διαχειριστεί ένα ρέμα. (Καραλή, 2000).

Η **μείωση της διατομής** της κοίτης των ρεμάτων μπορεί να προκύψει από την μεταφορά, μέσω του νερού, άφθονων φερτών υλικών τα οποία προσχώνουν τις κοίτες τους και κατά συνέπεια μειώνουν την διατομή τους, δυσχεραίνοντας έτσι την παροχέτευτική τους ικανότητα και ευνοούν τη δημιουργία πλημμυρών (βλ. αναλυτικά στην παρ.1.2.3). Επίσης μείωση της διατομής μπορεί να προκύψει και από τεχνητές παρεμβάσεις, όπως π.χ. δόμηση στην κοίτη κλπ.

Τα ρέματα τόσο στα ορεινά όσο και στα πεδινά τμήματά τους αποτελούν εστίες φερτών υλικών, φυσικών ή ανθρωπογενών και υφίστανται προοδευτικές στενώσεις των διατομών τους (Καραλή, 2000).

Συνεπώς η **συσσώρευση φερτών υλικών** σε όλο το μήκος των ανοιχτών τμημάτων των ρεμάτων αλλά και στις αφετηρίες των τεχνητών κλειστών αγωγών ευνοείται από (Καραλή, 2000):

- τις επιχωματώσεις για επέκταση ή δημιουργία οικοπέδων,
- τα μπαζώματα κάθε είδους,
- την ανέγερση αυθαίρετων κτισμάτων και
- την κατασκευή ανεπαρκών τεχνικών έργων

Συνεπώς όπως αναλύθηκε εκτενώς και στο κεφ. 1 παρ. 1.6.4, οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις αλλοιώνουν τις κοίτες των ρεμάτων και τον ευρύτερο χώρο των υδρολογικών λεκανών ενισχύοντας έτσι την ένταση των πλημμυρικών φαινομένων.

Τα προβλήματα δεν δημιουργούνται μόνο από τη φύση των ρεμάτων, αλλά και από τη λανθασμένη ανθρώπινη αντιμετώπιση. Γιατί οι αλόγιστες επεμβάσεις είναι αυτές που καθιστούν πιο πιθανή την εκδήλωση των καταστροφικών αποτελεσμάτων των πλημμυρών, αφού πολύ συχνά, όταν το περιβάλλον είναι κατάλληλα προετοιμασμένο, οι πλημμύρες όχι μόνο δεν επιφέρουν καταστροφές, αλλά μάλλον έχουν ευεργετικά αποτελέσματα (γονιμότητα εδαφών, διαχείριση των νερών τους σε αποθηκευτικούς ταμιευτήρες κλπ.) (Καραλή, 2000).

Κατά τον ίδιο τρόπο, οι αλόγιστες επεμβάσεις είναι αυτές που ευθύνονται για τον υποβαθμισμένο χαρακτήρα των περιοχών των ρεμάτων. Γιατί το ρέμα, λόγω της ιδιότητάς του να φέρει κινούμενες μάζες νερού, αναπτύσσει μια ιδιαίτερη μορφολογία, τόσο όσον αφορά την κοίτη του όσο και τις παραρεμάτιες ζώνες. Η ροή του νερού ευνοεί ταυτόχρονα την ανάπτυξη ποικίλης χλωρίδας (φυτά, θάμνο, δέντρα), αλλά και την προσέλευση πανίδας. Σχηματίζονται δηλαδή σημαντικοί υδροβιότοποι, που όντας απόλυτα αυτάρκεις δεν απαιτούν καν την ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση για να

αναπτυχθούν και να συντηρηθούν. Έτσι χωρίς αυθαίρετες επεμβάσεις τα ρέματα θα μπορούσαν να είναι πλούσιες συνεχείς ζώνες πρασίνου (Καραλή, 2000).

2.3 Σύγχρονες τάσεις παρεμβάσεων στα ρέματα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι πλημμύρες είναι ένα φαινόμενο το οποίο εξαρτάται από ένα σημαντικό αριθμό φυσικών παραγόντων, όμως σε αρκετές περιπτώσεις έχει δειχθεί ότι σημαντική επίδραση στην εκδήλωση του φαινομένου έχουν και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: τις παρεμβάσεις αλλοίωσης και καταστροφής των υδατορευμάτων οι οποίες αναλύθηκαν στο κεφ. 1 παρ. 1.6.4 και τις παρεμβάσεις της Πολιτείας οι οποίες έχουν ως στόχο την **διευθέτηση, επαναφορά και αποκατάστασή** τους.

2.3.1 Διευθετήσεις υδατορευμάτων

Όπως προαναφέρθηκε η διευθέτηση ενός υδατορεύματος είναι η επέμβαση στο υδατόρεμα, με την εκτέλεση των αναγκαίων έργων με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών ροής, τη μείωση των κινδύνων από πλημμύρες και τον έλεγχο των διαβρώσεων και των αποθέσεων φερτών υλικών. Στα έργα αυτά περιλαμβάνονται η βελτίωση (επενδύσεις κλπ.) των υφιστάμενων κοιτών, η κατασκευή αναχωμάτων, η εκτροπή του υδατορέματος μέσω περιφερειακών τάφρων, καθώς και η υποκατάστασή του με κλειστό ή ανοιχτό τεχνικό έργο στην ίδια ή διαφορετική θέση, η κατασκευή μικρών φραγμάτων ανάσχεσης, αναβαθμών κα. (Καραλή, 2000).

Οι βελτιώσεις των υφιστάμενων κοιτών έχουν ως στόχο την, κατά το δυνατόν, προσαρμογή με διάφορους τρόπους, της κοίτης στον αυξανόμενο όγκο της υδατοπαροχής. Τέτοιοι τρόποι είναι η διεύρυνση – διάνοιξη των κοιτών μέχρι τον τελικό αποδέκτη (θάλασσα), όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο για την ανάσχεση της πλημμύρας της κοίτης ή επένδυση – αποκατάσταση των κοιτών.

Τα αναχώματα προστατεύουν έναντι πλημμυρικής κατάκλυσης τις πλημμυρικές λεκάνες των ρεμάτων κατά μήκος αυτών.

Με την εκτροπή του υδατορέματος μέσω περιφερειακών τάφρων παρέχεται η δυνατότητα απαγωγής μεγάλου μέρους των υδάτων ενός χειμάρρου, πριν αυτά φτάσουν σε κατοικημένες περιοχές. Αποτελούν όμως πολυδάπανα έργα που απαιτούν εξίσου δαπανηρές και αρκετά συχνές επεμβάσεις συντήρησης.

Με την κατασκευή μικρών φραγμάτων ανάσχεσης και αναβαθμών επιτυγχάνεται η μείωση της καταστροφικής ταχύτητας των υδάτων των ρεμάτων, αλλά μπορεί να είναι αποτελεσματικά σε περιπτώσεις ρεμάτων με λίγες, σχετικά, φερτές ύλες ενώ αντενδείκνυται στην περίπτωση των χειμάρρων, καθώς πολύ γρήγορα αχρηστεύονται από τις προσχώσεις και απαιτούν συνεχή συντήρηση (Καραλή, 2000).

Τεχνικά έργα διευθέτησης

Τα τεχνικά έργα διευθέτησης μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κύριες κατηγορίες (Χρυσάνθου, 2015):

- Έργα προστασίας πρανών. Αποσκοπούν στην προστασία από τη διάβρωση τόσο των φυσικών πρανών όσο και των νέων πρανών, τα οποία κατασκευάζονται προς διευθέτηση της κοίτης
- Έργα διευθέτησης και καθοδήγησης της κοίτης. Αποσκοπούν στον περιορισμό της κύριας ροής του ποταμού μέσα σε μια προκαθορισμένη ζώνη. Ο περιορισμός αυτός επιτυγχάνεται με την προστασία τμημάτων των τεχνητών οχθών, οι οποίες συνιστούν το κύριο έργο διευθέτησης
- Έργα σταθεροποίησης της κοίτης
- Συντμήσεις
- Αντιπλημμυρικά έργα

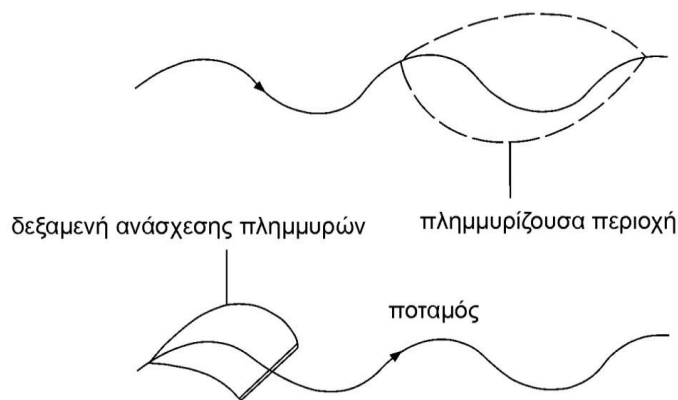
2.3.1.1 Αντιπλημμυρικά έργα

Ο σύγχρονος σχεδιασμός αντιπλημμυρικών έργων, σε περιπτώσεις φυσικών ρεμάτων και χειμάρρων, απαιτεί την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ του ευρέως αποδεκτού, ως φιλικού στο περιβάλλον και της πραγματικότητας, με τη λήψη μέτρων που εντάσσονται αρμονικά στο περιβάλλον, ενώ παράλληλα εξασφαλίζουν ικανοποιητική αντιπλημμυρική προστασία, με προσεκτική επιλογή του είδους των απαιτούμενων έργων, των υλικών, του τρόπου κατασκευής και την αποκατάσταση των επηρεαζόμενων χώρων (Λαζαρίδης & Ναλμπάντης, 2004).

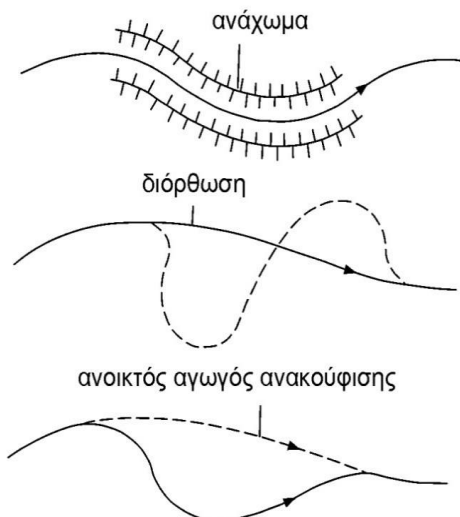
Ο κίνδυνος της πλημμύρας απειλεί κυρίως την καλλιεργημένη γη, τις οδούς κυκλοφορίας και τους οικισμούς, μπορεί δε να περιοριστεί μέσω της **ανάσχεσης** (συγκράτησης) της πλημμύρας (Σχήμα 2.4), της περαιτέρω **διοχέτευσης** (διόδευσης) της πλημμύρας (Σχήμα 2.5) και μέτρων στις περιοχές που πλημμυρίζουν (βλ. κεφ. 1 παρ. 1.9 Σχήμα 1.5). Το χαρακτηριστικότερο τεχνικό έργο για την ανάσχεση της

πλημμύρας είναι η **δεξαμενή (λεκάνη) ή ο ταμιευτήρας**, ενώ για τη διοχέτευση της πλημμύρας το **ανάχωμα**.

Σύμφωνα με το Σχήμα 2.4 λαμβάνει χώρα μετατόπιση της πλημμυρισμένης περιοχής προς μια δεξαμενή (λεκάνη) ανάσχεσης της πλημμύρας. Σύμφωνα με το Σχήμα 2.5, η διοχέτευση της πλημμύρας πραγματοποιείται μέσω προστατευτικών αναχωμάτων στις όχθες, αύξησης της διοχετευτικής ικανότητας του υδατορεύματος με τη βοήθεια διορθώσεων και δημιουργίας ανοικτών αγωγών αποφόρτισης (ανακούφισης) (Χρυσάνθου, 2015).



Σχήμα 2.4 Ανάσχεση πλημμύρας (Vischer & Huber, 1985).
Πηγή: (Χρυσάνθου, 2015)



Σχήμα 2.5 Διοχέτευση πλημμύρας (Vischer & Huber, 1985).
Πηγή: (Χρυσάνθου, 2015)

Η **υδραυλική προσέγγιση** αντιμετώπισης του προβλήματος της συνεχούς υποβάθμισης των ρεμάτων αποσκοπεί στην πρόληψη και προστασία των παραρεμάτων και των αστικών περιοχών από τις συνέπειες της απρόβλεπτης βροχόπτωσης, δηλαδή την άμεση απομάκρυνση των νερών της πλημμύρας.

Στη χώρα μας αλλά και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες εδώ και αρκετές δεκαετίες η αντιπλημμυρική προστασία επικεντρώνεται στην κάλυψη των ρεμάτων και την μετατροπή τους σε κλειστούς αγωγούς με στόχο την αύξηση της ταχύτητας του νερού και της παροχετευτικής ικανότητας των ρεμάτων. Με τον τρόπο αυτό τα ρέματα υπογειοποιούνται μετατρέποντας τους χώρους πάνω από αυτά σε οικόπεδα, σε οδικές αρτηρίες, πάρκα, παιδικές χαρές, και κτίρια (Τσακίρης Γ., 1998).

Τα παραπάνω τεχνικά έργα διευθέτησης ανήκουν στα «**σκληρά**» **δομικά αντιπλημμυρικά έργα** με σκοπό την αποθήκευση, ανάσχεση, εκτροπή ή παραλαβή των πλημμυρικών παροχών. Ο υδρολογικός σχεδιασμός των έργων αυτών γίνεται για συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς, η οποία εξαρτάται από την σκοπιμότητα του έργου και το ζητούμενο επίπεδο διακινδύνευσης (Καρύμπαλης Ε., 2000).

Οι αδυναμίες αυτής της αντιμετώπισης συνίστανται αφενός στη βάνανυση κακοποίηση του περιβάλλοντος, που φαίνεται στην υποβάθμιση του οικοσυστήματος των παραρεμάτων περιοχών, αφετέρου στη μειωμένη αποτελεσματικότητα σε περιστατικά έντονων βροχοπτώσεων, λόγω αδυναμίας εκτόνωσης της πλημμύρας (σε αντίθεση με τα ανοιχτά ρέματα), του μειωμένου χρόνου συρροής με αποτέλεσμα να μεταφέρει την αιχμή της πλημμύρας στις κατάντη περιοχές και των συχνών αστοχιών που παρατηρούνται (κλειστά ή βουλωμένα φρεάτια) (Τσακίρης Γ., 1998).

Η διευθέτηση των ρεμάτων δεν είναι μόνο θέμα ενός απλού σχεδιασμού, αλλά ένα σύνθετο ζήτημα, στο οποίο υπεισέρχονται και πολλοί άλλοι παράγοντες. Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις πάνω στο θέμα, μέσα στην υδραυλική λειτουργία πρέπει να εξετάζονται και θέματα μεταφοράς φερτών υλών και διαβρώσεων και να περιλαμβάνεται μία οικολογική θεώρηση, όπου θα γίνεται κάθε προσπάθεια για τη διατήρηση και βελτίωση της φυσικής κατάστασης και ανοικτής διατομής των ρεμάτων, όπου αυτό είναι δυνατό (Δανιήλ Α. κά, 2004).

Το αρνητικό των αντιπλημμυρικών έργων είναι ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωσή τους από τη δημοπράτηση της μελέτης μέχρι την κατασκευή και λειτουργία τους είναι πάνω από 6 - 7 χρόνια. Επιπλέον τα πάσης φύσεως αντιπλημμυρικά έργα και κυρίως αυτά που έχουν

κατασκευαστεί σε περιοχές που βρίσκονται ανάντη των αστικών κέντρων που έχουν πρόσφατα πληγεί από δασικές πυρκαγιές, πρέπει να ελέγχονται σχολαστικά και να συντηρούνται ώστε να διασφαλισθεί η ορθή λειτουργία τους (Καρύμπαλης Ε., 2000). Η φιλοσοφία σχεδιασμού των έργων αντιπλημμυρικής προστασίας θα πρέπει να βασίζεται σε συνολική θεώρηση της λεκάνης απορροής του εξεταζόμενου ρέματος και συνυπολογισμό όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την υδραυλική, κυρίως, λειτουργία του (Δανιήλ Α. κά, 2004).

Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να γίνονται ολοκληρωμένες παρεμβάσεις στη λεκάνη απορροής και να γίνεται προσπάθεια διάσωσης των εναπομεινάντων ρεμάτων. Το σενάριο αυτό έχει ως φιλοσοφία, τη συγκράτηση σημαντικών ποσοτήτων νερού κατά την πλημμύρα, είτε στα ορεινά, με έργα και προγράμματα ορεινής υδρονομίας, είτε την αξιοποίηση χώρων αποθήκευσης ή εκτόνωσης της πλημμύρας, ειδικά σχεδιασμένων, ακόμη και μέσα σε αστικές πεδινές περιοχές (Τσακίρης Γ., 1998).

2.3.2 Αποκατάσταση – Επαναφορά - Αποκάλυψη υδατορευμάτων

Οι νέες σύγχρονες τάσεις διαχείρισης και οι κυρίαρχες πρακτικές που εφαρμόζονται διεθνώς και αφορούν την αναβάθμιση των λειτουργιών των ποταμών και ρεμάτων στο αστικό περιβάλλον, περιλαμβάνουν την αποκατάσταση (restoration), την επαναφορά (rehabilitation) και την αποκάλυψη (daylighting) ρεμάτων και ποταμών καθώς και τη συνολική διαχείριση των επιφανειακών απορροών τους. Οι έννοιες αυτές δεν είναι αυστηρά οριοθετημένες γι' αυτό και στη σχετική βιβλιογραφία είναι πολλές φορές αλληλεπικαλυπτόμενες και ασαφείς (Simsek G., 2012).

Ο όρος **αποκατάσταση (restoration)** ρέματος περιλαμβάνει μία σειρά από οικολογικά, φυσικά, χωρικά και διαχειριστικά μέτρα και πρακτικές. Αυτές αποσκοπούν στην αποκατάσταση της φυσικής κατάστασης και λειτουργίας του ποτάμιου συστήματος για τη στήριξη της βιοποικιλότητας, της αναψυχής, της διαχείρισης των πλημμυρών και της ανάπτυξης τοπίου (ECRR).

Η αποκατάσταση με τη στενή έννοια θεωρείται πρακτικά αδύνατη αφού προϋποθέτει την πλήρη επαναφορά της δομής και λειτουργίας του ποτάμιου οικοσυστήματος. Αντίθετα η **επαναφορά (rehabilitation)**, η οποία ταυτίζεται με την εν μέρει επιστροφή του ποτάμιου οικοσυστήματος στις συνθήκες προτού αυτό διαταραχθεί ή ακόμα και με την αποκατάσταση της καλής λειτουργίας του, είναι τελικά στην πραγματικότητα ο στόχος των περισσότερων έργων αποκατάστασης (Shields et al., 2003).

Φυσικές μέθοδοι αποκατάστασης ρεμάτων

Οι κυριότερες φυσικές μέθοδοι αποκατάστασης ρεμάτων σύμφωνα με το εγχειρίδιο (Manual of River Restoration Techniques) του κέντρου RRC (River Restoration Centre) είναι (Ουρλόγλου Ο., 2018):

- Restoring meanders to straightened rivers (Επαναφορά των μαιάνδρων σε γραμμικά ποτάμια)
- Enhancing redundant river channels (Δημιουργία πλημμυρικών περιοχών ή μικρότερων κλάδων σε ποτάμια με περιορισμένη πλημμυρική περιοχή)
- Enhancing straightened river channels (Ενίσχυση γραμμικών ποταμών)
- Revetting and supporting river banks (Ενίσχυση της όχθης)
- Modifying river bed levels, water levels and flows (Αλλαγή στο επίπεδο του πυθμένα, του νερού και της ροής)
- Managing overland floodwaters (Διαχείριση πλημμυρικών περιοχών)
- Creating floodplain wetland features (Δημιουργία υγροτόπων)
- Enhancing outfalls to rivers (Διαχείριση εκροών αγωγών ή οχετών στα ποτάμια)
- Removing or passing barriers (Απομάκρυνση εμποδίων)

Αποκατάσταση Ρεμάτων με Τεχνικές Bioengineering

Τις τελευταίες δεκαετίες πολλές Ευρωπαϊκές χώρες έχουν ξεκινήσει να αποκαθιστούν τα ποτάμια και να τους ξαναδίνουν την φυσική τους μορφή και λειτουργία χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές bioengineering (Καρύμπαλης Ε., 2020).

Ο ορισμός της μεθόδου Bioengineering («βιο-μηχανική») είναι η εφαρμογή της μηχανικής στο σχεδιασμό και στην χρήση τεχνολογιών σε ζωντανά συστήματα. Όσον αφορά στις πλημμύρες, αναφέρεται στον συνδυασμό βιολογικών, μηχανικών και οικολογικών εννοιών, για τη μείωση ή έλεγχο της διάβρωσης, προστασία του εδάφους, και σταθεροποιούν οχθών χρησιμοποιώντας βλάστηση ή συνδυασμός βλάστησης και κατασκευής (Allen and Leech 1997, Bentrup και Hoag 1998 : Ουρλόγλου Ο., 2018).

Τα «**βιοτεχνικά έργα**» περιλαμβάνουν τα **φυτοτεχνικά** και τα **φυτοκομικά** έργα.

Τα **φυτοτεχνικά** έργα αποτελούν ένα οργανικό ή βιοτικό σύστημα, δηλαδή οικοσύστημα, το οποίο συνίσταται από βιοτικά και αβιοτικά στοιχεία.

Εκτελούνται σε εξαιρετικά ευαίσθητες και προβληματικές θέσεις των λεκανών απορροής των υδατορευμάτων και των ευρύτερων περιοχών τους, με απώτερο στόχο

τη διευθέτηση των προβλημάτων και την κατά το δυνατό, ομαλή αποκατάσταση των συνθηκών του φυσικού περιβάλλοντος. Τα **φυτοκομικά** έργα εκτελούνται στην ευρύτερη περιοχή των λεκανών απορροής, όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες επιτρέπουν την εγκατάσταση της δασικής βλάστησης, , χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα (Μάρης Φ., 2013).

Τα **βιοτεχνικά έργα** χρησιμοποιούν **ζωντανά κυρίως φυτοϋλικά** και αποσκοπούν στη δημιουργία του κατάλληλου προστατευτικού εδαφικού φυτοκαλύμματος.

Ειδικότερα αποσκοπούν στα κάτωθι (Μάρης Φ., 2013):

- στη ρύθμιση της δίαιτας των υδατορευμάτων
- στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση
- στην αξιοποίηση των υδάτων
- στη βελτίωση της ποικιλότητας της χλωρίδας και της πανίδας
- στην προστασία των έργων προς τα κατάντη
- στην αισθητική αναβάθμιση της περιοχής

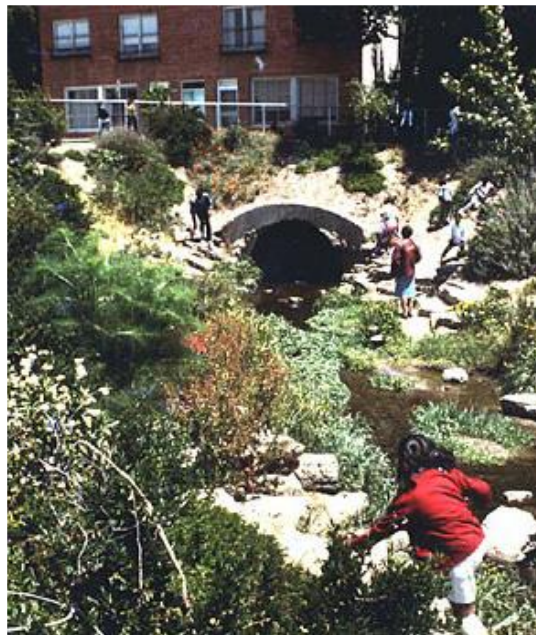
Αναλυτικά οι κυριότερες τεχνικές Bioengineering είναι οι ακόλουθες (Donat, 1995: Μάρης Φ. ,2013 κεφ. 7):

- κατασκευή κλαδοστρωμάτων,
- φυτοτεχνικά έργα με χρήση γεωυφασμάτων,
- φακελώματα,
- φυτοκιγκλιδώματα πρανών,
- μοσχεύματα σε αυλάκια,
- κατασκευές στρωμάτωσης
- Κατασκευή φρακτοθεμάτων ,
- Κατασκευή συμπλεγματοθεμάτων,
- Φρακτοσυμπλεγματοθέματα,
- Κατασκευές τοίχων φατνίων,
- Συρματοκιβώτια με φυτεύσεις,
- Ζώντα Περιφράγματα,
- Κλαδοθέματα σε χαραδρώσεις,
- Εγκάρσιες κατασκευές: συμπλεγματοδοί, κλαδοπλεγματοδοί, φακελλουδοί και χτένες,
- Πρόβολοι,
- Κορμοσυμπλεγματοπεριφράγματα και κλαδοδέματα (Φύτευση κάλαμομοσχευμάτων, ριζωμάτων και βλαστών),
- Καλαμοκύλινδροι

Αποκάλυψη υδατορευμάτων

Η **αποκάλυψη** ρεμάτων ή ποταμών (daylighting) αφορά την ανάδυση στην επιφάνεια της γης ολόκληρου ή μέρους καλυμμένων ρεμάτων, τα οποία ύστερα από ανθρώπινη παρέμβαση είχαν καλυφθεί και διευθετηθεί σε υπόγειους αγωγούς. Όπου είναι εφικτό, η υδάτινη διαδρομή επαναφέρεται στη διαδρομή που ακολουθούσε πριν την ανθρώπινη παρέμβαση, ενώ σε αντίθετη περίπτωση δημιουργείται μια νέα οδός ανάμεσα στις νέες διαμορφώσεις που έχουν δημιουργηθεί στο χώρο. Η αποκάλυψη θεωρείται μέρος της αποκατάστασης αλλά αποτελεί μια διαδικασία πιο πολύπλοκη, αλλά και πιο ελπιδοφόρα (americanrivers.org).

Η αποκάλυψη ρεμάτων αποτελεί μια σχετικά καινούργια πρακτική. Παρόλο που είχαν προηγηθεί τα έργα αποκάλυψης των ρεμάτων στη Napa της California και στην Urbana του Illinois στις αρχές της δεκαετίας του 1970, το έργο της αποκατάστασης του Strawberry Creek στο Berkeley της California στις ΗΠΑ (φωτ. 2.1) που πραγματοποιήθηκε το 1982-1984, θεωρείται ως το αρχέτυπο του daylighting και ενέπνευσε και πολλά άλλα αντίστοιχα έργα που ακολούθησαν (Pinkham, 2000).



Φωτ. 2.1 Removal of the culvert at Strawberry Creek in Berkeley, California in 1984. (before/after) Πηγή: MIT, (2012), <https://www.fivecreeks.org/>

Κατά την τελευταία δεκαετία, τα έργα αποκάλυψης των ρεμάτων αυξάνονται σταθερά στις Ηνωμένες Πολιτείες και είναι ακόμα πιο διαδεδομένα και σε περιοχές της Ευρώπης. Μόνο στην πόλη της Ζυρίχης, στην Ελβετία, από το 1988 έχουν αποκαλυφθεί πάνω από εννέα μίλια ρεμάτων και δικτύων αποχέτευσης ομβρίων.

Επίσης στην Αγγλία έχουν πραγματοποιηθεί αρκετά έργα αποκάλυψης ρεμάτων, όπως στο Liverpool, στη βορειοδυτική Αγγλία, στο Feltham κοντά στο Λονδίνο, στο York κ.ά. Στο Leeds η αποκάλυψη των ρεμάτων αποτελεί επίσημη πολιτική, αποθαρρύνοντας την κατασκευή οχετών και ενθαρρύνοντας την αποκάλυψη των θαμμένων ρεμάτων. Το 1999 έγινε η αποκάλυψη τμήματος του ποταμού Johannisbach στο Aachen της Γερμανίας, ενώ στη Δανία μέχρι τα μισά του 1999 είχαν πραγματοποιηθεί τουλάχιστον 33 έργα daylighting, τα οποία αποκάλυψαν αρκετά μίλια ρεμάτων, πρωτίστως σε αγροτικές περιοχές (Pinkham, 2000).

Παρομοίως στο Vancouver και στο Toronto του Καναδά έχουν εκτελεστεί αντίστοιχα έργα (Pinkham, 2000), καθώς και στη Σεούλ αποκαλύφθηκε το ρέμα Cheonggyecheon (φωτ. 2.2), έργο το οποίο αποτελεί ίσως το πιο προβεβλημένο παράδειγμα αποκάλυψης ρέματος διεθνώς.



Φωτ. 2.2 Cheonggyecheon Stream Restoration Project (before/after)

Πηγή: <https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration>

Ο σχεδιασμός της αποκάλυψης ενός αστικού ρέματος αποτελεί έργο σύμπραξης πολλών διαφορετικών επιστημών όπως της υδρολογίας, υδραυλικής, στατικής, γεωλογίας, τοπογραφίας, αρχιτεκτονικής, πολεοδομίας, οικολογίας, οικονομίας, συγκοινωνιακών έργων, ακόμα και κοινωνικών επιστήμων (Pinkham, 2000).

Β' ΜΕΡΟΣ

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ως περίπτωση μελέτης, για την εξέταση του ρόλου των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών, επιλέγεται και εξετάζεται η περιοχή του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας της Περιφερειακής Ενότητας Δυτικής Αττικής. Για την επιλογή της συγκεκριμένης περιοχής λήφθηκε υπόψη το πλούσιο ιστορικό πλημμυρών και ειδικότερα η καταστροφική πλημμύρα του Νοεμβρίου του 2017, η οποία αποτελεί την πιο πρόσφατη αλλά και μία από τις μεγαλύτερες καταστροφές στην ιστορία της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα θα αναλυθούν οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που έχουν γίνει στην **περιοχή** και στα δύο κυρίως ρέματα **Σούρες** και **Αγίας Αικατερίνης**.

Η περιοχή μελέτης χωρικά εντάσσεται στο Θριάσιο Πεδίο το οποίο οριοθετείται από το όρος Πατέρας στα δυτικά, την Πάρνηθα στα βόρεια και το Ποικίλο όρος ή όρος Αιγάλεω στα νοτιοανατολικά ενώ νότια βρέχεται από τον κόλπο της Ελευσίνας Εικ. 3.1 (George Varlas et. al, 2018).



Εικ. 3.1 Χάρτης που καταδεικνύει το Θριάσιο Πεδίο ανάμεσα στο όρος Πατέρας, Πάρνηθα, Αιγάλεω και τις πόλεις της Μάνδρας, της Νέας Περάμου και της Ελευσίνας. Πηγή: (George Varlas et. al, 2018)

3.1 Τεκτονικά - Γεωλογικά χαρακτηριστικά του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας

Τόσο το υπόβαθρο όσο και τα περιθώρια του Θριασίου πεδίου εντός του οποίου βρίσκεται η περιοχή μελέτης και διέρχονται τα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης,

δομείται από σχηματισμούς της Πελαγονικής ζώνης. Στη γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής συμμετέχουν επίσης τεταρτογενείς αποθέσεις.

Τεκτονική

Η πρώτη φάση τεκτονισμού (Άνω Ιουρασικό - Κάτω Κρητιδικό), η οποία χαρακτηρίζεται ως παλαιοαλπική, προκάλεσε την πτύχωση των σχηματισμών της Πελαγονικής ζώνης και παρήγαγε πτυχές με γενική διεύθυνση αξόνων ABA - ΔΝΔ και τοπικά Α - Δ. Κατά την εν λόγω ορογενετική φάση, η επαφή ασυμφωνίας των Μέσο - Κάτω Τριαδικών ασβεστόλιθων με τους υποκείμενους κλαστικούς σχηματισμούς του Νεοπαλαιοζωικού της Πελαγονικής ζώνης λειτούργησε ως επιφάνεια αποκόλλησης (εφίππευση), με αποτέλεσμα τον έντονο κερματισμό των δύο σχηματισμών κοντά στην επαφή τους. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος έχουν υποστεί δύο κύριες ορογενετικές φάσεις τεκτονισμού.

Η δεύτερη φάση τεκτονισμού (Ηώκαινο - Ολιγόκαινο), η οποία αποτελεί την κύρια αλπική ορογενετική φάση του Τριτογενούς, προκάλεσε την πτύχωση των σχηματισμών της «ενότητας Ανατολικής Ελλάδας» και ξαναπτύχωσε τους σχηματισμούς της Πελαγονικής ζώνης. Η φάση αυτή παρήγαγε πτυχές με γενική διεύθυνση αξόνων ΒΑ - ΝΔ (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.α., 2014).

Η περιοχή του Θριασίου Πεδίου αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα, αποτέλεσμα της επίδρασης της ρηξιγενούς τεκτονικής που διαμόρφωσε το παλαιοανάγλυφο, επί του οποίου αποτέθηκαν οι νεότεροι σχηματισμοί. Το βύθισμα αυτό ορίζεται από μικρά ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ - ΝΔ στο ανατολικό και δυτικό άκρο της και από μεγαλύτερα ρήγματα κύριας διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ στο βόρειο άκρο (παρυφές Πάρνηθας). Η επίδραση των ορογενετικών φάσεων και ο μεταγενέστερος ρηγματογόνος τεκτονισμός παρήγαγαν τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων / διαρρήξεων με κύριες διευθύνσεις, ABA - ΔΝΔ έως Α - Δ, ΒΑ - ΝΔ και ΒΔ - ΝΑ (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.α., 2014).

Γεωλογία

Η γεωλογική δομή της περιοχής περιλαμβάνει μεταλλικούς σχηματισμούς του Τεταρτογενούς και Νεογενούς στις πεδινές περιοχές, ενώ στις λοφώδεις εξάρσεις και τους ορεινούς όγκους εμφανίζεται το αλπικό κυρίως υπόβαθρο αποτελούμενο από μεταμορφωμένα και μη μεταμορφωμένα πετρώματα.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται κυρίως από μη μεταμορφωμένα πετρώματα, τα οποία πλευρικά, στις νότιες και ανατολικές παρυφές της Πάρνηθας και του όρους Αιγάλεω, μεταβαίνουν στα μεταμορφωμένα πετρώματα (Λέκκας Ε., 2018).

Το όρος Πατέρα, αποτελείται από ιζηματογενή πετρώματα σκληρού ασβεστόλιθου, όπως προαναφέρθηκε, τα δε εδάφη που δημιουργούνται είναι αργιλώδη, αργιλοπηλώδη, με PH 6-7. Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας, η περιοχή δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα διάβρωσης. Περιοχές με χαμηλή, μέτρια και κατά τόπους υψηλή εδαφική απώλεια εντοπίζονται στα βόρεια της ζώνης, στις απολήξεις της Πάρνηθας, βόρεια από τον Ασπρόπυργο (Τελική Έκθεση Γεν. Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, 2018).

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην υπό μελέτη περιοχή είναι οι παρακάτω (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.α., 2014) :

Ασβεστόλιθοι του μέσου - ανωτέρου Τριαδικού

Πρόκειται για ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες, λευκούς έως ανοικτότεφρους, άστρωτους έως παχυστρωματώδεις, κρυσταλλικούς, ισχυρά κερματισμένους και αποκαρστωμένους.

Πλειστοκαινικές προσχώσεις

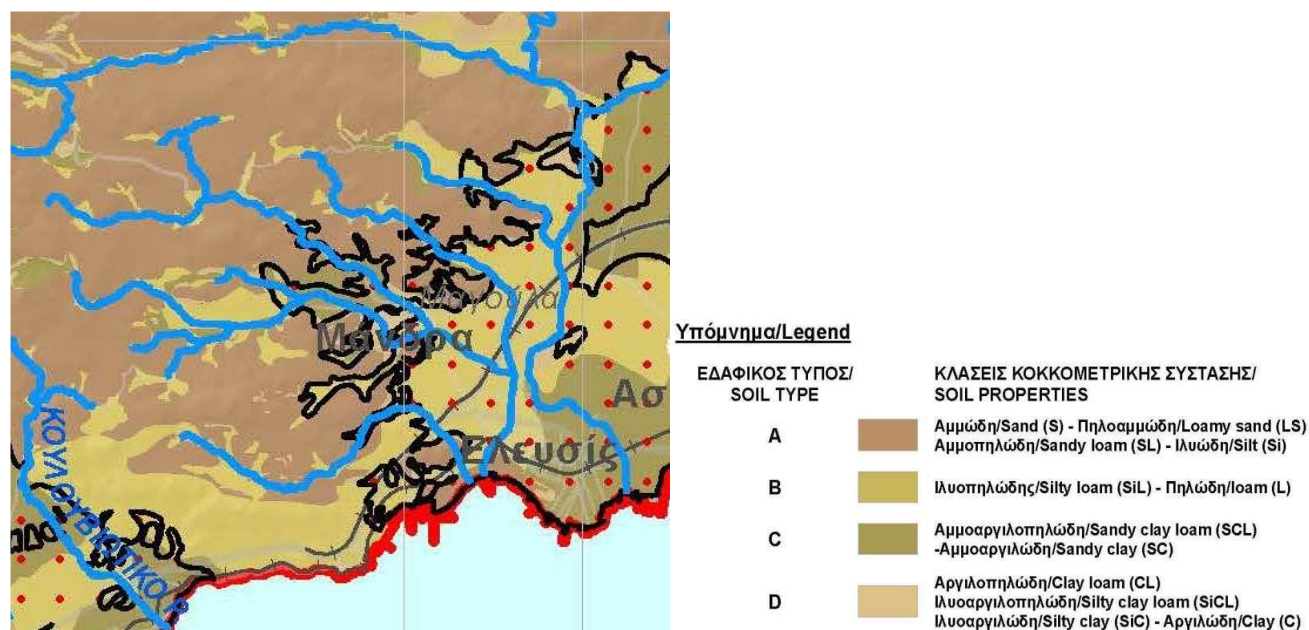
Πρόκειται για πλειστοκαινικές προσχώσεις και χειμαρρώδεις αποθέσεις και ριπίδια από κροκάλες, λατύπες και άμμους, ποικίλης προέλευσης και με μεταβαλλόμενη κατά θέσεις αναλογία. Σε πολλές θέσεις παρατηρείται ισχυρή διαγένεση των εδαφικών υλικών με το βάθος, με αποτέλεσμα τη σταδιακή μετατροπή τους σε συνεκτικά κροκαλοπαγή. Μεταξύ των τελευταίων παρεμβάλλονται ακανόνιστοι φακοειδείς ενστρώσεις καστανέρυθρου αμμούχου αργίλου με ασβεστιτικά συγκρίματα. Οι συγκεκριμένοι γεωλογικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν επιφανειακά το σύνολο σχεδόν της υπό μελέτη περιοχής, ενώ το πάχος τους αυξάνει προοδευτικά από τους ασβεστολιθικούς λόφους προς το εσωτερικό των πεδινών εκτάσεων και μπορεί να φθάσει κατά θέσεις έως 5 m.

Υλικά κοίτης ρέματος

Πρόκειται για χειμαρρικές προσχώσεις, προϊόντα αποσάθρωσης – διάβρωσης (αμμοχάλικα και αμμοάργιλοι με κροκάλες), το πάχος των οποίων δεν ξεπερνά το 0.5 m. Τα υλικά αυτά αναπτύσσονται εντός της φυσικής κοίτης των ρεμάτων Αγ. Αικατερίνης και Σούρες (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.α., 2014).

Όπως προκύπτει από τον **εδαφολογικό χάρτη** της ΕΓΥ για το Υδατικό Διαμέρισμα της Αττικής (Εικόνα 3.2), τα εδάφη της περιοχής είναι πρωτίστως εδαφικού τύπου Α (αμμώδη, πηλοαμμώδη, αμμοπηλώδη, ιλυώδη), δευτερευόντως Β (ιλοπηλώδη), ενώ

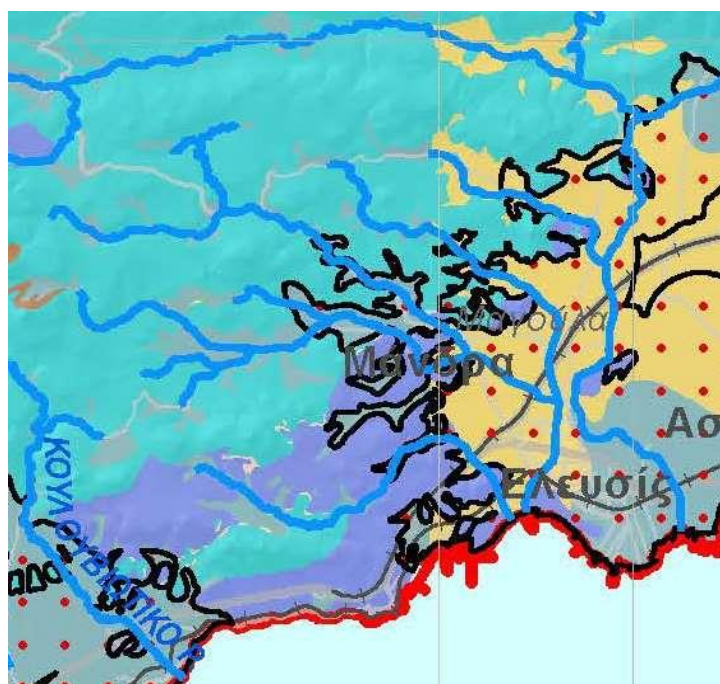
εμφανίζονται τοπικά και περιοχές εδαφικού τύπου C (αμμοαργιλοπηλώδη, αμμοαργιλώδη) (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).



Εικόνα 3.2 Εδαφολογικός χάρτης στην περιοχή μελέτης, από το αντίστοιχο σχέδιο διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας για λογαριασμό της ΕΓΥ.

Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Όπως προκύπτει από τον **υδρολιθολογικό χάρτη** της ΕΓΥ για το Υδατικό Διαμέρισμα της Αττικής (Εικόνα 3.3), τα εδάφη της περιοχής συνίστανται κατά κύριο λόγο από περατούς σχηματισμούς (ασβεστόλιθοι, μάρμαρα, κλαστικά κοκκώδη), ενώ εμφανίζονται τοπικά και ημιπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς). Τα εν λόγω εδάφη εμφανίζουν μέτρια (B1) έως πολύ υψηλή (C1) υδροπερατότητα (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).



Υπόμνημα/Legend

ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ / HYDROLITHOLOGY

Αδιαπέρατοι Σχηματισμοί

Ρωγματώδεις πυριγενείς και μεταμορφωμένοι σχηματισμοί, με έμφραξη λεπτόκοκκου κλάσματος A1

Ιζηματογενείς σχηματισμοί με έντονη παρουσία αργιλικού κλάσματος A2

Ημιπερατοί Σχηματισμοί

Ρωγματώδεις ιζηματογενείς σχηματισμοί, μέτριας υδροπερατότητας B1

Ιζηματογενείς σχηματισμοί με ποικίλη λιθολογική σύσταση και χαμηλό πορώδες, σχετικά μικρής υδροπερατότητας B2

Περατοί Σχηματισμοί

Ασβεστόλιθοι και μάρμαρα εκτεταμένης ανάπτυξης, πολύ υψηλής υδροπερατότητας C1

Ασβεστόλιθοι, περιορισμένης ανάπτυξης, υψηλής υδροπερατότητας C2

Κλαστικά κοκκώδη με υψηλό πορώδες τοπικά, εκτεταμένης ανάπτυξης, μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας C3

Εικόνα 3.3 Υδρολιθολογικός χάρτης στην περιοχή μελέτης, από το αντίστοιχο σχέδιο διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας για λογαριασμό της ΕΓΥ.

Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

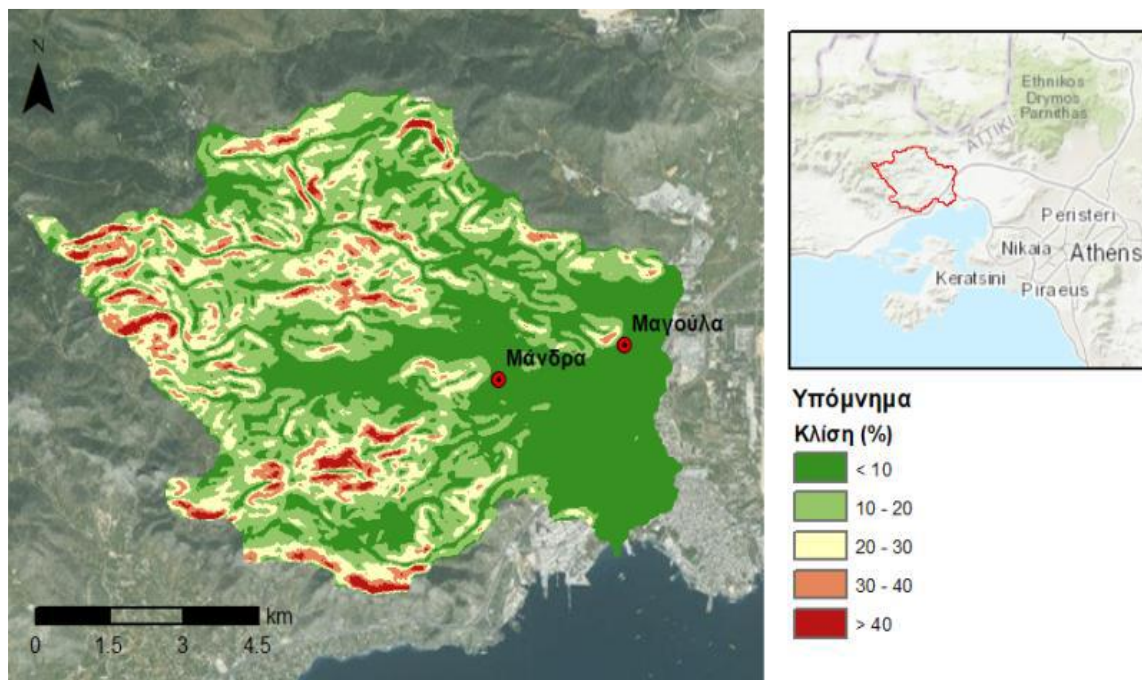
3.2 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Τη μεγαλύτερη έκταση στην ενότητα Δήμων Θριάσιου Πεδίου, Δυτικής Αττικής καταλαμβάνει με ποσοστό 61% ο Δήμος Μάνδρας- Ειδυλλίας και πιο συγκεκριμένα η Δημοτική Ενότητα Μάνδρας. Το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται ορεινό στο δυτικό και βόρειο τμήμα της (600m έως 800m), ημιορεινό έως λοφώδες στη ζώνη των 100m έως 600m και πεδινό προς τη παραλιακή ζώνη –νοτιοανατολικά– καθώς και στις κοιλάδες των ποταμών (0m έως 100m).

Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από ήπιες μορφολογικές κλίσεις της τάξης των 2% έως 17%. Μορφολογικές κλίσεις μεγαλύτερες του 17% παρατηρούνται σε ένα σημαντικό τμήμα της περιοχής μελέτης, στις πλαγιές των ορεινών όγκων (Εικόνα 3.4) (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014).

Οι σημαντικές μορφολογικές κλίσεις και οι πολλοί ορεινοί όγκοι δημιουργούν μικρές λεκάνες απορροής με μεγάλη κλίση στα ορεινά τους τμήματα (ανάντη τμήματα). Αυτό οδηγεί σε σχετικά μικρούς χρόνους συγκέντρωσης των υδάτων και επομένως καθιστά την περιοχή ευαίσθητη σε καταιγίδες μικρής διάρκειας αλλά μεγάλης έντασης (όπως αυτή της 15ης Νοεμβρίου 2017 στη Μάνδρα). Οι μεγάλες κατά τόπους μορφολογικές

κλίσεις οδηγούν σε μεγάλες ταχύτητες ροής των υδάτων κυρίως στα ανάντη των πεδινών τμημάτων. Οι μεγάλες ταχύτητες ενισχύουν τη διάβρωση και επομένως τη στερεομεταφορά κατά τη διάρκεια της πλημμύρας (Λέκκας Ε., 2018).



Εικόνα 3.4 Οι κλίσεις στη λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης.
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

3.3 Υδρογεωλογικά στοιχεία

Η υπό μελέτη περιοχή αποτελεί τμήμα της λεκάνης απορροής που ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα της Αττικής (GR06), στο οποίο το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 411 mm και η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 °C έως 18 °C, σύμφωνα με στοιχεία που δημοσιεύονται στην Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).

Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής του Θριασίου Πεδίου χαρακτηρίζεται ως αρκετά πυκνό και αποτελείται κυρίως από εποχιακής ροής χειμάρρους. Ο αποδέκτης της απορροής της λεκάνης είναι ο κόλπος της Ελευσίνας.

Οι κυριότεροι χειμάρροι στην περιοχή της Μάνδρας – Ειδυλλίας είναι, ο Σαρανταπόταμος, το **ρέμα Σούρες, Αγ. Αικατερίνης** (Κατσιμήδι), Σκυλόρεμα (Τελική Έκθεση Γεν. Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, 2018).

Πιο συγκεκριμένα τα ρέματα που πρόκειται να μελετηθούν περιγράφονται ακολούθως:

α. Ρέμα Σούρες

Το ρέμα Σούρες έχει στενόμακρη λεκάνη απορροής με συνολικό εμβαδόν 22.985 στρέμματα με ομαλό ανάγλυφο (ΓΕΩΤΕΕ, 2017).

Προέρχεται από τη συμβολή δύο ρεμάτων που ενώνονται στη θέση Άγιος Χαράλαμπος. Πρόκειται για το ρέμα **Σκυλόρεμα** (περιοχή Κοκκιναριά) και το ρέμα **Αγίου Σωτήρα** (περιοχή Ράχη Σωτήρος) (Εικόνα 3.5) (ΓΕΩΤΕΕ, 2017).

Το ρέμα **Σκυλόρεμα**, εντοπίζεται στη Β-ΒΔ περιοχή της πόλης της Μάνδρας. Συγκεντρώνει τα νερά του από την περιοχή Κοκκιναριά, έχει διαμορφωμένη κοίτη, συλλέγει τα νερά από το δυτικό τμήμα της λεκάνης και έχει σημαντικές κλίσεις. Στο ύψος της περιοχής **Αγ. Χαράλαμπος** συμβάλει και ο δευτερεύον κλάδος από τη Ράχη Σωτήρος και συνεχίζει κατά μήκος της ΠΕΟΑΘ ως **χείμαρρος Σούρες**.

Το κατάντη τμήμα του ρέματος Σούρες διασχίζει τον αστικό ιστό της πόλης στην ανατολική πλευρά του και στο νοτιοανατολικό άκρο της πόλης της Μάνδρας, πριν την Π.Ε.Ο. Αθήνας - Θήβας ο υφιστάμενος αγωγός Κοροπούλη εκβάλλει στο ρέμα Σούρες. Κατάντη της Π.Ε.Ο. Αθήνας - Θήβας, και με κατάλληλο έργο διευθέτησης το ρέμα Σούρες εκβάλλει στον Σαρανταπόταμο (Τελική Έκθεση Γεν. Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, 2018).

Τμήμα του ρέματος Σούρες είναι χαρακτηρισμένο ως Ιδιαίτερου Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος σύμφωνα με την Υ.Α. 9173/1642 (ΦΕΚ 281/Δ/ 23-03-1993), μεταξύ άλλων 55 ρεμάτων στο Ν. Αττικής (Τελική Έκθεση Γεν. Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, 2018).

β. Ρέμα Αγ. Αικατερίνης (Κατσιμήδι)

Το εν λόγω ρέμα εντοπίζεται Δ-ΒΔ της πόλης της Μάνδρας. Προέρχεται από τη συμβολή των δύο κυρίων χειμάρρων που διαρρέουν και συλλέγουν τα νερά από την ευρύτερη λεκάνη απορροής. Πρόκειται για τον **χείμαρρο Κατσιμήδι** και τον **χείμαρρο Οσίου Μελετίου** (Εικόνα 3.5) (ΓΕΩΤΕΕ, 2017)

Η λεκάνη απορροής έχει εμβαδό συνολικά 22.282 στρέμματα με ομαλό ανάγλυφο και υψόμετρο που κυμαίνεται από 62μ. στο σημείο που ενώνεται με το ρέμα Σούρες νοτιοανατολικά της πόλης της Μάνδρας, έως 659 στην κορυφή Κατακάλι δυτικά της Μάνδρας.

Οι χείμαρροι **Κατσιμήδι** και **Οσίου Μελετίου**

Ο χείμαρρος **Κατσιμήδι** συλλέγει τα νερά από το βορειοδυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής του ρέματος **Αγ. Αικατερίνης**. Έχει σημαντικό μήκος και κλίσεις. Στο κατώτερο τμήμα του δεν έχει διαμορφωμένη κοίτη, αφού διέρχεται από καλλιεργημένους αγρούς (ΓΕΩΤΕΕ, 2017).

Ο χείμαρρος που έρχεται από τον **Όσιο Μελέτιο**, έχει σαφή και διαμορφωμένη κοίτη, συλλέγει τα νερά από το νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης και έχει σημαντικές κλίσεις.

Η πεδινή κοίτη του ρέματος **Αγ. Αικατερίνης**, είναι σαφής και σχετικά καλά εγκιβωτισμένη εκτός από το τμήμα της που περνά μέσα από τη πόλη της Μάνδρας μέχρι και την εκβολή του στο χείμαρρο Σούρες. Στο τμήμα αυτό του χείμαρρου (μήκους 930,00 μ. περίπου) από το όριο της επέκτασης του Σχεδίου Πόλης μέχρι το όριο του παλαιού σχεδίου (οδός Ομήρου) η φυσική κοίτη είναι ανεπαρκής. Τα πλημμυρικά νερά διαχέονται επιφανειακά στην περιοχή της επέκτασης του σχεδίου πόλης και φθάνουν στο όριο του παλαιού Σχεδίου Πόλεως (οδός Ομήρου) απ' όπου παροχετεύονται προς τα κατάντη από τον κατασκευασμένο αγωγό επί των οδών Ομήρου, Στρ. Ρόκα, Αγ. Αικατερίνης και Κοροπούλη, ο οποίος εκβάλλει στο �έμα Σούρες (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.α., 2014).

Η υπό μελέτη λεκάνη απορροής (Εικόνα 3.5) αναπτύσσεται στο μεγαλύτερο μέρος της σε πεδινή τοπογραφία, ενώ στα δυτικά της το ανάγλυφο γίνεται ημιορεινό-ορεινό λόγω του όρους Πατέρας, με μέγιστο υψόμετρο 1132 m. Στην Εικόνα 3.5 παρουσιάζεται η λεκάνη απορροής με τα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης, όπως περιγράφονται παραπάνω.

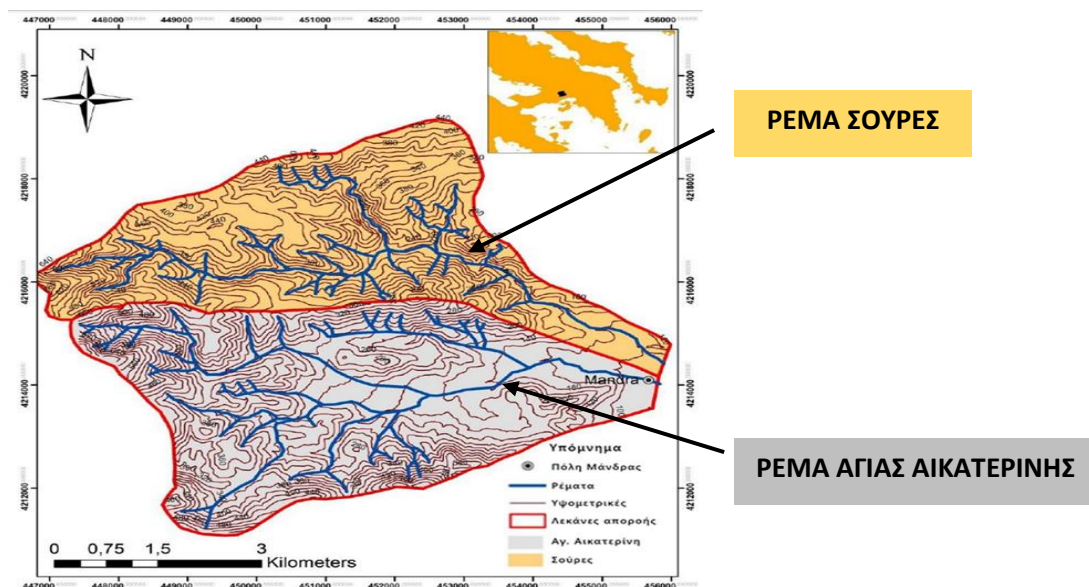


- Η λεκάνη απορροής των δύο ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης
- Τα ρέματα Σούρες και Αγία Αικατερίνη
- Τμήμα του ρέματος Αγίας Αικατερίνης που διέρχεται μέσα από την πόλη της Μάνδρας μέσω αγωγού της ΕΥΔΑΠ.

Εικ. 3.5 Η λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης με τα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης. Ιδία επεξεργασία

Πηγή υποβάθρου: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Στην Εικ. 3.6 φαίνονται οι δύο υπολεκάνες απορροής των ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης.



Εικ. 3.6 Υπολεκάνες απορροής των ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης
Πηγή: Soulios, G., et al., 2018)

3.4 Διοικητικά – Δημογραφικά - Οικονομικά χαρακτηριστικά του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας

3.4.1 Διοικητικά χαρακτηριστικά

Ο Δήμος Μάνδρας – Ειδυλλίας εντάσσεται στην Περιφερειακή Ενότητα Δυτικής Αττικής και στη Περιφέρεια Αττικής (Εικ. 3.7) Συστάθηκε με το νόμο 3852/2010 με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Μάνδρας, Ερυθρών, Βιλίων και της κοινότητας Οινόης (<https://mandras-eidyllias.gr/>)



Εικ. 3.7 Η θέση του Δήμου στην Περιφέρεια Αττικής

Ο Δήμος Μάνδρας – Ειδυλλίας συνορεύει νότια και ανατολικά με το Δήμο Ελευσίνας και την κοινότητα Μαγούλας αντίστοιχα, νοτιοδυτικά με το Δήμο Μεγαρέων, βόρεια-βορειοδυτικά με το Δήμο Θηβαίων (Π.Ε. Βοιωτίας), βόρεια-βορειοανατολικά με το Δήμο Τανάγρας και δυτικά βρέχεται από τον Κορινθιακό Κόλπο Εικ. 3.8



Εικ. 3.8 Η θέση του Δήμου στην Περιφερειακή Ενότητα Δυτικής Αττικής και η γειτνιάσή του με τους όμορους Δήμους
Πηγή: (Χουρδάκης, 2015)

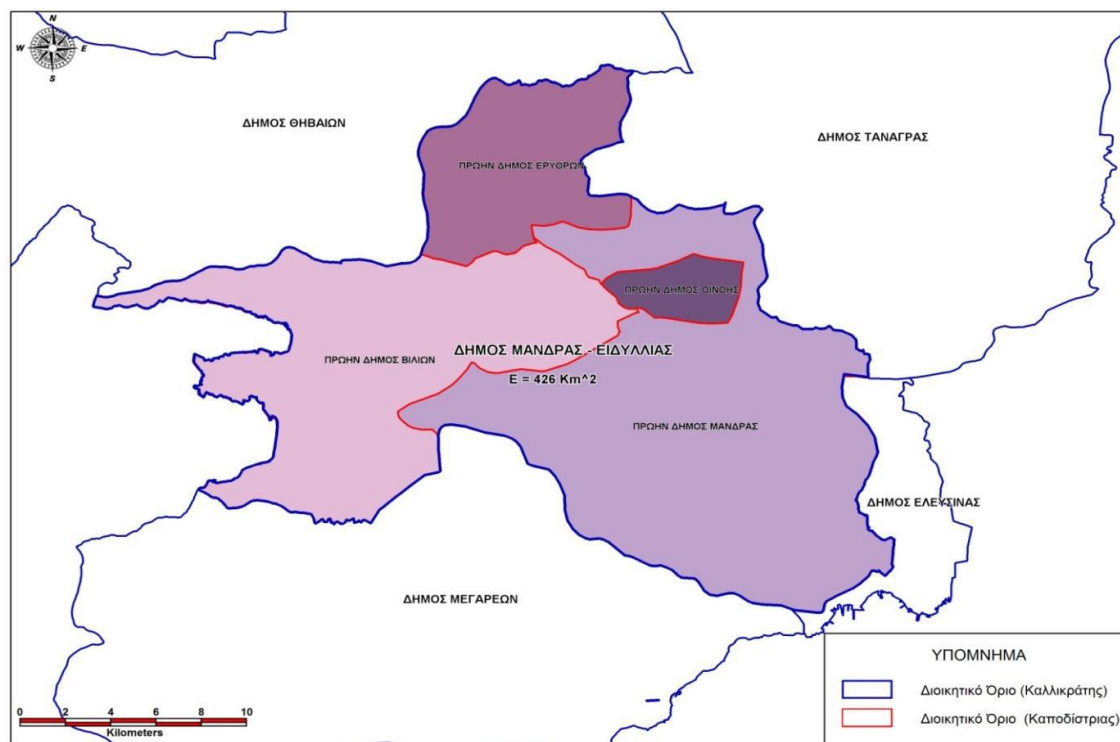
Ο Δήμος Μάνδρας – Ειδυλλίας έχει έκταση 426.26 Km² και είναι ο μεγαλύτερος στο Νομό Αττικής και ένας από τους μεγαλύτερους σε έκταση δήμους της χώρας μας. Κατέχει μεγάλο μέρος της ενδοχώρας Δυτικής Αττικής και κατέχει παράκτια ζώνη μόνο στον Κορινθιακό στο Δημοτικό Διαμέρισμα Βιλίων, αλλά όχι στον Σαρωνικό παρότι πλησιάζει την ακτή.

Ο Δήμος χωρίζεται σε 4 Δημοτικές Ενότητες, οι οποίες ταυτίζονται με τα όρια των Δήμων και της Κοινότητας που συνενώθηκαν για τη δημιουργία του Πιν. 3.1, Εικ. 3.9 Ειδικότερα η Δημοτική Ενότητα Μάνδρας έχει έκταση 205,77 Km² και καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση του Δήμου (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας (2011-2014).

ΔΗΜ.ΕΝΟΤΗΤΑ	ΕΚΤΑΣΗ	ΑΝΑ Τ.ΧΑΜ.
ΜΑΝΔΡΑΣ	205,77	62,17
ΕΡΥΘΡΩΝ	61,15	54,40
ΒΙΛΙΩΝ	144,85	22,20
ΟΙΝΟΗΣ	14,43	53,01
ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ	426,26	

Πιν. 3.1 Έκταση Δημοτικών Ενοτήτων Δήμου Μάνδρας - Ειδυλλίας

Πηγή: (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας (2011-2014))



Εικ. 3.9 Διοικητική διαίρεση του Δήμου σε δημοτικές Ενότητες πριν τον Καλλικράτη
Πηγή: (Χουρδάκης, 2015)

Ο ρόλος του Δήμου στον ευρύτερο εθνικό χώρο, αλλά και κυρίως της χωρικής ενότητας εκείνης του Δήμου, που παρουσιάζει εγγύτητα στον άξονα της Αττικής Οδού και της Εθνικής οδού Αθηνών – Κορίνθου, έχει επηρεαστεί από τον μητροπολιτικό χαρακτήρα της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής της πρωτεύουσας. Επίσης η ύπαρξη του κύριου οδικού άξονα της παλαιάς Εθνικής οδού Αθηνών – Θηβών, υπεραστικής

σημασίας, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία και τη δυναμική του Δήμου (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014).

3.4.2 Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ για το έτος 2011 ο συνολικός πληθυσμός των μόνιμων κατοίκων του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας είναι 17.885 άτομα και μέση πυκνότητα πληθυσμού 41,96 κατοίκους ανά τ.χμ., ενώ για το 2001 ήταν 20.098 άτομα. Η μείωση αυτή μπορεί και να οφείλεται κατά ένα μέρος στη δυσχερή οικονομική κατάσταση που έχει περιέλθει ολόκληρη η χώρα τα τελευταία κυρίως χρόνια, απόρροια της οικονομικής κρίσης, καθώς και στην αστικοποίηση για λόγους που έχουν να κάνουν κυρίως με της εύρεση εργασίας δεδομένου ότι οι δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με την πρωτογενή παραγωγή στην περιοχή έχουν αρχίσει να εγκαταλείπονται.

Ειδικότερα στην ΔΕ Μάνδρας ο πληθυσμός είναι 11.327 κάτοικοι. Ο πληθυσμός της Δ.Ε. Μάνδρας παρουσιάζει συνεχή αύξηση από την δεκαετία του '50 μέχρι και σήμερα με μεταβαλλόμενους αλλά σταθερούς ρυθμούς μεταβολής. Παρατηρείται σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία το 1961 η αύξηση είναι της τάξης του 16,8%, (από 3857 κατοίκους το 1951 σε 4636 κατοίκους το 1961), το 1971 η αύξηση φθάνει το 37% (σε σχέση με το 1961) και το 2001 η αύξηση είναι 42% (σε σχέση με το 1971) (Πίν. 3.2)

Έτος	1928	1940	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011
Πληθ.	2.768	3.246	3.857	4.636	7.360	7.972	10.012	12.792	12.888

Πίν. 3.2 Στατιστικά στοιχεία σχετικά με την πληθυσμιακή εξέλιξη της περιοχής.

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, ίδια επεξεργασία

Η αύξηση αυτή του πληθυσμού οφείλεται κυρίως:

- Στην εσωτερική μετανάστευση, που ακολούθησε την αυξημένη ζήτηση εργασίας
- Το χαμηλό κόστος της γης (χαμηλό κόστος κατοικίας και γης από εσωτερική μετανάστευση, σε αναζήτηση εργασίας)
- Στη μαζική εγκατάσταση βιομηχανικών και άλλων δραστηριοτήτων στην περιοχή

Η αύξηση του πληθυσμού και η μεγάλη συγκέντρωση δραστηριοτήτων δεν συνοδεύτηκαν από τον σχεδιασμό ανάπτυξης των οικισμών με συνέπειες όπως:

- Την άναρχη και αυθαίρετη δόμηση

- Τη ρύπανση του περιβάλλοντος
- Το χαμηλό επίπεδο των παρεχόμενων κοινωνικών υπηρεσιών
- Την ασυμβατότητα των χρήσεων γης

Η αύξηση αυτή (αποτέλεσμα της συγκέντρωσης οικονομικών δραστηριοτήτων) σε συνδυασμό με την απουσία ρυθμιστικών και αναβαθμιστικών παρεμβάσεων δημιούργησε σοβαρά πολεοδομικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα.

3.4.3 Οικονομικά χαρακτηριστικά

Η εξέταση των χαρακτηριστικών του εργατικού δυναμικού της περιοχής μελέτης, σύμφωνα με τα στοιχεία των Απογραφών Πληθυσμού της ΕΣΥΕ (2001) αντικατοπτρίζει το χαρακτήρα της αγοράς εργασίας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του εργατικού δυναμικού, της απασχόλησης και της ανεργίας, όπως εμφανίζονται στον Πίν. 3.3 είναι τα εξής:

- Στην περιοχή του Δήμου Μάνδρας το ποσοστό, κατά το 2001, του οικονομικά ενεργού πληθυσμού ανέρχεται στο 40,86% του συνολικού πληθυσμού.
- Η ένταση της ανεργίας (ποσοστό ανεργίας) στην περιοχή του Δήμου Μάνδρας κατά το 2001 ανέρχεται σε ποσοστό 10,73%

Χωρική Ενότητα	Οικονομικώς ενεργός πληθυσμός	Οικονομικώς ενεργοί				Οικονομικώς μη ενεργός πληθυσμός
		Απασχολούμενοι		Άνεργοι		
		Αριθμ.	%	Αριθμ.	%	
ΔΗΜΟΣ ΜΑΝΔΡΑΣ	5.227	4.666	89,26	561	10,73	6.136

Πίν. 3.3, Πηγή: στοιχεία απογραφών 2001, ΕΛΣΤΑΤ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014)

Σχετικά με τα ποσοστά απασχόλησης στο Δήμο, ο πρωτογενής τομέας ανέρχεται σε 1,61%, ο δευτερογενής σε 37,08% και ο τριτογενής τομέας σε 46,22% του ΟΕΠ του Δήμου.

Η απασχόληση στην περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από τον έντονο κλαδικό προσανατολισμό προς τον δευτερογενή με έμφαση στις βιομηχανίες, τις βιοτεχνίες και

τα επαγγελματικά εργαστήρια και τριτογενή τομέα και ιδιαίτερα χονδρεμπόριο, αποθήκευση («logistics») (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014)

3.5 Χωροταξικά – Πολεοδομικά χαρακτηριστικά - Χρήσεις Γης

Στο Δήμο Μάνδρας – Ειδυλλίας το ποσοστό της έκτασης των μη αστικών χρήσεων γης είναι ιδιαίτερα υψηλό με κυρίαρχες χρήσεις τις δασικές εκτάσεις και τη γεωργική γη. Στο σύνολο της έκτασης εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου Μάνδρας- Ειδυλλίας εντοπίζονται πέραν του συνεκτικού οικιστικού τμήματος της πόλης της Μάνδρας, οι γενικευμένες χρήσεις γης, όπως η γεωργική γη, τα δάση, οι χορτολιβαδικές εκτάσεις, ιδιαίτερες χρήσεις και οικιστική χρήση.

Ως επικρατούσα χρήση παρουσιάζονται οι δασικές εκτάσεις (ποσοστό της τάξης του 79,53% στη Δημοτική Ενότητα Μάνδρας), ενώ οι οικιστικές χρήσεις καλύπτουν το 3,04% της έκτασης της Δημοτικής Ενότητας Μάνδρας, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται σε αυτό η ανοικοδόμηση των τελευταίων 6 ετών και η παρόδια δόμηση, καθώς και η δόμηση κατοικιών β' κατοικίας στις ορεινές, ημιορεινές και λοφώδεις περιοχές.

Ο ορεινός χώρος της περιοχής μελέτης, αποτελεί το βασικό πυρήνα του Δήμου και εκτείνεται σε πολύ μεγάλο μέρος της έκτασης του. Η Παλαιά Εθνική Οδός Αθηνών - Θηβών, διέρχεται από τον ημιορεινό και ορεινό χώρο, διασχίζοντας τον Δήμο κι έχει παίξει και συνεχίζει να διαδραματίζει ένα ιδιαίτερα σημαντικό όσο και διττό ρόλο στην Δυτική Αττική ενώ λειτουργεί σαν απειλή στην διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος του ορεινού χώρου (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014).

Βασικά χαρακτηριστικά της ζώνης αυτής είναι η παρουσία μεγάλων δασικών εκτάσεων στα οποία παρεμβάλλονται αρχαιολογικοί χώροι, οικιστικές περιοχές, περιοχές β' κατοικίας και τμήματα που διατηρούνται ακόμα σχετικά άθικτα από την ανθρώπινη παρέμβαση και εκτείνονται κατά μήκος της παλαιάς Ε.Ο. Αθηνών - Θηβών προς Βίλλια και Πόρτο Γερμενό, όπου απαντώνται και περιοχές με ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον.

Η μακροχρόνια επίδραση του ανθρώπου στα οικοσυστήματα της περιοχής έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφόρων κατηγοριών κάλυψης γης από φυσικές και

ανθρωπογενείς δραστηριότητες, οι οποίες ομαδοποιούνται ως ακολούθως για το Δήμο Μάνδρας και βάσει της ανάλυσης του συστήματος Corine⁸:

- Περιοχές με συνεχή και διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, βιομηχανίες/εμπόριο, χώρους εξόρυξης ορυκτών,
- Αγροτικές περιοχές που διακρίνονται σε αρόσιμη γη (μη – αρδεύσιμη ή μόνιμα αρδευόμενη), μόνιμες καλλιέργειες (ελαιώνες, αμπελώνες, οπωροκηπευτικά) και ετερογενείς αγροτικές περιοχές (σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, γεωργική γη με εκτάσεις φυσικής βλάστησης).
- Δάση και μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις με σκληρόφυλλη βλάστηση.
- Κυρίαρχη χρήση στον εξωοικιστικό χώρο φαίνεται να είναι οι δασικές εκτάσεις (μεικτά δάση, πλατύφυλλα δάση, χέρσα γη κλπ). Ειδικότερα η νότια και δυτική περιοχή του Δήμου είναι επίπεδη με λοφώδεις σχηματισμούς και περιβάλλεται από τους ορεινούς όγκους του Πατέρα και του Κιθαιρώνα και της Πάστρας βόρεια.
- Στο σημείο αυτό αξίζει να γίνει αναφορά στην έκταση που καταλαμβάνουν περίπου 30 ανεμογεννήτριες στο βορειότερο άκρο του Δήμου (στα σύνορα με το Νομό Βοιωτίας), τις οποίες εκμεταλλεύεται για την παραγωγή ενέργειας ιδιωτική εταιρεία.
- Εκτός από τις απογεγραμμένες χρήσεις γης στα όρια του Δήμου, συναντώνται σημειακές χρήσεις γης μεταποίησης, βιοτεχνίας εξόρυξης, εμπορίου κι αναψυχής κ.α. Η βιοτεχνία και η βιομηχανία χωροθετείται κυρίως νότια του οικιστικού πυρήνα καθώς και στο μέρος του Δήμου που συνορεύει με την Αττική και την Εθνική Οδό

(Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014)

Η Δημοτική Ενότητα Μάνδρας αναπτύσσεται σε 12 οικισμούς οριοθετημένους και μη. Από το σύνολο των οικισμών του Δήμου, η πόλη της Μάνδρας έχει το μεγαλύτερο πληθυσμό ήτοι 10.947 κατοίκους. Τμήμα του οικιστικού ιστού της πόλης αποτελεί οικισμό προϋφιστάμενο του 1923.

⁸ CORINE Land Cover αποτελεί Χαρτογράφηση χρήσεων – καλύψεων γης στα κράτη – μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Αμέσως μετά τη Μάνδρα, που αποτελεί και τον μεγαλύτερο οικισμό με τον περισσότερο αστικό χαρακτήρα συγκεντρώνοντας μέρος διοικητικών και εμπορικών δραστηριοτήτων, βρίσκεται η Αγία Σωτήρα (ή κατά ΕΣΥΕ Αγ. Σωτήρ) με μεγάλη διαφορά και πληθυσμό περίπου 496 κατοίκων καθώς και η Νέα Ζωή με 443 κατοίκους, που ουσιαστικά εφάπτεται με τη Μάνδρα και αποτελεί Πολεοδομική Ενότητα του υφιστάμενου ΓΠΣ (ΠΕ 5).

Στο σύνολο του Δήμου υπάρχουν 3 οικισμοί, (συμπεριλαμβανομένης και της Μάνδρας), οι οποίοι διαθέτουν πληθυσμό άνω των 300 κατοίκων χωρίς ωστόσο να θεωρούνται ιδιαίτερα δυναμικοί. Κάποιοι από τους προαναφερθέντες οικισμούς είτε αποτελούν οικισμούς - δορυφόρους της πόλης της Μάνδρας (π.χ. Νέα Ζωή), είτε έχουν καθαρά εξωστικό/εξωοικιστικό χαρακτήρα.

Από τους 12 οικισμούς που απέγραψε η ΕΣΥΕ το 2001, δεν υπάρχει κανένας οριοθετημένος οικισμός εκτός από την πόλη της Μάνδρας που διαθέτει Εγκεκριμένο Ρυμοτομικό Σχέδιο ως υφιστάμενος προ του 1923 οικισμός.

Επίσης, εκτός επίσημων καταλόγων των οικισμών κατά ΕΣΥΕ, υφίσταται ο οικισμός Πανόραμα-Τιτάν με Εγκεκριμένο Ρυμοτομικό Σχέδιο (ΦΕΚ 57/Δ/17-3-1969) ενώ τέλος στην περιοχή Τρίκερι, υπάρχει εγκεκριμένο όριο και Εγκεκριμένο Ρυμοτομικό Σχέδιο (ΦΕΚ 9/Δ17-1-1969) αλλά δεν υπάρχει κατοίκηση. Οι υπόλοιποι 10, κατά ΕΣΥΕ, οικισμοί είναι μη οριοθετημένοι.

Η υφιστάμενη θεσμοθετημένη οικιστική ανάπτυξη στον Δήμο Μάνδρας περιλαμβάνει 7 οικισμούς με εγκεκριμένο Ρυμοτομικό Σχέδιο (Μάνδρα, Παπακώστα, Εργατικών Πολυκατοικιών, Περιοχής Εργατικών Πολυκατοικιών, Αγ. Αικατερίνη, Εξοχικός Συνεταιρισμός «Τιτάν», περιοχή «Τρίκερι».

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν κάποιες οικιστικές συγκεντρώσεις οι οποίες δεν αποτελούν οριοθετημένους οικισμούς, αλλά μέχρι πρότινος εκτός σχεδίου περιοχές οι οποίες σταδιακά αποτέλεσαν περιοχές επέκτασης του σχεδίου πόλης και σήμερα εντοπίζονται κυρίως στην περιαστική περιοχή της πόλης της Μάνδρας ως περιοχές μόνιμης κατοικίας προαστιακού χαρακτήρα (πχ «Ν. Ζωή – Πύλιζα»).

Εκτός σχεδίου δόμηση με χρήση κατοικία εντοπίζεται σε θέσεις του περιαστικού χώρου της πόλης της Μάνδρας είτε με τη μορφή μεμονωμένων αγροικιών είτε με τη μορφή μικρών οικιστικών πυρήνων. Επιπλέον εκτός σχεδίου βρίσκονται και κάποιες μεμονωμένες παραγωγικές δραστηριότητες των τομέων της μεταποίησης και της βιομηχανίας-βιοτεχνίας.

Σε γενικές γραμμές, η οικιστική ανάπτυξη του Δήμου εμφανίζεται συμπαγής όσον αφορά τον πυρήνα του και εκτατική στο κομμάτι των επεκτάσεων (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014)

Η **Δημοτική Ενότητα Μάνδρας** διακρίνεται σε τρεις επιμέρους διαφορετικές χωρικές ενότητες :

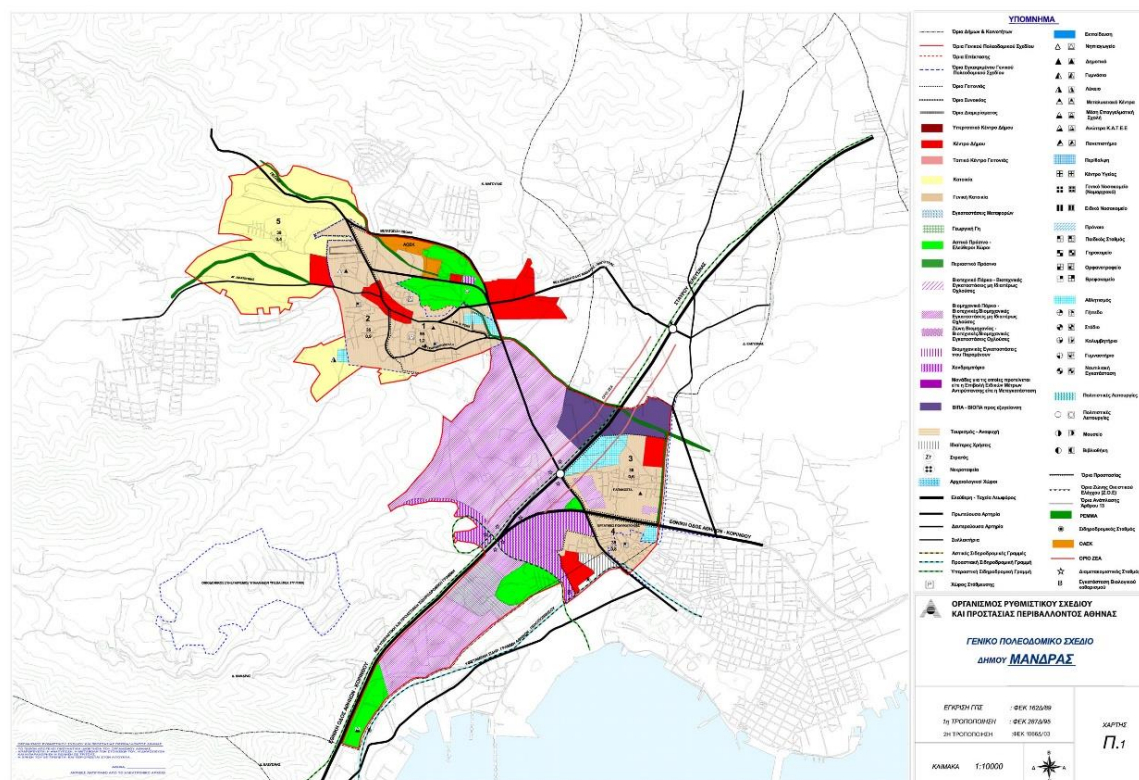
- **Αστικό Κέντρο Μάνδρας:** Το αστικό κέντρο της Μάνδρας αποτελεί μία ξεχωριστή ενότητα, καθώς αποτελεί μία δυναμική οικιστική συγκέντρωση που συνεχώς παρουσιάζει πληθυσμιακή αύξηση. Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνεται και η οικιστική συγκέντρωση της Νέας Ζωής που είναι συνεχόμενη με τον οικισμό Μάνδρας. Η καλή ποιότητα ζωής και η εγγύτητα από το κέντρο της Αθήνας ευνοούν την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για κατοικία στην περιοχή της Μάνδρας. Η πόλη της Μάνδρας είναι αυτόνομη κι εξυπηρετεί όλο τον Δήμο ως έδρα του αλλά και εμπορικό και διοικητικό του κέντρο. Η γειτνίαση με το ακόμη πιο δυναμικό κέντρο της πόλης της Ελευσίνας ευνοεί την λειτουργία της πόλης της Μάνδρας περισσότερο σαν περιοχή κατοικίας.
- **Η επιχειρηματική ζώνη** κι οι περιοχές που συγκεντρώνεται η βιομηχανία κι οι αποθήκες. Η περιοχή αυτή είναι κυρίως γραμμική και περιλαμβάνει τις περιοχές εκατέρωθεν του εθνικού οδικού δικτύου (ΠΕΟΑΚ, ΝΕΟΑΚ, Αττική οδός) και τις θεσμοθετημένες βιομηχανικές περιοχές ή επιχειρηματικά πάρκα που χωροθετούνται νότια της ΝΕΟΑΚ και βόρεια της ΠΕΟΑΚ και εκατέρωθεν της Αττικής Οδού. Στις περιοχές αυτές είναι εγκατεστημένες επιχειρήσεις του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα της οικονομίας, διαμετακομιστικά κέντρα, logistics, μεταποιητικές μονάδες και άλλες επιχειρήσεις.
- **Η ενδοχώρα:** Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνεται η ενδοχώρα του Δήμου και κυρίως η εξωαστική περιοχή και όλο το υπόλοιπο τμήμα του που δεν περιλαμβάνεται σε καμία από τις παραπάνω δύο ενότητες. Σε αυτή την ενότητα ανήκει το σύνολο των ορεινών όγκων του Δήμου, των οικιστικών συγκεντρώσεων α' και β' κατοικίας, ο οριοθετημένος οικισμός Παρόραμα, και η αγροτική και δασική γη. Ο χαρακτήρας της ενότητα αυτής είναι κυρίως αγροτικός καθώς η πυκνότητα δόμησης είναι ιδιαίτερα μικρή και υπερισχύει το στοιχείο της φύσης (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014).

Το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μάνδρας εγκρίθηκε το 1989 με το ΦΕΚ 162/Δ/17-03-89 περί «*Εγκρισης Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) Δήμου Μάνδρας*» το οποίο θέτει ως βασικούς στόχους την πολεοδομική οργάνωση του Δήμου, τη λήψη μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος και τη διαμόρφωση προτάσεων για το κυκλοφοριακό δίκτυο και τα δίκτυα υποδομών.

Στη συνέχεια ακολουθεί μια εκτεταμένη σειρά εγκρίσεων -τροποποιήσεων του Γ.Π.Σ. του Δήμου Μάνδρας:

- Με το ΦΕΚ 518/24-08-1989 περί «*εγκρίσεως τμήματος του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου του Δήμου Μάνδρας*» εγκρίνεται το ΓΠΣ Δήμου Ελευσίνας και τμήμα του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Δήμου Μάνδρας.
- Με το ΦΕΚ 192/Δ/22-04-91 περί «*Τροποποίησης του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) του Δήμου Ελευσίνας και τμήματος του Δήμου Μάνδρας*» τροποποιείται το υφιστάμενο Γ.Π.Σ., όσον αφορά στα όρια της ΠΕ 5 και στον ορισμό ως δευτερεύουσας αρτηρίας της συνδετήριας οδού Παλαιάς Εθνικής Οδού – Νέας Εθνικής Οδού – Μάνδρας.
- Με το ΦΕΚ 287/Δ/04-05-95 περί «*Τροποποίησης του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) του Δήμου Μάνδρας*» γίνεται 2η τροποποίηση του υφιστάμενου Γ.Π.Σ. (ΦΕΚ 162/Δ/17-03-1989).
- Με το ΦΕΚ 259/Δ/02-04-1997 περί «*εγκρίσεως του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου τμήματος του Δήμου Μάνδρας*» εγκρίνεται το ΓΠΣ Δήμου Μάνδρας το οποίο περιλαμβάνει όσα περιλαμβάνονταν και εγκρίθηκαν το 1989 (ΦΕΚ 162/Δ/17-03-1989) με εξαίρεση ότι στις ζώνες θεσμικών και πολεοδομικών κινήτρων δεν προβλέπει τον καθορισμό Ζωνών ειδικής ενίσχυσης (Ζ.Ε.Ε.) και Ζωνών ανάπλασης.
- Με το ΦΕΚ 310/Δ/16-04-1997 περί «*Τροποποίησης του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου κοινότητας Μαγούλας και τμήματος Δήμου Μάνδρας*» εγκρίνεται 3η τροποποίηση του ΓΠΣ Δήμου Μάνδρας (ΦΕΚ 287/Δ/04-05-95) και αφορά στον καθορισμό στις περιοχές επέκτασης χρήσεων Βιομηχανικού Πάρκου (ΒΠΠΑ) προς εξυγίανση.
- Με το ΦΕΚ 1066/Δ/09-10-2003 περί «*Τροποποίησης του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Δήμου Μάνδρας*» εγκρίνεται 4η τροποποίηση του ΓΠΣ Δήμου Μάνδρας (ΦΕΚ 287/Δ/04-05-95)

Στην Εικόνα 3.10 φαίνεται το ισχύον Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μάνδρας (ΦΕΚ 1066/Δ/09-10-2003).



Εικόνα 3.10: Το ισχύον Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μάνδρας

Πηγή: ΟΡΣΑ

3.6 Μελέτες – κατασκευές Αντιπλημμυρικών έργων

Πριν από την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017, τα τεχνικά έργα για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής ήταν για τον χείμαρρο Σούρες το έργο διευθέτησης του κατάντη τμήματός του που έχει κατασκευαστεί με τα έργα της Αττικής οδού και το οποίο αποτελείται από δίδυμο ορθογωνικό αγωγό διαστάσεων 2x4.00x3.00 και μήκους L=2.200,00μ. Επίσης τα δύο τεχνικά (γέφυρες) που υπάρχουν στη διασταύρωση του χείμαρρου με την ΠΕΟΑΘ και διάφορα άλλα τεχνικά σε άλλα σημεία (π.χ. Εργοτάξιο Δήμου, γέφυρα Νεκροταφείου, διασταυρώσεις με ΠΕΟΑΘ στα ανάντη κλπ.) έχουν αποδειχθεί ανεπαρκή για την παροχέτευση της πλημμύρας.

Αντίστοιχα στο χείμαρρο Αγ. Αικατερίνης εκτός από τον αγωγό 1.70x1.70 (ΕΥΔΑΠ) που έχει κατασκευαστεί κατά μήκος των οδών Ομήρου, Αγ. Αικατερίνης, Στρ. Ρόκα και Κοροπούλη και ο οποίος αποδείχθηκε ανεπαρκής, άλλα έργα δεν είχαν κατασκευαστεί (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.ά., 2014).

Ακολουθώς αναφέρονται οι μελέτες για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής που έχουν ήδη ολοκληρωθεί, ή βρίσκονται σε διαδικασία εκπόνησης ή δημοπράτησης:

- Τον Ιούλιο του 2013 ολοκληρώθηκε η οριστική μελέτη με τίτλο: «Μελέτη εκτροπής χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης και διευθέτησης χειμάρρου Σούρες Θριασίου πεδίου» Στα πλαίσια της ανωτέρω μελέτης εκπονήθηκε η αντίστοιχη Περιβαλλοντική Μελέτη και εκδόθηκαν οι αντίστοιχοι Περιβαλλοντικοί Όροι (Φ11/5091/13/2-7-2014) οι οποίοι έχουν ισχύ έως 02-07-2024 / δεκαετή ισχύ.

Η συγκεκριμένη μελέτη αφορούσε στην διευθέτηση καθώς και στην οριοθέτηση της κοίτης του χειμάρρου **Σούρες** από το πέρασ του κατασκευασμένου τμήματος με τα έργα της Αττικής οδού (Εικ. 3.11 σημείο 1) έως τη συμβολή της εκτροπής του ρέματος Αγ. Αικατερίνης (Εικ. 3.11 σημεία 2,4) σε μήκος 1.700 μ περίπου.

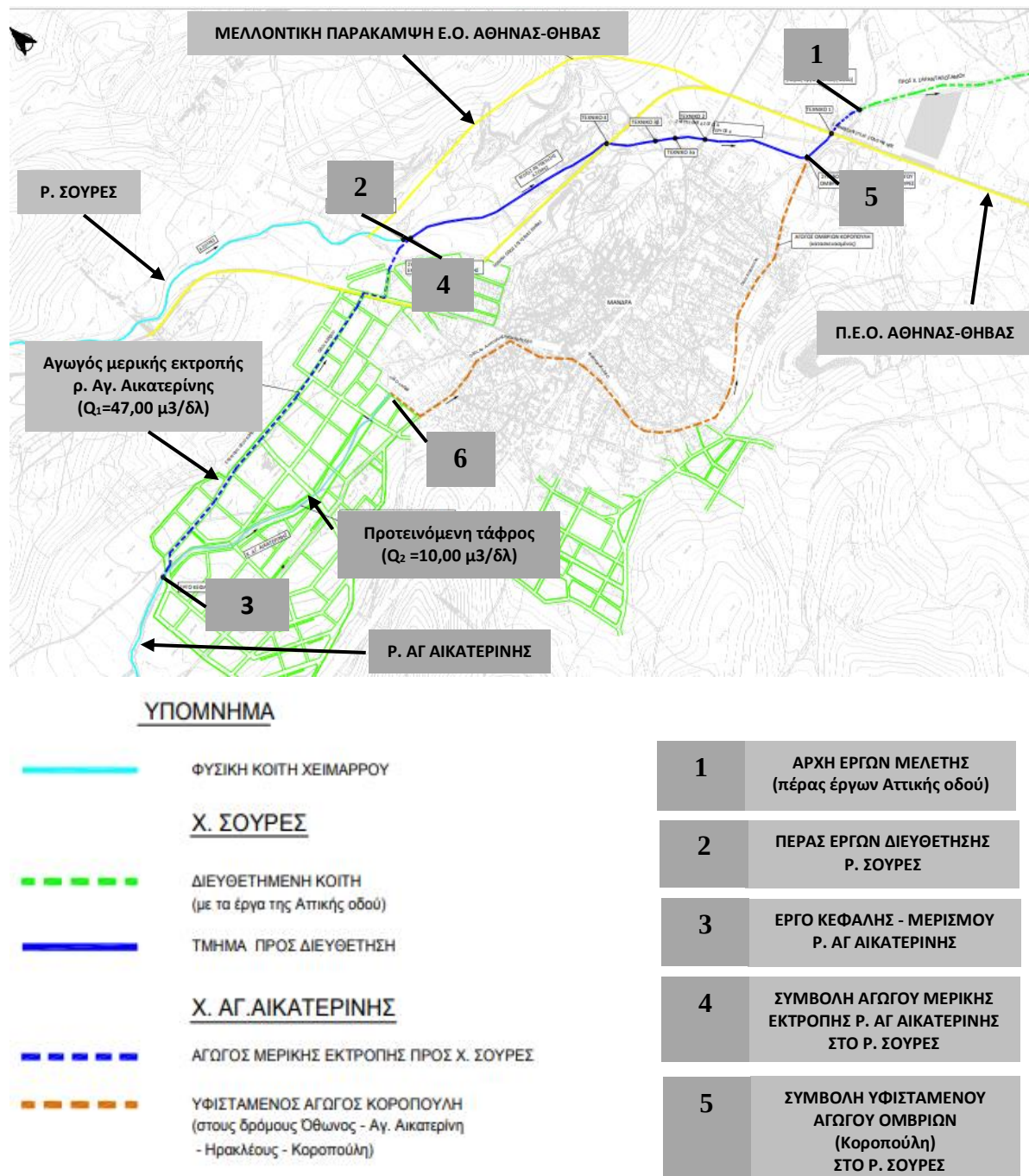
Όσον αφορά το ρέμα της **Αγ. Αικατερίνης** μελετήθηκε η (μερική) εκτροπή της πλημμυρικής παροχής με αγωγό μήκους 1,4 χλμ, ο οποίος θα εκβάλει στο ρέμα Σούρες. Ο αγωγός εκτροπής θα κατασκευαστεί στο μεγαλύτερο τμήμα του κατά μήκος της οδού Κάλβου, συνεχίζει στις οδούς Στρατηγού Ρόκα και Ηλείου, εξέρχεται από το εγκεκριμένο σχέδιο πόλης και διαμέσου αγροτεμαχίων συναντά την κοίτη του ρέματος Σούρες όπου και το έργο συμβάλλει (Εικ. 3.11 μπλε διακεκομμένη γραμμή).

Το υπόλοιπο της παροχής θα συνεχίσει να διοχετεύεται, στο ρέμα Σούρες, μέσω του υφιστάμενου αγωγού επί των οδών Ομήρου, Αγ. Αικατερίνης, Στρ. Ρόκα, Κοροπούλη (διέρχεται από την πόλη της Μάνδρας) και εκβάλει στο ρέμα Σούρες.

Ο υφιστάμενος αγωγός που έχει κατασκευαστεί στον χ. Αγ. Αικατερίνης (αγωγός Κοροπούλη) δεν διαθέτει ικανοποιητική παροχετευτικότητα για να παραλάβει τα όμβρια της υπόψη λεκάνης. Από το σημείο που ο χ. Αγ. Αικατερίνης εισέρχεται στο όριο του εγκεκριμένου Σχεδίου Πόλεως ένα τμήμα της πλημμυρικής παροχής ($Q=57,00 \mu\text{3}/\delta\lambda$) εκτρέπεται προς τον χ. Σούρες ($Q_1=47,00 \mu\text{3}/\delta\lambda$) (Εικ. 3.11 σημείο 3) και το υπόλοιπο ($Q_2=10,00 \mu\text{3}/\delta\lambda$) οδηγείται μέσω τάφρου προς τον υφιστάμενο αγωγό Κοροπούλη (Εικ. 3.11 σημείο 6) (ο οποίος εκβάλει και αυτός στον χ. Σούρες σημείο 5).

Η εκτροπή αυτή προτείνεται διότι όπως αναφέρεται και στην προμελέτη της ΕΥΔΑΠ δεν υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθεί η διοχετευτικότητα του υφιστάμενου αγωγού (Κοροπούλη). Η κατεδάφιση και ανακατασκευή του αγωγού αυτού, εκτός από το σημαντικό κόστος, δεν θα γίνει αποδεκτή από την τοπική

κοινωνία διότι επί των οδών απ' όπου διέρχεται (Κοροπούλη κλπ) έχουν κατασκευαστεί ή προβλέπονται σημαντικά έργα ΟΚΩ (ακάθαρτα κλπ) τα οποία στην περίπτωση ανακατασκευής αγωγού θα πρέπει και αυτά να ανακατασκευαστούν. Η εκτροπή και ο διαχωρισμός των παροχών σε 47,00 μ³/δλ και 10,00 μ³/δλ γίνεται με το «έργο κεφαλής - μερισμού» (Εικ. 3.11 σημείο 3) (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.ά., 2014).



Εικόνα 3.11: Η γενική διάταξη των έργων της μελέτης εκτροπής χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης και διευθέτησης χειμάρρου Σούρες, Ιδία επεξεργασία
Πηγή υποβάθρου: (ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.ά., 2014)

- Τον Οκτώβριο του 2018 έγινε μελέτη – έρευνα του ΙΓΜΕ με τίτλο «Ολοκληρωμένη γεωλογική έρευνα για τη μείωση του πλημμυρικού κινδύνου στην ευρύτερη περιοχή της Μάνδρας Αττικής – μέτρα πρόληψης και περιορισμού των πλημμυρικών φαινομένων».
- Το 2019 εγκρίθηκε η προκαταρκτική αναγνωριστική μελέτη ορεινών υδρονομικών έργων και έργων δασοτεχνικής διευθέτησης χειμάρρων στην ευρύτερη δασική περιοχή όρους Πατέρα, στην περιοχή Φίχθι – Αγ. Δημήτριος –Αγ. Βλάσιος Μάνδρας και υδρολογική λεκάνη Πεδίου Βολής Δήμου Μεγάρων, από τη Δ/ση Δασών Δυτ. Αττικής (ΑΔΑ: 6ΓΖΤΟΡ1Κ-Α99), όπως αυτή εγκρίθηκε με την υπ' αρ. 7819/194/28-1-2019 Απόφαση της Δ/σης Συντονισμού και Επιθεώρησης Δασών Αποκεντρωμένης Διοίκησης Αττικής.
- Τον Αύγουστο του 2019 δημοπρατήθηκε η μελέτη με τίτλο: «Οριοθέτηση, Διευθέτηση και έργα ανάσχεσης ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης ανάντη της πόλεως Μάνδρας». Η μελέτη αφορά σε τμήματα των κύριων κλάδων των ρεμάτων Σούρες (ή Σκυλόρεμα) και Αγίας Αικατερίνης (ή Κατσιμήδι) που βρίσκονται ανάντη του συνεκτικού ιστού της πόλης της Μάνδρας. Στα πλαίσια της οριοθέτησης θα μελετηθούν τα απαιτούμενα έργα διευθέτησης των ρεμάτων, έργα σταθεροποίησης της κοίτης και των πρανών, καθώς και έργα ανάσχεσης της ροής και της στερεομεταφοράς (μείωση των φερτών υλικών), τα οποία αφορούν στο σύνολο του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής κάθε ρέματος. Πιο συγκεκριμένα η μελέτη αφορά τμήματα των δύο ρεμάτων στα ανάντη των ήδη οριοθετημένων τμημάτων τα οποία εκτείνονται βόρεια και βορειοδυτικά των παραρεμάτων περιοχών της πόλης της Μάνδρας αντιστοίχως.

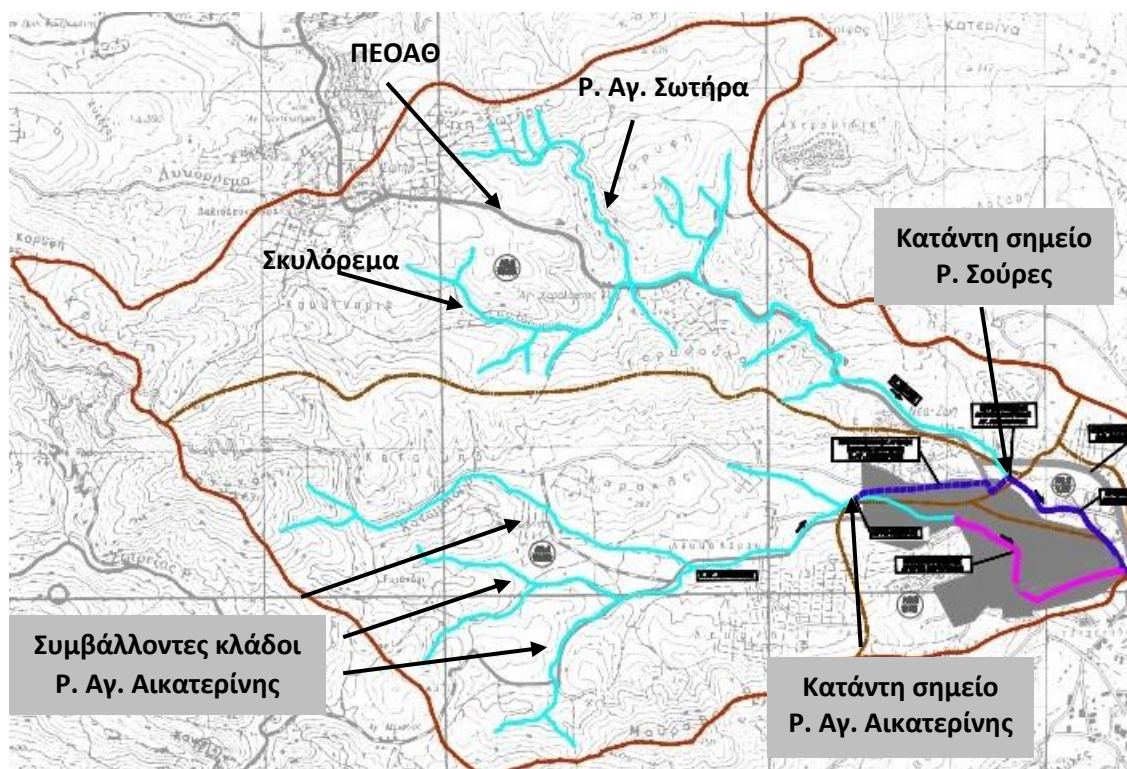
Ειδικότερα η οριοθέτηση και τα απαιτούμενα έργα διευθέτησης αφορούν:

- σχετικά με το ρέμα Σούρες, σε κλάδους του ρέματος συνολικού μήκους 12,5 χλμ οι οποίοι έχουν ως κοινό κατάντη σημείο τη συμβολή του ρ. Αγίας Αικατερίνης με το ρέμα Σούρες (έργο εκτροπής του πρώτου) (Εικ. 3.11 σημεία 2,4 και Εικ. 3.12) και ως ανάντη πέρας, των δύο συμβαλλόντων κλάδων (στο ορεινό του τμήμα το ρέμα Αγ. Σωτήρας και το Σκυλόρεμα), πλησίον του οικισμού Αγ. Σωτήρα και μάλιστα ο ένας βόρεια της υφιστάμενης παλαιάς Ε.Ο. Αθήνας – Θήβας και ο άλλος νότια αυτής (Σκυλόρεμα). Επίσης θα οριοθετηθεί και θα διευθετηθεί τμήμα του ρέματος

που βρίσκεται σε εγγύτητα και διασταυρώνεται σε διάφορα τμήματα με την παλαιά Εθνική Οδό Αθήνας – Θήβας.

- σχετικά με το ρέμα Αγίας Αικατερίνης, σε συμβάλλοντες κλάδους συνολικού μήκους 8,85 χλμ με κατάντη σημείο (πέρας της μελετώμενης περιοχής έργων) το έργο μερισμού/εκτροπής προς Σούρες (Εικ. 3.11 σημείο 3 και Εικ. 3.12). Η οριοθέτηση με τα έργα διευθέτησης αφορούν στην προστασία των αγροτικών και οικιστικών περιοχών ανάντη του έργου μερισμού/εκτροπής.

Το συνολικό μήκος των μελετώμενων ρεμάτων για οριοθέτηση (με έργα διευθέτησης όπου απαιτείται) εντός και εκτός δομημένων εκτάσεων είναι για το ρέμα Σούρες και συμβαλλόντων κλάδων $L_{\text{συν.}} = 12,50$ χλμ, ενώ για το ρέμα Αγίας Αικατερίνης και συμβαλλόντων $L_{\text{συν.}} = 8,85$ χλμ. περίπου.

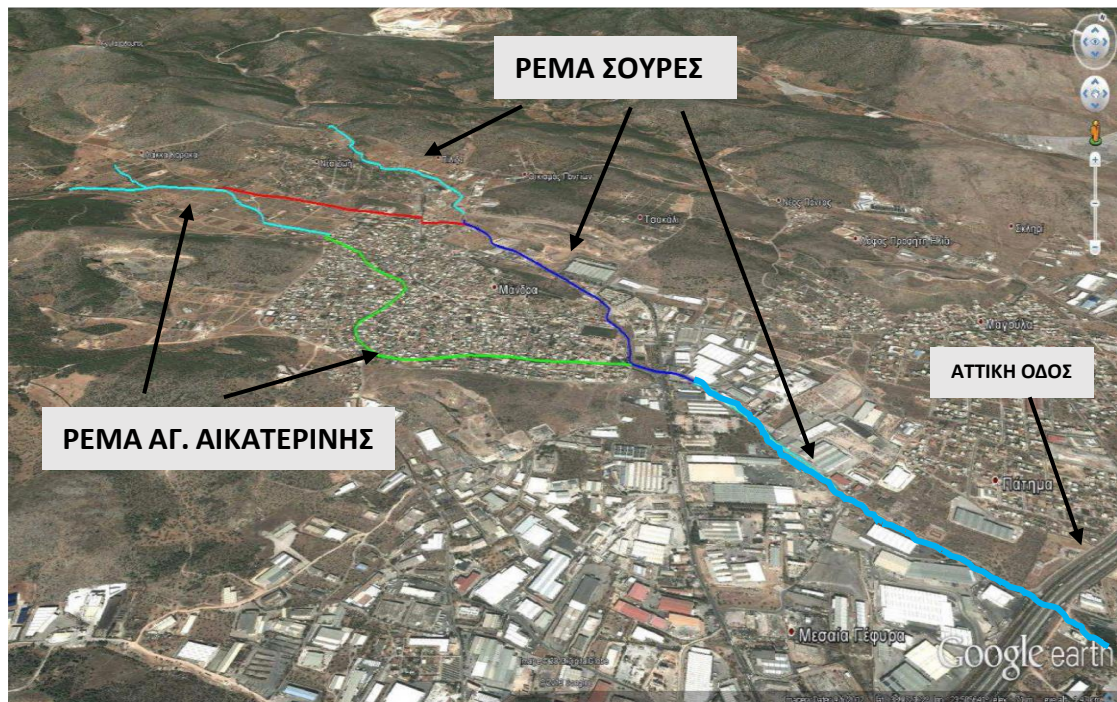


Εικόνα 3.12: Οι περιοχές και τα σημεία της μελέτης «Οριοθέτηση, Διευθέτηση και έργα ανάσχεσης ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης ανάντη της πόλεως Μάνδρας», Ιδία επεξεργασία

Πηγή υποβάθρου: ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.ά., 2014

Το έργο «Εκτροπή χειμάρρου Αγίας Αικατερίνης και διευθέτηση χειμάρρου Σούρες Θριασίου πεδίου» δημοπρατήθηκε στις 22-05-2018 και η σύμβαση υπογράφηκε στις

03-08-2018. Σήμερα βρίσκονται σε εξέλιξη οι εργασίες κατασκευής του παραπάνω έργου όπως φαίνεται στην Εικ. 3.13



- Διευθετημένο τμήμα ρέματος Σούρες (έργα Αττικής οδού)
- τμήμα ρέματος Σούρες όπου βρίσκεται σε εξέλιξη διευθέτηση
- Υφιστάμενος αγωγός ομβρίων (τμήμα ρέματος Αγ. Αικατερίνης)
- Σε εξέλιξη μερική εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες

Εικόνα 3.13: Τα τμήματα όπου βρίσκονται σε εξέλιξη οι εργασίες διευθέτησης του ρ. Σούρες και εκτροπής του ρ. Αγ. Αικατερίνης. Ιδία επεξεργασία
Πηγή υποβάθρου: Google Earth Pro

3.7 Ιστορικό πλημμυρών

Η περιοχή της Μάνδρας έχει μεγάλο ιστορικό πλημμυρικών επεισοδίων. Ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω:

- Ρωμαϊκοί χρόνοι (Παυσανίας 150 μ.Χ.) με ανθρώπινα θύματα στην περιοχή της Ελευσίνας από τον χείμαρρο του Ελευσίνιου Κηφισού (σημερινός Σαρανταπόταμος), που γειτνιάζει με τον χείμαρρο Σούρες.
- 1953 με υλικές ζημιές.
- Νοέμβριος 1963 με ένα ανθρώπινο θύμα και ζημιές στη σιδηροδρομική γραμμή στο ύψος της ΠΥΡΚΑΛ, σε κατοικίες και καλλιέργειες.
- Φεβρουάριος 1978. Εκατοντάδες ζώα πνίγηκαν και αποκλείστηκαν οι κάτοικοι της περιοχής.
- Ιανουάριος 1996, με 2 ανθρώπινα θύματα, εκατοντάδες πλημμυρισμένα σπίτια, καταστήματα και εργοστάσια, δεκάδες κατεστραμμένα αυτοκίνητα.
- Νοέμβριος 2002. Υλικές ζημιές σε κατοικίες και στην τότε σιδηροδρομική γραμμή στο ύψος της ΠΥΡΚΑΛ.
- Φεβρουάριος 2015. Υλικές ζημιές σε κατοικίες και σε αυτοκίνητα.
(www.efsyn.gr)
- Νοέμβριος 2017. Η τρίτη μεγαλύτερη πλημμύρα στην Αττική βάσει νεκρών με 24 ανθρώπινα θύματα και εκατοντάδες πλημμυρισμένα σπίτια, καταστήματα και εργοστάσια, δεκάδες κατεστραμμένα αυτοκίνητα.
- Ιούνιος 2018. Μόνο υλικές ζημιές.

Ειδικότερα η πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017 κατέδειξε την πλημμυρική λειτουργία, τον τρόπο κίνησης των υδάτων και τα χαρακτηριστικά των πλημμυρών στην περιοχή. Η δε σπανιότητα της πλημμύρας (Andreadakis et al. 2017), η οποία εικάζεται ότι μπορεί να είναι της τάξης των 200 - 500 ετών, ανέδειξε τις περιοχές που κινδυνεύουν με μεγάλο βαθμό βεβαιότητας. Η πλημμύρα έπληξε την περιοχή της Μάνδρας και της Νέας Περάμου και στον χάρτη κινδύνου, η ακριβής χάραξη των περιοχών που πλημμύρησαν (όπως περιγράφονται από τους Andreadakis et al. 2017) διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο ώστε να καθοριστούν τα όρια των ζωνών πλημμύρας. Η έντονη παρουσία φερτών υλικών από το όρος Πατέρας αλλά και η ένταση των επιπτώσεων εντός του οικισμού της Μάνδρας σε σχέση με αυτόν της Ελευσίνας ήταν επίσης πολύ χρήσιμα συμπεράσματα (Λέκκας Ε., 2018).

Όπως προαναφέρθηκε στην παρ. 3.3 η περιοχή της Μάνδρας πλήττεται από τα ρέματα **Σούρες** και **Αγίας Αικατερίνης**. Το πρώτο κινείται σε μια στενή κοιλάδα η οποία φιλοξενεί έναν κύριο οδικό άξονα προς Θήβα (ο οποίος καταστράφηκε κατά την πλημμύρα) και διοχετεύεται στα βόρεια και ανατολικά όρια του οικισμού της Μάνδρας συμβάλλει με το ρέμα της Αγ. Αικατερίνης και από εκεί ρέει προς την Ελευσίνα. Αντίστοιχα, το ρέμα της Αγίας Αικατερίνης ρέει από τους πρόποδες του Πατέρα προς τον οικισμό της Μάνδρας και εισχωρεί στον οικιστικό της ιστό αφού πρώτα η κοίτη του εκφυλίζεται και χάνει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της (Εικόνα 3.5) (Λέκκας Ε., 2018).

Στην Εικόνα 3.14 φαίνεται ότι το ανεπαρκές τεχνικό έργο στο σημείο συμβολής των δύο ρεμάτων είχε σαν αποτέλεσμα το κύριο τμήμα της πλημμυρικής απορροής να εγκαταλείπει τη διαμορφωμένη κοίτη του ρέματος Σούρες και να ακολουθήσει την Π.Ε.Ο. με αποτέλεσμα να πλημμυρίσει η βιομηχανική περιοχή.

Κατά την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017, ο ίδιος ο οικισμός της Μάνδρας καθώς και οι οδικοί άξονες που έχουν κατασκευασθεί κάθετα στη ροή ανάσχεσαν το κύμα της πλημμύρας με αποτέλεσμα η ενέργεια των υδάτων να είναι πολύ λιγότερη κοντά στην ακτογραμμή και στην Ελευσίνα (Εικόνα 3.15)



Εικόνα 3.14



Εικόνα 3.15

Πηγή: Λέκκας Ε. κ. ά., 2018

3.8 Τρωτότητα της περιοχής μελέτης

Αν και οι πλημμύρες έχουν κυρίως φυσική προέλευση (αφού η κύρια αιτία τους είναι οι υδρολογικές συνθήκες), η αύξηση του πλημμυρικού κινδύνου οφείλεται κυρίως στις παρεμβάσεις του ανθρώπου στο φυσικό τοπίο, όπως αναλύθηκε στο 1^ο κεφάλαιο. Με την τσιμεντοποίηση, με την καταπάτηση ρεμάτων και κάλυψη των λεκανών απορροής, αυξάνεται ο χρόνος απορροής του νερού. Αιτία των πλημμυρικών φαινομένων είναι και η έλλειψη τεχνικών έργων ή έργων που δεν έχουν σχεδιαστεί σωστά.

Τα ιστορικά γεγονότα καταστροφικών πλημμυρικών φαινομένων στην περιοχή της Μάνδρας, καταδεικνύουν ότι η περιοχή πλήττεται πολύ σοβαρά από τις πλημμύρες.

Στη συνέχεια γίνεται μια προσπάθεια εντοπισμού διαφόρων μορφών τρωτότητας στην περιοχή μελέτης έναντι πλημμυρικού κινδύνου.

Δύο σημαντικοί λόγοι που η περιοχή της Μάνδρας **εκτίθεται** στον πλημμυρικό κίνδυνο είναι α) ότι η πόλη είναι κτισμένη στην λεκάνη απορροής δηλ. σε χαμηλότερο ύψος σε σχέση με τα ρέματα που βρίσκονται γύρω από την περιοχή (**Γεωγραφική τρωτότητα**) και β) ότι το φαινόμενο αστραπιαίων πλημμυρών (flash flood) συμβαίνει τακτικά στην περιοχή (**αυξημένη έκθεση**).

Οι γεωμορφολογικές συνθήκες μιας περιοχής, όπως αναφέρθηκε στο 1^ο κεφάλαιο παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση των πλημμυρών. Τέτοιες συνθήκες, που έχουν ιδιαίτερη σημασία για την πλημμύρα, αφορούν τα φυσικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης (π.χ. υδροπερατότητα, γεωμορφολογία, γεωμετρία ρέματος).

Όπως αναφέρθηκε και στις παρ. 3.2 και 3.3 το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται από ρέματα αρκετά έντονης κατά μήκος κλίσης (ρέματος Αγ. Αικατερίνης κλίση 5%, ρέματος Σούρες στα ανάντη, Σκυλόρεμα), που οδηγούν σε υψηλές ταχύτητες, και κατά συνέπεια σε μικρό χρόνο συγκέντρωσης της πλημμυρικής απορροής και άμεσης απόκρισης, με αποτέλεσμα από τις πρώτες ώρες της βροχόπτωσης να σημειώνονται μεγάλες παροχές (**Φυσική τρωτότητα**).

Η κάλυψη των υδρολογικών λεκανών των ρεμάτων Αγ. Αικατερίνης και Σούρες (Σκυλόρεμα στα ανάντη), σε συνδυασμό με την έντονη κλίση τους, δεν επιτρέπουν την κατακράτηση μέρους της βροχόπτωσης, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής, να απορρέει επιφανειακά προς τα κατάντη (**Φυσική τρωτότητα**).

Οι ευδιάβρωτοι γεωλογικοί σχηματισμοί στις παρυφές του όρους Πατέρα σε συνδυασμό με τις έντονες κλίσεις στα ανάντη ευνοούν τη μετακίνηση φερτών υλικών από τις περιοχές ανάντη προς τις κατάντη (**Φυσική τρωτότητα**).

Τα έργα ορεινής υδρονομίας συμβάλλουν στη συγκράτηση των φερτών υλικών και στην μείωση της ταχύτητας των πλημμυρικών υδάτων στην ορεινή ζώνη. Η έλλειψη τέτοιων έργων στα πρανή του όρους Πατέρα και στις λεκάνες απορροής των ρεμάτων Αγ. Αικατερίνης και Σούρες αυξάνουν τον πλημμυρικό κίνδυνο **(Θεσμική τρωτότητα)**.

Οι μορφολογικές ασυνέχειες (όριο μεταξύ ορεινού όγκου και πεδιάδας), όπου η δυναμική των λεκανών απορροής που δημιουργείται από τις μεγάλες κλίσεις οδηγεί στη δημιουργία αλλουβιακών ριπιδίων (alluvial fans). Τα αλλουβιακά ριπίδια αποτελούν φυσικό χώρο πλημμύρας και η εγκατάσταση οικισμών ή ανθρώπινων δραστηριοτήτων επί μιας τέτοιας γεωμορφής ενέχει κινδύνους (Λέκκας Ε., 2018). Παράδειγμα τέτοιας διάταξης αποτελεί ο οικισμός της Μάνδρας, ο οποίος είναι ανεπτυγμένος επί ενός αλλουβιακού ριπιδίου που έχει διαμορφωθεί από το ρέμα της Αγίας Αικατερίνης και αποτελεί φυσικό χώρο εκδήλωσης πλημμυρικών φαινομένων **(Φυσική τρωτότητα)**.

Οι αλλαγές στις χρήσεις γης στην περιοχή ήταν έντονες με τις πιο σημαντικές να εντοπίζονται στη νότια περιοχή του Δήμου (κυρίως στις περιοχές περιμετρικά της εθνικής οδού Αθηνών-Κορίνθου και της Αττικής Οδού) με την ανάπτυξη του βιομηχανικού και του βιοτεχνικού τομέα να έχει γίνει μη οργανωμένα **(Θεσμική τρωτότητα)** και μη ελεγχόμενα με συνέπεια την συνεχή κατάληψη της γεωργικής γης από μονάδες μεταποίησης, αποθήκευσης, χονδρεμπορίου, κλπ.

Η αύξηση του πληθυσμού και η μεγάλη συγκέντρωση δραστηριοτήτων δεν συνοδεύτηκαν από τον σχεδιασμό ανάπτυξης των οικισμών **(Θεσμική τρωτότητα)** με συνέπειες όπως την άναρχη και αυθαίρετη δόμηση **(Πολεοδομική, Θεσμική τρωτότητα)**, τη ρύπανση του του περιβάλλοντος **(Περιβαλλοντική, Θεσμική τρωτότητα)**, το χαμηλό επίπεδο των παρεχόμενων κοινωνικών υπηρεσιών **(Θεσμική, Διοικητική και Κοινωνική τρωτότητα)** και την ασυμβατότητα των χρήσεων γης.

Η αύξηση αυτή (αποτέλεσμα της συγκέντρωσης οικονομικών δραστηριοτήτων) σε συνδυασμό με την απουσία ρυθμιστικών και αναβαθμιστικών παρεμβάσεων **(Θεσμική, και Διοικητική τρωτότητα)** δημιούργησε σοβαρά πολεοδομικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα.

Τα κυριότερα πλημμυρικά προβλήματα προκαλούνται από τα ρέματα Αγ. Αικατερίνης και Σούρες.

Η πεδινή κοίτη του χειμάρρου Σούρες, η οποία διέρχεται από τις ανατολικές παρυφές της πόλης της Μάνδρας, σε πολλά τμήματα παρουσιάζει στενώσεις οι οποίες οφείλονται σε ανθρώπινες επεμβάσεις (επιχωματώσεις ενίοτε σημαντικές και αντικατάσταση της φυσικής κοίτης με την κατασκευή ανεπαρκών αγωγών κλπ.) με συνέπεια να δημιουργούνται στην περιοχή συχνά πλημμυρικά φαινόμενα (**Κατασκευαστική τρωτότητα και έκθεση**).

Στο ρέμα Σούρες, κρίσιμο σημείο στα ανάντη και κατά μήκος της ροής του ρέματος, είναι το σημείο της συμβολής στο ύψος του Αγ. Χαραλάμπους άλλου κλάδου από την Β-ΒΔ πλευρά της ορεινής λεκάνης (Ράχη Σωτήρος), εγκάρσια στην παλαιά Εθνική Οδό χωρίς την ύπαρξη κατάλληλων τεχνικών έργων (**Θεσμική και Διοικητική τρωτότητα**). Στη συνέχεια και οι (ενωμένοι πλέον) δύο κλάδοι, συνεχίζουν προς τα κατάντη παραπλεύρως και σε επαφή κατά τμήματα με την παλαιά Εθνική οδό, χωρίς να υπάρχει διαμορφωμένη κοίτη αλλά με τη μορφή τάφρου. Επιπλέον σε μικρά τμήματά του το ρέμα έχει καλυφθεί μερικώς από βελτιώσεις-τοπικές διαπλατύνσεις της ΠΕΟΕΘ, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η κοίτη του ρέματος, χωρίς να έχουν κατασκευαστεί αντίστοιχα νέα υδραυλικά έργα στις θέσεις των παλαιών ανεπαρκών τεχνικών.

Προς τα κατάντη, και έως το σημείο συμβολής με το ρέμα Αγ. Αικατερίνης εντοπίζονται τοπικά στενώσεις της κοίτης και αυθαίρετες κατασκευές (**Πολοδομική, Θεσμική και Διοικητική τρωτότητα**).

Όπως αναφέρθηκε στην παρ. 3.3 τμήμα του ρέματος Σούρες είναι χαρακτηρισμένο ως ιδιαίτερου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος. Οι οικιστικές πιέσεις και ανθρωπογενείς παρεμβάσεις έχουν υποβαθμίσει το ρέμα και έχουν αλλοιώσει την κοίτη του κατά παράβαση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας (**Θεσμική τρωτότητα**) (Ν.1650/86 άρθρο 18 έως 21, Ν.4258/14) και σε ανακολουθία με σχετικές αποφάσεις του ΣΤΕ (2656/99, 4728/97, 5930/96 κ.α.) σύμφωνα με την οποία: «τα ρέματα τυγχάνουν ιδιαίτερης προστασίας από τη νομοθεσία, η οποία αποβλέπει στη διατήρηση της φυσικής τους καταστάσεως και στη διασφάλιση της λειτουργίας τους». (Τελική Έκθεση Γεν. Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, 2018).

Η επέκταση του σχεδίου πόλεως στις παρυφές της πόλης και από το ύψος της Εθνικής Οδού Αθηνών – Θηβών έως το κοιμητήριο, καθώς οικοδομικά τετράγωνα έχουν σχεδιαστεί στο χώρο της φυσικής κοίτης του ρέματος Σούρες, αποτελεί

χαρακτηριστικό σημείο της αλλοίωσης και της υποβάθμισης του φυσικού ρέματος **(Πολεοδομική, Θεσμική και Διοικητική τρωτότητα)**.

Στο ρέμα Αγ. Αικατερίνης, η φυσική κοίτη του στα ανάντη εντοπίζεται δίπλα στην επαρχιακή οδό προς Μέγαρο πιο στενή λόγω του ανάγλυφου **(Φυσική τρωτότητα)**, ενώ προς τα κατάντη διευρύνεται και ένα χιλιόμετρο πριν τη είσοδο της πόλης, όπου η κλίση μειώνεται, η φυσική κοίτη έχει αλλοιωθεί από επιχώσεις, (χάνεται ή παραμένει υποτυπώδης κατά τμήματα μέσα στα όρια της επέκτασης του σχεδίου πόλεως της Μάνδρας) και τα όμβρια ύδατα διαχέονται και εισέρχονται ανεξέλεγκτα στον ιστό της πόλης της Μάνδρας από την περιοχή της οδού Ομήρου **(Θεσμική και Διοικητική τρωτότητα)**.

Εντός της πόλεως και συγκεκριμένα με αφετηρία την οδό Ομήρου και Αίαντος επί της οδού Κοροπούλη και Αγ. Αικατερίνης, έχει κατασκευασθεί από την ΕΥΔΑΠ κάτωθεν της οδού Κοροπούλη πλακοσκεπής αγωγός διατομής 1,70x1,70 που μακροσκοπικά, αλλά και με βάση τις συνέπειες των πλημμυρών των παρελθόντων ετών αλλά κατά μείζονα λόγο των προσφάτων, αλλά και το τεχνικό έργο στην έξοδο του αγωγού (σημείο συμβολής των δύο ρεμάτων), κρίνονται ανεπαρκή για να παραλάβουν την παροχή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης **(Κατασκευαστική και Θεσμική τρωτότητα)**.

Επίσης δεν υπάρχει έργο εισόδου ή αποδέκτης των ανάντη υδάτων του ρέματος Αγ. Αικατερίνης, που θα οδηγούσε τα νερά στον αγωγό Κοροπούλη **(Κατασκευαστική και Θεσμική τρωτότητα)**. Συνεπώς τα όμβρια ύδατα εισέρχονται στον συγκεκριμένο αγωγό μέσω των φρεατίων υδροσυλλογής του αστικού ιστού της Μάνδρας. Συγκεκριμένα, τα φρεάτια υδροσυλλογής με εσχάρες είναι περιορισμένης παροχευτικότητας (ανάλογα με το υδραυλικό φορτίο, της τάξεως λίγων δεκάδων λίτρων έκαστο) και αποσκοπούν στην συλλογή των τοπικών ομβρίων υδάτων που καταλήγουν στις παρειές των οδών για την αποστράγγισή τους, ενώ για την ουσιαστική λειτουργία τους απαιτείται η ύπαρξη κρασπεδόρειθρου. Για να μπορούσε να παραλάβει ο αγωγός επί της οδού Κοροπούλη, το τμήμα εκείνο της πλημμυρικής παροχής για το οποίο είχε σχεδιαστεί ($10 \text{ m}^3/\text{sec}$, όπως αναφέρεται και στην εγκεκριμένη οριστική μελέτη) θα έπρεπε να είχε κατασκευαστεί στην είσοδό του ειδικό έργο, που θα προέβλεπε και κατάλληλη διάταξη συγκράτησης φερτών υλικών **(Κατασκευαστική και Θεσμική τρωτότητα)**. (Τελική Έκθεση Γεν. Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, 2018).

Σήμερα έχουν ξεκινήσει και κατασκευάζονται τα έργα διευθέτησης του χειμάρρου Σούρες και η εκτροπή του χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες, τα οποία αφορούν έργα αντιπλημμυρικής προστασίας πολύ μεγάλης σημασίας, τόσο για την προστασία της πόλης της Μάνδρας, η οποία πλήττεται, όπως έχει αναφερθεί, από τις συχνές πλημμύρες του χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης, όσο και για την ανάπτυξη και προστασία των παρόχθιων περιοχών του χειμάρρου Σούρες (**Προσαρμοστικότητα**).

Το 2019 εγκρίθηκε η προκαταρκτική αναγνωριστική μελέτη ορεινών υδρονομικών έργων και έργων δασοτεχνικής διευθέτησης χειμάρρων στην ευρύτερη δασική περιοχή όρους Πατέρα (**Προσαρμοστικότητα**).

Τον Αύγουστο του 2019 δημοπρατήθηκε η μελέτη «Οριοθέτηση, Διευθέτηση και έργα ανάσχεσης ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης ανάντη της πόλεως Μάνδρας» όπως έχει ήδη περιγραφεί (**Προσαρμοστικότητα**).

Συμπερασματικά το φυσικό περιβάλλον της περιοχής και των χειμάρρων (ιδιαίτερα των χειμάρρων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης), έχει υποστεί έντονες ανθρωπογενείς πιέσεις και επεμβάσεις με αποτέλεσμα την υποβάθμισή τους και την αύξηση της τρωτότητας.

Οι ανθρωπογενείς αυτές επεμβάσεις καταγράφονται και αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα χαρακτηριστικά ενός πλημμυρικού συμβάντος και των επιπτώσεων που προκαλεί επηρεάζονται από συνδυασμό φυσικών παραγόντων και ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο επιχειρείται η καταγραφή και ανάλυση των ανθρωπογενών παρεμβάσεων που έχουν γίνει στην περιοχή μελέτης και ειδικότερα στα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης με στόχο τον εντοπισμό των σημαντικότερων προβλημάτων και των μηχανισμών μέσω των οποίων μπορεί να επηρεαστεί η ένταση και η έκταση μιας πλημμύρας.

Θα γίνει καταγραφή και ανάλυση της κατάστασης γενικά στην περιοχή και στη συνέχεια στα δύο ρέματα **πριν** από την καταστροφική πλημμύρα το Νοέμβριο του 2017 με στόχο τη διερεύνηση του ρόλου των ανθρωπογενών πιέσεων που ενέτειναν την καταστροφή, αλλά και της **υφιστάμενης κατάστασης**, λαμβάνοντας υπόψη ότι στην περιοχή βρίσκονται σε εξέλιξη αντιπλημμυρικά έργα.

4.1 Αλλαγές στις Χρήσεις Γης - Αστικοποίηση

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3 παρ. 3.5 κυρίαρχο περιβάλλον της περιοχής είναι το φυσικό, σε αντίθεση με το ανθρωπογενές που είναι περιορισμένο και συνίσταται σε αρκετούς διάσπαρτους οικισμούς.

Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις είναι η κύρια μορφή κάλυψης του εδάφους στην ευρύτερη περιοχή (καταλαμβάνουν πάνω από το μισό της συνολικής έκτασης). Οι χορτολιβαδικές εκτάσεις στην ευρύτερη περιοχή είναι λιγότερες. Χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι, γεγονός που συμβαίνει και με τις περισσότερες δασικές εκτάσεις και τα δάση της Ελλάδας.

Οι **αλλαγές των χρήσεων γης** από καλλιεργούμενες εκτάσεις σε βιομηχανικές, οι εκτεταμένες εκχερσώσεις για την εξασφάλιση καλλιεργήσιμης γης, χώρου για βοσκοτόπια καθώς και γης για οικιστική ανάπτυξη, οι υλοτομίες και η υπερβόσκηση, αποτελούσαν και αποτελούν τις σημαντικότερες πιέσεις στο χερσαίο φυσικό περιβάλλον πριν από πολλές δεκαετίες. Ειδικά η υπερβόσκηση είναι ιδιαίτερα έντονη

στην περιοχή και εξακολουθεί να ασκεί πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014).

Ο χαρακτήρας της περιοχής είναι κυρίως αγροτικός, καθώς η πυκνότητα δόμησης είναι μικρή. Σε μεγάλο τμήμα της ενδοχώρας και κυρίως στις απομακρυσμένες ημιορεινές εκτάσεις απαντώνται δραστηριότητες του πρωτογενούς τομέα, δεντροκαλλιέργειες, ετήσιες καλλιέργειες και μικρές κτηνοτροφικές μονάδες μη σταβλισμένες.

Στην περιοχή μελέτης τα σημαντικότερα προβλήματα εμφανίζονται από την εξάπλωση της χρήσης της κατοικίας σε περιοχές παραθεριστικού ενδιαφέροντος (β' κατοικία) και δευτερευόντως γύρω από τους υφιστάμενους οικισμούς.

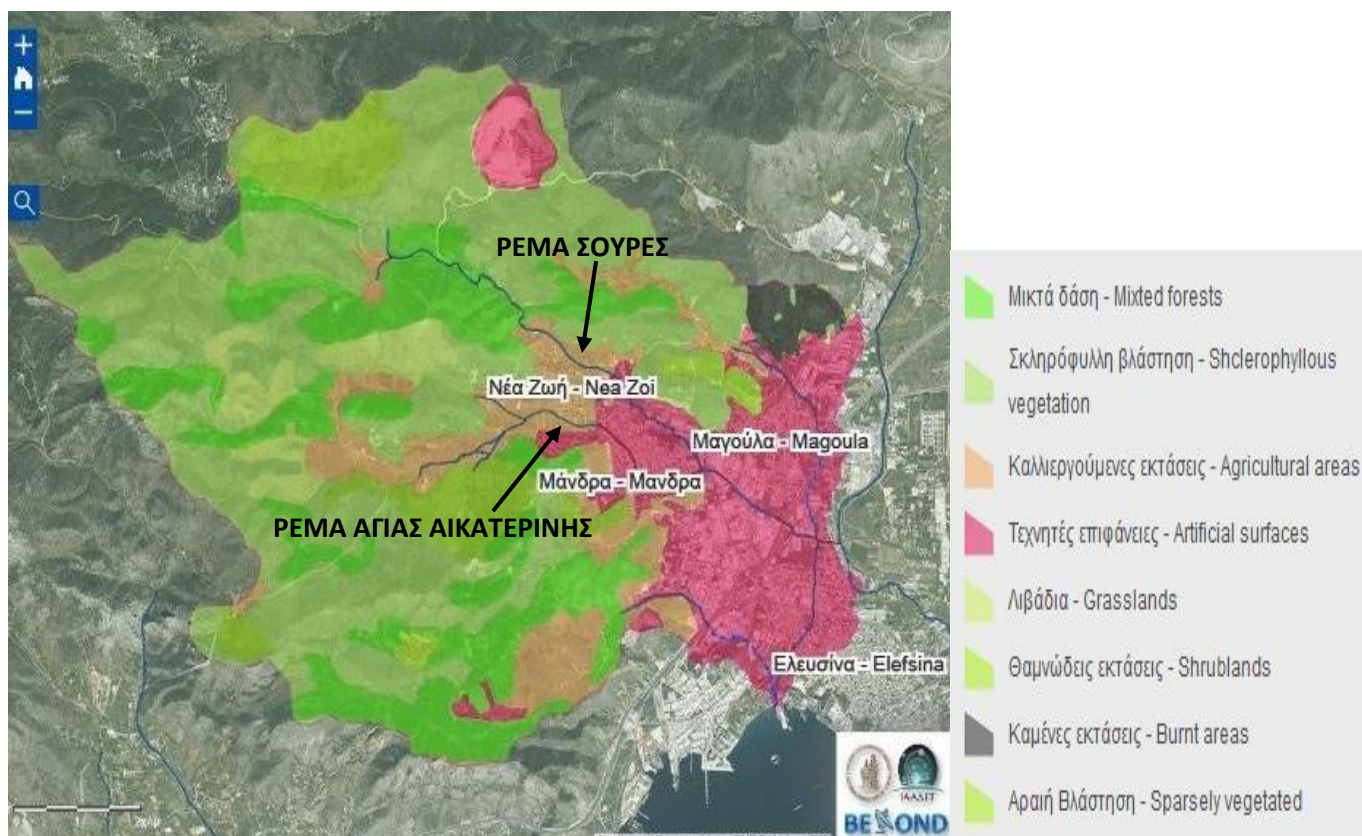
Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην πόλη της Μάνδρας κυρίαρχη είναι η χρήση της κατοικίας, η οποία συμπληρώνεται από τις χρήσεις που συνιστούν τη γενική κατοικία και το πολεοδομικό κέντρο. Στη νότια περιοχή του Δήμου (κυρίως στις περιοχές περιμετρικά της εθνικής οδού Αθηνών-Κορίνθου και της Αττικής Οδού) έχει χωροθετηθεί πλήθος επιχειρήσεων αποθήκευσης και διαμετακόμισης προϊόντων, βιοτεχνίες και μονάδες μεταποίησης. Στο βορειοδυτικό και δυτικό τμήμα του Δήμου χωροθετείται διάσπαρτη εντός οικιστικών συγκεντρώσεων, αλλά κι εκτός αυτών, β' κατοικία.

Η ανάπτυξη του βιομηχανικού και του βιοτεχνικού τομέα έχει γίνει μη οργανωμένα και μη ελεγχόμενα με συνέπεια την συνεχή κατάληψη της γεωργικής γης από μονάδες μεταποίησης, αποθήκευσης, χονδρεμπορίου, κλπ.

Στην εικόνα 4.1 φαίνεται ο επικαιροποιημένος **χάρτης κάλυψης γης** στη λεκάνη απορροής της ευρύτερης περιοχής Μάνδρας-Μαγούλας.

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 1 παρ. 1.6.1 και 1.6.3 η πιο δραστική αλλαγή στη χρήση γης είναι η **αστικοποίηση** που προκαλεί μεγάλες αυξήσεις στην επιφανειακή απορροή, λόγω των καλυμμένων επιφανειών και των αγωγών όμβριων υδάτων. Τα σημαντικότερα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των αστικών επιφανειών είναι ότι είναι λιγότερο διαπερατά από ότι οι περισσότερες από τις επιφάνειες τις οποίες αντικαθιστούν.

Στην παρακάτω εικόνα 4.1 φαίνεται ότι οι **τεχνητές επιφάνειες** καταλαμβάνουν μια σημαντική έκταση της λεκάνης απορροής της ευρύτερης περιοχής Μάνδρας-Μαγούλας.



Εικόνα 4.1 Επικαιροποιημένος χάρτης κάλυψης γης στη λεκάνη απορροής της ευρύτερης περιοχής Μάνδρας-Μαγούλας.
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Ο πληθυσμός του Δήμου, μέχρι τις αρχές του 20ου αι., ασχολούνταν σχεδόν αποκλειστικά με την κτηνοτροφία και τη γεωργία. Οι πρώτες βιομηχανίες (Καλυκοποιείο Πυριτιδοποιείο Μποδοσάκη, κ.ά.) αρχίζουν να εγκαθίστανται στην περιοχή στις αρχές του 20ου αι. Μετά το 1950-1955 η εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής του Θριάσιου Πεδίου είναι ραγδαία. Από το 1951 έως τις αρχές της δεκαετίας του '90, η εγκατάσταση των βιομηχανιών στην περιοχή πραγματοποιείται με γοργούς ρυθμούς. (Δήμος Μάνδρας, 2009).

Μεγάλο μέρος των δραστηριοτήτων του δευτερογενούς τομέα του Δήμου Μάνδρας, οργανώνεται στην ΒΙΠΑ- ΒΙΟΠΑ. Κύριος λόγος της μετεγκατάστασης των επιχειρήσεων στο Θριάσιο Πεδίο, τόσο την περίοδο '85 – '95 όσο και την περίοδο '99 – '01 είναι αφενός ο κορεσμός των περιοχών, όπου δραστηριοποιούνταν ως τότε (Ρέντης, Ταύρος, Πέραμα κλπ) και αφετέρου η φθηνή διαθέσιμη γη, που συχνά ήταν αγροτική, καθώς και η υποτυπώδης τότε βιομηχανική συγκέντρωση που εξασφάλιζε

δυνατότητες ανάπτυξης των επιχειρήσεων (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας, 2011-2014).

Επίσης στην παραπάνω μεταλλαγή των χρήσεων γης επέδρασαν και διάφοροι άλλοι παράγοντες όπως η αποβιομηχάνιση που συντελέστηκε στις κεντρικές περιοχές της Αθήνας και του Πειραιά, η ανάπτυξη του λιμένα της Ελευσίνας, η κατασκευή των Εθνικών Οδών Αθηνών-Κορίνθου και Αθηνών-Θήβας.

Συνολικά λοιπόν παρατηρείται αλλαγή της φυσιογνωμίας των παραγωγικών δραστηριοτήτων του Δήμου - υποχώρηση του πρωτογενή τομέα – αύξηση βιομηχανίας, βιοτεχνίας και κυρίως των μονάδων αποθήκευσης και διαμετακομιστικού εμπορίου (logistics).

Συμπερασματικά παρατηρούνται έντονες **μεταλλαγές των χρήσεων γης**, οι οποίες συνίστανται στη μείωση του πρωτογενή τομέα, με ταυτόχρονη αύξηση του δευτερογενή και του τριτογενή, και στις συνεχείς επεκτάσεις των οικιστικών περιοχών.

Οδικοί – Σιδηροδρομικοί άξονες

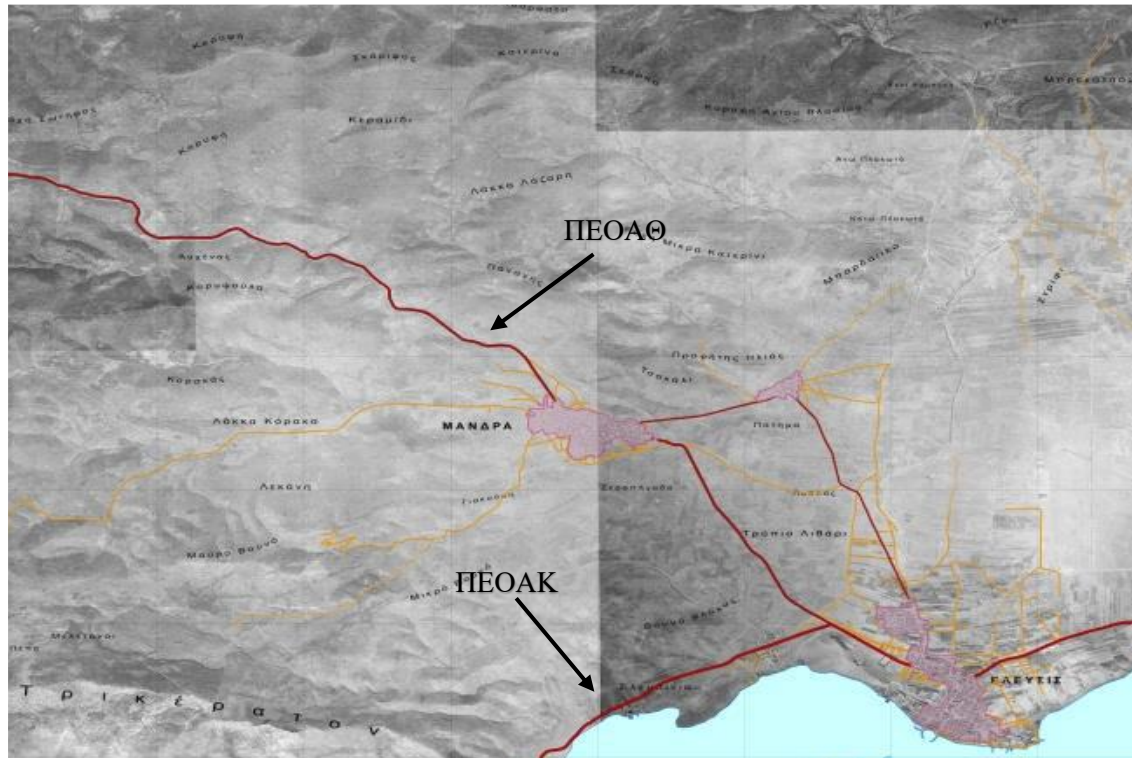
Ο Δήμος Μάνδρας παρουσιάζει μεγάλη δυνατότητα σύνδεσης με άξονες εθνικής εμβέλειας, οδικού, σιδηροδρομικού, αλλά και εναερίου και λιμενικού χαρακτήρα. Αποτελεί περιοχή με μεγάλη προσπελασιμότητα και ταυτόχρονα κομβικό σημείο του μεταφορικού δικτύου. Διασχίζεται από τους άξονες μητροπολιτικής εμβέλειας της Νέας Εθνικής Οδού Αθηνών-Κορίνθου (ΝΕΟΑΚ), της Παλιάς Εθνικής Οδού Αθηνών-Κορίνθου (ΠΕΟΑΚ) και της Αττικής Οδού, καθώς και από την Παλαιά Εθνική Οδό Αθηνών-Θηβών (ΠΕΟΑΘ).

Σιδηροδρομικά, ο Δήμος Μάνδρας, συνδέεται μέσω του κεντρικού δικτύου της χώρας με τον σταθμό Λαρίσης και μέσω του προαστιακού σιδηροδρόμου με το κέντρο της Αθήνας, τον Πειραιά και το Κιάτο. Επίσης έχει κατασκευαστεί η σιδηροδρομική γραμμή που συνδέει την περιοχή του Θριασίου (σταθμός Ασπρόπυργος) με το εμπορικό λιμάνι του Νέου Ικονίου στο Πέραμα. Χρησιμοποιείται μόνο για εμπορευματικές δραστηριότητες και ξεκινάει από τα δυτικά όρια του λιμανιού στο νότιο Ικόνιο και συνδέει τον Πειραιά με το υπόλοιπο σιδηροδρομικό δίκτυο στο συγκρότημα του Θριασίου Πεδίου.

Το σιδηροδρομικό δίκτυο και οι οδικοί άξονες που προαναφέρθηκαν κατασκευάστηκαν σταδιακά σε διάφορες χρονικές περιόδους με αποτέλεσμα να επηρεάσουν σημαντικά τη γεωγραφία της περιοχής. Η κατασκευή τους είχε σημαντικές

επιπτώσεις τόσο στην οργάνωση της κυκλοφορίας, των ροών και των μετακινήσεων, όσο και στη διαμόρφωση των χρήσεων γης και στον τρόπο ανάπτυξής τους στο χώρο. Στις Εικόνες 4.2 και 4.3 φαίνονται οι διαχρονικές μεταβολές στο οδικό δίκτυο της περιοχής. Στη σύγκριση των δύο εικόνων είναι φανερή η **μεγάλη αύξηση της πυκνότητας του οδικού δικτύου** μεταξύ των ετών 1945 έως 2016.

Στην Εικόνα 4.2 το έτος 1945 διασχίζουν την περιοχή μόνο δύο βασικοί άξονες, η ΠΕΟΑΘ και η ΠΕΟΑΚ.



Εικόνα 4.2 Το οδικό δίκτυο στην περιοχή το έτος 1945 (Αεροφωτογραφία ΓΥΣ 1945)
Πηγή: Καγιαδάκης Β., Μπούσουλας Γ., Γ.Υ.Σ., 2018, Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 4.3 Το οδικό δίκτυο στην περιοχή το έτος 2016 (Δορυφορική εικόνα χωρικής ανάλυσης 1μ, έτους αναφοράς 2016)

Πηγή: Καγιαδάκης Β., Μπούσουλας Γ., Γ.Υ.Σ., (2018), Ιδία επεξεργασία

Οι οδικοί άξονες που διασχίζουν το Δήμο Μάνδρας - Ειδυλλίας έχουν παίξει καταλυτικό ρόλο στην χωρική, αλλά και τη λειτουργική του ανάπτυξη. Οι βασικές χρήσεις του Δήμου (οικιστικές και βιομηχανικές) αναπτύσσονται στην πλειονότητά τους επί των κύριων οδικών αξόνων.

Το μεγαλύτερο μέρος της οικιστικής ανάπτυξης του Δήμου οφείλεται στη διέλευση της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών-Θηβών, και στις μετακινήσεις που αυτή επιτρέπει μεταξύ της βιομηχανικής ζώνης και της Κεντρικής Ελλάδας. Παράλληλα, η ΠΕΟΑΘ λειτουργεί και ως ο άξονας σύνδεσης όλων σχεδόν των οικιστικών συγκεντρώσεων του Δήμου. Οι βιομηχανικές χρήσεις απαντώνται στη συμβολή της Αττικής Οδού με τη ΝΕΟΑΚ, την ΠΕΟΑΘ και τον προαστιακό σιδηρόδρομο.

Εκτός από τις επιπτώσεις στον τομέα των χρήσεων γης, οι παραπάνω άξονες έχουν επηρεάσει και χωρικά το Δήμο. Η διέλευση της Εθνικής Οδού Αθηνών – Κορίνθου, της Αττικής Οδού και του Προαστιακού Σιδηροδρόμου δημιουργούν μια πολύ ισχυρή τομή στο χώρο, αποκόπτοντας την άμεση επικοινωνία μεταξύ των δύο πλευρών. Ένα άλλο αποτέλεσμα είναι το γεγονός ότι η αστική περιοχή της Μάνδρας διασπάται, ουσιαστικά, σε δύο οικιστικές ενότητες. Η μία αποτελείται από το Κέντρο πόλης με τις

επεκτάσεις που συμπεριλαμβάνουν την περιοχή της Νέας Ζωής και της Αγ. Αικατερίνης. Η δεύτερη περιλαμβάνει τις Πολεοδομικές Ενότητες Παπακώστα και Εργατικών Πολυκατοικιών (στην επόμενη ενότητα γίνεται εκτενής αναφορά). Η διάσπαση αυτή του αστικού κέντρου οφείλεται στην παρεμβολή των αξόνων του κύριου οδικού δικτύου και στην ανάπτυξη της βιομηχανικής ζώνης στην περιοχή αυτή. **Συμπερασματικά** η διέλευση των σημαντικών οδικών αξόνων και σιδηροδρομικών δικτύων από την περιοχή του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας έχει επηρεάσει σημαντικά **τη χωρική οργάνωση των χρήσεων γης** του Δήμου και έχει δημιουργήσει τις προϋποθέσεις ανάπτυξης των βιομηχανικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, όπως έχει ήδη αναλυθεί.

Αστική Επέκταση – Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο δήμου Μάνδρας

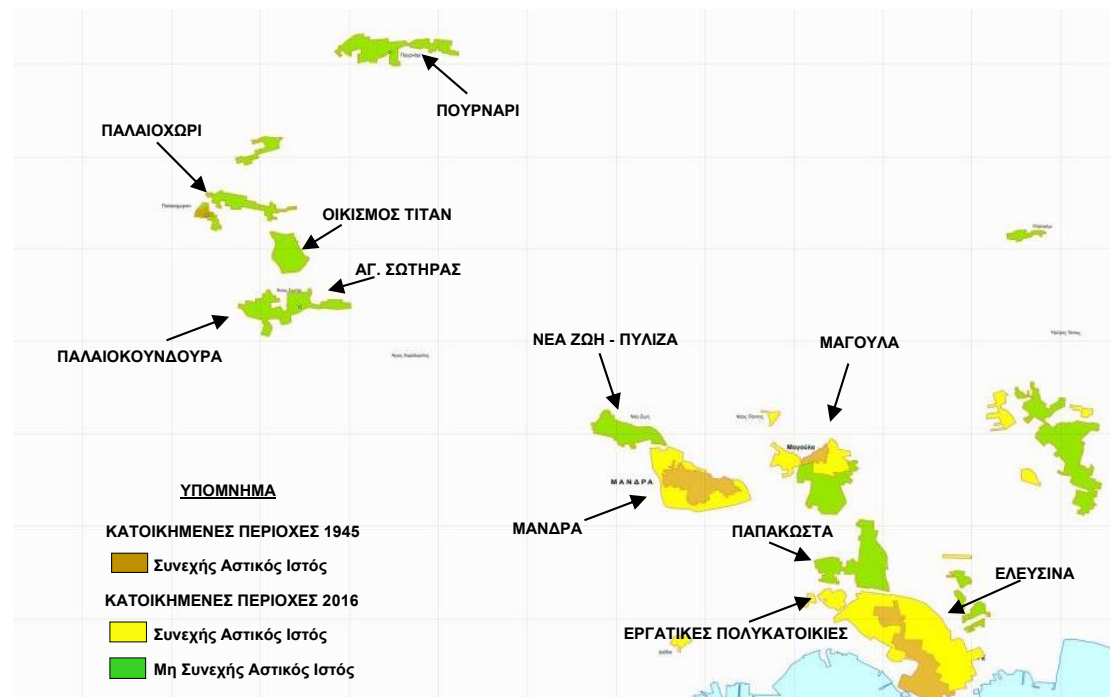
Στο δήμο Μάνδρας – Ειδυλλίας, τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μια έντονη οικιστική ανάπτυξη με κύριο χαρακτηριστικό της τη **χωρίς σχεδιασμό δόμηση** κυρίως σε οριοθετημένους οικισμούς που βρίσκονται έξω από το αστικό κέντρο της πρωτεύουσας του Δήμου Μάνδρας. Βασικό χαρακτηριστικό της δόμησης αυτής είναι η γειτνίαση με δάση και δασώδεις περιοχές. Αυτή η ανάπτυξη είχε το χαρακτήρα της στέγασης σε περιοχές **εκτός σχεδίου με ιδιαίτερα χαμηλές τιμές γης**. Χαρακτηριστικά αυτής της διαδικασίας ήταν η παράνομη και χωρίς πρόβλεψη **κατάτμηση της γης**, σε συνδυασμό με την **καταπάτηση** και την **αυθαίρετη δόμηση**.

Στην Εικόνα 4.4 φαίνονται οι **μεταβολές** στις οικιστικές συγκεντρώσεις του αστικού και εξωαστικού χώρου (έτη 1945 – 2016).

Οι βασικές συνεκτικές οικιστικές συγκεντρώσεις του **εξωαστικού χώρου** του Δήμου (Αγ. Σωτήρα, Παλαιοκούνδουρα, οικισμός Τιτάν, Παλαιοχώρι, Πουρνάρι) αναπτύχθηκαν κατά μήκος της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθήνας – Θήβας. Ο κύριος λόγος που οδήγησε στη χωροθέτηση και την ανάπτυξη των οικισμών στις συγκεκριμένες θέσεις, ήταν το γεγονός ότι η ΠΕΟΑΘ τους εξασφάλιζε προσβάσεις, συνοχή και ευνοϊκότερες δυνατότητες δόμησης (οικόπεδα με πρόσωπο επί κύριου οδικού δικτύου).

Στην εικόνα επίσης φαίνεται η **αστική ανάπτυξη** της πόλης της Μάνδρας (1945 – 2016), καθώς και η **επέκταση** των κεντρικών οικιστικών περιοχών του Δήμου, και οι νέες προτεινόμενες προς πολεοδόμηση περιοχές (**Νέα Ζωή**). Επίσης οι περιοχές Παπακώστα και Εργατικών Πολυκατοικιών παρόλο που κατατάσσονται στον πολεοδομικό ιστό της πόλης, βρίσκονται **αποκομμένες από τον πυρήνα του κεντρικού**

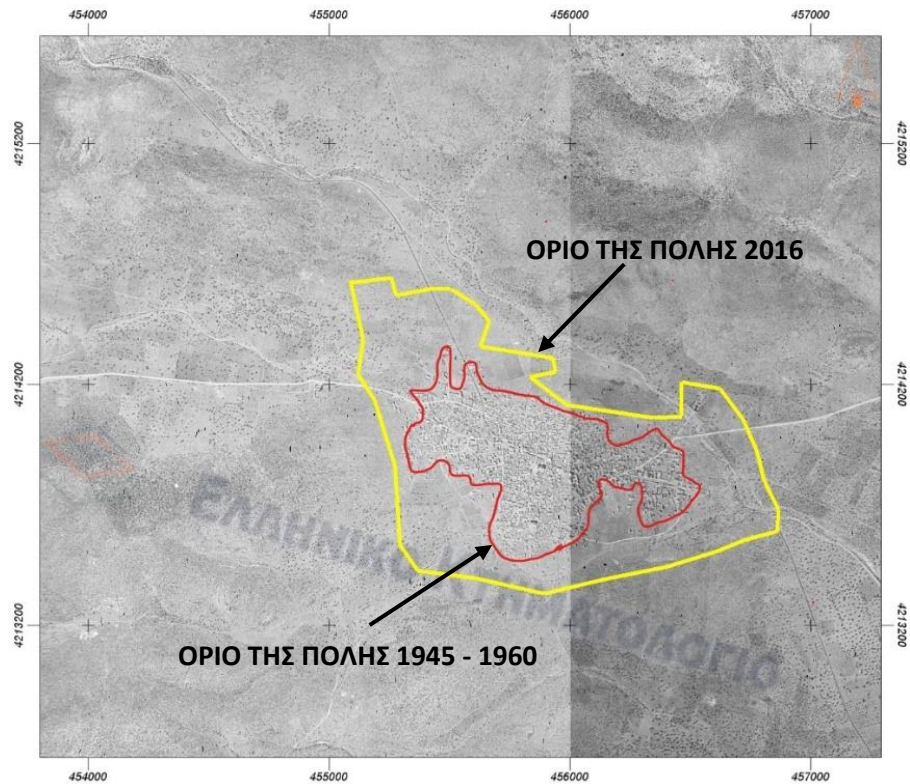
οικισμού και αποτελούν ουσιαστικά φυσική συνέχεια της πόλης της Ελευσίνας, με την οποία και εφάπτονται.



Εικόνα 4.4 Οι μεταβολές στις οικιστικές συγκεντρώσεις αστικού και εξωαστικού χώρου (έτη 1945 – 2016)

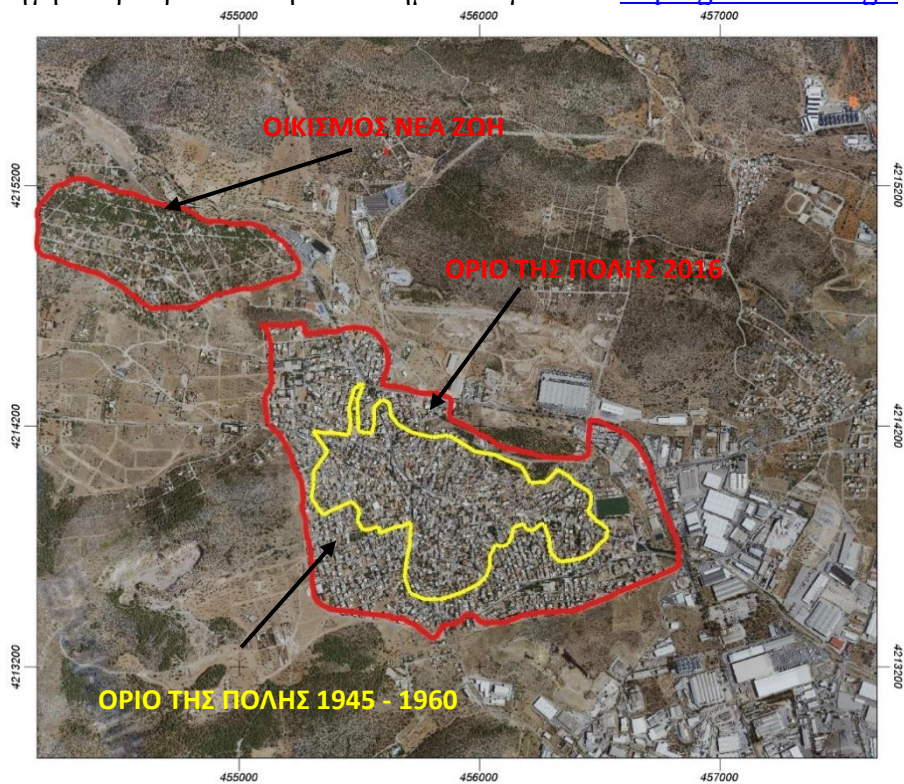
Πηγή: Καγιαδάκης Β., Μπούσουλας Γ., Γ.Υ.Σ., 2018, Ιδία επεξεργασία

Η πόλη της Μάνδρας αναπτύχθηκε σε μια μικρή πόλη κυρίως με αγροτικό και παραθεριστικό χαρακτήρα. Στις παρακάτω εικόνες 4.5 και 4.6 φαίνεται η **αστική επέκταση της πόλης** από το έτος 1945 έως το έτος 2016.



Εικόνα 4.5 Αστική επέκταση της πόλης Μάνδρας (1945 – 2016) σε υπόβαθρο Α/Φ του έτους 1945. Ιδία επεξεργασία

Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο Α.Ε. <http://gis.ktimanet.gr/>



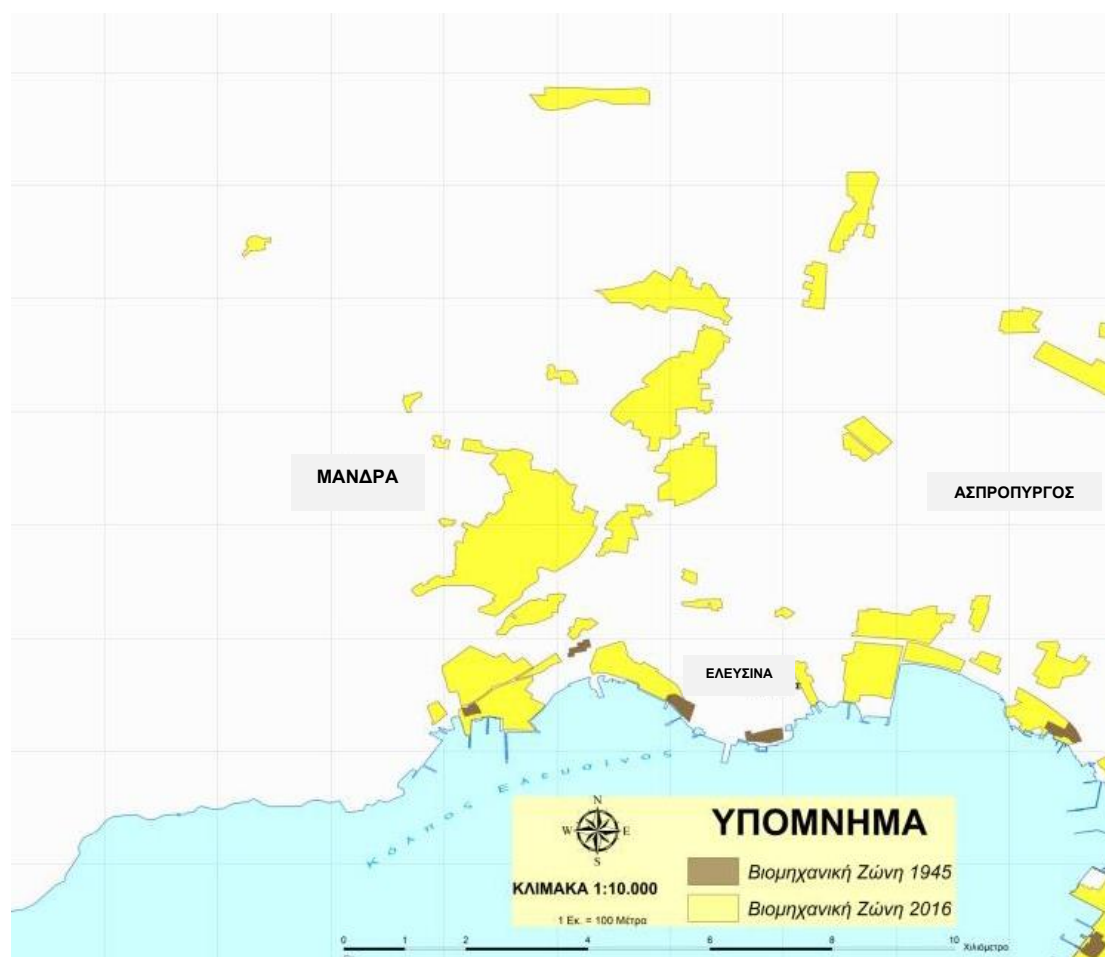
Εικόνα 4.6 Αστική επέκταση της πόλης Μάνδρας (1945 – 2016) σε υπόβαθρο ορθοφωτογραφίας περιόδου 2015 - 2016. Ιδία επεξεργασία

Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>

Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνονται αλλαγές στις χρήσεις γης και γενικότερα στη φυσιογνωμία της.

Παρατηρείται η ανάπτυξη μιας συνεχώς αυξανόμενης ζώνης που περιλαμβάνει επιχειρήσεις, βιομηχανίες, βιοτεχνίες, μεταποιητικές μονάδες, αποθήκες (logistics), διαμετακομιστικά κέντρα, προσδίδοντας στο νότιο, κυρίως, τμήμα του Δήμου καθαρά βιομηχανικό και επιχειρηματικό χαρακτήρα. Με την πάροδο των τελευταίων χρόνων πυκνώνουν οι παραγωγικές μονάδες και οι επιχειρήσεις μέσα στις θεσμοθετημένες βιομηχανικές περιοχές, αλλά εξαπλώνονται και σε νέες γειτονικές εκτάσεις.

Στην Εικόνα 4.7 φαίνεται η ανάπτυξη και επέκταση της βιομηχανικής περιοχής στην ευρύτερη περιοχή. Όπως διακρίνεται η έκταση της βιομηχανικής ζώνης κατά το έτος 1945 ήταν ιδιαίτερα περιορισμένη σε σύγκριση με το έτος 2016.



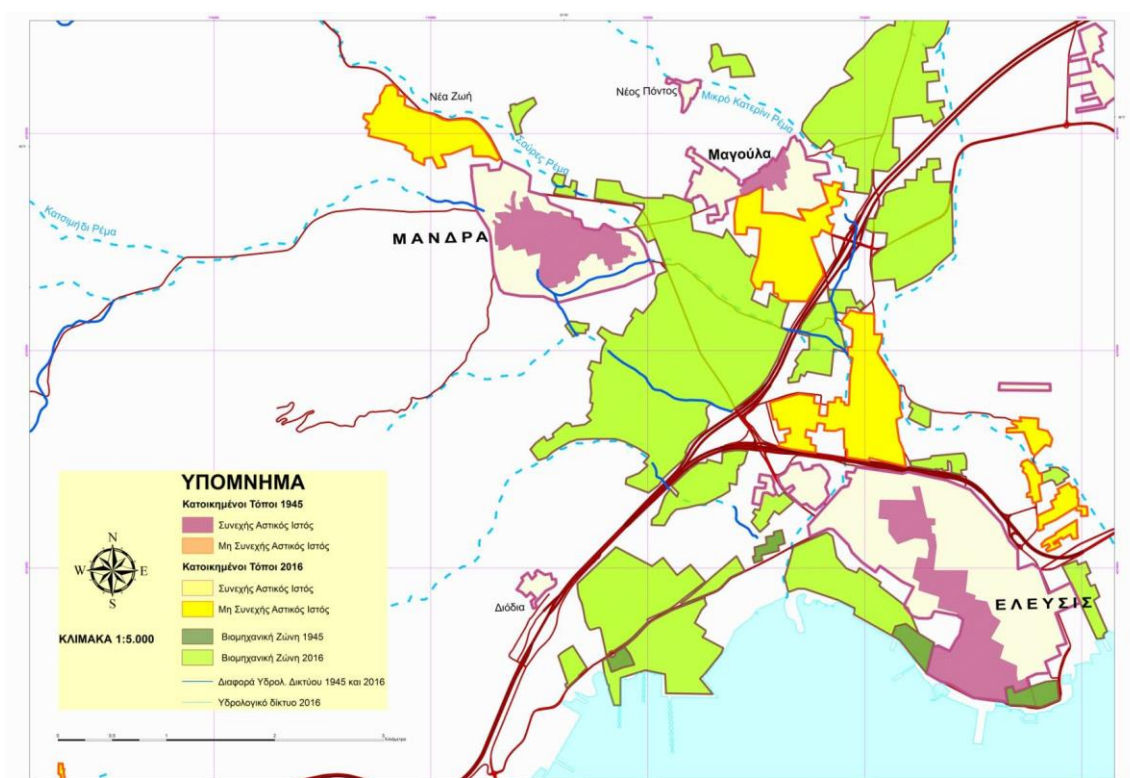
Εικόνα 4.7 Οι μεταβολές στη βιομηχανική περιοχή (έτη 1945 – 2016)

Πηγή: Καγιαδάκης Β., Μπούσουλας Γ., Γ.Υ.Σ., 2018

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3, παρ. 3.5 πραγματοποιήθηκαν αρκετές επεκτάσεις και αναθεωρήσεις των Πολεοδομικών Ενοτήτων του Δήμου που οδήγησαν σε **αύξηση**

των οικιστικών περιοχών, αλλά και επεκτάσεις των ορίων του ΓΠΣ, ούτως ώστε να συμπεριλάβει περιοχές χονδρεμπορίου, βιοτεχνίας, αποθηκών, κλπ. Υπήρξε, επίσης, αποχαρακτηρισμός κάποιων εκτάσεων πρασίνου και μετατροπή τους σε χώρο υποδοχής βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων.

Στην Εικόνα 4.8 φαίνονται συγκεντρωτικά όλες **οι μεταβολές στη βιομηχανική ζώνη και οι αστικές επεκτάσεις** της περιοχής της Μάνδρας (1945 – 2016)



Εικόνα 4.8 Οι μεταβολές στη βιομηχανική ζώνη και οι αστικές επεκτάσεις της περιοχής της Μάνδρας (1945–2016)

Πηγή: Καγιαδάκης Β., Μπούσουλας Γ., Γ.Υ.Σ., 2018

Συμπερασματικά οι **αστικές επεκτάσεις** και οι Αναθεωρήσεις του Εγκεκριμένου Σχεδίου Πόλεως της Μάνδρας (1986, 1989, 1992...), καθώς και η **επέκταση της βιομηχανικής περιοχής, αύξησαν την αδιαπερατότητα των επιφανειών** με αποτέλεσμα να περιορίζονται σημαντικά οι εκτάσεις εκτόνωσης τυχόν πλημμυρικής παροχής από τα ρέματα της περιοχής επιδεινώνοντας τις πλημμυρικές συνθήκες.

4.2 Αποψίλωση Δασών – Πυρκαγιές

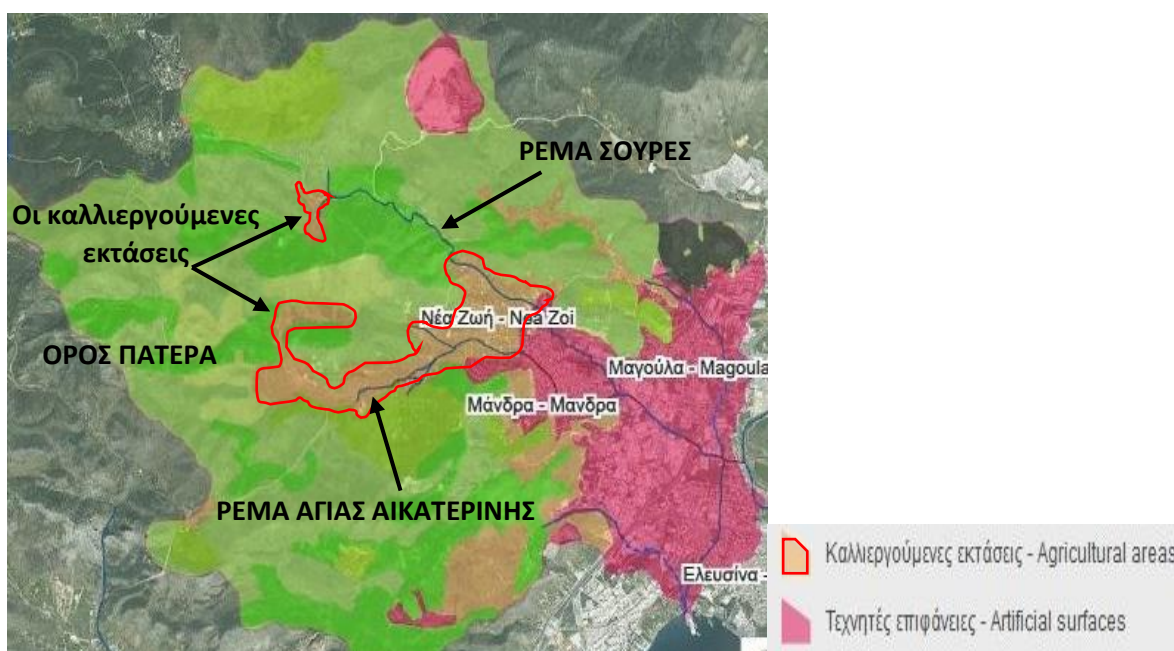
Όπως ήδη αναφέρθηκε στην παρ. 4.1 ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συνέβαλλαν στη διαμόρφωση των χρήσεων γης και ειδικότερα στο χαρακτήρα της

υπάρχουσας βλάστησης στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας ήταν η μακρόχρονη ανθρωπογενής επίδραση όπως υλοτομίες, υπερβόσκηση, εκχερσώσεις, δημιουργία οικισμών, πυρκαγιές.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι καλύψεις της γης στην ευρύτερη περιοχή έχουν μεταβληθεί σημαντικά. Οι επεμβάσεις στον φυσικό χαρακτήρα της περιοχής είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη στους πρόποδες του όρους Πατέρα.

Η καταγραφή των χρήσεων γης στην ευρύτερη περιοχή υποδεικνύει τη σταδιακή **αποψύλωση** εκτεταμένων εκτάσεων χαμηλής βλάστησης, τη **μετατροπή** τους σε **καλλιεργούμενες εκτάσεις** και την εντυπωσιακή μεγέθυνση των βασικών οικισμών.

Ειδικότερα από το 1987 έως το 2007 οι εκτάσεις χαμηλής βλάστησης στα κατάντη του όρους και γύρω από τους μεγάλους οικισμούς της περιοχής έχουν μειωθεί δραστικά, δίνοντας τη θέση τους σε αγροτικές εκτάσεις. Μάλιστα, μεγάλο μέρος των εκτάσεων που **εκχερσώθηκαν** (νόμιμα ή παράνομα) για να καλλιεργηθούν «ακολουθούν» τον ρου των ρεμάτων προς τα ανάντη του όρους, καταλαμβάνοντας την ευρύτερη περιοχή της κοίτης τους όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.9.



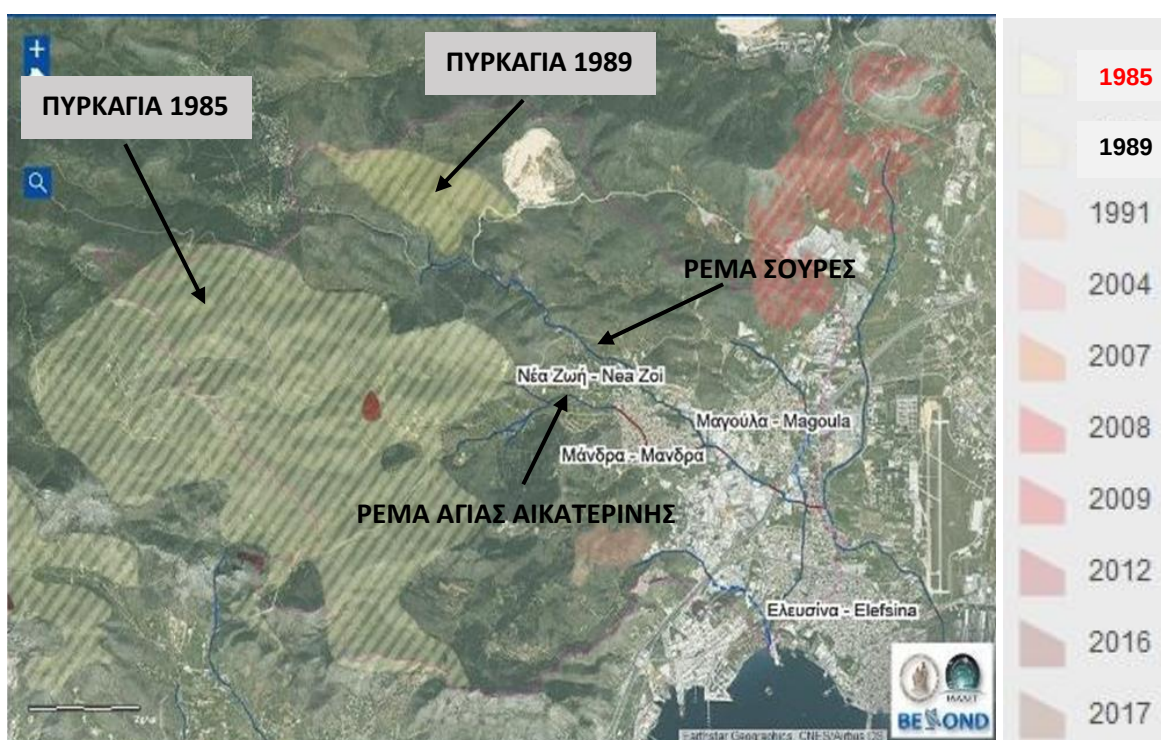
Εικόνα 4.9 Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις που ακολουθούν τον ρου των ρεμάτων Αγίας Αικατερίνης και Σούρες προς τα ανάντη του όρους Πατέρας. Ιδία επεξεργασία.

Πηγή υποβάθρου: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Στο όρος Πατέρα από το 1978 έως σήμερα έχουν εκδηλωθεί οι εξής σημαντικές δασικές πυρκαγιές (www.kathimerini.gr):

- Το 1978 σημειώθηκαν δύο πυρκαγιές, στις οποίες κάηκαν 900 και 3.000 στρέμματα.

- Το 1985 έγινε η μεγαλύτερη καταστροφή στο βουνό, καθώς κάηκαν περίπου 60.000 στρέμματα και πιο συγκεκριμένα ένα μεγάλο τμήμα του όρους Πατέρα που ήταν κυριολεκτικά κατάφυτο από πεύκα και πουννάρια.
 - Το 1989 σημειώθηκε πυρκαγιά ανατολικά της κοινότητας Παλαιοκούντουρα.
 - Το 2016 κάηκαν 5.559 στρέμματα δασικής έκτασης. Μάλιστα, μέρος της έκτασης που κάηκε είχε κηρυχθεί αναδασωτέα (δηλαδή είχε ξανακαεί στο παρελθόν).
- Οι καμένες διαχρονικά εκτάσεις της τελευταίας 30ετίας (1985-2017) για την ευρύτερη περιοχή απεικονίζονται με διαγράμμιση και χρωματισμό ως προς την ιστορικότητά τους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.10 (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).



Εικόνα 4.10 Χαρτογράφηση των καμένων διαχρονικά εκτάσεων της τελευταίας 30ετίας στην ευρύτερη περιοχή. Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.

Το συνολικό ποσοστό των καμένων εκτάσεων ως προς την έκταση της λεκάνης απορροής προκύπτει 34.56%. Ωστόσο αυτό οφείλεται ουσιαστικά στην παλαιότερη πυρκαγιά στο όρος Πατέρα, το έτος 1985, με ποσοστό 29.04%, έκταση η οποία έχει πλέον αναδασωθεί. Ομοίως έχει αναδασωθεί η επόμενη μεγαλύτερη καμένη έκταση από την πυρκαγιά ανατολικά της κοινότητας Παλαιοκούντουρα με ποσοστό 3.50% το έτος 1989. Όλες οι άλλες πυρκαγιές μαζί, μετά το 1989 έως και σήμερα, έκαψαν μόλις

το 2.02% της λεκάνης απορροής (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών). Συνεπώς η επιρροή των καμένων διαχρονικά εκτάσεων στην πλημμύρα κρίνεται μικρή.

Συμπερασματικά η αποψίλωση των δασών, η υπερβόσκηση, οι πρακτικές εκχερσώσεων δημιούργησαν **επιφάνειες με μικρή ικανότητα διήθησης** ευνοώντας έτσι την ταχύτερη απορροή των υδάτων.

4.3 Παρεμβάσεις αλλοίωσης και καταστροφής των ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης

Στη συγκεκριμένη παράγραφο γίνεται καταγραφή και ανάλυση των **ανθρωπογενών παρεμβάσεων** στα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης **πριν** από την καταστροφική πλημμύρα το Νοέμβριο του 2017, με στόχο την αποτύπωση των αλλοιώσεών τους και τη διερεύνηση του ρόλου που έπαιξαν στην πλημμύρα, αλλά και της **υφιστάμενης κατάστασης**, λαμβάνοντας υπόψη ότι στην περιοχή βρίσκεται σε εξέλιξη η κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων και πιο συγκεκριμένα η μερική εκτροπή του ρέματος Αγίας Αικατερίνης και η διευθέτηση του ρέματος Σούρες.

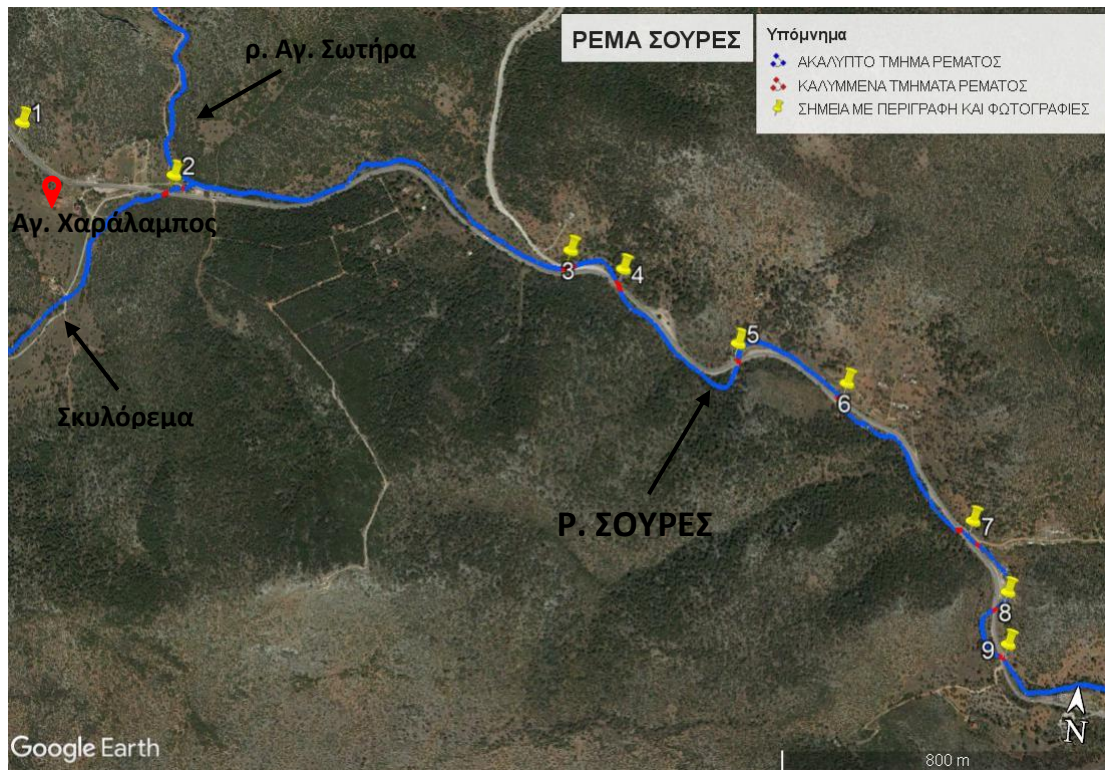
Για την καταγραφή και ανάλυση των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στα ρέματα καθώς και για την εκτίμηση της παλαιότερης φυσικής ροής των ρεμάτων χρησιμοποιήθηκαν ορθοφωτοχάρτες χρονικών περιόδων 1945-1960, 2015-2016 από το Εθνικό Κτηματολόγιο και ιστορικές δορυφορικές εικόνες της Google Earth Pro (2002-2019), καθώς και φωτογραφίες από την εφαρμογή Street view της google.com/maps και φωτογραφίες προσωπικού αρχείου.

4.3.1 Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στα ρέματα πριν από την πλημμύρα του 2017

4.3.1.1 Ρέμα Σούρες

Όπως έχει ήδη περιγραφεί στο κεφ. 3 το ρέμα Σούρες προέρχεται από τη συμβολή δύο ρεμάτων το Σκυλόρεμα και Αγίου Σωτήρα τα οποία συμβάλουν στο ύψος της περιοχής Αγ. Χαράλαμπος. Από τη θέση αυτή το ρέμα συνεχίζει κατά μήκος της ΠΕΟΑΘ ως χείμαρρος Σούρες.

Οι παρεμβάσεις στο ρέμα αρχίζουν να εντοπίζονται από τη συγκεκριμένη θέση (Αγ. Χαράλαμπος) και κατόντη όπως φαίνεται στο απόσπασμα από το Google Earth Pro (Εικ. 4.11)



Εικόνα 4.11 Το τμήμα του ρέματος Σούρες κατά μήκος της ΠΕΟΑΘ.

Πηγή υποβάθρου: [Google](#) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 27/4/2017, Ιδία επεξεργασία.

Όπως διαπιστώνεται μεγάλο τμήμα του ρέματος βρίσκεται σε εγγύτητα και διασταυρώνεται σε διάφορα σημεία με την παλαιά Εθνική Οδό Αθήνας – Θήβας.

Στα σημεία τα οποία φαίνονται με κίτρινη επισήμανση εντοπίζονται **ανεπαρκή τεχνικά υδραυλικά έργα**.

Αναλυτικότερα στο σημείο 1 (Φωτ. 4.1) φαίνεται η ΠΕΟΑΘ εντός του μη διευθετημένου ρέματος, και η πορεία του νερού (μπλε γραμμή), με αποτέλεσμα την υπερχειλίση και την καταστροφή του δρόμου.



Φωτ. 4.1 Σημείο 1 Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία

Στο σημείο 2 (Εικ. 4.12, Φωτ. 4.2, 4.3) φαίνονται τα **ανεπαρκή τεχνικά υδραυλικά έργα** στη συμβολή του ρέματος Σκυλόρεμα με το δρόμο, καθώς και ένα **αυθαίρετο κτίσμα** (το οποίο έχει σήμερα κατεδαφιστεί) εντός της κοίτης των δύο ρεμάτων.



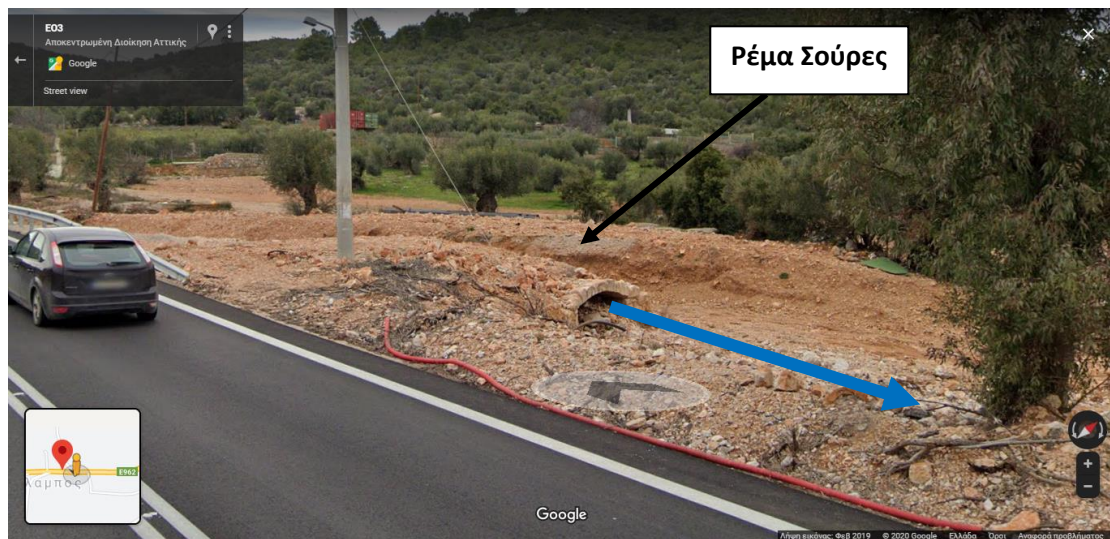
Εικόνα 4.12 Σημείο 2 Ανεπαρκή τεχνικά υδραυλικά έργα και αυθαίρετο κτίσμα Ορθοφωτογραφία περιόδου 2015 - 2016.

Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.2 Σημείο 2 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο

Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Φεβρουάριος 2019, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.3 Σημείο 2 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο

Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Φεβρουάριος 2019, Ιδία επεξεργασία

Στα σημεία που ακολουθούν από 3 έως 9 εντοπίζονται ανεπαρκή τεχνικά υδραυλικά έργα σε σημεία που το ρέμα Σούρες διασταυρώνεται με την ΠΕΟΑΘ.



Φωτ. 4.4 Σημείο 3 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο.

Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Φεβρουάριος 2019, Ιδία επεξεργασία

Στη φωτογραφία που ακολουθεί (Φωτ. 4.5) φαίνεται ότι η διατομή του τεχνικού αποδείχθηκε **ανεπαρκής** να παροχετεύσει τα ύδατα και υπήρξε έμφραξή του από φερτά υλικά.



Φωτ. 4.5 Σημείο 3 Έμφραξη της διατομής του παραπάνω τεχνικού από φερτά υλικά.
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.6 Σημείο 4 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.7 - 4.8 Σημείο 5 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.9 - 4.10 Σημείο 6 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.11 Σημείο 7 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.12 Σημείο 8 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



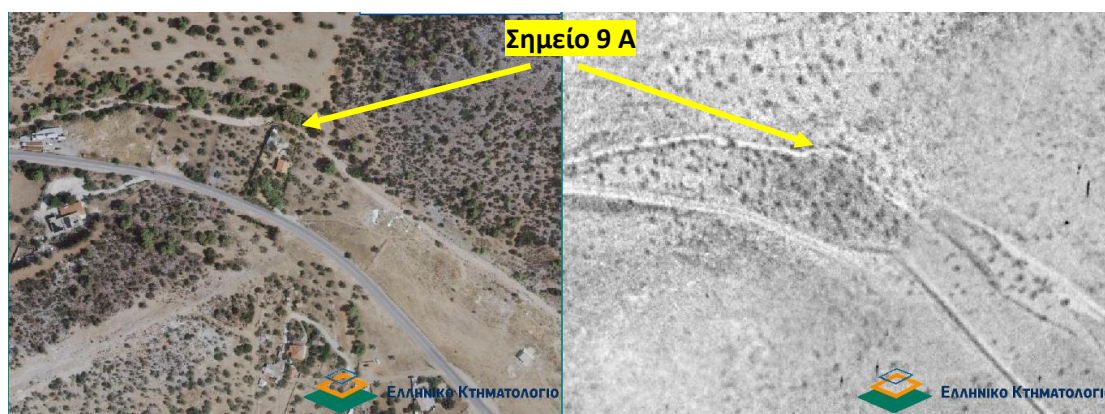
Φωτ. 4.13 - 4.14 Σημείο 9 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου
 Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία

Στο απόσπασμα που ακολουθεί (Google Earth Pro) (Εικ. 4.13) φαίνονται τα σημεία του ρέματος όπου εντοπίζονται οι πιο σημαντικές παρεμβάσεις στο ρέμα βορειανατολικά του οικισμού Νέα Ζωή.

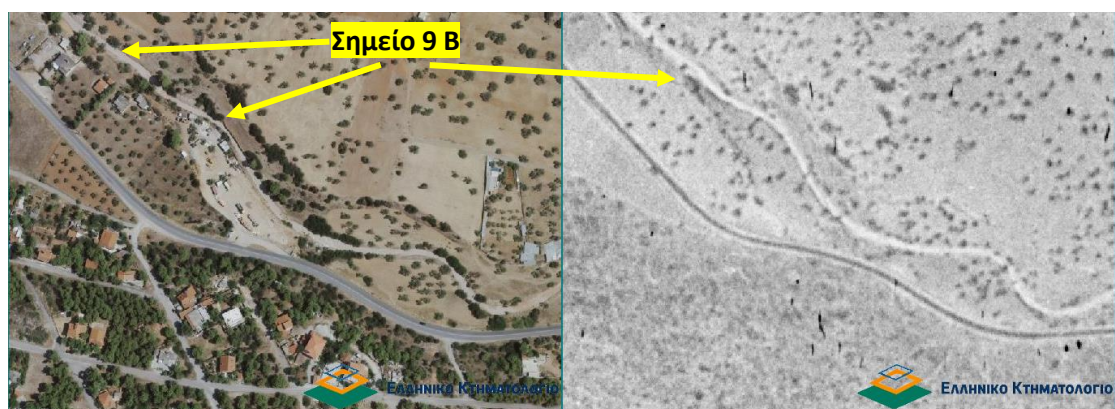


Εικόνα 4.13 Το τμήμα του ρέματος Σούρες βόρεια του οικισμού Νέα Ζωή.
 Πηγή υποβάθρου: [Google](#) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 27/4/2017, Ιδία επεξεργασία.

Στα σημεία 9 Α και 9 Β εντοπίζονται **κτίσματα** και **εγκαταστάσεις δομημένα στα όρια της κοίτης (παρόχθια)** με αποτέλεσμα **τη μείωση του εύρους του ρέματος**, όπως φαίνεται και στους δύο ορθοφωτοχάρτες (Εικ. 4.14, 4.15)



Εικόνα 4.14 Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά).
 Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>, Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 4.15 Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά).

Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>, Ιδία επεξεργασία

Στο απόσπασμα που ακολουθεί (Google Earth Pro) (Εικ. 4.16) φαίνονται τα σημεία του ρέματος οπού εντοπίζονται οι πιο σημαντικές παρεμβάσεις και αλλοιώσεις του ρέματος βόρεια της πόλης της Μάνδρας.



Εικόνα 4.16 Το τμήμα του ρέματος Σούρες βόρεια της πόλης της Μάνδρας.

Πηγή υποβάθρου: [Google](https://www.google.com/earth/) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 27/4/2017, Ιδία επεξεργασία.

Στα σημεία 10 και 11 εντοπίζεται **διασταύρωση του ρέματος με δρόμο** καθώς και ένα **τοιχίο περίφραξης** στο όριο της κοίτης του ρέματος (σημείο 10). Όπως φαίνεται στις Φωτ. 4.15 – 4.16 – 4.17 η μικρή διατομή του τεχνικού δεν μπόρεσε να παραλάβει τη μεγάλη παροχή του νερού.



Φωτ. 4.15 Σημείο 10

Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Ιανουάριος 2012, Ιδία επεξεργασία



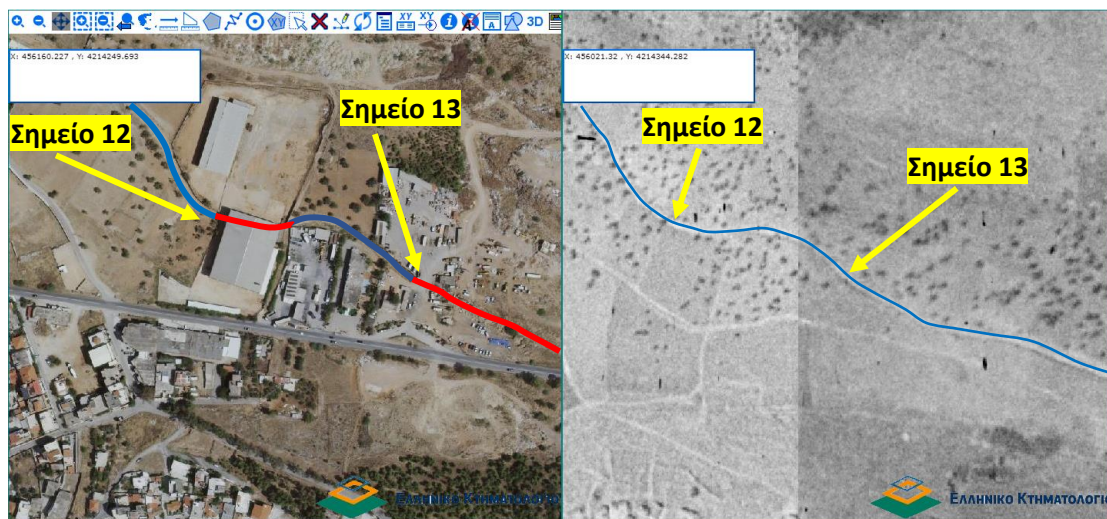
Φωτ. 4.16 Σημείο 10 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου, τοιχίο περίφραξης, (φωτογραφία μετά την πλημμύρα)

Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.17 Σημείο 11 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου
 Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Ιανουάριος 2012, Ιδία επεξεργασία

Στα σημεία 12 και 13 (Εικόνα 4.17) εντοπίζονται **κτίσματα** και **εγκαταστάσεις** τα οποία έχουν δομηθεί πάνω στην κοίτη του ρέματος. Συγκρίνοντας τους δύο ορθοφωτοχάρτες παρατηρούμε τις σημαντικές αλλοιώσεις της κοίτης, όπως η **θεμελίωση του κτίσματος επί των όχθων του ρέματος** εκατέρωθεν (σημείο 12, Φωτ. 4.18) και η **πλήρης επίχωση της κοίτης του ρέματος** (σημείο 13, Φωτ. 4.19)



Εικόνα 4.17 Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά).
 Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>, Ιδία επεξεργασία

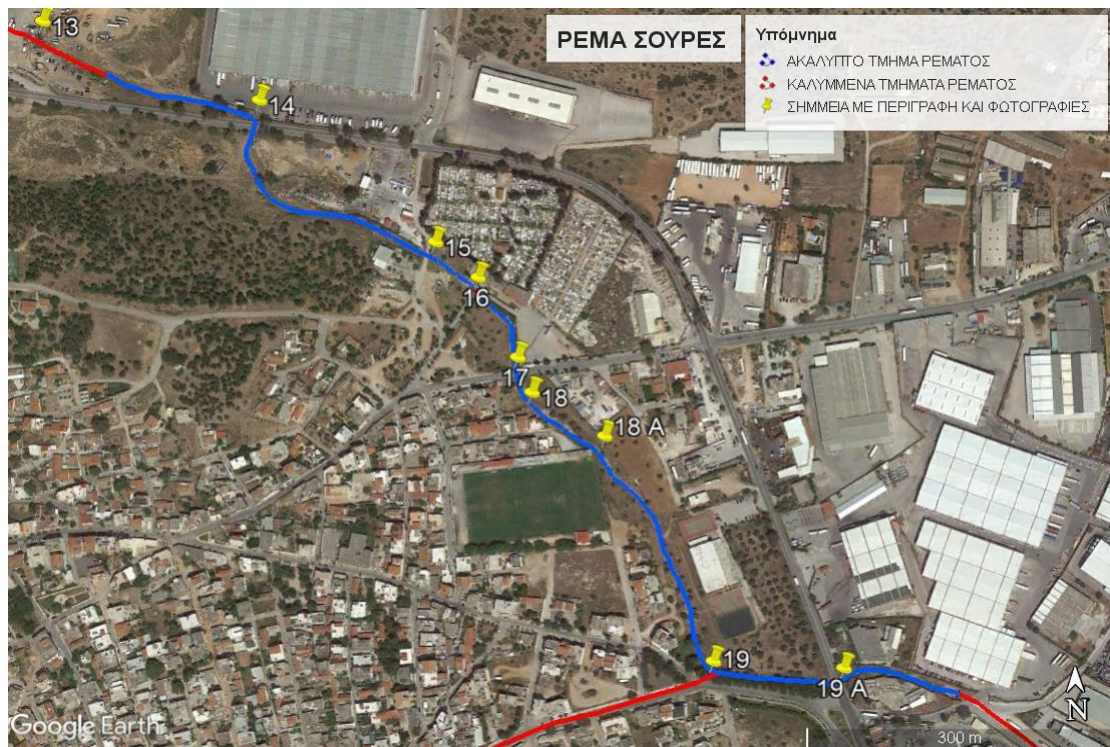


Φωτ. 4.18 Σημείο 12 Κτίσμα δομημένο πάνω στο ρέμα



Φωτ. 4.19 Σημείο 13 Αποκάλυψη της επιχωμένης κοίτης.
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία

Στο απόσπασμα που ακολουθεί (Google Earth Pro) (Εικ. 4.18) φαίνονται τα σημεία του ρέματος οπου εντοπίζονται οι πιο σημαντικές παρεμβάσεις και αλλοιώσεις του ρέματος εντός της πόλης της Μάνδρας.



Εικόνα 4.18 Το τμήμα του ρέματος Σούρες εντός της πόλης της Μάνδρας.
Πηγή υποβάθρου: [Google](#) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 27/4/2017 Ιδία επεξεργασία.

Στα σημεία από 14 έως 15 όπως φαίνεται και στην Εικ. 4.19 παρατηρείται **αλλαγή της πορείας του ρέματος** (πράσινη γραμμή) σε σχέση με την πορεία του ρέματος την περίοδο 1945 – 1960 (μπλε γραμμή), λόγω **δόμησης τοιχίου περίφραξης** κάθετα στη ροή του ρέματος (Φωτ. 4.20) αλλά και **κτισμάτων εντός της κοίτης**.



Εικόνα 4.19 Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά).
Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.20 Σημείο 14 Τοιχίο περίφραξης κάθετα στη ροή του ρέματος
 Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Ιανουάριος 2012

Επίσης στα σημεία 14, 15, 16 και 17 εντοπίζονται διασταυρώσεις του ρέματος με δρόμο. Όπως φαίνεται στις ακόλουθες φωτογραφίες οι **διατομές των τεχνικών υδραυλικών έργων αποδείχθηκαν ανεπαρκείς** να παροχετεύσουν την πλημμυρική παροχή (Φωτ. 4.21, 4.22, 4.23, 4.24)



Φωτ. 4.21 Σημείο 14 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου, τοιχίο περίφραξης. Διασταύρωση του ρέματος Σούρες με την ΠΕΟΑΘ.
 Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.22 Σημείο 15 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου.
 Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία



Φωτ. 4.23 Σημείο 16 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου.
 Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

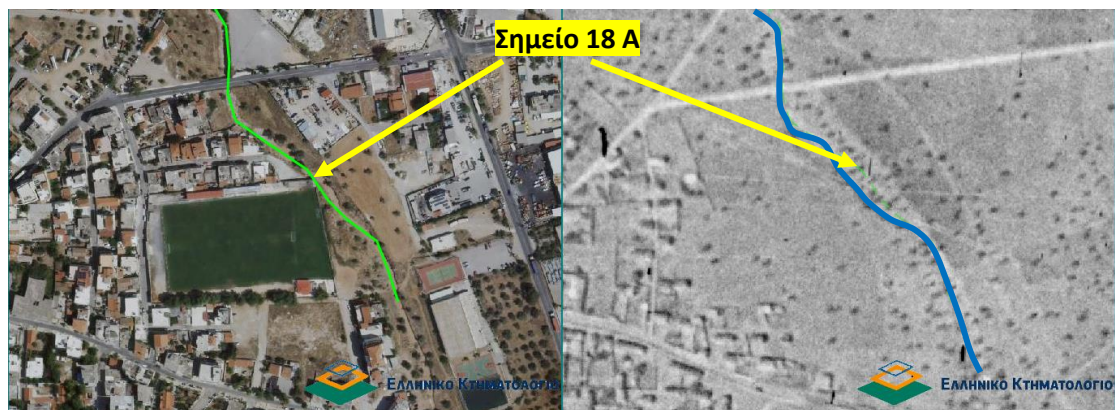


Φωτ. 4.24 Σημείο 17 Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου. (Γέφυρα)
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Στο σημείο 18 φαίνεται η δόμηση κτισμάτων στην όχθη του ρέματος (Φωτ. 4.25) και στο σημείο 18Α η κατασκευή αθλητικών εγκαταστάσεων μέσα στην κοίτη του (Εικ. 4.20) με αποτέλεσμα την μείωση της διατομής του.



Φωτ. 4.25 Σημείο 18 Η δόμηση κτισμάτων στην όχθη του ρέματος
Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Ιανουάριος 2012



Εικ. 4.20 Σημείο 18 Α Η κατασκευή αθλητικών εγκαταστάσεων μέσα στην κοίτη του ρέματος.

Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά). Ιδία επεξεργασία

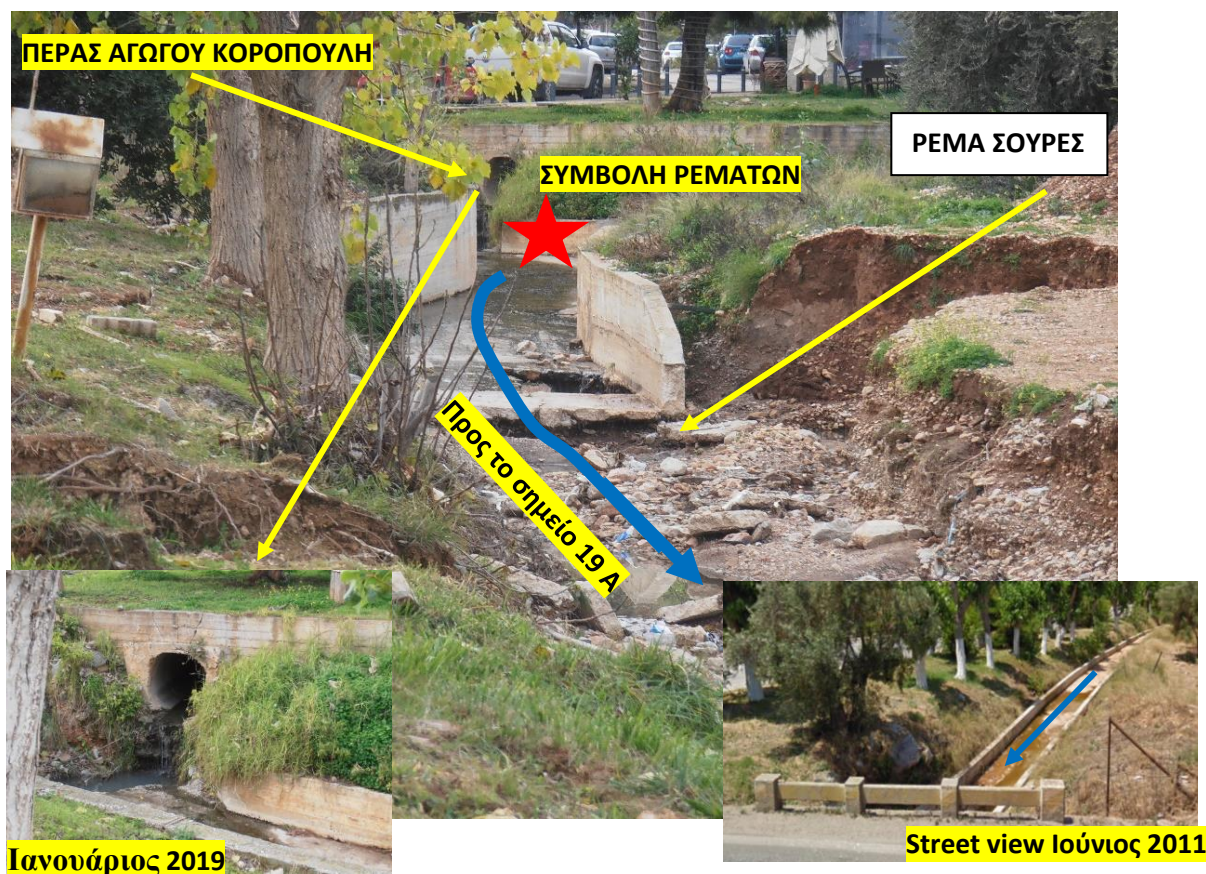
Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>

Στο σημείο 19 εντοπίζεται η συμβολή του ρέματος της Αγ. Αικατερίνης με το ρέμα Σούρες.

Στις παρακάτω φωτογραφίες (Φωτ. 4.26) φαίνεται το πέρας του κατασκευασμένου αγωγού (Κοροπούλη) ο οποίος διοχετεύει την πλημμυρική παροχή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες. Ο αγωγός αυτός έχει κριθεί **ανεπαρκής** καθώς δεν διαθέτει ικανοποιητική παροχετευτικότητα για να παραλάβει τα όμβρια της λεκάνης απορροής. Από το σημείο συμβολής των δύο ρεμάτων και κατόπιν υπάρχει τεχνικό υδραυλικό έργο (κανάλι) του οποίου οι διαστάσεις είναι ανεπαρκείς να παροχετεύσουν τα πλημμυρικά ύδατα των δύο ρεμάτων και το οποίο έχει καθαιρεθεί (Φωτ. 4.26, Street view Ιούνιος 2011).

Στο σημείο 19 Α, λίγο μετά την συμβολή των δύο ρεμάτων, εντοπίζεται το τεχνικό υδραυλικό έργο (γέφυρα) στη διασταύρωση του ρέματος Σούρες με την ΠΕΟΑΘ, το οποίο έχει επίσης κριθεί **ανεπαρκές** (Φωτ. 4.27).

Από το σημείο 19 Α το ρέμα Σούρες έχει διευθετηθεί με τεχνικό έργο (έργα της Αττικής οδού) το οποίο αποτελείται από δίδυμο ορθογωνικό αγωγό διαστάσεων 2x4.00x3.00 και μήκους L=2.200,00μ. (Φωτ. 4.28) και συνεχίζει εκβάλλοντας στον Σαρανταπόταμο.



Φωτ. 4.26 Σημείο 19 Η εκβολή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο, Ιανουάριος 2019 Ιδία επεξεργασία

<https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Ιούνιος 2011



Φωτ. 4.27 Σημείο 19 Α Διασταύρωση του ρέματος Σούρες με την ΠΕΟΑΘ
Ανεπαρκής διατομή τεχνικού υδραυλικού έργου.
Πηγή: Προσωπικό αρχείο, Ιανουάριος 2019



Φωτ. 4.28 Το έργο διευθέτησης του ρέματος Σούρες.
Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Ιανουάριος 2012

4.3.1.2 Ρέμα Αγ. Αικατερίνης

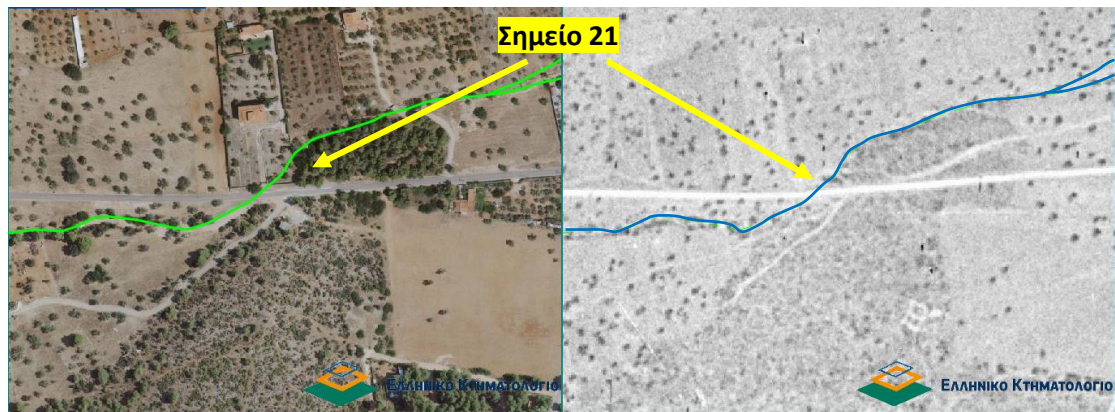
Όπως έχει ήδη περιγραφεί στο κεφ. 3 το ρέμα της Αγ. Αικατερίνης προέρχεται από τη συμβολή των δύο κυρίων χειμάρρων **Κατσιμήδι** και **Οσίου Μελετίου**. Ακολουθεί δυτική βορειοδυτική πορεία ανάντη της πόλης της Μάνδρας με πεδινό κυρίως χαρακτήρα. Οι πιο σημαντικές παρεμβάσεις εντοπίζονται στο πεδινό τμήμα του ρέματος.

Στο απόσπασμα που ακολουθεί (Google Earth Pro) (Εικόνα 4.21) παρουσιάζονται τα σημεία με τις πιο σημαντικές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο ρέμα δυτικά της πόλης της Μάνδρας.



Εικόνα 4.21 Το τμήμα του ρέματος Αγ. Αικατερίνης δυτικά της πόλης της Μάνδρας. Πηγή υποβάθρου: [Google](#) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 27/4/2017 Ιδία επεξεργασία.

Στο σημείο 21 εντοπίζεται **διασταύρωση του ρέματος με δρόμο χωρίς τεχνικό υδραυλικό έργο**, αλλά και **δόμηση τοιχίου περίφραξης** που εμποδίζει τη ροή του ρέματος. Στον ορθοφωτοχάρτη 2015-2016 (αριστερά) έχει σχεδιαστεί ο ρους του ρέματος όπως ήταν την χρονική περίοδο 1945-1960 (πράσινη γραμμή). Φαίνεται καθαρά ότι το τοιχείο περίφραξης έχει δομηθεί μέσα στην παλιά κοίτη του ρέματος με αποτέλεσμα την εξαφάνισή της (Εικ. 4.22). Στη φωτογραφία 4.29 απεικονίζεται η κατάσταση τον Αύγουστο του 2011 (πάνω φωτογραφία) και στην κάτω φωτογραφία φαίνεται η αποκάλυψη της ροής του ρέματος μετά την πλημμύρα του 2017.



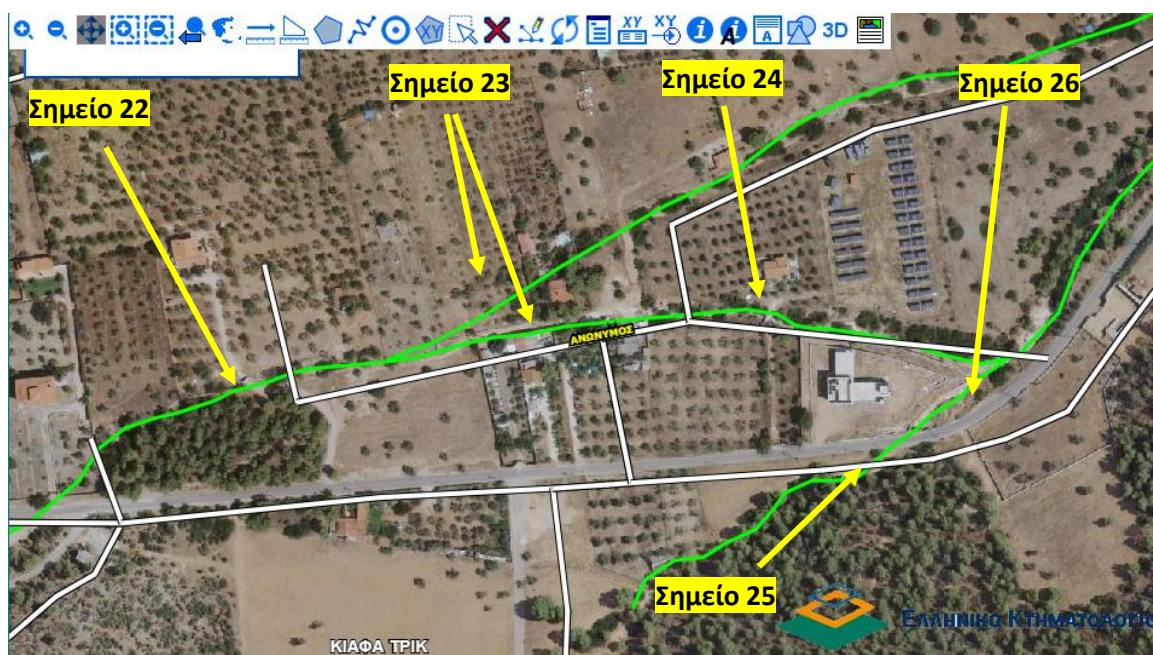
Εικ. 4.22 Σημείο 21 Η κατασκευή τοιχίου περίφραξης μέσα στην κοίτη του ρέματος. Σε παράθεση ο ορθοφωτοχάρτης 2015 – 2016 (αριστερά) με τον ορθοφωτοχάρτη 1945 – 1960 (δεξιά). Ιδία επεξεργασία
Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>



Φωτ. 4.29 Σημείο 21 Το τοιχίο περίφραξης μέσα στην κοίτη του ρέματος, η απουσία τεχνικού υδραυλικού έργου (πάνω φωτογραφία), η αποκάλυψη του ρέματος (κάτω φωτογραφία)

Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Αύγουστος 2011(πάνω φωτ.), Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (κάτω φωτ.), Ιδία επεξεργασία.

Στα σημεία 22, 23, 24, 25 και 26 εντοπίζονται **κτίσματα** και **εγκαταστάσεις** δομημένα **εντός** της κοίτης του ρέματος όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.23, όπου έχει σχεδιαστεί ο ρους του ρέματος όπως ήταν την χρονική περίοδο 1945-1960 (πράσινη γραμμή).



Εικ. 4.23 Ορθοφωτοχάρτης (2015 – 2016) με τον ρου του ρέματος τη χρονική περίοδο 1945-1960 (πράσινη γραμμή).

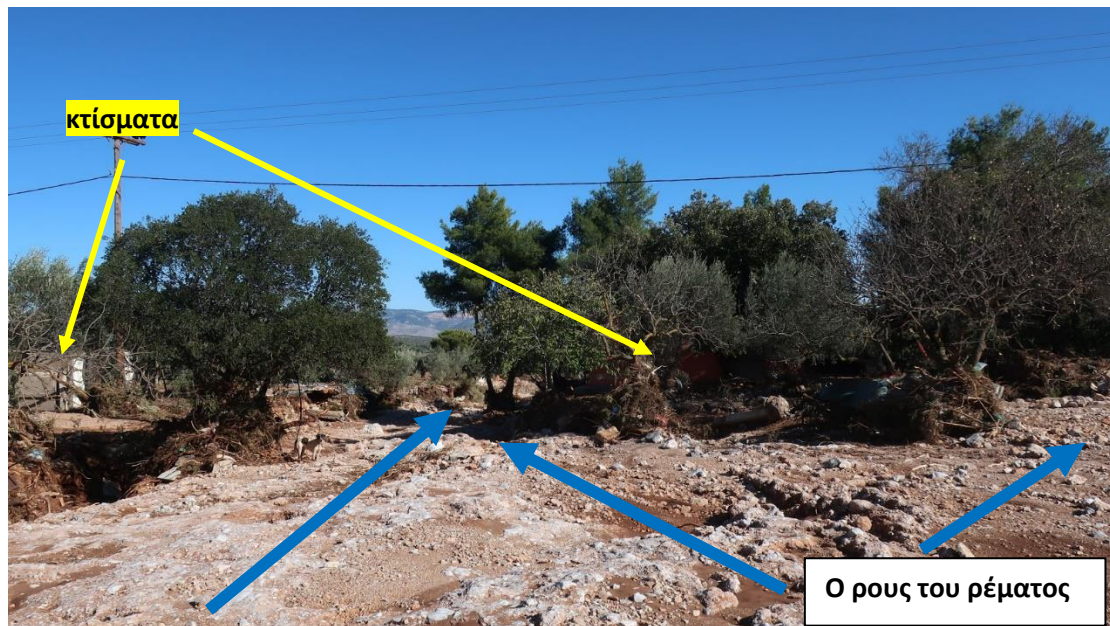
Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>, *Ιδία επεξεργασία*

Στο σημείο 22 εντοπίζεται συμβολή του ρέματος με δρόμο αλλά και με περίφραξη, όπως φαίνεται και στη φωτογραφία 4.30



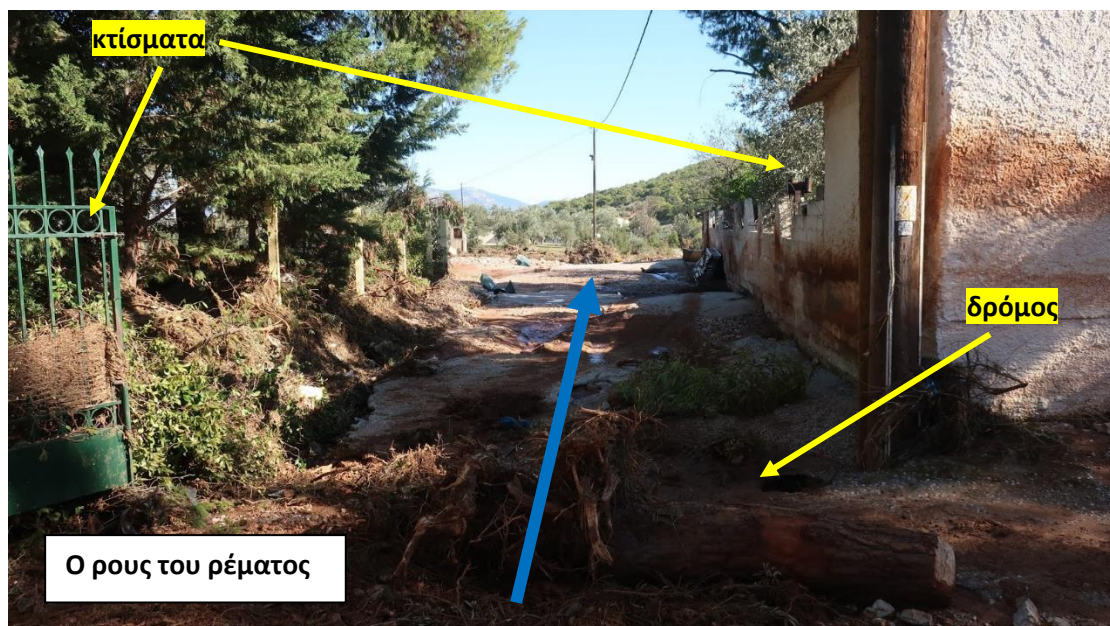
Φωτ. 4.30 Σημείο 22 Το τοιχίο περίφραξης μέσα στην κοίτη του ρέματος, η αποκάλυψη του ρέματος. Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, *Ιδία επεξεργασία*.

Στο σημείο 23 εντοπίζονται **κτίσματα** και **δρόμος** εντός της κοίτης του ρέματος, όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες 4.31 και 4.32.



Φωτ. 4.31 Σημείο 23

Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.



Φωτ. 4.32 Σημείο 23

Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.

Στο σημείο 24 εντοπίζεται συμβολή του ρέματος με δρόμο και **ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο** (υπερχείλιση), αλλά και **τοιχίο περίφραξης** κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες 4.33, 4.34 αντίστοιχα.



Φωτ. 4.33 Σημείο 24 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.



Φωτ. 4.34 Σημείο 24 Τοιχίο περίφραξης κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.

Στο σημείο 25 εντοπίζεται συμβολή του ρέματος με δρόμο και **ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο** (υπερχείλιση) και στο σημείο 26 εντοπίζεται **τοιχίο περίφραξης** κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες 4.35, 4.36 αντίστοιχα.



Φωτ. 4.35 Σημείο 25 Ανεπαρκές τεχνικό υδραυλικό έργο



Φωτ. 4.36 Σημείο 26 Τοιχίο περίφραξης κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος και αποκάλυψη της κοίτης (κάτω φωτογραφία)

Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνων Ιαν. 2012
Ιδία επεξεργασία

Στο σημείο 27 εντοπίζεται διασταύρωση του ρέματος με δρόμο χωρίς τεχνικό υδραυλικό έργο όπως φαίνεται στη φωτογραφία 4.37



Φωτ. 4.37 Σημείο 27 Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.

Στο απόσπασμα που ακολουθεί (Google Earth Pro) (Εικόνα 4.24) παρουσιάζονται τα σημεία με τις πιο σημαντικές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο ρέμα δυτικά της πόλης της Μάνδρας και μέχρι το σημείο εισόδου του ρέματος στην πόλη.



Εικόνα 4.24 Το τμήμα του ρέματος Αγ. Αικατερίνης δυτικά της πόλης της Μάνδρας. Πηγή υποβάθρου: [Google](#) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 27/4/2017 Ιδία επεξεργασία.

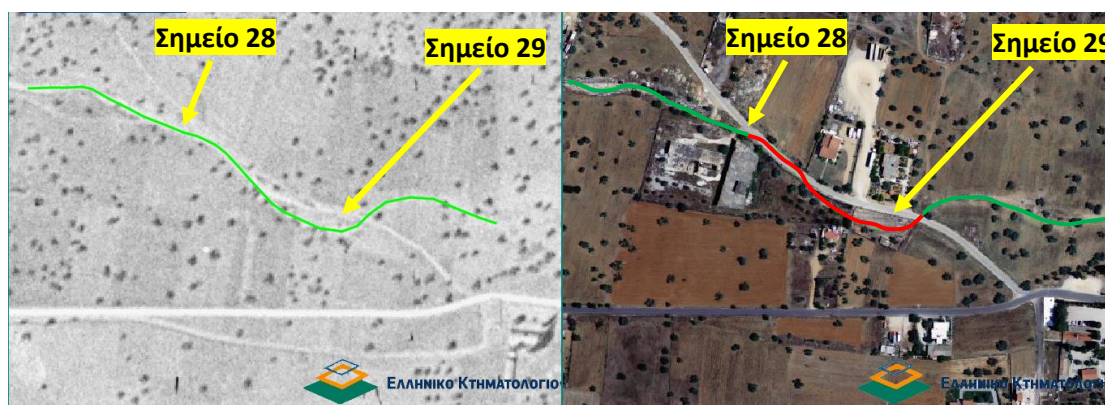
Στο σημείο 28 εντοπίζεται διασταύρωση του ρέματος με δρόμο **χωρίς τεχνικό υδραυλικό έργο** και **τοιχίο περίφραξης** κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος όπως φαίνεται στη φωτογραφία 4.38. Στη μικρή εικόνα φαίνεται η αποκάλυψη της κοίτης του ρέματος μετά την πλημμύρα.



Φωτ. 4.38 Σημείο 28 Τοιχίο περίφραξης κατασκευασμένο μέσα στην κοίτη του ρέματος και διασταύρωση του ρέματος με δρόμο.

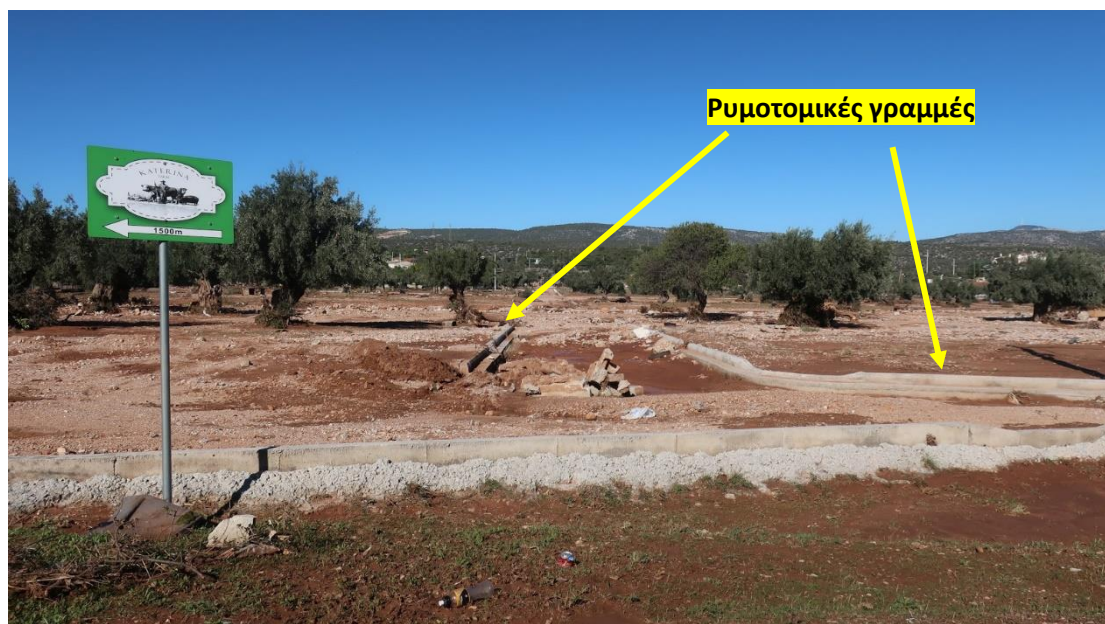
Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνων Ιανουάριος 2012, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.

Στην παρακάτω εικόνα 4.25 φαίνεται ότι από το σημείο 28 έως το σημείο 29 **η κοίτη του ρέματος εξαφανίζεται λόγω επιχωματώσεων**. Στον ορθοφωτοχάρτη αριστερά έχει σχεδιαστεί ο ρους του ρέματος όπως ήταν την χρονική περίοδο 1945-1960 (πράσινη γραμμή), ενώ στον ορθοφωτοχάρτη 2007-2009 (δεξιά) έχει σχεδιαστεί το τμήμα του ρέματος (κόκκινη γραμμή) όπου φαίνεται καθαρά η επιχωμάτωσή του και η εξαφάνισή του.



Εικόνα 4.25 Η επιχωμάτωση και εξαφάνιση του ρέματος. Πηγή υποβάθρου: Ελληνικό Κτηματολόγιο <http://gis.ktimanet.gr/>, Ιδία επεξεργασία

Στο σημείο 30 φαίνεται ενδεικτικά η νέα οικιστική επέκταση εντός του ρέματος και επί της οδού Αγ. Αικατερίνης (ρυμοτομικές γραμμές). Η φωτογραφία λήφθηκε μετά την πλημμύρα και απεικονίζει την υπερχειλίση και καταστροφή του δρόμου (Φωτ. 4.39)



Φωτ. 4.39 Σημείο 30 Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ιδία επεξεργασία.

Στη φωτογραφία 4.40 φαίνεται ο ρους του ρέματος λίγο πιο πάνω από το σημείο 30 και μέσα στην επέκταση του σχεδίου πόλης (από σημείο 29 έως σημείο Α)



Φωτ. 4.40 Σημείο 30 Πηγή:<https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνας Ιανουάριος 2012

Στο σημείο αυτό η φυσική κοίτη του χειμάρρου όπως έχει σήμερα διαμορφωθεί, από το σημείο 29 μέχρι την οδό Ομήρου (σημείο Α όπου και η αρχή του αγωγού Κοροπούλη) είναι **ανεπαρκής** με αποτέλεσμα τα πλημμυρικά ύδατα να μην οδηγούνται στον αγωγό αυτό και να διαχέονται ανεξέλεγκτα προς τον οικισμό.

Στο απόσπασμα που ακολουθεί (Google Earth Pro) (Εικόνα 4.26) παρουσιάζονται τα σημεία που εντοπίζονται τα φρεάτια του υπόγειου αγωγού (Κοροπούλη) που παροχετεύει τα όμβρια ύδατα της λεκάνης απορροής του ρέματος Αγ. Αικατερίνης.



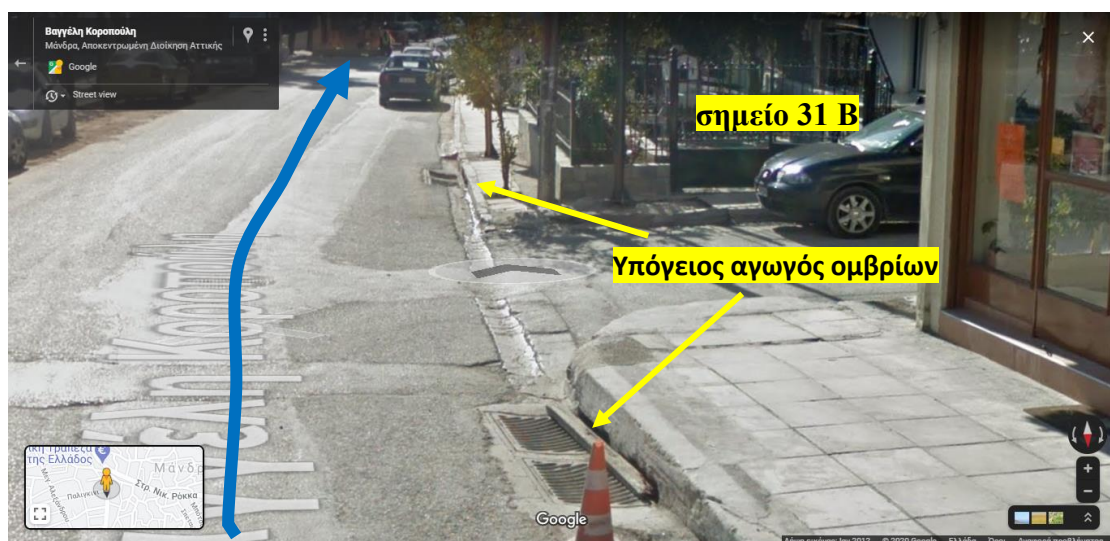
Εικόνα 4.26 Το τμήμα του ρέματος Αγ. Αικατερίνης εντός της πόλης της Μάνδρας.
Πηγή υποβάθρου: [Google](https://www.google.com/earth/) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 27/4/2017 Ιδία επεξεργασία.

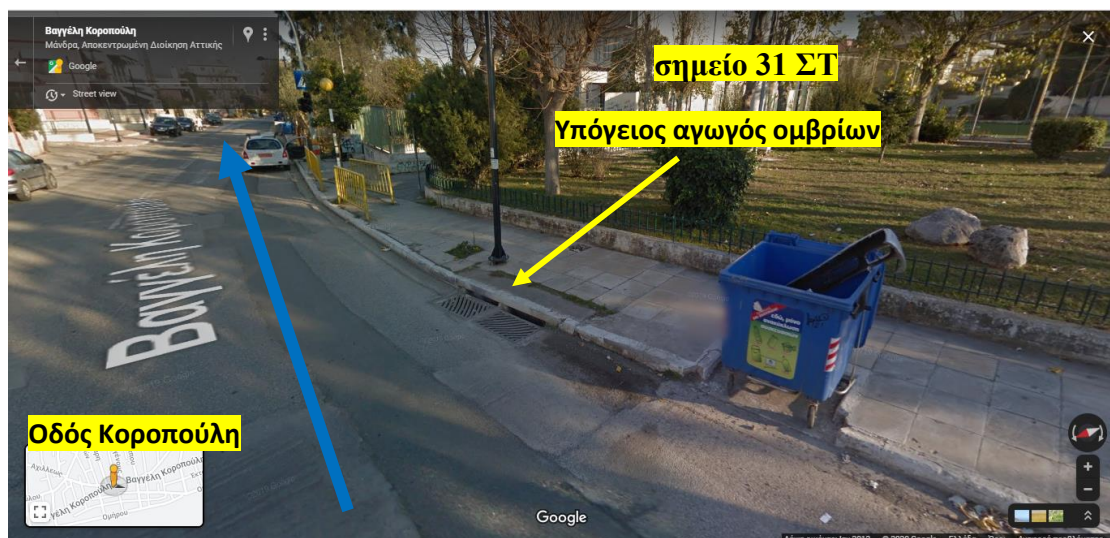
Πιο συγκεκριμένα στο σημείο Α εντοπίζεται το φρεάτιο εισαγωγής της επιφανειακής απορροής (αγωγού Κοροπούλη) στην οδό Ομήρου, χωρίς κατάλληλο έργο ώστε ο αγωγός να δέχεται τις ανάντη πλημμυρικές παροχές (Φωτ. 4.41).



Φωτ. 4.41 Σημείο Α
Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view
Λήψη εικόνας Ιαν. 2012

Στη συνέχεια στα σημεία 31, 31Α, 31Β, 31Γ, 31Δ, 31Ε, 31ΣΤ εντοπίζονται φρεάτια του υπόγειου αγωγού ομβρίων **ανεπαρκούς διατομής** όπως φαίνονται και στις παρακάτω φωτογραφίες.

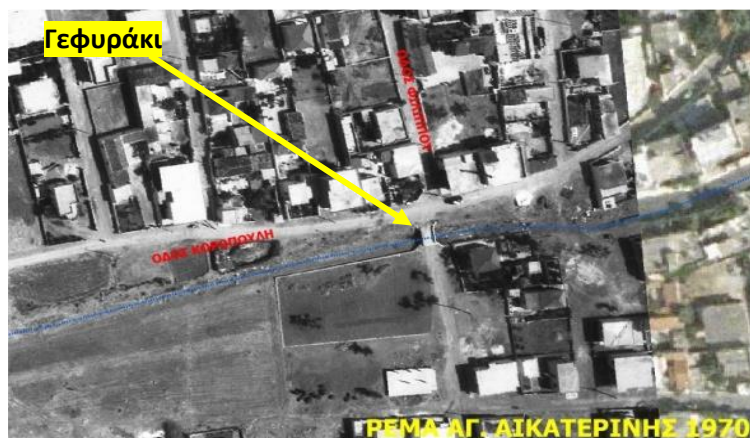




Φωτ. 4.42 Σημεία 31, 31Α, 31Β, 31Γ, 31ΣΤ

Πηγή: <https://www.google.com/maps/>, Street view Λήψη εικόνων Ιαν. 2012

Επίσης στην εικόνα 4.27 (Α/Φ 1970) στο σημείο 31ΣΤ φαίνεται η παλαιότερη φυσική ροή του ρέματος που ήταν παράλληλη της οδού Κοροπούλη και πιο συγκεκριμένα στη διασταύρωση με την οδό Φιλίππου υπήρχε γεφυράκι το οποίο σήμερα έχει καθαιρεθεί.

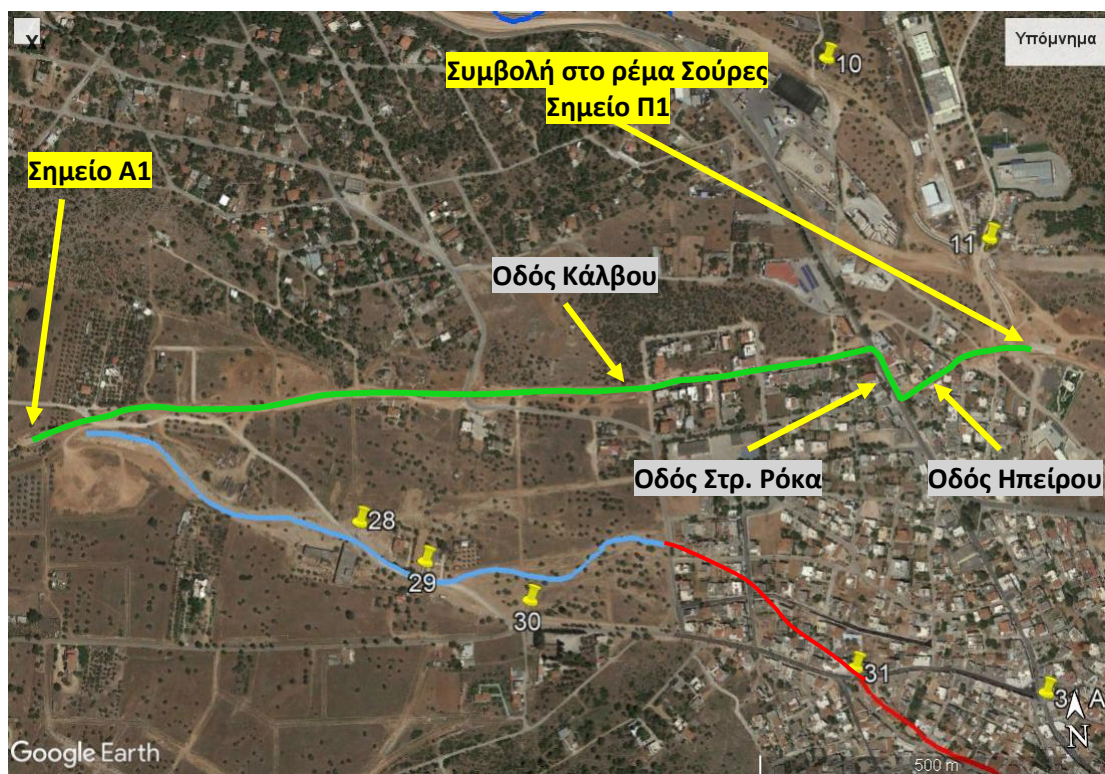


Εικόνα 4.27 Α/Φ 1970
Σημείο 31ΣΤ
Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο
Αθηνών

4.3.2 Υφιστάμενη κατάσταση στα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 3 παρ. 3.6 έχουν ξεκινήσει και κατασκευάζονται τα έργα διευθέτησης του χειμάρρου Σούρες και η εκτροπή του χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες.

Στο παρακάτω απόσπασμα (Google Earth Pro) (Εικ. 4.28) έχει σχεδιαστεί η διαδρομή του αγωγού εκτροπής του ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες (πράσινη γραμμή).



Εικόνα 4.28 Η εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης (πράσινη γραμμή).

Πηγή υποβάθρου: [Google](#) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 30/5/2019 Ιδία επεξεργασία.

Πιο συγκεκριμένα ξεκινάει από το σημείο Α1 όπου βρίσκεται το **έργο κεφαλής – μερισμού** της πλημμυρικής παροχής (όριο εγκεκριμένου Σχεδίου Πόλεως) και συνεχίζει κατά μήκος της οδού Κάλβου, στις οδούς Στρατηγού Ρόκα και Ηπείρου, εξέρχεται από το εγκεκριμένο σχέδιο πόλης και διαμέσου αγροτεμαχίων συναντά την κοίτη του ρέματος Σούρες όπου και το έργο συμβάλλει (σημείο Π1).

Στις παρακάτω φωτογραφίες 4.43 φαίνονται τα έργα που είναι σε εξέλιξη η κατασκευή τους.



Σημείο Α1
έργο κεφαλής – μερισμού



Ανάπτυξη της οδού Ομήρου
Δίδυμη κλειστή ορθογωνική
διατομή από οπλισμένο σκυρόδεμα
διαστάσεων 2 x 2,50 μ x 2,50 μ



Οδός Ηπείρου
Δίδυμη κλειστή ορθογωνική
διατομή από οπλισμένο σκυρόδεμα
διαστάσεων 2 x 2,50 μ x 2,50 μ



Σημείο Π1
**Συμβολή ρ. Αγ. Αικατερίνης στο
 ρ. Σούρες** (Ιούνιος 2020)
 Δίδυμη κλειστή ορθογωνική
 διατομή από οπλισμένο σκυρόδεμα
 διαστάσεων 2 x 2,50 μ x 2,50 μ

Φωτογραφίες 4.43 Αντιπλημμυρικά έργα – εκτροπή ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες. Πηγή: Προσωπικό Αρχείο, Ιδία επεξεργασία

Στο παρακάτω απόσπασμα (Google Earth Pro) (Εικ. 4.29) έχει σχεδιαστεί η διαδρομή της **διευθέτησης του ρέματος Σούρες** (κίτρινη γραμμή, σημεία 10 - 14).



Εικόνα 4.29 Η διευθέτηση του ρέματος Σούρες
 Πηγή υποβάθρου: [Google](https://www.google.com/earth/) Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 30/5/2019 Ιδία επεξεργασία.

Γενικά η διευθέτηση της κοίτης βρίσκεται στο μεγαλύτερο τμήμα της μέσα στην υφιστάμενη κοίτη, με εξαίρεση το σημείο 12 όπου η χάραξη εκτρέπεται ελαφρώς σε σχέση με τη φυσική κοίτη λόγω της ύπαρξης του υφιστάμενου κτιρίου.

Στις παρακάτω φωτογραφίες 4.44 φαίνονται τα έργα που είναι σε εξέλιξη η κατασκευή τους.



Από σημείο 10 προς 11



Σημείο 11



Από σημείο 11 προς 12



Από σημείο 12 προς 13, 14
Ανοικτή ορθογωνική διατομή επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια.



Διασταύρωση ρέματος Σούρες με ΠΕΟΑΘ. Κλειστή διπλή ορθογωνική διατομή από σκυρόδεμα, διαστάσεων 2x4.0μ x3.0μ



Φωτογραφίες 4.44 Πηγή: Προσωπικό αρχείο, Ιούνιος 2020, Ιδία επεξεργασία.

Στο παρακάτω απόσπασμα (Google Earth Pro) (Εικ. 4.30) έχει σχεδιαστεί η διαδρομή της **διευθέτησης του ρέματος Σούρες** (κίτρινη γραμμή, σημεία 15 – 19Α).



Εικόνα 4.30 Η διευθέτηση του ρέματος Σούρες

Πηγή υποβάθρου: Google Earth Pro, Ημερομηνία εικόνας 30/5/2019 Ιδία επεξεργασία.

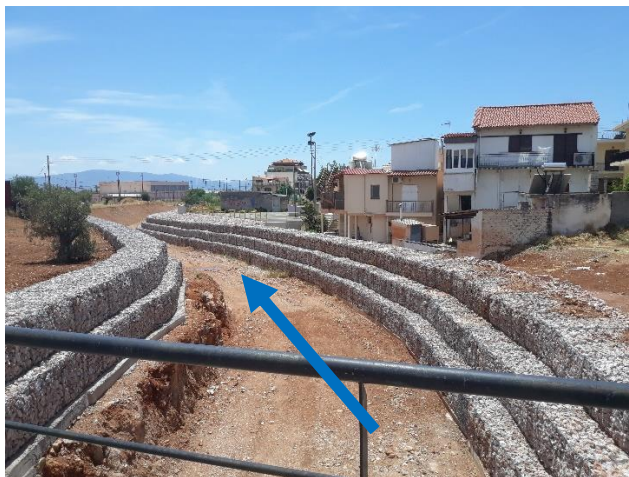
Στις παρακάτω φωτογραφίες 4.45 φαίνονται τα έργα που είναι σε εξέλιξη η κατασκευή τους.



Σημείο 15 προς 16
Γέφυρα νεκροταφείου
Ανοικτή ορθογωνική διατομή
επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια



Σημείο 17 Διασταύρωση ρέματος
Σούρες με δρόμο (οδός Λούκα).
- Κλειστή διπλή ορθογωνική διατομή
από σκυρόδεμα, διαστάσεων 2x4.0μ
x3.0μ
- Ανοικτή ορθογωνική διατομή
επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια



Από σημείο 17 προς 18 και 18Α.
Ανοικτή ορθογωνική διατομή
επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια.



Σημείο 19 Συμβολή ρ. Αγ. Αικατερίνης
με το ρ. Σούρες



Σημείο 19Α Διασταύρωση ρέματος
Σούρες με ΠΕΟΑΘ. Κλειστή διπλή
ορθογωνική διατομή από σκυρόδεμα,
διαστάσεων 2x4.0μ x3.0μ

Φωτογραφίες 4.45 Πηγή: Προσωπικό αρχείο, Ιούνιος 2020, Ιδία επεξεργασία

Για την διευθέτηση του ρέματος έχει χρησιμοποιηθεί ανοικτή τραπεζοειδής διατομή επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια. Όσον αφορά τον τρόπο επένδυσης με συρματοκιβώτια της τραπεζοειδούς διατομής έχουν χρησιμοποιηθεί τρεις (3) τύποι διατομών διευθέτησης:

- Διατομή Τύπου 1: Ανοικτή τραπεζοειδής επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια στον πυθμένα και σε τμήμα των πρανών (μεικτή διατομή). Πρόκειται στην ουσία για χωμάτινη διατομή, στον πυθμένα της οποίας κατασκευάζεται μια μικρότερη τραπεζοειδής διατομή επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια. Η συγκεκριμένη διατομή είναι η αμέσως επόμενη **φιλικότερη προς το**

περιβάλλον, μετά την ανοικτή χωμάτινη (ανεπένδυτη) διατομή που είναι και η βέλτιστη από περιβαλλοντικής άποψης (η οποία όμως δεν θα μπορούσε να εφαρμοστεί λόγω υδραυλικών απαιτήσεων, αυξημένων απαλλοτριώσεων κλπ).

- Διατομή Τύπου 2: Ανοικτή τραπεζοειδής επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια στο σύνολο της διατομής (εφαρμόζεται σε λίγες περιπτώσεις και κυρίως στις συναρμογές των τεχνικών έργων)
- Διατομή Τύπου 3: Ανοικτή ορθογωνική διατομή επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια (η διατομή αυτή εφαρμόζεται προκειμένου να περιοριστεί το εύρος κατάληψης και αντίστοιχα το κόστος απαλλοτριώσεων δεδομένου ότι σε κάποια σημεία εκατέρωθεν του χειμάρρου η έκταση ανήκει στον ίδιο ιδιοκτήτη (Οργανισμός Εργατικής Κατοικίας, εγκαταστάσεις Δήμου Μάνδρας, υφιστάμενες εργοστασιακές εγκαταστάσεις κλπ).

Για τα τεχνικά έργα (γέφυρες) που κατασκευάζονται, σε αντικατάσταση των υφισταμένων, οι διατομές είναι ορθογωνικοί οχετοί από σκυρόδεμα (κλειστή διπλή ορθογωνική διατομή από σκυρόδεμα διαστάσεων 2 x 4.0 x 3.0).

Τα υπόλοιπα τμήματα των ρεμάτων στις ανάντη περιοχές παραμένουν όπως έχουν περιγραφεί στην παράγραφο 4.3.1 δηλαδή πριν την καταστροφική πλημμύρα του Νοεμβρίου του 2017.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παρόν πόνημα επιχειρήθηκε η ανάπτυξη μιας εμπειρικής μελέτης για την περιοχή της Μάνδρας και ειδικότερα των δύο κυρίως ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης, σχετικά με τον ρόλο των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων.

Μεθοδολογικά έγινε σε αρχικό στάδιο η αναγνώριση της περιοχής από γεωλογικής, γεωμορφολογικής, υδρογεωλογικής, διοικητικής, δημογραφικής, οικονομικής, χωροταξικής και πολεοδομικής άποψης. Επίσης παρουσιάστηκαν όλες οι μελέτες και κατασκευές για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής που έχουν ήδη ολοκληρωθεί ή βρίσκονται σε εξέλιξη ή σε διαδικασία εκπόνησης.

Στη συνέχεια έγινε μια προσπάθεια εντοπισμού διαφόρων μορφών τρωτότητας στην περιοχή μελέτης έναντι πλημμυρικού κινδύνου. Σχετικά με τον πλημμυρικό κίνδυνο στην περιοχή, διαπιστώθηκε ότι είναι αποτέλεσμα κυρίως του ανθρώπινου παράγοντα. Το γεγονός ότι η πόλη της Μάνδρας είναι κτισμένη στην λεκάνη απορροής, καθώς και η ύπαρξη φαινομένων flash floods επιδεινώνουν τον πλημμυρικό κίνδυνο (φυσική τρωτότητα).

Εντοπίστηκαν διαφορετικές μορφές τρωτότητας όπως *γεωγραφική, φυσική, κατασκευαστική, πολεοδομική, περιβαλλοντική, κοινωνική, θεσμική, διοικητική*.

Ως ένδειξη *προσαρμοστικότητας* έχει γίνει μελέτη για τη διευθέτηση του ρέματος Σούρες και την εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης, η οποία μελέτη εφαρμόζεται με την κατασκευή των αντιπλημμυρικών έργων να βρίσκεται σε εξέλιξη. Επίσης έχει εγκριθεί η προκαταρκτική αναγνωριστική μελέτη ορεινών υδρονομικών έργων και έργων δασοτεχνικής διευθέτησης χειμάρρων στην ευρύτερη δασική περιοχή του όρους Πατέρα και έχει δημοπρατηθεί η μελέτη «Οριοθέτηση, Διευθέτηση και έργα ανάσχεσης ρεμάτων Σούρες και Αγίας Αικατερίνης ανάντη της πόλεως Μάνδρας».

Οι γεωμορφολογικές συνθήκες μιας περιοχής, όπως αναφέρθηκε στο 1^ο κεφάλαιο παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση των πλημμυρών. Τέτοιες συνθήκες, που έχουν ιδιαίτερη σημασία για την πλημμύρα, αφορούν τα φυσικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης (π.χ. υδροπερατότητα, γεωμορφολογία, γεωμετρία ρέματος).

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής χαρακτηρίζεται από ρέματα αρκετά έντονης κατά μήκος κλίσης (ρέματος Αγ. Αικατερίνης κλίση 5%, ρέματος Σούρες στα ανάντη, Σκυλόρεμα), που οδηγούν σε υψηλές ταχύτητες κίνησης των υδάτων και σε μείωση του χρόνου συρροής των υδάτων.

Η κάλυψη των υδρολογικών λεκανών των ρεμάτων Αγ. Αικατερίνης και Σούρες σε συνδυασμό με την έντονη κλίση τους, δεν επιτρέπουν την κατακράτηση μέρους της βροχόπτωσης, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής, να απορρέει επιφανειακά προς τα κατάντη.

Οι ευδιάβρωτοι γεωλογικοί σχηματισμοί στις παρυφές του όρους Πατέρα σε συνδυασμό με τις έντονες κλίσεις στα ανάντη ευνοούν τη μετακίνηση φερτών υλικών από τις περιοχές ανάντη προς τις κατάντη.

Ωστόσο αν και οι πλημμύρες έχουν κυρίως φυσική προέλευση (αφού η κύρια αιτία τους είναι οι υδρολογικές συνθήκες), η αύξηση του πλημμυρικού κινδύνου οφείλεται κυρίως στις παρεμβάσεις του ανθρώπου στο φυσικό τοπίο.

Οι κυριότερες αιτίες εμφάνισης των πλημμυρικών φαινομένων στην περιοχή αφορούν στην υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής και των ρεμάτων, δεδομένου ότι διαχρονικά έχουν υποστεί έντονες αλλαγές και ανθρωπογενείς πιέσεις και επεμβάσεις.

Αλλαγές στις χρήσεις γης - Αστικοποίηση

Οι αλλαγές στις χρήσεις γης στην περιοχή ήταν έντονες με τις πιο σημαντικές να εντοπίζονται στη νότια περιοχή του Δήμου (κυρίως στις περιοχές περιμετρικά της εθνικής οδού Αθηνών-Κορίνθου και της Αττικής Οδού) με την ανάπτυξη του βιομηχανικού και του βιοτεχνικού τομέα να έχει γίνει μη οργανωμένα και μη ελεγχόμενα με συνέπεια την συνεχή κατάληψη της γεωργικής γης από μονάδες μεταποίησης, αποθήκευσης, χονδρεμπορίου, κλπ.

Η μαζική εγκατάσταση βιομηχανικών και άλλων δραστηριοτήτων στην περιοχή σε συνδυασμό με την εσωτερική μετανάστευση, που ακολούθησε την αυξημένη ζήτηση εργασίας, καθώς και το χαμηλό κόστος της γης (χαμηλό κόστος κατοικίας και γης από εσωτερική μετανάστευση, σε αναζήτηση εργασίας), είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού στην Δ. Ε. Μάνδρας (το έτος 2001 η αύξηση είναι 42% σε σχέση με το έτος 1971). Η αύξηση του πληθυσμού και η μεγάλη συγκέντρωση δραστηριοτήτων δεν συνοδεύτηκαν από τον σχεδιασμό ανάπτυξης των οικισμών με συνέπειες όπως την

άναρχη και αυθαίρετη δόμηση, τη ρύπανση του του περιβάλλοντος, το χαμηλό επίπεδο των παρεχόμενων κοινωνικών υπηρεσιών και την ασυμβατότητα των χρήσεων γης.

Η αύξηση αυτή (αποτέλεσμα της συγκέντρωσης οικονομικών δραστηριοτήτων) σε συνδυασμό με την απουσία ρυθμιστικών και αναβαθμιστικών παρεμβάσεων δημιούργησε σοβαρά πολεοδομικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα.

Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των χρήσεων γης και στον τρόπο ανάπτυξής τους στο χώρο είχε και η αύξηση της πυκνότητας του σιδηροδρομικού και οδικού δικτύου.

Οι βασικές χρήσεις του Δήμου (οικιστικές και βιομηχανικές) αναπτύσσονται στην πλειονότητά τους επί των κύριων οδικών αξόνων. Η διέλευση λοιπόν σημαντικών οδικών αξόνων και σιδηροδρομικών δικτύων από την περιοχή του Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας έχει επηρεάσει σημαντικά τη χωρική οργάνωση των χρήσεων γης του Δήμου και έχει δημιουργήσει τις προϋποθέσεις οικιστικής ανάπτυξης και ανάπτυξης των βιομηχανικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων.

Κύριο χαρακτηριστικό της οικιστικής ανάπτυξης στην περιοχή είναι η χωρίς σχεδιασμό δόμηση κυρίως σε οριοθετημένους οικισμούς που βρίσκονται στον εξωαστικό χώρο του Δήμου Μάνδρας, με αποτέλεσμα την παράνομη και χωρίς πρόβλεψη κατάτμηση της γης, σε συνδυασμό με την καταπάτηση και την αυθαίρετη δόμηση.

Αναφορικά με την *αστική επέκταση* της πόλης της Μάνδρας αυτή ήταν έντονη τα τελευταία χρόνια. Το αστικό κέντρο της Μάνδρας αποτελεί μία δυναμική οικιστική συγκέντρωση που συνεχώς παρουσιάζει πληθυσμιακή αύξηση όπως έχει αναφερθεί. Στην πόλη της Μάνδρας κυρίαρχη είναι η χρήση της Κατοικίας, η οποία συμπληρώνεται από τις χρήσεις που συνιστούν τη Γενική κατοικία και το Πολεοδομικό κέντρο.

Οι συνεχείς επεκτάσεις και αναθεωρήσεις των Πολεοδομικών Ενοτήτων του Δήμου οδήγησαν σε αύξηση των οικιστικών περιοχών, αλλά και σε επεκτάσεις των ορίων του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου, ούτως ώστε να συμπεριλάβει περιοχές χονδρεμπορίου, βιοτεχνίας, αποθηκών, κλπ., με αποτέλεσμα την αύξηση των αδιαπέρατων επιφανειών και τη σημαντική μείωση των εκτάσεων εκτόνωσης τυχόν πλημμυρικής παροχής από τα ρέματα της περιοχής, αυξάνοντας έτσι τον πλημμυρικό κίνδυνο.

Επίσης η σταδιακή αποψίλωση εκτεταμένων εκτάσεων χαμηλής βλάστησης και η μετατροπή τους σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, η υπερβόσκηση, οι εκχερσώσεις σε

περιοχές που «ακολουθούν» τον ρου των ρεμάτων προς τα ανάντη του όρους Πατέρα, δημιούργησαν επιφάνειες με μικρή ικανότητα διήθησης ευνοώντας έτσι την ταχύτερη απορροή των υδάτων.

Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στα ρέματα Σούρες και Αγ. Αικατερίνης

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις αλλοιώνουν τις κοίτες των ρεμάτων και τον ευρύτερο χώρο των υδρολογικών λεκανών ενισχύοντας έτσι την ένταση των πλημμυρικών φαινομένων.

Όσον αφορά το ρέμα **Σούρες**, αρχικά εξετάστηκε το πρώτο τμήμα το οποίο βρίσκεται ανάντη του συνεκτικού ιστού της πόλης της Μάνδρας, και το οποίο αρχίζει από τη συμβολή των ρεμάτων Σκυλόρεμα και Αγίου Σωτήρα στο ύψος της περιοχής Αγ. Χαράλαμπος. Από το σημείο αυτό το ρέμα συνεχίζει ως ρέμα Σούρες όπου μεγάλο τμήμα του βρίσκεται σε εγγύτητα και διασταυρώνεται σε διάφορα σημεία με την παλαιά Εθνική Οδό Αθήνας – Θήβας.

Στα σημεία συμβολής του ρέματος με τον δρόμο εντοπίζονται τεχνικά υδραυλικά έργα με ανεπαρκείς διατομές καθώς και μείωση της διατομής του ρέματος εξαιτίας βελτιώσεων - διαπλατυνσεων του δρόμου.

Προς τα κατάντη και έως το σημείο συμβολής με το ρέμα Αγ. Αικατερίνης εντοπίζονται αυθαίρετα κτίσματα και εγκαταστάσεις δομημένα στα όρια της κοίτης (παρόχθια) με αποτέλεσμα τη μείωση του εύρους του ρέματος.

Επίσης εντοπίζονται κτίσματα θεμελιωμένα πάνω στην κοίτη του ρέματος, καθώς και επιχωματώσεις με αποτέλεσμα την πλήρη εξαφάνιση της διατομής του ρέματος.

Εντοπίζονται διασταυρώσεις του ρέματος με μικρές οδούς στις οποίες τα τεχνικά έργα έχουν ανεπαρκείς διατομές καθώς και αλλαγή του ρου του ρέματος λόγω δόμησης τοιχίων περίφραξης.

Σημαντικά είναι και τα σημεία που η κοίτη του χειμάρρου διασταυρώνει το υφιστάμενο οδικό δίκτυο όπως την Εθνική Οδό Αθηνών-Θηβών (2 σημεία) την επαρχιακή οδό προς Μαγούλα (1 σημείο) και τις τοπικές οδούς (2 σημεία). Στα σημεία αυτά εντοπίστηκαν τεχνικά υδραυλικά έργα (γέφυρες) των οποίων οι διαστάσεις αποδείχθηκαν ανεπαρκείς να παροχετεύσουν την πλημμυρική παροχή.

Στο σημείο συμβολής των ρεμάτων Σούρες και Αγ. Αικατερίνης, ο αγωγός (Κοροπούλη) ο οποίος διοχετεύει την πλημμυρική παροχή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες έχει κριθεί ανεπαρκής καθώς δεν διαθέτει ικανοποιητική παροχευτικότητα για να παραλάβει τα όμβρια της λεκάνης απορροής.

Από το σημείο συμβολής των δύο ρεμάτων και κατάντη υπάρχει τεχνικό υδραυλικό έργο (κανάλι) του οποίου οι διαστάσεις είναι ανεπαρκείς να παροχετεύσουν τα πλημμυρικά ύδατα των δύο ρεμάτων.

Τέλος η επέκταση του Σχεδίου Πόλεως στις παρυφές της πόλης και από το ύψος της Εθνικής Οδού Αθηνών – Θηβών έως το κοιμητήριο, όπου τα οικοδομικά τετράγωνα έχουν σχεδιαστεί στο χώρο της φυσικής κοίτης του ρέματος, αποτελεί χαρακτηριστικό σημείο της αλλοίωσης και της υποβάθμισής του.

Όσον αφορά το ρέμα της **Αγ. Αικατερίνης** οι πιο σημαντικές παρεμβάσεις εντοπίζονται στο πεδινό τμήμα του ρέματος.

Πιο συγκεκριμένα εντοπίζονται διασταυρώσεις του ρέματος με δρόμους με ανυπαρξία τεχνικών υδραυλικών έργων ή τεχνικών υδραυλικών έργων με ανεπαρκείς διατομές.

Σε αρκετά σημεία εντοπίζονται κτίσματα και εγκαταστάσεις δομημένα εντός της κοίτης του ρέματος, καθώς και επιχωματώσεις και στενώσεις του ρέματος.

Επιπλέον λίγο πριν την είσοδο της πόλης η φυσική κοίτη χάνεται ή παραμένει υποτυπώδης (λόγω επιχώσεων) κατά τμήματα μέσα στα όρια της επέκτασης του Σχεδίου Πόλεως της Μάνδρας και τα όμβρια ύδατα διαχέονται και εισέρχονται ανεξέλεγκτα στον ιστό της πόλης από την περιοχή της οδού Ομήρου. Με αφετηρία την οδό Ομήρου και Αίαντος και επί της οδού Κοροπούλη και Αγ. Αικατερίνης, έχει κατασκευασθεί από την ΕΥΔΑΠ πλακοσκεπής αγωγός ο οποίος καταλήγει με τεχνικό έργο στο ρέμα Σούρες.

Εντοπίστηκε το φρεάτιο εισαγωγής της επιφανειακής απορροής (αγωγού Κοροπούλη) στην οδό Ομήρου, χωρίς όμως να υπάρχει έργο εισόδου ή αποδέκτης των ανάντη υδάτων του ρέματος Αγ. Αικατερίνης, που θα οδηγούσε τα νερά στον αγωγό Κοροπούλη. Σε διάφορα σημεία εντός της πόλης εντοπίστηκαν τα φρεάτια υδροσυλλογής με εσχάρες περιορισμένης παροχευτικότητας, τα οποία αποσκοπούν στην συλλογή των τοπικών ομβρίων υδάτων που καταλήγουν στις παρειές των οδών για την αποστράγγισή τους.

Σήμερα κατασκευάζονται αντιπλημμυρικά έργα και πιο συγκεκριμένα η διευθέτηση του ρέματος Σούρες και η εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης στο ρέμα Σούρες.

Η διευθέτηση και η οριοθέτηση του ρέματος Σούρες ξεκινάει από το πέρας του κατασκευασμένου τμήματος με τα έργα της Αττικής οδού έως τη συμβολή της εκτροπής του ρέματος Αγ. Αικατερίνης σε μήκος 1.700 μ περίπου. Ο άξονας της διευθέτησης βρίσκεται στο μεγαλύτερο τμήμα του εντός της υφιστάμενης φυσικής

κοίτης, με μικρές μετατοπίσεις σε ορισμένα τμήματα όπου προσαρμόζεται (όπου είναι εφικτό) στη κατάσταση όπως έχει διαμορφωθεί στις παραρεμάτιες εκτάσεις.

Για την διευθέτηση του ρέματος όπου ήταν δυνατό οι διατομές και τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί ήταν τα φιλικότερα προς το περιβάλλον.

Για την εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης έχει κατασκευαστεί ο αγωγός εκτροπής με δίδυμη κλειστή ορθογωνική διατομή από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 2 x 2,50 μ x 2,50 μ. Ο αγωγός ξεκινάει από το σημείο που το ρέμα Αγ. Αικατερίνης εισέρχεται στο όριο του εγκεκριμένου Σχεδίου Πόλεως και ένα τμήμα της πλημμυρικής παροχής ($Q=57,00\text{ m}^3/\delta\lambda$) εκτρέπεται προς τον χ. Σούρες ($Q_1=47,00\text{ m}^3$) και το υπόλοιπο ($Q_2=10,00\text{ m}^3/\delta\lambda$) οδηγείται μέσω τάφρου (η οποία δεν έχει κατασκευαστεί) προς τον υφιστάμενο αγωγό Κοροπούλη (ο οποίος εκβάλει και αυτός στο ρέμα Σούρες).

Η κατάσταση των ρεμάτων στις ανάντη περιοχές τους παραμένει όπως ήταν πριν την πλημμύρα του Νοεμβρίου 2017.

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση της περιοχής μελέτης και των ρεμάτων συμπεραίνουμε ότι είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός και η κατασκευή των απαιτούμενων έργων και στα ανάντη των ρεμάτων Σούρες και Αγ. Αικατερίνης.

Αυτά τα έργα θα πρέπει να περιλαμβάνουν τη διευθέτηση των ρεμάτων, κατασκευές για την ανάσχεση ή/και καθυστέρηση της ροής, τον έλεγχο της διάβρωσης για μείωση των φερτών υλικών καθώς και τη σταθεροποίηση της κοίτης (εξαιτίας της διαβρωτικής ικανότητας των ρεμάτων και της παραγωγής φερτών υλικών τα οποία μεταφέρονται στα κατάντη, δημιουργείται η απαίτηση συγκράτησης του νερού με την κατασκευή ανασχετικών φραγμάτων στους ανώτερους κλάδους των υδρολογικών λεκανών).

Όλα τα ανωτέρω είναι έργα ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των πλημμυρικών φαινομένων στην περιοχή, έτσι ώστε, με την απρόσκοπτη λειτουργία των υδατορεμάτων και την προστασία τους, να επιτυγχάνεται η προστασία των παρακείμενων περιοχών, αλλά και της πόλης της Μάνδρας, καθώς και η ελεύθερη διακίνηση αγαθών και ανθρώπων από το τοπικό και υπερτοπικό οδικό δίκτυο της περιοχής.

Συμπερασματικά τα **αίτια** των πλημμυρικών φαινομένων στην περιοχή οφείλονται ως επί το πλείστον:

- στην αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του πλημμυρικού όγκου και τη μείωση του χρόνου συρροής των υδάτων,
- στην αποδάσωση τμημάτων της λεκάνης απορροής,
- στις αλλαγές των χρήσεων γης,
- στην αστικοποίηση και επέκταση οικισμών χωρίς να λαμβάνονται υπόψη περιβαλλοντικά κριτήρια,
- στην δόμηση κτιρίων και κατασκευών σε επικίνδυνα πεδία κατάκλυσης,
- στην έλλειψη αντιπλημμυρικών έργων και έργων ορεινής υδρονομίας

Οι **ανθρώπινες επεμβάσεις** στα ρέματα Σούρες και Αγίας Αικατερίνης και πιο συγκεκριμένα η δόμηση στις όχθες και εντός της κοίτης των ρεμάτων με αποτέλεσμα τη μείωση της διατομής τους, οι επιχωματώσεις με αποτέλεσμα την εξαφάνιση της κοίτης τους, η αλλαγή του ρου των ρεμάτων λόγω δόμησης κτιρίων και τοιχίων περίφραξης, τα ανεπαρκή τεχνικά υδραυλικά έργα, μειώνουν την παροχευτική ικανότητά τους και καταστούν τα ρέματα ανεπαρκή, αυξάνοντας έτσι τη δριμύτητα των πλημμυρών.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναγνωστόπουλος Χ., Γεωργιάδης Μ., Μπαντής Σ., (2010). *Διερεύνηση των αιτιών του πλημμυρικού επεισοδίου της 10^{ης} Φεβρουαρίου στο Στρατόνι Ν. Χαλκιδικής*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας.

Βοζινάκη Ανθή-Ειρήνη, (2014). *Ένα ολοκληρωμένο σύστημα εκτίμησης της επικινδυνότητας και των επιπτώσεων πλημμυρικών φαινομένων*. Διδακτορική διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης.

ΓΕΩΤΕΕ, (2017). *Έκθεση για την πλημμύρα της 15^{ης} Νοεμβρίου στην Μάνδρα και Νέα Πέραμο Αττικής*. ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Στερεάς Ελλάδας.

Δανιήλ Α., Λαζαρίδου Π., Μίχας Σ., (2004). *Γενικές αρχές περιβαλλοντικού σχεδιασμού αντιπλημμυρικών έργων*, ΗΜΕΡΙΔΑ «Αντιπλημμυρική προστασία Αττικής», ΤΕΕ, 2004.

Διακάκης Μ., (2012). *Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας με τη χρήση μοντέλων προσομοίωσης*. Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος.

Διακάκης Μ., (2018). *Πλημμύρες & πλημμυρικός κίνδυνος*. Διαφάνειες Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών σπουδών «Στρατηγικές διαχείρισης Περιβάλλοντος – Καταστροφών – Κρίσεων» Πανεπιστήμιο Αθηνών Ιανουάριος, 2018, στον ιστότοπο:

<http://kpe-elefs.att.sch.gr/2017-18/Elefsina%20Presentation%20Diakakis.pdf>

Ευστρατιάδης Α., Κουτσογιάννης Δ., Μαμάσης Ν., Δημητριάδης Π., Μαχαίρας, Α., (2012). *Βιβλιογραφική επισκόπηση υδρολογίας πλημμυρών και συναφών εργαλείων*, ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ – Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού-πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων, Ανάδοχοι: ΕΤΜΕ: Πέππας & Συν/τες Ε.Ε., Γραφείο Μαχαίρα, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 115 pages, Οκτώβριος 2012.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, (2018). *Ανάλυση της πλημμύρας της 15/11/2017 στη Δυτική Αττική με αξιοποίηση δορυφορικής τηλεπισκόπησης*. Ινστιτούτο Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης. Κέντρο Αριστείας Διαχείρισης Φυσικών Καταστροφών BEYOND, Υπηρεσία FloodHub (www.beyond-eocenter.eu)

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Μάνδρας – Ειδυλλίας (2011-2014), Σ.Μ.Ρ. ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ

ΕΤΜΕ: Πέππας και συν/τες Ε.Ε κ.α., (2014). *Μελέτη εκτροπής χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης και διευθέτησης χειμάρρου Σούρες Θριάσιου πεδίου*.

Ζάρρης Δ., (2019). *Διερεύνηση των αποθέσεων φερτών υλικών σε υδροηλεκτρικούς ταμιευτήρες*, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

Καγιαδάκης Β., Μπούσουλας Γ., Γ.Υ.Σ., (2018). *Διαχρονικές γεωγραφικές μεταβολές στην ευρύτερη περιοχή της Μάνδρας*, Γ.Υ.Σ.

Καραλή Μ., (2000). *Παρεμβάσεις στα ρέματα. Εναλλακτικές Προτάσεις Σχεδιασμού*, ΕΜΠ Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Αθήνα

Καρύμπαλης Ε., Παυλόπουλος Κ., (2002). *Παλαιογραφική αναπαράσταση της ροής του Ηριδανού και ανθρώπινες παρεμβάσεις*. Γεωγραφίες, Ν° 3, 2002, 9-23.

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 Εταιρίας τομ. XXXVIII, 2005

Καρύμπαλης Ε., Ζύγουρα Α. και Χαλκιάς Χ., (2014). *Ο ρόλος των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου του Σαρανταπόταμου στον πλημμυρικό*

κίνδυνο του Θριάσιου Πεδίου. Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, 1365-1387

Καρύμπαλης Ε., (2020), *Προτεραιότητες της Αποκατάστασης - Πρόληψης μετά από Καταστροφικές Αστικές Πλημμύρες*, Διοικητική Δίκη, Διμηνιαία Επιθεώρηση Νομολογίας των Διοικητικών Δικαστηρίων, Έτος ΛΒ' 2020, Τεύχος 1, σελ. 144-150

Κατσαφάδος Π. (2012). Σημειώσεις ΠΜΣ Διαχείριση Φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών. Κλιματική Αλλαγή. Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Κοτσιμπός Ζ., (1993) *Τα ρέματα της Αττικής – Διαπιστώσεις και προβληματισμοί πάνω σε ένα ξεχασμένο πολεοδομικό παράγοντα*, Διάλεξη Τμήματος Αρχιτεκτόνων, ΕΜΠ, 1993

Κώτσιαρη Β., Ευσταθίου Γ. *Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο υδρογραφικό δίκτυο του Ιλισσού ποταμού (Αττική)*. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Περιβάλλοντος, Γεωγραφίας και Εφαρμοσμένων Οικονομικών, Τμήμα Γεωγραφίας, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

Λαζαρίδη Α. (2012). Σημειώσεις ΠΜΣ Διαχείριση Φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών. Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι. Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Λαζαρίδης Λ., Ναλμπάντης Ι., (2004). *Αντιπλημμυρική προστασία λεκάνης ρέματος Ραφήνας*. Ημερίδα: «Αντιπλημμυρική προστασία Αττικής», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα 2 Νοεμβρίου 2004.

Λέκκας Ε., (1999). *Γεωλογία και Περιβάλλον*. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας Σχολή Θετικών Επιστημών, Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας σ.72-73

Λέκκας Ε., (2009). "Πρόληψη και Διαχείριση Φυσικών και Τεχνολογικών Καταστροφών", πρόγραμμα συμπληρωματικής εκπαίδευσης εξ' αποστάσεως, ΕΚΠΑ.

Λέκκας Ε. και επιστημονικοί συνεργάτες, (2018). Ε.Κ.Π.Α. Newsletter του Π.Μ.Σ. «Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών & Κρίσεων» Τεύχος 5

Λέκκας Ε. και επιστημονικοί συνεργάτες, (2018). *Επιχειρησιακός σχεδιασμός για την μείωση των επιπτώσεων από πλημμυρικά φαινόμενα στους δήμους της Περιφερειακής ένωσης δήμων Αττικής (ΠΕΔΑ). Η περίπτωση της Μάνδρας ως οδηγός αναφοράς και βελτίωσης της απόκρισης σε έκτακτες ανάγκες*. Εφαρμοσμένο ερευνητικό πρόγραμμα.

Μαμάσης Ν. (2014). *Πλημμύρες: Επιπτώσεις-Μέτρα-Οδηγία 2007/60*. Σημειώσεις μαθήματος Πλημμύρες. Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων Αθήνα 2014

Μάρης Π. Φώτης, *Ποτάμια Υδραυλική και Τεχνικά Έργα, Κεφάλαιο 12ο: Διευθετήσεις χειμάρρων και Υδραυλικά Έργα*. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Υδρολογίας και Υδραυλικών Έργων.

Μάρης Π. Φώτης, (2013) *Φυτοτεχνικές διευθετήσεις Κεφ.1.: Εισαγωγή*. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων και Διαχείρισης Κινδύνου, στον ιστότοπο:

<https://eclass.duth.gr/modules/document/?course=OPE02164>

Μάρης Π. Φώτης, (2013) *Φυτοτεχνικές διευθετήσεις Κεφ.7.: Φυτοτεχνικά Έργα Για την Αποκατάσταση Της Όχθης Των Ρεμάτων*. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων και Διαχείρισης Κινδύνου, στον ιστότοπο:

<https://eclass.duth.gr/modules/document/?course=OPE02164>

Μαρουκιάν, Χ., Τσερμέγκα, Ε., Γάκη-Παπαναστασίου, Κ. και Καρύμπαλης, Ε., (2005). *Ο ρόλος των μορφομετρικών παραμέτρων και των ανθρωπογενών επεμβάσεων στην εκδήλωση πλημμυρών στον κάτω ρου του Κηφισού ποταμού (Λεκανοπέδιο Αττικής)*. Πρακτικά συνεδρίου από 7ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο που διεξήχθη σε Αθήνα. Φορέας διεξαγωγής Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας. Αθήνα: Γ. Στουρνάρας, Κ. Παυλόπουλος, Θ. Μπέλλος.

Μπαλούτσος Γ., Οικονόμου Α., Καούκης Κ., (2005) *Ο κίνδυνος πλημμύρας σε λεκάνες απορροής μετά από πυρκαγιά. Μέτρα και έργα μείωσης των επιπτώσεων*, στον ιστότοπο: www.fria.gr

Νικολακόπουλος Γ. Κ., Λαμπράκης Ι. Ν., Κατσάνου Ν. Κ., (2015), *Υδρολογία με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και δεδομένων Τηλεπισκόπησης*. Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Εκδόσεις Κάλλιπος, στον ιστότοπο: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/2520>

Ουρλόγλου Ο., (2018). *«Οφέλη Αστικών Ρεμάτων & Μέθοδοι Αποκατάστασης της Κοίτης τους - Περίπτωση Ρέματος Ποδονίφτη»*. Διπλωματική Εργασία, ΜΠΣ, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Παπανικολάου Δ., Διακάκης Μ., (2011) *Μεταβολές στην ένταση και την κατανομή των φυσικών καταστροφών*. Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, Τράπεζα της Ελλάδος, Ιούνιος 2011

Πεντέρης Δ., Καλογερόπουλος Κ., Χαλκιάς Χρ., (2015) *Εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου σε υπολεκάνη του Βουραϊκού ποταμού με τη χρήση συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών*. ΓΕΩΓΡΑΦΙΕΣ , Ν° 26, 2015, σ. 21-37

Σαπουντζάκη, Κ. (2007). *Το αύριο εν κινδύνω: φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές στην Ευρώπη και την Ελλάδα* . Αθήνα: Gutenberg.

Σαπουντζάκη Κ. (2013). Σημειώσεις ΠΜΣ Διαχείριση φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών. Τρωτότητα & Διακινδύνευση: Πρόληψη και ετοιμότητα. Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Σαπουντζάκη Κ., & Δανδουλάκη Μ., (2015). *Κίνδυνοι και Καταστροφές: Έννοιες και Εργαλεία Αξιολόγησης, Προστασίας, Διαχείρισης*. Αθήνα: ΣΕΑΒ.

Σταματόπουλος Λ., (2005). *Ο κίνδυνος πλημμύρων από τον χείμαρρο Διακονιάρη του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλεως των Πατρών, ΒΔ Πελοπόννησος, Ελλάδα*. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVIII, 2005 σ. 69-76

Στάθης Δ., Σαπουντζής Μ., Στεφανίδης Π., (1998). *Η πλημμυρογένεση και η στερεομεταφορά σε μικρές λεκάνες απορροής (Εφαρμογή: χείμαρροι περιοχής Στυλίδας του Ν. Φθιώτιδας)*. Επιστημονική επετηρίδα (Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος). Τόμος Μ/2 - VOL.40/2.

Στάθης Δ., (2000). *Οι πλημμύρες των χειμάρρων της περιοχής Ανατολικής Όσσας του Ν. Λάρισας*. Εφημερίδα «Ελευθερία» 15/10/2000.

Στεφανίδης Π., Στάθης Δ., (1996). *Ο Γαλλικός ποταμός και το χειμαρρικό του περιβάλλον*. Επιστημονική επετηρίδα (Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος). Τόμος ΛΘ/2 - VOL.39/2

Στεφανίδης Π., Μυρονίδης Δ., Σαπουντζής Μ., Στάθης Δ., (1998). *Ο χείμαρρος Σκλήθρου Φλώρινας (Χειμαρρικό Περιβάλλον – Αρχές και Συστήματα Διευθέτησης)*. Επιστημονική επετηρίδα (Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος). Τόμος ΜΑ/2 – VOL.41/2.

Στεφανίδης Π., Σαπουντζής Μ., (1998) *Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην κοίτη του χειμάρρου «Ραχωνίου» Ν. Χαλκιδικής, ως αιτία πλημμυρογένεσης*, Πρακτικά 8^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Αλεξανδρούπολη, 6-8 Απριλίου 1998 Conference Paper · April 1998 στον ιστότοπο: <https://www.researchgate.net/publication/281146787>

Τελική έκθεση ελέγχου Γεν. Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, (2018). Αθήνα

Τσακίρης Γ., (1995) *Υδατικοί πόροι: I. Τεχνική Υδρολογία*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1995

Τσακίρης Γ., (1998) *Τα ρέματα στην Αθήνα του 21^{ου} αιώνα. Πολιτικές προστασίας. Η υδραυλική προσέγγιση*. ΠΥΡΦΟΡΟΣ 1998.

Τσακίρης Γ., Μαραγκουδάκη Ρ., (2005). *Επίδραση της Αστικοποίησης στα Χαρακτηριστικά της Πλημμύρας*, στον ιστότοπο: <https://www.edeya.gr/>

Τσακίρης Γ., (2009) *Υδατικοί πόροι: II. Εφαρμογές Τεχνικής Υδρολογίας*. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2009

Χατζημπίρος Κ., (2001) *Οικολογία, Οικοσυστήματα και προστασία του Περιβάλλοντος*. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2001

Χουρδάκης Ν., (2015). «*Ανάδειξη τρωτότητας, έκθεσης και προσαρμοστικότητας μιας περιοχής έναντι του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών. Περίπτωση μελέτης: Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας*». Διπλωματική εργασία, ΠΜΣ Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Χατζημπίρος Κ., (2001). *Οικολογία, Οικοσυστήματα και προστασία του Περιβάλλοντος*. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2001

Χρυσάνθου Β., (2015) *Ποτάμια Υδραυλική Και Τεχνικά Έργα*. ΣΕΑΒ, www.kallipos.gr

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agostino Ferrara, Raffaella Lovreglio, *Σύστημα Δεικτών Ερημοποίησης για την Μεσογειακή Ευρώπη, Αποψίλωση των δασών*. DIS4ME, στον ιστότοπο: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/>

Alcantara-Ayala I., & Goudie A. (2010). *Geomorphological Hazards and Disaster Prevention*. Cambridge: Cambridge University Press.

Allen H. Hollis, Leech R. James, (1997). *Bioengineering for Streambank Erosion Control*. Environmental Impact Research Program, Corps of Engineers Research Report Summary, Technical Report EL-97-8, April 1997

Andriani G., Walsh N., (2008). *An example of the effects of anthropogenic changes on natural environment in the Apulian karst (southern Italy)*. Environmental Geology 58(2):313-325, July 2008

Arnaud-Fassetta G., Cossart E. and Fort M., (2005). *Hydro-geomorphic hazards and impact of man-made structures during the catastrophic flood of June 2000 in the Upper Guil catchment (Queyras, Southern French Alps)*. Elsevier, Geomorphology 66, (2005) p. 41–67.

Baoshan Cui , Chongfang Wang , Wendong Tao, Zheyuan You, (2009). *River channel network design for drought and flood control: A case study of Xiaoqinghe River basin, Jinan City, China*. Elsevier, Journal of Environmental Management 90 (2009) 3675–3686.

Bathrellos, G., Karymbalis, E., Skilodimou. H., Gaki-Papanastassiou, K., Baltas E., (2016) *Urban flood hazard assessment in the basin of Athens Metropolitan city, Greece*. Environmental Earth Sciences, 75(4): 319.

Bentrop, G. and Hoag. C., (1998). *The Practical Streambank Bioengineering Guide*. United States Department of Agriculture (USDA), Natural Resources Conservation Service Plant Materials Center, Aberdeen, Idaho.

Berz G., Kron W., Loster T., Rauch E., Schimetschek J., Schmieder J., Siebert A., Smolka A., Wirtz A., (2001) *World map of natural hazards – a global view of the distribution and intensity of significant exposures*, Natural Hazards Vol. 23, No. 2-3, pp. 443 – 465.

Blaikie P., Cannon T., Davis I. and Wisner B. (1994). *At Risk Q Natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. 5th ed. London; New York: Routledge.

Bronster, A., (2003) *Floods and Climate Change: Interactions and Impacts*, Risk Analysis 23 (3), 545-557.

Chase T.N., Pielke R.A., Kittel T.G.F., Nemani R.R., Running S.W., (2000) *Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter*. Climate Dynamics Vol. 16, Issue 2/3, pp. 93–105.

Cheng Shin-jen, Lee Cheng-feng, Lee Ju-huang, (2010). *Effects of Urbanization Factors on Model Parameters*. Water Resources Management volume 24, pages 775–794 (2010).

Cutter S. L., (1994). *Environmental Risk and hazards*. London; New Jersey: Prentice – Hall

Cutter S. L., Mitchell J. T., & Scott M. S., (2000). *Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina*. Annals of the Association of American Geographers, 90(4), 713–737

Dalziell, E. P., McManus, S. T., (2004). *Resilience, Vulnerability and Adaptive Capacity: Implications for System Performance*. International Forum for Engineering Decision Making (IFED); Switzerland. December 2004

Davoli L., Fredi P., Russo F., Troccoli A., (2001). *Natural and anthropogenic factors of flood hazards in the Somma-Vesuvius area (Italy)*. Géomorphologie: relief, processes, environnement, 2001, n° 3, p. 195-208.

Dębicki R., (1998). *Natural and anthropogenic causes and effects of floods and other disastrous events in Poland*, Institute of Agrophysics, 1998, Volume :12, Issue :4 pp. 285-293

Donat, M., (1995). *Bioengineering Techniques for Streambank Restoration, A Review of Central European Practices*, Watershed Restoration Project Report No. 2., Ministry of Environment, Lands and Parks, University of B.C., Vancouver.

Duh Jiunn-Der, Shandas Vivek, Chang Heejun, Georgec Linda A., (2008). *Rates of urbanization and the resiliency of air and water quality*, Science of the Total Environment Vol. 400, Issues 1-3, pp. 238-256.

Elmer F., Seifert I., Kreibich H., Thielen A., (2010). *A Delphi Method Expert Survey to Derive Standards for Flood Damage Data Collection*. Risk Analysis 30(1): 107-124.

French J.G., Holt K.W., (1989). Floods. In: Gregg M.B. (ed.) *The public health consequences of disasters*. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, CDC, pp. 69–78.

GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) (2004). «Guidelines. Risk Analysis – a Basis for Disaster Risk Management»

Gupta K., (2007) *Urban flood resilience planning and management and lessons for the future: A case study of Mumbai, India*, Urban Water Journal 4(3):183-194 · September 2007

Gutierrez F., Gutierrez M. and Sancho C., (1998). *Geomorphological and sedimentological analysis of a catastrophic flash flood in the Arás drainage basin (Central Pyrenees, Spain)*. Elsevier, Geomorphology 22, (1998) p. 265-283.

Jonkman, S. N., (2007) *Loss of life estimation in flood risk assessment; theory and applications*. PhD thesis, Delft University.

Kang J., Su M., Chang L., (2005). *Loss functions and framework for regional flood damage estimation in residential area*, Journal of Marine Science and Technology 13(3): 193-199

Karymbalis E., Katsafados P., Chalkias C. and 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.

Kreps, G.A. 1978. *The organization of disaster response: Some fundamental theoretical issues*. Pp. 65-86 in E.L. Quarantelli (ed.) *Disasters: Theory and Research*. Beverly Hills, CA: Sage.

Kundzewicz Z. W., & Schellnhuber H.-J., (2004). «*Floods in the IPCC TAR Perspective*». Natural Hazards, Vol. 31, pp. 111–128.

Landscape Architecture Foundation, Cheonggyecheon Stream Restoration Project στον ιστότοπο: <https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration>

Lekkas E., Lozios S., Skourtsos E. & Kranis H., (1998): *Floods, geodynamic environment and human intervention. The case of Corinth (Greece)*. – In: Risk Analysis, Eds. C.A. Brebbia, J.L. Rubio, J.L. Uso, Wit Press, Computational Mechanics Publications, vol.2, p. 135-144.

MIT, (2012). *Urban Stream Daylighting and Restoration. The Evolution of Long Term Project Management for Four Urban Watersheds in the East San Francisco Bay Area*, MIT 4.213 ADV. SEM: URBAN NATURE AND CITY DESIGN στον ιστότοπο:

<https://www.fivecreeks.org/>

Mosley, M. P., and A. I. McKerchar, Streamflow, Ch. 8, *Handbook of Hydrology*, edited by D. R. Maidment, McGraw-Hill, New York, 1993.

Munich Re., (1997). *Flooding and Insurance*, Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Munich.

Pelling M. (2003). *The vulnerability of cities: natural disasters and social resilience*. London: Sterling. VA: Earthscan.

Perry Allen, (1981). *Mediterranean climate — a synoptic reappraisal*, Progress in Physical Geography, 5: 107–113.

Pinkham R., (2000). *Daylighting: New Life for Buried Streams*. Rocky Mountain Institute, Old Snowmass, Colorado.

Reich P. B., Wright I. J., Cavender-Bares J., Craine J. M. , Oleksyn J., Westoby M. and Walters M. B., (2000) *The Evolution of Plant Functional Variation: Traits, Spectra, and Strategies*, International Journal of Plant Sciences, Vol. 164, No. S3, Evolution of Functional Traits in Plants (May 2003), pp. S143-S164

River Restoration Centre (RRC). (2020). Manual of River Restoration Techniques, στον ιστότοπο: <https://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>

Ruin I., Creutin J.D., Anquetin S., Lutoff C., (2008). *Human exposure to flash floods – Relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France*. Journal of Hydrology, 361(1-2), 199-213.

Schumm, S.A., (1977). *The Fluvial System*, John Wiley and Sons, New York, 1977

- Sene, K. (2013) *Flash floods: Forecasting and Warning*, Springer, Heidelberg
- Sheng J., Wilson J., (2009). *Watershed urbanization and changing flood behavior across the Los Angeles metropolitan region*, Natural Hazards 48(1):41-57 · May 2009
- Shields F.D., Cooper C.M. Jr., Knight, S. S. & Moore M.T., (2003). *Stream corridor restoration research: a long and winding road*. Ecological Engineering 20: 441 - 454.
- Simsek G., (2012) *Urban River Rehabilitation as an Integrative Part of Sustainable Urban Water Systems*, 48th ISOCARP Congress, 2012.
- Smith K., Petley D. (1996). *Environmental Hazards: assessing risk and reducing disaster*. 5th ed. London, New York: Routledge.
- Smith, K., & Ward, R. (1998). *Floods: Physical Processes and Human Impacts*. (337 p). New York: John Wiley.
- Soulios G., Stournaras G., Nikas K., Mattas C., (2018), «*The floods in Greece: the case of Mandra in Attica*»
- Tsanakas K., Gaki-Papanastassiou K., Kalogeropoulos K., Chalkias Ch., Katsafados P. & Karymbalis E., (2016). *Investigation of flash flood natural causes of Xirolaki Torrent, Northern Greece based on GIS modeling and geomorphological analysis*, Natural Hazards volume 84, pages1015–1033
- UN DHA (United Nations Department of Humanitarian Affairs) (1992) *Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster Management*, UN DHA, Geneva, December 1992.
- Varlas G., Anagnostou M., Spyrou Chr., Papadopoulos A., Kalogiros J., Mentzafou A., Michaelides S., Baltas E., Karymbalis E. and Katsafados P., (2018), *A Multi-Platform Hydrometeorological Analysis of the Flash Flood Event of 15 November 2017 in Attica, Greece* Remote Sens. 2019, 11, 45; doi:10.3390/rs11010045

Vischer D. & Huber A., (1985). *Wasserbau*. 4. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo

Walling D.E., and Fang D., (2003) *Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers*. *Global and Planetary Change*, 39 (1–2), 111–126.

Ward R. C. and Robinson M., (1989). *Principles of Hydrology*, 3rd edition, McGraw-Hill, London, 1989.

Ward R. C. and Robinson M., (2000). *Principles of Hydrology*, 4rd edition, McGraw-Hill, London, UK.

Wohl E., (2006). *Human impacts to mountain streams*, *Geomorphology* 79(3-4):217-248 · September 2006

Zimmerer K.S., (1993). *Soil erosion and labor shortages in the Andes with special reference to Bolivia, 1953-91: Implications for “Conservation –with – development”*, *World Development*, 21, 10, 1659-1679.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

<https://americanrivers.org/> *Daylighting Streams: Breathing Life into Urban Streams and Communities report.pdf*

https://www.alfavita.gr/koinonia/237591_i-fysi-eihe-proeidopoiisei-gia-tin-tragodia-sti-d-attiki-ti-leei-enas-eidikos

www.beyond-eocenter.eu

<http://www.ecrr.org/>

<http://gis.ktimanet.gr/> Ελληνικό Κτηματολόγιο Α.Ε.

<https://www.google.com/maps/>, Street view

Google Earth Pro

www.kathimerini.gr

<https://mandras-eydyllys.gr/>

<http://www.ypeka.gr/el-gr/> ΔΑΣΗ / ΔΙΕΘΝΗ ΘΕΜΑΤΑ – ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ / ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ FLEGT