



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΜΠΑΛΙΑΚΟΥΤΑ ΘΕΑΝΩ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ: ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΛΑΡΙΣΑ, ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ, 2023

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΑ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT	5
1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1) ΓΕΝΙΚΑ – ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	7
1.2) ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
2) ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	9
2.1) ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	9
2.2) ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	10
2.3) ΤΥΠΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	11
2.4) ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	12
2.5) ΑΙΤΙΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	13
3) ΠΛΗΜΜΥΡΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	15
3.1) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	15
3.2) ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΩΝ.....	18
3.3) ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΖΗΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	20
4) ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ	22
4.1) ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	22
4.2) Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑ.....	25
5) ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ	27
5.1) ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ.....	27
5.2) ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	29
5.3) ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	31
6) ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ	32
6.1) ΤΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	32
6.2.) ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	33
6.2.1) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗΝ ΜΑΝΔΡΑ	33
6.2.2) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ.....	35
6.2.3) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΤΣΑ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΥΖΑΚΙ.....	37
6.2.4) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗ ΕΥΒΟΙΑ.....	39
6.3) Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΑΠΟ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ.....	41
7) ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΑΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	43

7.1) Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	43
7.2) ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	45
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΕΣ	48

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΑ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σακελλαρίου Σταύρο, για την βοήθεια, τον χρόνο αλλά και την καθοδήγηση που διέθεσε δίνοντας μου χρήσιμες οδηγίες και συμβουλές για να ολοκληρωθεί η πτυχιακή μου εργασία. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος Περιβάλλοντος για τις γνώσεις και την καλή συνεργασία στα χρόνια της φοίτησής μου στο τμήμα.

Ακόμα, θέλω να πω ένα ευχαριστώ σε αυτούς που με βοήθησαν είτε πρακτικά είτε ψυχικά στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Τέλος, οφείλω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου για την οικονομική υποστήριξη στα φοιτητικά μου χρόνια, καθώς και τους συγγενείς αλλά και τους φίλους μου για την υποστήριξη που μου έδιναν όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όπως είναι γνωστό τα τελευταία χρόνια πραγματοποιούνται αρκετές καταστροφές λόγω των φυσικών καταστροφών που έχουν αυξηθεί. Πρώτοι σε φυσικές καταστροφές είναι οι πυρκαγιές και δεύτερη έρχεται η πλημμύρα. Ο ανθρώπινος παράγοντας σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή έχουν επηρεάσει σε αρκετό βαθμό τα αίτια των πλημμυρών. Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία θα αναφερθούμε σε διάφορες έννοιες, παράγοντες και τύπους πλημμυρών αλλά και στις αιτίες που προκαλούν μία πλημμύρα. Επιπλέον, θα αναφερθούν οι λόγοι για τους οποίους έχουμε αρκετές πλημμύρες στην Ελλάδα, ποιες είναι οι επιπτώσεις τους και ποια είναι η προσέγγιση της οικονομικής ζημιάς που επέφεραν οι πλημμύρες στην Ελλάδα. Στην συνέχεια, θα γίνει μια αναφορά για την κλιματική αλλαγή το πώς συνδέεται και επιδρά στα πλημμυρικά φαινόμενα. Παράλληλα, θα δοθούν τεχνικές μείωσης του πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές και θα γίνει μια αναφορά για το θεσμικό πλαίσιο της οδηγίας 2000/60/EK. Ακόμη, θα γίνουν αναφορές για τις πλημμύρες που έγιναν στην Μάνδρα, στην Κρήτη, στην Καρδίτσα - Μουζάκι και στην Εύβοια. Τέλος, θα δοθούν μέτρα για την αντιμετώπιση και την προστασία από πλημμύρες μέσω από την σημασία της ολοκληρωμένης διαχείρισης πλημμυρών στην διαδικασία της πρόληψης και της αντιμετώπισης.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, μέτρα πρόληψης, πλημμυρικές καταστροφές, αντιμετώπιση, προστασία, ανθρωπογενής παράγοντας, αστικό περιβάλλον

ABSTRACT

As many of us know, in recent years, several disasters have occurred due to the increase in natural disasters. First among natural disasters are fires and second comes flooding. The human factor combined with climate change have influenced the causes of floods to a considerable extent. In this thesis we will refer to various concepts, factors and types of floods as well as the causes that cause a flood. In addition, the reasons why we have several floods in Greece, what are their effects and what is the approximation of the economic damage caused by the floods in Greece will be mentioned. Then, there will be a report on climate change and how it is connected to and affects flood phenomena. At the same time, flood risk reduction techniques in urban areas will be given and a report will be made on the institutional framework of Directive 2000/60/EC. There will also be reports on the floods that occurred in Mandra, Crete, Karditsa - Mouzaki and Evia. Finally, measures will be given to deal with and protect against floods through the importance of integrated flood management in the process of prevention and response.

Key words: climate change, preventive measures, flood disasters, response, protection, anthropogenic factor, urban environment

1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία στοχεύει στην ανάλυση και ερμηνεία του φαινομένου της πλημμύρας, ως γενικότερου όρου, αλλά και στην παρουσίαση των πλημμυρικών φαινομένων της Ελλάδας. Ξεκινώντας από το γεγονός ότι οι πλημμύρες δημιουργούν αρκετές αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο ανθρωπογενές όσο και στο φυσικό περιβάλλον, κρίνεται απαραίτητη η ενεργός δράση του πολίτη αλλά και η λήψη άμεσων δυνατών μέτρων της πολιτικής προστασίας για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της πλημμύρας. Επομένως, σε αυτή την εργασία θα επιχειρήσουμε όχι μόνο την εννοιολογική προσέγγιση των πλημμυρικών φαινομένων στην Ελλάδα, αλλά θα γίνει παράλληλα και η συνολικότερη παρουσίαση του φαινομένου της πλημμύρας με στόχο την αποφυγή και την προστασία μας από τέτοιους περιβαλλοντικούς κινδύνους.

Αναφερόμενοι στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται δριμείας έντασης βροχοπτώσεις, ενώ οι προβλεπόμενες πλημμύρες που έχουν καθηλώσει τις τελευταίες εικοσαετίες αναμένεται να ισχυροποιηθούν, έχουν αλλά και θα προκαλέσουν τεράστιες επιπτώσεις σε υποδομές και περιουσίες, και παράλληλα θα προκαλέσουν έναν μεγάλο αριθμό θανάτων και βλάβης στην υγεία των ανθρώπων. Με λίγα λόγια, η έννοια της τρωτότητας γίνεται ολοένα και πιο απαραίτητη στην έρευνα για τις κοινωνικές συνέπειες των πλημμυρών. (Speis et al. 2019)

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι πλημμύρες είναι ο πιο κοινός φυσικός κίνδυνος που υπάρχει στον πλανήτη και προκαλεί αρκετούς θανάτους ανθρώπων αλλά και καταστρέφει κάθε χρόνο τα παραγόμενα αγαθά του ανθρώπου. Επιπλέον, τα έντονα καιρικά φαινόμενα και η συνεχής ανάπτυξη τους καθιστούν τον έλεγχο των πλημμυρών αρκετά πιο δύσκολο, ενώ η έννοια της ανθεκτικότητας στις πλημμύρες κερδίζετε κυρίως από το έδαφος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αρχίσει να δημιουργείται μια πιο ανθεκτική κοινότητα και να απαιτείται η κατανόηση της αντοχής των κοινοτήτων σε επεισόδια πλημμυρών. (Kuang, D., & Liao, K. H. 2020)

1.1) ΓΕΝΙΚΑ – ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εξέλιξη των πλημμυρικών φαινομένων έχει προκαλέσει σοβαρές οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικολογικές επιπτώσεις όχι μόνο στην περιοχή όπου υπήρχε εκδήλωση πλημμύρας αλλά και στους ανθρώπους της. Υπενθυμίζουμε ότι στην χώρα μας η περίοδος των βροχοπτώσεων αρχίζει τον Οκτώβριο, ενώ από τον Ιούλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο υπάρχει κίνδυνος να ξεσπάσουν πυρκαγιές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να είναι περιορισμένος ο χρόνος για τη δημιουργία ενός αντιπλημμυρικού έργου τόσο για τις κατοικημένες περιοχές αλλά και για τις γεωργικές περιοχές. Επομένως, η πολιτική προστασία θα πρέπει να έχει προγραμματίσει μια ευρεία επιλογή έργων και τεχνικών ώστε να ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις από τις πλημμύρες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν επιλέξει ταχύτερα και καλύτερα μέτρα πρόβλεψης με βάση τις ειδικές απαιτήσεις κάθε τοποθεσίας. (Τασούλας, 2020).

Επομένως, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να προσδιορίσουμε τα κύρια αίτια αλλά και τους τρόπους αντιμετώπισης στα πλημμυρικά φαινόμενα της Ελλάδας. Εφόσον, έχουμε υπόψη μας τα όσα αναφέρθηκαν θα πρέπει να εντοπίσουμε τα απαραίτητα μέτρα για την αντιμετώπιση και την προστασία πιθανών επιπτώσεων της πλημμύρας

1.2) ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο 1^ο Κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή για την έννοια της πλημμύρας και ποιος είναι σκοπός της πτυχιακής εργασίας.

Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά σε βασικές έννοιες που σχετίζονται με το θέμα της εργασίας. Αναλύουμε την έννοια των πλημμυρών μέσα από έννοιες καταστροφής, επικινδυνότητας και κινδύνου.

Στην 3^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται ο λόγος για τον οποίο δημιουργείται μια πλημμύρα και τι επιπτώσεις αφήνει μια πλημμύρα στον άνθρωπο και στην περιοχή. Τέλος γίνεται μια προσέγγιση της οικονομικής ζημιάς στην Ελλάδα λόγω των πλημμυρών.

Στο 4^ο Κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στην έννοια της κλιματικής αλλαγής, ώστε να δούμε πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει μια πλημμύρα.

Στο 5^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η έννοια της πλημμύρας και οι πλημμύρες στο αστικό περιβάλλον. Παράλληλα παρουσιάζονται μερικές τεχνικές μείωσης του πλημμυρικού κινδύνου σε αστικές περιοχές και το θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης των πλημμυρών.

Στο 6^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τις πλημμύρες στην Ελλάδα αλλά και για το πλημμυρικό καθεστώς που έχει η χώρα μας. Παράλληλα θα αναφερθούμε σε μερικές περιοχές της Ελλάδος όπου σημειώθηκαν καταστροφικές πλημμύρες. Τέλος θα αναφέρουμε και την πολιτική προστασία της Θεσσαλίας για τις πλημμύρες.

Στο 7^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η σημασία της ολοκληρωμένης διαχείρισης πλημμυρών στην διαδικασία της πρόληψης και της αντιμετώπισης μιας πλημμύρας αλλά και τα μέτρα πρόληψης και εφαρμογής τους

2) ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

2.1) ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Αρχικά, με την έννοια πλημμύρα εννοούμε την προσωρινή επικάλυψη της επιφάνειας της γης ή μία λεκάνη από νερό που συνήθως είναι μία ξηρή περιοχή. Παράλληλα, μια πλημμύρα μπορεί να δημιουργηθεί από τη συσσώρευση βροχοπτώσεων σε ξηρά με χαμηλή συνήθως κλίση, κλίση ή ως αποτέλεσμα του όγκου του νερού σε ένα σώμα όπως είναι μια λίμνη και ένα ποτάμι, όπου ή υπερχειλίζει ή ξεχειλίζει, επιτρέπουν στο νερό να αφήσει τα συνηθισμένα όριά του. Επιπλέον, μια πλημμύρα σε ένα ποτάμι μπορεί επίσης να συμβεί όταν η ροή υπερβαίνει την χωρητικότητα του ποταμού. (Μπεθάνης, 2020)

Σύμφωνα με το Φωτόπουλο (2023) πλημμύρα ονομάζεται η στιγμιαία πλημμύρα της γης από νερό όπου κανονικά δεν θα υπήρχε καμία υπό κανονικές συνθήκες. Μια πλημμύρα μπορεί να δημιουργηθεί και από μια υπερχείλιση ποταμού, ορεινών ρεμάτων, ενός ή εφήμερων μεσογειακών ρεμάτων, από μια πλημμύρα που συμβαίνει σε μια παράκτια περιοχή και υπερχείλιση αποχετευτικών συστημάτων.

Τέλος, η ζημιά που μπορεί να προκληθεί από τις πλημμύρες σε μια συγκεκριμένη βροχόπτωση βασίζεται σε τρεις βασικούς παράγοντες: (Ποτίδου, 2022)

- 1) Υπάρχουν μέτρα πρόληψης των πλημμυρών.
- 2) Το φυσικό περιβάλλον αλλοιώνεται, γεγονός που προκαλεί αύξηση και μείωση του όγκου πλημμύρας και του χρόνου ροής του νερού, αντίστοιχα.
- 3) Η ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας αποτελεί πεδία πλημμυρών.

2.2) ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Σύμφωνα με την Τέσκου Μ. (2019) οι παράγοντες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες που επηρεάζουν την πιθανότητα πλημμυρών. Αυτοί είναι οι εξής:

- 1) Στατικοί παράγοντες: Είναι εκείνοι που δεν αλλάζουν και σχετίζονται κυρίως με τις γεωμορφολογικές, υδρογεωλογικές και υδρολογικές ιδιότητες μιας λεκάνης απορροής. Συγκεκριμένα, έχουν να κάνουν με την πυκνότητα της λεκάνης απορροής, την περιοχή της λεκάνης απορροής, το σχήμα της λεκάνης απορροής, τις κλίσεις και τον προσανατολισμό.
- 2) Βραδέως μεταβλητές: Είναι τα στοιχεία, όπως η χλωρίδα, οι χρήσεις γης, το λιώσιμο του χιονιού και οι κλιματικές μεταβλητές, που αλλάζουν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου.
- 3) Δυναμικοί: Οι ιδιότητες της βροχοπτώσης, όπως η ένταση, η διάρκεια, η κατεύθυνση, η χωρική κατανομή και ο βαθμός κορεσμού.

Παράλληλα, εκτός ακόμα από άλλους κλιματικούς παράγοντες, οι βροχοπτώσεις και η θερμοκρασία του αέρα έχουν αντίκτυπο στην ποσότητα της απορροής πλημμυρών και των μεταφερόμενων υλικών στις λεκάνες απορροής των ορεινών ρεμάτων. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν επίσης τον βαθμό πλημμύρας καθώς και την ένταση της καθίζησης και τις βροχοπτώσεις στις λεκάνες απορροής στον ορεινών ρεμάτων. (Χατζηαγόρου, 2011)

Η απορροή εμφανίζεται στην έξοδο της λεκάνης απορροής, όταν το ύψος της βροχής ξεπερνά το ύψος των αρχικών απωλειών. Αυτό επηρεάζεται από πολλές μεταβλητές, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής και των παραμέτρων βροχοπτώσεων. Γενικότερα, η εκτίμηση των απωλειών βροχής είναι ένα περίπλοκο θέμα. Εάν οι προαναφερθείσες αρχικές απώλειες από τη διατήρηση της βλάστησης και των κοιλοτήτων περιλαμβάνονται τυπικά στις απώλειες διαρροής, τότε μπορούν να εντοπιστούν διάφοροι δείκτες ειδικά για τη λεκάνη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του πλεονάσματος βροχοπτώσεων με παρατηρούμενες ποσότητες βροχοπτώσεων και απορροής. (Μανδάνα, 2020)

2.3) ΤΥΠΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Ανάλογα με τον ρυθμό του νερού, τη θέση του ή τι προκάλεσε την έναρξη των φαινομένων, μπορούν να εντοπιστούν διαφορετικοί τύποι πλημμυρών. Ακολουθεί μια από τις διακρίσεις που γίνονται για τους τύπους πλημμύρας: (Διγενής, Χ. 2022)

- 1) Καταιγιστικές ή ξαφνικές
- 2) Παράκτιες
- 3) Αστικές
- 4) Πλημμύρες ποταμών
- 5) Πλημμύρες λιμνών

Οι ακόλουθες κατηγορίες χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των πλημμυρών ανάλογα με την προέλευσή τους, το χρόνο και την κατεύθυνση του νερού πλημμύρας καθώς και την κύρια περιοχή αναφοράς τους: (Τασούλας, Γ. 2020)

Οι πλημμύρες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το που προέρχονται τα νερά της πλημμύρας:

- Ποτάμιες
- Παλιρροϊκές (θάλασσα)
- Λιμναίες

Χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες με βάση τη δημιουργία και τη διέλευση του φαινομένου των πλημμυρών:

- Αργές
- Ξαφνικές
- Άμεσης απόκρισης (flash floods)

2.4) ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Καταρχάς, ως επικινδυνότητα θεωρούνται τα πιθανά αποτελέσματα και οι δυνητικά επικίνδυνες συνθήκες που προκαλούν στον άνθρωπο, στο περιβάλλον, στον πολιτισμό και την οικονομία ένας φυσικός κίνδυνος σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Η επικινδυνότητα μπορεί να προέρχεται από τον φυσικό κόσμο, το περιβάλλον ή και την τεχνολογία. Συνεπώς η χρηματική αξία ή οι ανθρώπινες απώλειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του κινδύνου όπως είναι οι μετρήσιμες καταστροφές, ενώ οι ποιοτικές έννοιες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση του κινδύνου αλλά για μη μετρήσιμες καταστροφές. (Λίτσιου, 2020).

Η επικινδυνότητα περιγράφεται τελικά ως το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ της ευπάθειας, της έκθεσης και των παραγόντων κινδύνου. Παράλληλα, η πιθανότητα να συμβεί μια πλημμύρα σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία μετράται από παράγοντες όπως το βάθος του νερού, ο ρυθμός ροής ή άλλο υδρολογικό ή υδραυλικό χαρακτηριστικό ποσότητας που αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη πιθανότητα υπέρβασης. (Λίτσιου, 2020).

Μιλώντας για την πλημμυρική επικινδυνότητα να τονιστεί ότι οι στρατηγικές διαχείρισης για τους κινδύνους μιας πλημμύρας επικεντρώθηκαν έως σήμερα σε μεθόδους, όπως είναι η πρόληψη πλημμύρας, η έγκαιρη προειδοποίηση, ο σχεδιασμός χρήσης γης και η χαρτογράφηση του κινδύνου. Λόγω όμως των αρνητικών επιπτώσεών τους στην οικονομία αλλά και στο περιβάλλον, οι δομικές και οι μηχανικές παρεμβάσεις, όπως είναι τα φράγματα, τα κανάλια και άλλα δέχτηκαν επίσης κριτική για τον τρόπο που έχουν σχεδιαστεί. (Ποτίδου, 2022).

Τέλος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι πλημμύρες είναι ένας αρκετά συνηθισμένος τύπος μιας φυσικής καταστροφής ή αλλιώς ενός φυσικού φαινομένου. Οι διάφορες αλλαγές της χρήσης γης, οι υδρομορφολογικές αλλαγές, οι κλιματικές αλλαγές και άλλες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις είναι οι βασικοί παράγοντες που μπορούν να αυξήσουν την επικινδυνότητα μιας πλημμύρας. Οι πλημμύρες είναι πιο συχνές και έντονες τον τελευταίο καιρό τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, ενώ μία πρόσφατη πλημμύρα που έγινε στο εξωτερικό είναι αυτήν της Ιταλίας όπου πλημμύρισαν αρκετές περιοχές της. (Τασούλας, 2020)

2.5) ΑΙΤΙΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Αρκετοί άνθρωποι μπορεί να μην γνωρίζουν ότι οι ακραίες καιρικές συνθήκες είναι ένας απλώς παράγοντας από τα πολλά στοιχεία που μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο μιας πλημμύρας. Αυτό συμβαίνει, επειδή η λεκάνης απορροής των ποταμών αλλά και οι παράκτιες περιοχές είναι πολύπλοκα οικοσυστήματα, όπου οι διακυμάνσεις της στάθμης του νερού, είτε είναι φυσικές είτε όχι, προκαλούνται συχνά. Όπως αναφέρθηκε ήδη, οι πλημμύρες μπορούν να προκύψουν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας καθώς και από παρατεταμένες νέες και έντονες βροχοπτώσεις, που παράγουν συσσώρευσης νερού που είναι μεγαλύτερες από αυτές που μπορούν να χωρέσουν τα ποτάμια και τα διάφορα οικοσυστήματα στο σύνολό τους. Το πιο συνηθισμένο παράδειγμα των πολλών ανθρωπογενών επιρροών που επηρεάζουν την εν λόγω φέρουσα ικανότητα είναι οι αλλαγές στη χρήση γης της. (Παναγιωτόπουλος, 2016).

Εν συνεχεία, οι ξαφνικές πλημμύρες συμβαίνουν όταν δημιουργούνται ατμοσφαιρικές διαταραχές και έντονες βροχοπτώσεις που μπορούν γρήγορα και σε μεγάλο βαθμό να αυξήσουν τη στάθμη ενός ποταμού, μιας λίμνης ή μιας θάλασσας. Τα συστήματα καταιγίδες που κινούνται αργά ή γρήγορα ή επαναλαμβάνονται ενδέχεται να οδηγήσουν σε ξαφνικές πλημμύρες. Μια ξαφνική πλημμύρα προκαλείται από μια ποικιλία πολλών μεταβλητών, όπως η ποσότητα και το μήκος της βροχής, η γεωγραφία, οι ιδιότητες του εδάφους, βλάστηση, η καταστροφή δασικών περιοχών και η αστικοποίηση. Καθώς, οι πλημμύρες συμβαίνουν μέσα σε μια περιοχή η ποσότητα του νερού που μετακινείται μπορεί να καταστρέψει σοβαρά κοντινά κτίρια, γέφυρες αυτοκινήτων, δάση και αρκετές άλλες υποδομές. (Λαζαρίδης, 2008)

Οι αιτίες των πλημμυρών μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: (Τέσκου, 2019)

- **Φυσικές:** Είναι τα φαινόμενα που μπορούν να προκαλέσουν υπερχειλίση ποταμών, λιμνών, μεταφοράς ή μη φυσικής ποσότητας νερού από το υδρογραφικό δίκτυο, η άνοδο της στάθμης του νερού. Ακόμα περιλαμβάνουν βροχόπτωση υψηλής έντασης και μεγάλου όγκου, οι βροχοπτώσεις μεγάλης διάρκειας, καταιγίδες και πλημμύρες ορεινών ρεμάτων και αστάθεια των πλαγιών που μεταφέρουν λασποροές με ορμητικά νερά και μεταφερόμενο υλικό από το χιόνι μπορούν να οδηγήσουν σε αυτά τα περιστατικά. Τέλος υψηλά κύματα σε παράκτιες περιοχές που προκαλούνται από καταιγίδες, παλίρροιες ή μετασεισμική δραστηριότητα.
- **Τεχνητές:** Αυτές αναφέρονται σε τεχνικές βλάβες όπως το σπάσιμο φραγμάτων, αναχωμάτων ή στην βλάβη των αγωγών στα ύδατα ή λόγω της κακής λειτουργίας τους ή και ακόμα οι ανθρώπινες δραστηριότητες που μεταβάλλουν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά περιοχής.

Παράλληλα, τα αίτια των πλημμυρών που συμβαίνουν σήμερα είναι ένα μείγμα φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων, δημιουργώντας έτσι ένα δυναμικό φαινόμενο με σημαντικές καταστροφές τόσο για τους ανθρώπους όσο και για το περιβάλλον. Οι διάφορες δραστηριότητες των ανθρώπων, το επίπεδο αστικοποίησης, η κάλυψη μεγάλων περιοχών από αδιαπέραστες επιφάνειες, που μειώνουν τη διείσδυση, την καταστροφή λεκανών απορροής καθώς και την κατασκευή κατασκευών εντός του υδρογραφικού δικτύου όπου αυτές εμποδίζουν τη φυσική απορροή και τη στένωση του ποταμού, της κοίτης και, τέλος, η απαίτηση για τεχνικά έργα για την ρύθμιση της ροής των ρευμάτων και των ποταμών καθορίζουν ένα επεισόδιο βροχής που οδηγεί σε πλημμύρα. (Τέσκου, 2019)

Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, όπως και στις περισσότερες άλλες αστικές περιοχές της χώρας, οι πλημμύρες στην περιοχή της Θεσσαλονίκης προκαλούνται από ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτά τα αίτια είναι τα παρακάτω: (Χατζηαγόρου, 2011)

- 1) Η εξάλειψη της αυτοφυούς βλάστησης, ιδιαίτερα του δάσους κατά μήκος των λεκανών απορροής τους.
- 2) Η αλλαγή στον τρόπο χρήσης της γης (ανάπτυξη γης, ανακατασκευή).
- 3) Επιχώσεις κοιτώνων για την ανάπτυξη παραθαλάσσιων περιουσιών.
- 4) Απόρριψη απορριμμάτων, σκουπιδιών, περιττών ειδών κ.λπ.
- 5) Η ανάπτυξη ακατάλληλων τεχνικών κλπ έργων εντός αυτών.

Δεδομένου ότι τα τυπικά μέτρα προστασίας που εφαρμόζονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να έχουν έμμεση επίδραση σε τοποθεσίες, επομένως, η αντιπλημμυρική προστασία πρέπει να αντιμετωπίζεται με ολοκληρωμένο και συγκεκριμένο τρόπο σε όλη τη λεκάνη απορροής του ποταμού. Επιπλέον, αυτό το επιχείρημα γίνεται κρίσιμο όταν τα ποτάμια διασχίζουν πολλές πολιτείες και απαιτείται συνεργασία για την αντιμετώπιση των πλημμυρών από κάθε χώρα. Τέλος, η διατήρηση, η αποθήκευση και η αποστράγγιση είναι τα τρία κύρια στοιχεία του συνολικού σχεδίου. (Ποτίδου, 2022)

3) ΠΛΗΜΜΥΡΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.1) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

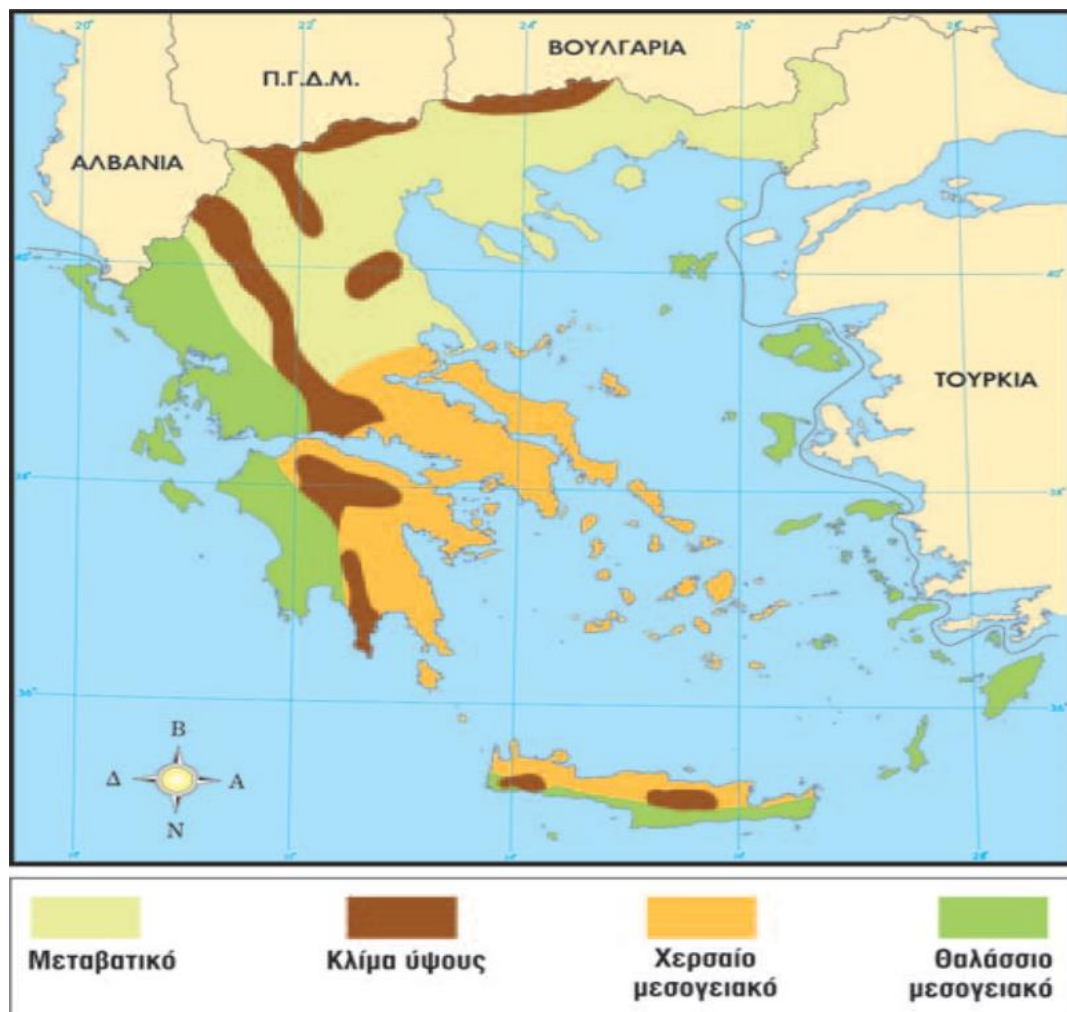
Η πλημμύρα βασικά διακρίνεται από τον υπερβολικό όγκο νερού που υπάρχει στο έδαφος. Γενικά μία πλημμύρα ορίζεται μία συνηθισμένη καταστροφή που παρατηρείται σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα η συγκεκριμένη περιοχή να καταστραφεί ολόκληρη. Σημαντική παράμετρος για την καταστροφή είναι η πηγή της ποσότητας του νερού, που είναι συχνά εμφανίσιμη από ένα ποτάμι ή τη γεωμορφολογική της περιοχή δηλαδή μικροσκοπικές λεκάνες απορροής σε πορείες με απότομες κλίσεις. Επομένως, οι πλημμύρες πρέπει να αντιμετωπιστούν με αντιπλημμυρικά έργα. Συχνά χρησιμοποιούνται μοντέλα υπολογιστών που εξετάζουν τα υδρολογικά δεδομένα και σε σπάνιες περιπτώσεις δημιουργείται μία φυσική απεικόνιση των καταστροφών από το φαινόμενο αυτό. (Ασλανίδου, 2022)

Παράλληλα, τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει προσπάθεια μείωσης του κινδύνου της πλημμύρας με τη χρήση νέων επιστημονικών στρατηγικών και στρατηγικών πολιτικής προστασίας. Η συστηματική τεκμηρίωση των πλημμυρών από αρμόδιες υπηρεσίες στην Ελλάδα ξεκίνησε ουσιαστικά πρόσφατα. Τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία καλύπτουν τις τελευταίες δύο έως τρεις δεκαετίες. Οι περιφερειακές αρχές και ο τύπος, από την άλλη, έχουν αρχεία σε επίσημη ή ανέκδοτη μορφή που δεν έχουν οργανωθεί μέχρι τώρα. Επιπλέον, προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι το ιστορικό των πλημμυρών είναι μια σημαντική πτυχή της διαχείρισης κινδύνου. Τα τελευταία χρόνια η έρευνα που στοχεύει στην επανεγγραφή της ιστορίας των φυσικών καταστροφών έχει γίνει πιο συχνή ιδιαίτερα εκεί όπου λείπουν επιστημονικά στοιχεία και περιγραφές. (Μπεθάνης, 2020)

Οι διάφορες αλλαγές στο φυσικό και δομημένο περιβάλλον επηρεάζουν την πιθανότητα και τη συχνότητα των πλημμυρών. Όταν υπάρχουν αλλαγές στη βλάστηση μιας περιοχής λόγω ερημοποίησης, πυρκαγιών κλπ. όπου οδηγούν στην μη συγκράτηση νερού και συνεπώς σε αύξηση της πιθανότητας πλημμύρας. Ανάλογες συνέπειες έχουν και οι δημιουργίες ενός αστικού ιστού ή η επέκταση του τελευταίου σε πλημμυρικές πεδιάδες καθώς και αλλαγές στις χρήσεις γης. Επιπρόσθετα, τις τελευταίες δεκαετίες οι οξείες ποτάμιες και παράκτιες πλημμύρες καθώς και οι λεγόμενες αιφνίδιες πλημμύρες έχουν αυξηθεί δραματικά αλλάζοντας τη φύση των καταστροφικών πλημμυρών. (Διαμάντης, 2018)

Να τονιστεί τέλος ότι οι βροχοπτώσεις στην Ελλάδα αυξάνονται με το γεωγραφικό πλάτος. Οι βροχοπτώσεις είναι μεγαλύτερες στην ξηρά παρά στις θάλασσες στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος. Έξι ζώνες βροχόπτωσης είναι ορατές: (Μαύρου, 2021)

- 1) Στα νησιά της δυτικής Ελλάδας και κατά μήκος των παραλιών της, όπου βρέχει 800-1.200 mm ετησίως.
- 2) Πιο ανατολικά, στην ορεινή περιοχή της Ελλάδας, που είναι και η πιο υγρή. Οι βροχοπτώσεις στις πλαγιές της ηπειρωτικής Πίνδου, της Στερεάς και της Πελοποννήσου κυμαίνονται κατά μέσο όρο μεταξύ 800 και 1.600 mm ετησίως και ξεπερνούν τα 1.800 mm. Η ετήσια βροχόπτωση στα υψίπεδα της δυτικής Κρήτης, νοτιότερα, κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 mm.
- 3) Στα ανατολικά, μπορεί να βρεθεί μια περιοχή με λιγότερες βροχοπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της νότιας Μακεδονίας (600-800 mm), της Θεσσαλίας, της ανατολικής Στερεάς και της δυτικής Εύβοιας (400-800 mm), της ανατολικής Πελοποννήσου και των δυτικών Κυκλάδων (350-600 mm).
- 4) Οι βόρειες Σποράδες, η λοφώδης ανατολική Εύβοια, ο Όλυμπος (1.000–2.000 mm), η Όσσα και το Πήλιο (800–1.200 mm) και οι βορειοανατολικές Κυκλάδες (600–800 mm) περιλαμβάνονται στην τέταρτη ζώνη.
- 5) Η κοιλάδα του Αξιού και η δυτική Χαλκιδική δέχονται μικρή βροχόπτωση (400–600 mm), ενώ η ανατολική Χαλκιδική δέχεται υψηλότερες ποσότητες (600–1.000 mm).
- 6) Η τελική ζώνη εκτείνεται από την Ανατολική Μακεδονία και τη Θράκη (800-1.200 mm) μέσω των νησιών Θάσο, Λήμνο και Σαμοθράκη (400-600 mm) πριν καταλήξει στα νησιά της Μικράς Ασίας και τα Δωδεκάνησα (600-1.000 mm).



Εικόνα 1^ο : Σε αυτήν την εικόνα βλέπουμε τον κλιματικός χάρτης της Ελλάδας.
<https://www.meteo.gr/index.cfm>

3.2) ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΩΝ

Σε όλο τον κόσμο οι πλημμύρες είναι από τις πιο κοινές καταστροφικές φυσικές καταστροφές. Μερικές από τις πιο σοβαρές επιπτώσεις που έχουν είναι ότι περιλαμβάνουν τον κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή και την περιουσία, την καταστροφή των υποδομών, των κτηνοτροφικών και γεωργικών εγκαταστάσεων, τη σοβαρή διάβρωση του εδάφους και την ρύπανση των πηγών νερού. Επιπλέον, από όλες τις φυσικές καταστροφές οι πλημμύρες επηρεάζουν τους περισσότερους ανθρώπους και έχουν ως αποτέλεσμα τις περισσότερες καταστροφές κάθε χρόνο. Τα σπίτια και τα μέσα διαβίωσης των ανθρώπων καταστρέφονται συχνά από τις πλημμύρες ειδικά σε αστικές περιοχές και αυτό θέτει σε κίνδυνο την κοινωνία επειδή αυτές οι συνέπειες είναι το αποτέλεσμα τόσο της συχνότητας όσο και της δριμύτητας του περιβαλλοντικού κινδύνου. (Ποτίδου, 2022)

Παρόλο, την εξαιρετικά χαμηλή πιθανότητα να συμβεί μία πλημμύρα, οι πλημμύρες που προκαλούνται από μη σωστή κατασκευή φραγμάτων έχουν σημαντικό αρνητικό αντίκτυπο τόσο στις υποδομές όσο και στην ανθρώπινη ζωή. Από τα 15.000 μεγάλα φράγματα σε όλο τον κόσμο, ο Goubet (1979) υπολόγισε ότι 1,5 από αυτά αποτυγχάνουν εντελώς κάθε χρόνο λόγω μη σωστής κατασκευής. Η αξιολόγηση τόσο αυτών των πιθανοτήτων όσο και των συνεπειών που προκύπτουν είναι το πρώτο βήμα για την εξέταση γεγονότων που έχουν μικρή πιθανότητα να συμβούν αλλά έχουν πολύ σοβαρές επιπτώσεις. Έχει γίνει πολλή έρευνα στον πρώτο τομέα αλλά τα αποτελέσματα αυτών των γεγονότων έχουν λάβει λιγότερη προσοχή. (Μπεθάνης, 2020)

Παράλληλα, η κοινωνία, η οικονομία και το περιβάλλον μιας περιοχής μπορεί να επηρεαστούν από μια πλημμύρα. Η ζημιά που προκαλεί μία πλημμύρα είναι αρκετά σοβαρή, ιδιαίτερα όταν εμφανίζονται σε μέρη με μεγάλο πληθυσμό και ενεργές οικοδομές. Περιβαλλοντικά μια πλημμύρα μπορεί να δημιουργήσει αρνητικές συνέπειες σε πλημμυρισμένα εδάφη και να καταστρέψει παραγωγικά τμήματα της γεωργικής γης. Το κόστος επισκευής της υποδομής σε μια κατάσταση όπου μπορεί να αντέξει πιθανές μελλοντικές πλημμύρες ανάλογης σημασίας και κινδύνου περιλαμβάνονται επίσης στις οικονομικές επιπτώσεις μιας πλημμύρας εκτός από της άμεσης οικονομικής επίπτωσης όπως είναι η απώλεια ακινήτων, η γεωργική γη, καταστροφή υποδομών. Γενικά το 20-40% των οικονομικών απωλειών που προκαλούνται από φυσικές καταστροφές αποδίδονται σε πλημμύρες. (Βοζινάκη, 2014)

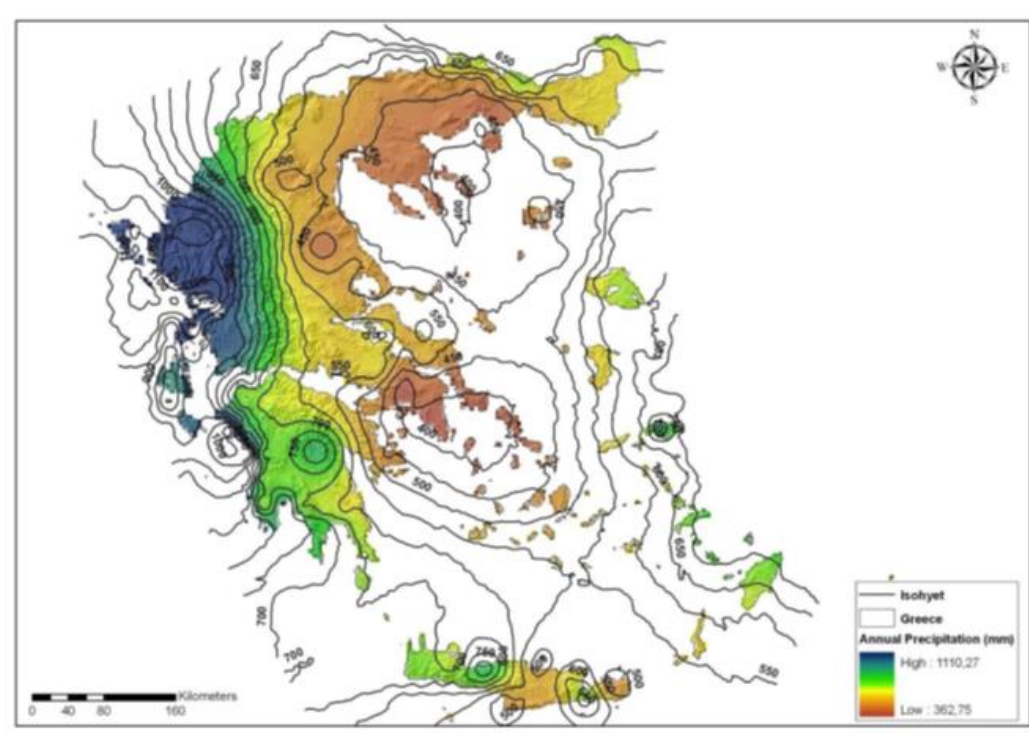
Όταν υπάρχει ακόμη πιθανότητα να ξανασυμβεί στο μέλλον τέτοια γεγονότα λόγω πλημμυρών, και να προκαλέσουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στη ζωή των ανθρώπων, τόσο στην οικονομική δραστηριότητα όσο και στο περιβάλλον θα πρέπει να ληφθούν μέτρα προστασίας. Επιπλέον δίνουμε μεγαλύτερη έμφαση στις ποιοτικές πτυχές της πλημμύρας και στα αποτελέσματα της, παρά στις ποσοτικές πτυχές και τις αιτίες της που δημιουργείται μία πλημμύρα. (Αλεξίου, 2013)

Τέλος θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στις αρνητικές επιπτώσεις πλημμύρας σε οικονομία, στην πολιτική, στη ζωή των ανθρώπων και στο περιβάλλον. Προτείνεται επίσης να πραγματοποιηθεί διερεύνηση των καταστροφών που συνέβησαν από πλημμύρες προκειμένου να διαπιστωθεί εάν έφταιγαν μόνο οι βροχοπτώσεις οι προκλήθηκαν σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες. Αυτά τα στοιχεία θα βοηθήσουν στην κατανόηση κάθε συμβάντος και θα εντοπιστούν οι παράγοντες που μπορεί να προκάλεσαν στην τραγωδία και στην επιδείνωση τις πλημμύρες. Ωστόσο δεν μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης και σφαιρικής κατανόησης για κάθε επεισόδιο που έχει συμβεί στο παρελθόν αλλά ούτε για κάποιο επεισόδιο που μπορεί να προκύψει στο μέλλον σε κάποια χρονική περίοδο. (Αλεξίου, 2013)

3.3) ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΖΗΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα έχει ένα σημαντικό ανάγλυφο και είναι γνωστή για την εξαιρετική έντονη ανομοιογένεια της. Γεωγραφικά η Ελλάδα έχει μια ανεπτυγμένη ακτογραμμή και η ορογραφία της εξηγούν την ακραία μεταβλητότητα του καιρού. Γενικότερα οι βροχοπτώσεις σε απόλυτες ετήσιες τιμές παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις ανά τοποθεσία με εντονότερη τη διαμόρφωση της μέσης βροχόπτωσης μεταξύ της δυτικής και της ανατολικής Ελλάδας. Φυσικά η οροσειρά της Πίνδου λειτουργεί ως σύνορο. (Μπεθάνης, 2020)

Αυτό όμως δεν μας δείχνει ότι η συχνότητα των πλημμυρών σχετίζεται με τις ποσότητες βροχοπτώσεων που έχουν καταγραφεί. Αντίθετα όμως τα μέρη με χαμηλότερο ετήσιο μέσο όρο βροχόπτωσης είναι πιο ευαίσθητα σε πλημμύρες που έχουν ως αποτέλεσμα θύματα ανθρώπων. Για παράδειγμα όπως συμβαίνει στην Αττική που ενώ έχει αρκετά ξηρό κλίμα δέχεται συχνά αρκετές βροχές. (Μπεθάνης, 2020)



Εικόνα 2^ο: Εδώ παρατηρούμε την ετήσια βροχόπτωση της Ελλάδας (Πηγή:<https://www.meteo-news.gr/2013/09/ta-ipsi-vroxis-stin-ellada.html>)

Η Ελλάδα αντιμετωπίζει συχνά αρκετές ξαφνικές καταστροφές λόγω πλημμυρών ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Αυτό, κυρίως οφείλεται στο κλίμα της χώρας και το ακραίο γεωγραφικά εγώ ανάγλυφό της που ενθαρρύνουν τις γρήγορες βροχοπτώσεις καθώς και την ύπαρξη μικρού και μεσαίου μεγέθους υδρολογικές λεκάνες όπου οι βροχοπτώσεις είναι ο πρωταρχικός καθοριστικός παράγοντας της υδρολογικής απόκρισης. Επιπλέον, επειδή η κοινότητες έχουν αναπτυχθεί μέσα σε ρέματα ακόμα κανάλια και πλημμυρικές πεδιάδες, η προγραμματιστή αστική επέκταση επιδεινώνει τις επιπτώσεις των πλημμυρών. Στην Ελλάδα η φθινοπωρινή μήνες και πιο συγκεκριμένο ο Νοέμβριος είναι ο μήνας που σημειώνονται οι περισσότερες πλημμύρες. (Πλαταρίδης, 2022)

Οι βροχοπτώσεις συμβαίνουν σε όλη τη χώρα, αλλά ταυτόχρονα, έχει σημειωθεί αξιοσημείωτη άνοδος στη συχνότητα τα τελευταία χρόνια. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αύξηση μπορεί εν μέρει να αποδοθεί στην προηγούμενη έλλειψη αρχείου καταγραφής, αλλά τα φαινόμενα είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα γιατί, μεταξύ του 1970 και του 2010 καταγράφηκαν 53 θανατηφόρα γκολ περιστατικά πλημμυρών, με αποτέλεσμα 151 νεκρούς. (Πλαταρίδης, 2022)

4) ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

4.1) ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Το λεγόμενο μεσογειακό είδος κλίματος, το οποίο είναι μοναδικό για τις περιοχές που περιβάλλουν τη Μεσόγειο, χαρακτηρίζεται από ζεστά έως πολύ ζεστά και ξηρά καλοκαίρια και τυπικά ήπιους και βροχερούς χειμώνες. Η Ελλάδα, η οποία βρίσκεται κοντά στην άκρη της χερσονήσου του Αίμου, έχει ένα περίπλοκο ανάγλυφο που, όταν συνδυάζεται με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, παράγει έντονες κλιματικές αντιθέσεις, προκαλώντας τη μετατόπιση του κλίματος από μεσογειακό σε αλπικό σε μόλις μερικές δεκάδες χιλιόμετρα. Η μεγάλη ακτογραμμή του έθνους, σε συνδυασμό με τη γεωγραφία, δημιουργεί μια σειρά από τοπικά κλιματικά χαρακτηριστικά που μπορούν να διακριθούν από τον τυπικό μεσογειακό τύπο. (Γεωργακόπουλος, 2013)

Ειδικότερα, το κλίμα μιας περιοχής καθορίζεται από τα τυπικά καιρικά μοτίβα που διατηρούνται εκεί για τουλάχιστον 30 χρόνια. Η χημεία της ατμόσφαιρας, οι άνεμοι, οι βροχοπτώσεις, τα ηφαίστεια και οι εκρήξεις τους κ.λπ. είναι άλλες κλιματικές επιρροές. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής χρειάζονται χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια για να εκδηλωθούν επειδή συμβαίνουν με τόσο αργό ρυθμό. κλιματικές αλλαγές. (Παπαμανώλη, 2021)

Θα πρέπει να προστεθεί, ταυτόχρονα, ότι το κλίμα ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή, κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης εποχής του χρόνου. Το γεωγραφικό πλάτος, η τοπογραφία, η βλάστηση, η κατανομή της γης και της θάλασσας, οι άνεμοι και οι θέσεις των κέντρων χαμηλής και υψηλής πίεσης είναι όλοι παράγοντες που επηρεάζουν αυτή τη γεωγραφική διακύμανση. Από την άλλη πλευρά, τόσο οι φυσικοί όσο και οι τεχνητοί παράγοντες συμβάλλουν στην αλλαγή του κλίματος με την πάροδο του χρόνου για ένα συγκεκριμένο μέρος. Είναι σημαντικό να ορίσουμε τις φράσεις "κλιματική αλλαγή" και "κλιματική μεταβλητότητα". (Βορριά, 2019).

Από την άλλη, η λέξη «κλιματική αλλαγή» αναφέρεται σε αλλαγές στο κλίμα του κόσμου, συγκεκριμένα σε μακροπρόθεσμες διακυμάνσεις του καιρού. Οι φυσικές διεργασίες και οι ανθρώπινες δραστηριότητες που έχουν αντίκτυπο στο κλίμα, όπως η αλλαγή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας, συμβάλλουν και οι δύο στην κλιματική αλλαγή. Υπάρχει μια κοινή συσχέτιση μεταξύ της φράσης «κλιματική αλλαγή» και «αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης». Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή αναφέρεται σε μια ποικιλία άλλων αλλαγών που έχουν παρατηρηθεί. (Σκαρλάτου, 2017)

Η φράση "μεταβλητότητα του κλίματος" αναφέρεται σε αλλαγές σε μια αρκετά μεγάλη χρονική κλίμακα στις στατιστικές παραμέτρους που περιγράφουν τη μέση κατάσταση του κλίματος, όπως η τυπική απόκλιση και οι ακραίες τιμές. Αυτές οι τροποποιήσεις γίνονται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου. Οι ανωμαλίες είναι αποκλίσεις από τον κανόνα που χαρακτηρίζουν τη μεταβλητότητα του κλίματος. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιούμε τη λέξη "κλιματική αλλαγή", εννοούμε μια στατιστικά σημαντική αλλαγή στην τυπική κατάσταση του κλίματος για μια μακρά χρονική περίοδο, όπως πολλές δεκαετίες ή περισσότερες. (Βορριά, 2019).

Εάν τα ακραία καιρικά φαινόμενα γίνουν πιο συχνά παρά αν το «μέσο» κλίμα αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να είναι πιο σοβαρές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όταν τα έκτακτα περιστατικά υπερβαίνουν ορισμένα στατιστικά κριτήρια αναφοράς, μια αλλαγή του μέσου όρου μπορεί να έχει δυσανάλογη και μη γραμμική επίδραση. (Γεωργακόπουλος, 2013)

Οι επιπτώσεις μιας κλιματικής αλλαγής είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν και να περιγραφούν πλήρως και άμεσα λόγω της πολυπλοκότητας των διασυνδέσεων μεταξύ φυσικών και κοινωνικών συστημάτων και του κλιματικού συστήματος. Ως υποκατάστατο, χρησιμοποιούνται ως δείκτες αναφερόμενες αλλαγές σε παρατηρήσιμα και ποσοτικοποιήσιμα χαρακτηριστικά των φυσικών συστημάτων και των ανθρώπινων κοινωνιών - τα οποία καταδεικνύουν μεγάλη εξάρτηση από την κλιματική αλλαγή και μπορούν να σηματοδοτήσουν αλλαγές σε ένα σύστημα. (Γεωργακόπουλος, 2013)

Το τρέχον κλίμα μιας περιοχής καθώς και τυχόν αλλαγές σε αυτό υποδεικνύονται από μια τιμή δείκτη κλίματος. Οι επιμέρους κλιματικοί δείκτες βασίζονται σε συγκεκριμένους παράγοντες και εκφράζουν μόνο συγκεκριμένες πτυχές του κλίματος. Μια εξίσωση που χρησιμοποιεί κλιματικές μεταβλητές, όπως θερμοκρασία, πίεση, βροχόπτωση και ηλιακή ακτινοβολία, ορίζει κάθε κλιματικό δείκτη. Είναι σημαντικό να ερευνηθούν χρονοσειρές δεδομένων παραμέτρων που σχετίζονται με έναν συγκεκριμένο σταθμό προκειμένου να υπολογιστούν οι κλιματικοί δείκτες. (Βορριά, 2019).

Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή λαμβάνει χώρα ήδη ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας, της τήξης των παγετώνων, της αλλαγής των μοτίβων βροχοπτώσεων, των καταιγίδων που γίνονται πιο έντονες και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Λόγω των προηγούμενων και των τρεχουσών εκπομπών, ορισμένα μέρη της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη εμφανή. Η κλιματική αλλαγή προκαλείται από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της καύσης ορυκτών καυσίμων, της αποψύλωσης των δασών και της γεωργίας. Τις επόμενες δεκαετίες, εάν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δεν μειωθούν δραστικά,

θα υπάρξει επιπλέον θέρμανση και άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Η οικονομία, η οικολογία και η ανθρώπινη υγεία θα υποφέρουν ως αποτέλεσμα. (Παπαμανώλη, 2021)

Εφόσον πιστεύαμε προηγουμένως ότι τέτοια φαινόμενα δεν μας απασχολούν, είναι λυπηρό ότι τα τελευταία χρόνια βλέπουμε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ελληνική περιοχή, συνήθως με καταστροφικά αποτελέσματα. Ως αποτέλεσμα, δεν υπάρχει δημόσιος ή ιδιωτικός σχεδιασμός που να μπορεί να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά ή και αρκετά έκτακτες καταστάσεις από ακραία καιρικά φαινόμενα. Οι φυσικοί πόροι της Ελλάδας είναι περίπλοκα συνδεδεμένοι με τα κλιματικά χαρακτηριστικά της. Τα χιλιάδες χιλιόμετρα ακτογραμμής και τα ζεστά, ξηρά καλοκαίρια προσελκύουν επισκέπτες από όλο τον κόσμο. Τα ζεστά καλοκαίρια και οι υγροί, ήπιοι χειμώνες είναι ιδανικοί για την ανάπτυξη της γεωργίας ως βασικό τομέα της οικονομίας. Τέλος, χιλιάδες εκτάσης δάσους καλύπτουν ολόκληρο το έθνος και υποστηρίζουν υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας στις ίδιες κλιματικές συνθήκες. Αυτοί οι φυσικοί πόροι βρίσκονται επί του παρόντος υπό μεγάλη πίεση λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης. (Σκαρλάτου, 2017)

4.2) Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑ

Δεδομένης της πρόσφατης κλιματικής αλλαγής, η συχνότητα των πλημμυρών φαίνεται να έχει αυξηθεί. Αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν μειωμένη μεταφορική ικανότητα ποταμού, εξαιρετικά παρατεταμένες και έντονες βροχοπτώσεις, αναποτελεσματικό σχεδιασμό χρήσης γης και ανεπαρκή σχεδιασμό αποστράγγισης. Συγκεκριμένα, οι πλημμύρες ποταμών σε σύντομο χρονικό διάστημα, λιγότερο από 100 χρόνια, είναι οι μόνες μετρήσεις που δείχνουν πόσο σημαντικά επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα τα τρέχοντα δεδομένα παρατήρησης. Αυτά τα βραχυπρόθεσμα δεδομένα εγείρουν το ερώτημα εάν η κλιματική αλλαγή ή οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι πιο πιθανό να επηρεάσουν τις αυξήσεις στη συχνότητα και το πλάτος των πλημμυρών. Αυτά τα βραχυπρόθεσμα δεδομένα οδηγούν επίσης σε σημαντικές αβεβαιότητες στις προβλέψεις μελλοντικών καταστροφών από πλημμύρες. (Αγιαννίδης, Ι. 2021)

Ακόμα, ένας αριθμός μελετών που διεξήχθησαν σε διάφορα μέρη του κόσμου δεν προσέφεραν επαρκή απόδειξη ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ των πλημμυρών και της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι η αυξημένη συχνότητα των έντονων βροχοπτώσεων είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει στην αύξηση των ζημιών από πλημμύρες. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, έχουν δρομολογηθεί πολυάριθμες πρωτοβουλίες για την κατανόηση και τη χαρτογράφηση του παγκόσμιου κινδύνου πλημμύρας, της έκθεσης και της ευαισθησίας, επιτρέποντας την τελική μοντελοποίηση του κινδύνου πλημμύρας κυρίως ποταμών σε παγκόσμια κλίμακα υπό τις παρούσες και μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. (Αγιαννίδης, Ι. 2021)

Παράλληλα, ο όρος «κλιματική αλλαγή», όπως χρησιμοποιείται συνήθως, υποδηλώνει επίσης μεταβλητότητα στα κλιματικά πρότυπα καθώς και στον ρυθμό και το μέγεθος της αλλαγής. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτό το απρόβλεπτο συνδέεται με αλλαγές στη συχνότητα και τη δριμύτητα των σοβαρών και ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως κύματα καύσωνα, πλημμύρες, καταιγίδες και ξηρασίες, που θα συμβαίνουν συχνότερα, ευρύτερα ή με μεγαλύτερη ένταση. Σε άλλες περιπτώσεις, η κλιματική αλλαγή συνδέεται επίσης με φυσικές συνέπειες, όπως η εμφάνιση νέων ασθενειών και παρασίτων. (Γιαννοπούλου, 2019)

Οι φυσικές εσωτερικές διεργασίες, οι εξωτερικές πιέσεις ή οι μόνιμες ανθρωπογενείς αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας ή στη χρήση γης μπορούν όλα να συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή. Οι δυναμικές διαδικασίες της ίδιας της Γης, εξωτερικές αιτίες όπως η μετατόπιση της έντασης της ηλιοφάνειας, και πιο πρόσφατα οι ανθρώπινες ενέργειες συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Οι διεργασίες όπως οι διακυμάνσεις της ηλιακής ακτινοβολίας, οι αποκλίσεις στην τροχιά της Γης και η

ποσότητα των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου είναι παραδείγματα των εξωτερικών επιρροών, που μερικές φορές αναφέρονται ως κλιματικές επιδράσεις. (Γιαννοπούλου, 2019)

Επιπλέον, το 20% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε υδρολογικές λεκάνες που θα μπορούσαν να επηρεαστούν από την αύξηση του κινδύνου πλημμύρας που προκαλείται από μια πιθανή κλιματική αλλαγή. Αρκετές πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις φυσικές καταστροφές συζητούνται στην τέταρτη έκθεση της IPCC και σχετίζονται με: (Τασούλας, 2020)

- Αύξηση του αριθμού των περιοχών που αντιμετωπίζουν ξηρασίες
- Αύξηση των έντονων βροχοπτώσεων που έχει άμεσο αντίκτυπο στον κύκλο των πλημμυρών

Όλα τα κλιματικά μοντέλα υποδηλώνουν ότι καθώς πλησιάζει το τέλος του έτους, οι θερμοκρασίες θα αυξηθούν, αυξάνοντας την πιθανότητα ξαφνικών και αστικών πλημμυρών καθώς και τη σοβαρότητα των βροχοπτώσεων. Ισχυρίστηκαν επίσης ότι οι μη κλιματικοί παράγοντες, όπως οι αλλαγές στη χρήση γης, μπορεί να έχουν αντίκτυπο στη συχνότητα και την ένταση των φυσικών κινδύνων. (Τασούλας, 2020)

Οι προβλέψεις κάνουν λόγο για περισσότερες βροχοπτώσεις. Ποιες τοποθεσίες θα δουν τις μεγαλύτερες αλλαγές, ωστόσο, δεν μπορούν να προβλεφθούν με κανένα βαθμό ακρίβειας. Οι αυξημένες βροχοπτώσεις και οι χιονοπτώσεις θα ενισχύσουν την υγρασία του εδάφους σε περιοχές μεγάλου γεωγραφικού πλάτους κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αλλά οι πιο νότιες περιοχές με λιγότερη φυτική κάλυψη θα δουν επίσης σοβαρά περιστατικά διάβρωσης και πλημμύρας. Από την άλλη, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών όλο το καλοκαίρι, το έδαφος θα είναι πιο στεγνό και ο αέρας θα είναι πιο υγρός. (Μαριεττή, 2019)

Περισσότερη υγρασία μπορεί να συγκρατηθεί σε ένα περιβάλλον όταν είναι πιο ζεστό και η παγκόσμια υγρασία αυξάνεται κατά 7% για κάθε βαθμό θερμοκρασίας. Είναι λιγότερο βέβαιο πώς αυτό θα επηρεάσει τις αλλαγές στην παγκόσμια βροχόπτωση, αλλά η συνολική βροχόπτωση προβλέπεται να αυξάνεται κατά 1-2% κάθε βαθμό αύξησης. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ήδη υγρές περιοχές αναμένεται να γίνουν πολύ πιο υγρές, αλλά είναι πιο δύσκολο να προβλέψουμε ακριβώς ποιες θα είναι οι επιπτώσεις σε τοπικό επίπεδο. Οι ξηρασίες στις ξηρές περιοχές των υποτροπικών περιοχών προβλέπεται να γίνουν πιο έντονες και να μετακινηθούν προς τους πόλους. (Μαριεττή, 2019)

5) ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

5.1) ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

Λόγω της πληθυσμιακής επέκτασης, της οικονομικής προόδου και της αστικοποίησης των επιρρεπών σε πλημμύρες εδαφικών περιοχών, η έκθεση στις πλημμύρες έχει επεκταθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Τις επόμενες δεκαετίες, υπολογίζεται ότι θα αυξηθεί ο αριθμός των ανθρώπων που ζουν σε μέρη που θα μπορούσαν να πληγούν από πλημμύρες, καθώς και οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής που θα κάνουν πιο πιθανό τα ακραία φαινόμενα να οδηγήσουν σε πλημμύρες. (Γιαννοπούλου, 2019)

Από την άλλη, η ανθρώπινη χρήση γης, στο αστικό περιβάλλον, έχει προκαλέσει αύξηση της συχνότητας των πλημμυρών. Η αναλογία αδιαπέραστης επιφάνειας (πεζοδρόμια, δρόμοι, σπίτια) και λεκάνης απορροής (περιοχή με αποχετευτικό δίκτυο) έχει καθοριστικό ρόλο στην εκτίμηση του μεγέθους και της συχνότητας των πλημμυρών. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί μέτρο του βαθμού αστικοποίησης. (Ασαρίδης, 2017)

Η βροχόπτωση που ρέει από μια περιοχή προκαλεί αστικές πλημμύρες, οι οποίες έχουν τρομερές επιπτώσεις τόσο στις υποδομές όσο και στις ανθρώπινες ζωές. Για αυτό ευθύνεται η αστικοποίηση, που μειώνει ουσιαστικά τις διαπερατές επιφάνειες και αυξάνει κατά πολύ τις αδιαπέραστες. (Τσαντήλας, 2023)

Γίνονται πολυάριθμες τροποποιήσεις στην αλληλεπίδραση βροχοπτώσεων και απορροής ως αποτέλεσμα πλημμυρών και αστικοποίησης. Αυτό οφείλεται κυρίως στον τρόπο με τον οποίο το νερό απορροφάται από το έδαφος. Η αστικοποίηση γενικά αυξάνει την επιφανειακή απορροή και, κατά συνέπεια, τον κίνδυνο πλημμύρας, αλλά αυτό δεν ισχύει πάντα για τις μικρές λεκάνες απορροής, όπως αποδεικνύεται από μια σειρά μελετών. (Ασαρίδης, 2017)

Κάθε χρόνο, σοβαρές πλημμύρες προκαλούνται από την αστικοποίηση, τη συνεχιζόμενη επέκταση της ανάπτυξης στις λεκάνες απορροής, την κλιματική αλλαγή, την αύξηση σημαντικών καιρικών φαινομένων, όπως καταιγίδες και παρατεταμένες βροχές. Το φαινόμενο προκαλείται είτε από έλλειψη συντήρησης είτε από ανεπαρκές ή ανύπαρκτο δίκτυο αποχέτευσης στις πόλεις. Επιπλέον, τα ποτάμια και τα ρέματα που διασχίζουν τις λεκάνες αναγκάζουν ολόκληρες περιοχές να «ασφυκτιούν» κάτω από την ποσότητα νερού που περιέχουν. Συχνά προκαλούν σημαντική ζημιά στην ιδιωτική περιουσία των κατοίκων καθώς και στα οδικά συστήματα. (Νομικού, 2017)

Η πιθανότητα ακραίων περιστατικών που οδηγούν σε πλημμύρες και η ζημιά που προκαλούν αυτά τα γεγονότα είναι οι δύο παράγοντες που καθορίζουν τον κίνδυνο πλημμύρας. Το αποτέλεσμα της έκθεσης στις πλημμύρες και της ευπάθειας καθορίζει τις επιπτώσεις των πλημμυρών. Οι πόροι και οι άνθρωποι κινδυνεύουν όταν υπάρχει πλημμύρα. (Γιαννοπούλου, 2019)

Με τη σημαντική άνοδο σε αδιαπέραστες επιφάνειες, η αστικοποίηση έχει τη δυνατότητα να αλλάξει όχι μόνο την υδρολογία, τις υδραυλικές και φυσικές ιδιότητες των υδάτινων ρευμάτων αλλά και τα υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα, τη δομή των οικοτόπων, τη βιοποικιλότητα και την ποιότητα του νερού. Ιδιαίτερα, η παρουσία αδιαπέραστων επιφανειών έχει ως αποτέλεσμα τη διείσδυση λιγότερων νερών της βροχής στο έδαφος και τη διαρροή περισσότερου νερού. Η προκύπτουσα απορροή απομακρύνει ρύπους από τον αέρα καθώς και πρόσθετους ρύπους που έχουν συσσωρευτεί στις αδιαπέραστες επιφάνειες του αστικού περιβάλλοντος (δρόμοι, δρόμοι, χώροι στάθμευσης και στέγες). Σε πολλές περιπτώσεις, το είδος αυτών των ρύπων είναι συγκρίσιμο ή ακόμη και μεγαλύτερο από τα απόβλητα από το δίκτυο αποχέτευσης. Όχι μόνο αυτές οι δραστηριότητες επηρεάζουν τις υδρολογικές ιδιότητες του περιβάλλοντος περιβάλλοντος, αλλά αλλάζουν επίσης τη χημική και βιολογική σύσταση των αποδεκτών νερού όπου συλλέγεται η αστική απορροή. (Τσαντήλας, 2023)

5.2) ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Η Ελλάδα αντιμετωπίζει συχνά πλημμύρες λόγω υπερβολικών βροχοπτώσεων. Η πλειονότητα των έντονων βροχοπτώσεων προκαλείται από περαστικά βαρομετρικά χαμηλά, τα οποία συχνά κατευθύνονται δυτικά, νοτιοδυτικά ή βορειοδυτικά και ακολουθούνται από ψυχρά μέτωπα (και σπανιότερα από τα Θέρμα). Η αστικοποίηση και η αποψίλωση των δασών έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη συχνότητα των πλημμυρών επιταχύνοντας την απορροή και συντομεύοντας την περίοδο συσσώρευσης. Η αυξανόμενη σοβαρότητα και οι καταστροφικές επιπτώσεις των επεισοδίων πλημμύρας προκαλούνται από αυτούς τους δύο λόγους. Στην Ελλάδα, η αποψίλωση των δασών και η διάβρωση του εδάφους που προκαλεί είναι μείζονα ζητήματα. (Αντωνίου, 2013)

Μια πλημμύρα συχνά επηρεάζεται σημαντικά από το έδαφος. Η ποσότητα της απορροής και της παροχής, που μπορεί να οδηγήσει σε πλημμύρες, καθορίζεται από την ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει μια συγκεκριμένη ποσότητα βροχής. Το βάθος, η υφή, η δομή, η αρχική περιεκτικότητα σε υγρασία και άλλα χαρακτηριστικά του εδάφους, καθώς και το βάθος του, όλα θα επηρεάσουν το πόση βροχόπτωση μπορεί να αντέξει. Η μέγιστη απόρριψη μιας πλημμύρας μπορεί να μειωθεί από τη δομή του εδάφους. Η παρουσία εδαφικών κοιλοτήτων μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της απορροής και της παροχής πλημμύρας. Οι κοιλότητες του εδάφους μπορούν να επηρεάσουν πρωτίστως τα φαινόμενα πλημμύρας συγκρατώντας το νερό της πλημμύρας και απελευθερώνοντάς το σταδιακά μετά το πέρας της καταιγίδας, μειώνοντας έτσι την αιχμή της πλημμύρας. (Αντωνίου, 2013)

Υπάρχουν συγκεκριμένα μέτρα και προσεγγίσεις που μπορούν κατά κύριο λόγο να προστατεύσουν τις περιοχές που βρίσκονται σε ζώνη δυνητικού υψηλού κινδύνου πλημμύρας για την αντιμετώπιση του κινδύνου πλημμύρας στις αστικές περιοχές. Λόγω της πρόσφατης αύξησης των πλημμυρών, είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη να επανεκτιμηθεί ο σχεδιασμός περιοχών πόλεων που ενδέχεται να βρίσκονται σε ζώνες υψηλού κινδύνου πλημμύρας, προκειμένου να καταστούν όσο το δυνατόν πιο ανθεκτικές στις πλημμύρες. (Τασούλας, 2020)

Η προσέγγιση που ακολουθείται για τη μείωση του κινδύνου πλημμύρας σε μια περιοχή εξαρτάται κυρίως από τον τύπο της πλημμύρας, αν και τα αυξανόμενα οικονομικά και περιβαλλοντικά μειονεκτήματα έχουν εγείρει ερωτήματα σχετικά με τους κλασικούς μηχανισμούς αντιμετώπισης (φράγματα, κ.λπ.). Η πυκνότητα και η χωρική διασπορά μιας υδρολογικής λεκάνης συμβάλλουν στη μείωση της εμφάνισης πλημμυρών περιορίζοντας τον όγκο της άμεσης απορροής και αμβλύνοντας τις κορυφές πλημμύρας. Προτείνεται να απαγορευθεί και να ρυθμιστεί αυστηρά η ανεξέλεγκτη

βόσκηση, οι σωστές λεκάνες απορροής, γιατί συμβάλλει στην απώλεια της χλωρίδας. (Καμπούρης, 2020).

Ωστόσο, η προσέγγιση της Ελλάδας για τη διαχείριση του κινδύνου πλημμύρας είναι ουσιαστικά ένα υποσύνολο αυτής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με τοπικούς κανονισμούς, ρόλους και τεχνικές οδηγίες προσαρμοσμένες στις δικές μας εθνικές απαιτήσεις. Εκτός από τις τεχνικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τις πλημμύρες και τα αντιπλημμυρικά έργα, ισχύουν ένα σύνολο κανονισμών που θεσπίστηκαν από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), ενώ επίσης λειτουργούν ορισμένα αντιπλημμυρικά έργα για την αντιμετώπιση και την αποτελεσματική διαχείριση πλημμυρικών γεγονότων στην χώρα. (Μπαμπάνης, 2015)

Επιπλέον αυτά τα έργα αποτελούν μέρος μιας ποικιλίας τεχνολογικών έργων για την καταπολέμηση της πλημμύρας, όπως η κατασκευή αντιπλημμυρικών ταμιευτήρων όπως το φράγμα Ραπεντώσας ή το φράγμα ποταμών όπως αυτό στον Κηφισό, καθώς και άλλα είδη όπως η κατασκευή αναχωμάτων κατά μήκος ποταμών, ο καθαρισμός και η βυθοκόρηση ποταμών και πολλά άλλα. (Μπαμπάνης, 2015)

Όταν βρέχει, η βλάστηση απορροφά μέρος της επιφανειακής απορροής, γεγονός που ενισχύει την ικανότητα του εδάφους για διείσδυση και τραχύτητα. Επιπλέον, διατηρεί και ενισχύει τη συνοχή του εδάφους, μειώνοντας έτσι τη διάβρωση του εδάφους στις περιοχές που καλύπτει. Επιπλέον, μειώνουν τον κορεσμό του εδάφους σε νερό κατά τη διάρκεια της ημέρας μέσω της διαπνοής. Σε μια υδρολογική λεκάνη, η παρουσία βλάστησης, μαζί με το είδος, την πυκνότητα και τη χωρική κατανομή της, συμβάλλει στη μείωση της πιθανότητας πλημμυρών μειώνοντας την ποσότητα της άμεσης απορροής και εξομαλύνοντας τις κορυφές πλημμύρας. (Καμπούρης, 2020).

Οι πλημμύρες είναι ο πιο συνηθισμένος και δαπανηρός τύπος φυσικής καταστροφής όσον αφορά τόσο τα ανθρώπινα θύματα όσο και τις ζημιές στις υποδομές. Οι ξαφνικές αστικές πλημμύρες έχουν οδηγήσει σε σημαντικές καταστροφές με υψηλό ανθρώπινο και οικονομικό κόστος στην ελληνική περιφέρεια τις τελευταίες δεκαετίες. Οι πλημμύρες δεν μπορούν να αποφευχθούν γιατί είναι συνήθως αποτέλεσμα της φύσης. Ωστόσο, με αποτελεσματικό αστικό σχεδιασμό, τα μέρη που θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν σημαντικό κίνδυνο πλημμύρας μπορούν να γίνουν πιο ανθεκτικά στις πλημμύρες, προστατεύοντας ανθρώπινες ζωές, διατηρώντας τις υποδομές και διατηρώντας την οικονομική και κοινωνική δραστηριότητα. (Λαζαρίδου, 2022)

5.3) ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο συνέχισε να αναπτύσσει μια ολοκληρωμένη κοινοτική στρατηγική στον τομέα των υδάτων αφού συνειδητοποίησε τη σημασία του υδάτινου περιβάλλοντος. Η οδηγία πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/EK και η οδηγία πλαίσιο 2007/60/EK για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας αναπτύχθηκαν ως εκ τούτου μετά από μια σειρά συζητήσεων σε μια προσπάθεια να θεσπιστούν κανονισμοί για την προστασία και τη διαχείριση των υδάτων. (Γιαννιού, Π. 2015)

Η οδηγία πλαίσιο 2000/60/EK καθιέρωσε το πλαίσιο για την ποιότητα των υδάτων, εισήγαγε μια νέα έννοια ολοκληρωμένης πολιτικής και επιδίωξε να προστατεύσει και να βελτιώσει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων καθώς και εκείνων που εξαρτώνται άμεσα από τους υγροτόπους και τα χερσαία οικοσυστήματα για το νερό τους ενώ βοηθά και στον περιορισμό των συνεπειών των πλημμυρών και της ξηρασίας, μεταξύ άλλων. (Γιαννιού, Π. 2015)

Η Ελλάδα είναι ένα έθνος που ανήκει στο σύστημα του ΟΗΕ και ήταν ένα από τα αρχικά 51 μέλη. Έχει Μόνιμη Εθνική Αντιπροσωπεία από το 1946 ως ιδρυτικό μέλος της UNESCO. Επιπλέον, το ICOM και το ICOMOS δραστηριοποιούνται στη χώρα μας και το καθένα έχει ένα ελληνικό τμήμα. Σε μια προσπάθεια να ειδοποιήσει την παγκόσμια κοινότητα για την απειλή που θέτει η κλιματική αλλαγή για την παγκόσμια πολιτιστική κληρονομιά, η Ελλάδα ηγείται της κατηγορίας. Οι διεθνείς πρωτοβουλίες της διεκπεραιώνονται από το Γραφείο του Πρωθυπουργού σε συνεργασία με την UNESCO και τη Γραμματεία των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή και τηρούν τα διεθνή και ευρωπαϊκά νομοθετικά πλαίσια. (Χονδροπούλου, Ε. 2022)

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Προστασίας του Πολίτη και το Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού (κεντρικές υπηρεσίες, εφορείες αρχαιοτήτων, μουσεία) υποστηρίζουν όλες τις εθνικές πρωτοβουλίες. Επιπρόσθετα χρήσιμοι είναι οργανισμοί όπως η Περιφερειακή και Τοπική Αυτοδιοίκηση, το Εθνικό Παρατηρητήριο, το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών και τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα. (Χονδροπούλου, Ε. 2022)

6) ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

6.1) ΤΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα έχει ανεπτυγμένη ακτογραμμή και σημαντικό ανάγλυφο. Λόγω των ιστορικών χαρακτηριστικών του, οι κλιματικοί παράγοντες που σχετίζονται με τις πλημμύρες παρουσιάζουν μεγάλη χωρική ποικιλομορφία. Στις λοφώδεις περιοχές της δυτικής Ελλάδας, η μέση ετήσια βροχόπτωση ξεπερνά τα 1.800 mm, ενώ στις ανατολικές περιοχές της χώρας, το ποσοστό αυτό μπορεί να φτάσει και τα 400 mm. (Χατζηδάκη, 2013)

Παράλληλα, στην Ελλάδα έχει ταξινομηθεί σε 14 λεκάνες απορροής, καθεμία με σχετικά ομοιογενές κλίμα και υδρολογία λόγω της διαφορετικής τοπογραφίας της χώρας και των διαφόρων μεγεθών και χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής. Το φαινόμενο της βροχόπτωσης στην Ελλάδα επηρεάζεται σημαντικά από την οροσειρά της Πίνδου. Πιο συγκεκριμένα, οι βροχοπτώσεις στη δυτική Ελλάδα είναι σαφώς μεγαλύτερες από ό,τι στην ανατολική Ελλάδα. (Αναγνωστοπούλου, 2014)

Επιπλέον, η ένταση και η διάρκεια των βροχοπτώσεων καθώς και η γεωγραφία της λεκάνης απορροής έχουν έμμεσο αντίκτυπο στη συχνότητα των πλημμυρών και όχι στη μέση ετήσια βροχόπτωση. Εξαιτίας αυτού, οι ξαφνικές πλημμύρες είναι πολύ πιο συχνές στα ανατολικά, παρόλο που οι βροχοπτώσεις στα δυτικά είναι περίπου τρεις φορές περισσότερες από ό,τι στα ανατολικά. (Γκιόκας, 2009)

Η αστικοποίηση, η απώλεια δασικών περιοχών και η πυκνή δόμηση σε συνδυασμό με την έλλειψη πρασίνου είναι και άλλα στοιχεία που συμβάλλουν σημαντικά στη γένεση των πλημμυρών. Η καταστροφική δύναμη των πλημμυρών αυξάνεται περαιτέρω από την αποψίλωση των δασών και τη διάβρωση του εδάφους. (Χατζηδάκη, 2013)

Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι αν και η Ελλάδα δεν έχει αντιμετωπίσει μεγάλες καταστροφές από πλημμύρες όπως άλλες ευρωπαϊκές χώρες, ο αριθμός των ανθρώπων που σκοτώθηκαν από τις πλημμύρες στην Ελλάδα είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των ανθρώπων που σκοτώθηκαν από τους σεισμούς, παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα είναι ένας από τους περισσότερα σεισμογενή έθνη. (Πάνου, 2008).

6.2.) ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στις επόμενες υποενότητες θα γίνει μία αναφορά σε μερικές περιοχές της Ελλάδας που έχουν πληγεί από πλημμυρικά φαινόμενα. Οι περιοχές αυτές επιλέχτηκαν λόγω της μεγάλης έντασης βροχής που έπεσε σε κάθε περιοχή και λόγω των μεγάλων καταστροφών που προκάλεσαν οι κακοκαιρίες. Οι περιοχές αυτές είναι η Μάνδρα, η Κρήτη, η Καρδίτσα – Μουζάκι και Εύβοια.

6.2.1) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗΝ ΜΑΝΔΡΑ

Αρχικά, θα αναφερθούμε στην Τετάρτη της 15 Νοεμβρίου 2017, όπου τις πρώτες πρωινές ώρες, ξαφνικές πλημμύρες προκάλεσαν καταστροφές στην περιοχή της Μάνδρας. Πολλοί δρόμοι καταστράφηκαν, άλλοι κατολισθήσανε, σπίτια και επιχειρήσεις πλημμύρισαν και, το χειρότερο, εικοσιτέσσερα άτομα έχασαν τη ζωή τους ως αποτέλεσμα των τρομερών βροχοπτώσεων. Τέλος, σύμφωνα με τους τοπικούς μετεωρολογικούς σταθμούς στη Μάνδρα κατέγραψαν 100 χιλιοστά βροχής μέσα σε διάστημα 1-2 ωρών, παρά το γεγονός ότι οι μετεωρολογικοί σταθμοί στη γύρω περιοχή καταγράφουν μικρή έως καθόλου βροχή. (Speis, P. D., Andreadakis, E., Diakakis, M., Daidassi, E., & Sarigiannis, G. 2019).

Το βαρομετρικό χαμηλό της «Ευρυδίκης» που έπληξε τη Δυτική και Νότια Ελλάδα έφταιγε για το περιστατικό των πλημμυρών. Το τοπικό σύστημα αυτοκινητοδρόμων μετατράπηκε σε ποτάμια, πετώντας οχήματα, φορητά αντικείμενα και συσκευές στο νερό. Στη Μάνδρα, 1064 κατασκευές υπέστησαν ζημιές, μεταξύ των οποίων 794 κατοικίες, 126 εμπορικά κτίρια, 8 δημόσιες κατασκευές και 136 αποθήκες και υπόγεια. (Ναλμπαντίδου, 2022)

Επιστήμονες ισχυρίζονται ότι το αποτέλεσμα του υπολογισμού της βροχόπτωσης IMERG, με βάση την αποστολή Global Precipitation Measurement της NASA, επιβεβαιώνει την εξαιρετική κατάσταση του γεγονότος και καταγράφει όλα τα χωροχρονικά χαρακτηριστικά της καταιγίδας. Αντίστοιχα, με βάση αυτές τις πρώτες εκτιμήσεις, η περιοχή της Μάνδρας δέχτηκε 150 mm βροχής σε περίπου 7 ώρες στις 15 Νοεμβρίου 2017, από τις 00:30 το βράδυ έως τις 07:30 το πρωί. Αυτή η ποσότητα βροχής ισοδυναμεί με σχεδόν το 40% των τυπικών βροχοπτώσεων της περιοχής. (Μαλακοδήμος, 2020)

Το πλημμυρικό κύμα από την Αγία Αικατερίνη έφτασε στα δυτικά σύνορα της πόλης γύρω στις 6:00 και από τις Σούρες έφτασε στα βορειοδυτικά σύνορα της πόλης γύρω στις 06:45, σύμφωνα με μαρτυρίες των κατοίκων της Μάνδρας. Ένα πλημμυρικό κύμα με πολύ μεγάλο πλάτος σχηματίστηκε από το σημείο που εξαφανίστηκε η κοίτη της Αγίας Αικατερίνης, καταλαμβάνοντας την πεδιάδα ανάντη της πόλης πριν επηρεάσει τον αστικό ιστό σε όλο το μήκος της. (Μαυρογεώργος, 2020).

Παράλληλα, η αστική περιοχή της Μάνδρας κατασκευάστηκε χωρίς μελετηθεί σωστά η κλήση της περιοχής ή τα αντιπλημμυρικά μέτρα στην περιοχή, ακολουθώντας το ρέμα της φυσικής πορείας της Αγίας Αικατερίνης. Ο υπόγειος αγωγός της οδού Κοροπούλη ήταν βουλωμένος. Τόσο οι δημόσιες όσο και οι ιδιωτικές εγκαταστάσεις εμποδίζουν τη φυσική ροή του ρέματος Σούρες σε διάφορες τοποθεσίες. Τα τεχνικά έργα που υπήρχαν ήδη σε πολλούς τομείς κρίθηκαν ανεπαρκή. (Μπάμπου, 2019)

Λόγω των βαριών κατασκευαστικών εργασιών στη γύρω περιοχή, που προκάλεσαν δραστική μείωση της διαθέσιμης διατομής του ρέματος, οι μορφολογικές αλλοιώσεις στο ρέμα Σούρες έπαιξαν κρίσιμο ρόλο στον τρόπο εξάπλωσης της πλημμύρας. Από τη βορειοδυτική είσοδο της πόλης κοντά στη θέση της γέφυρας της νέας ανασκαφής ΠΕΟΑΘ μέχρι τη συμβολή των οδών Ρόκκα και Κοροπούλη, το κύμα πλημμύρας ξεχύθηκε από την κοίτη σε όλο το μήκος του. Το νερό είχε αντίκτυπο σε όλες τις παρακείμενες εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένου του κτιρίου της Βακόντιος Α.Ε., του αμαξοστασίου Δ. Μάνδρας, του συγκροτήματος επιμελητείας ΜΕΤΡΟ ΑΕ και του νεκροταφείου Μάνδρας. Σημαντικό μέρος του νερού διήλθε στον άξονα ΠΕΟΑΘ πριν εκτραπεί μέσω της οδού Λ. Στάμου είτε στην είσοδο της πόλης είτε στη γειτονιά Μαγούλα. Στις 7:05 π.μ., η απορροή πλημμυρών από τα δύο ρεύματα συνέκλινε.

Τέλος, ο οχετός κάτω από την παλιά Εθνική Οδό είχε μια σχετικά μικροσκοπική διατομή, η οποία καθιστούσε δύσκολη τη διοχέτευση όλης της απορροής στο τεχνητό κανάλι, και το νερό είχε ήδη φύγει από την κοίτη και πήγαινε σε πολλές διαφορετικές κατευθύνσεις. Ως αποτέλεσμα, η παροχή μοιράστηκε μεταξύ του αυτοκινητόδρομου και του καναλιού. Στη συνέχεια πλημμύρισε η βιομηχανική περιοχή της Μάνδρας και τελικά τα νερά αναπτύχθηκαν πίσω από την πλαγιά της Αττικής Οδού. Τελικά, η τροφοδοσία της Αττικής Οδού αποστραγγίζεται κάτω από τη γέφυρα, πλημμυρίζοντας την περιοχή Παπακώστα. (Μαυρογεώργος, Κ. 2020).



Εικόνα 4^ο: Εδώ παρατηρούμε την διέλευση του κύματος κάτω από την γέφυρα της Αττικής Οδού (Μαυρογεώργος, Κ. 2020).

6.2.2) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

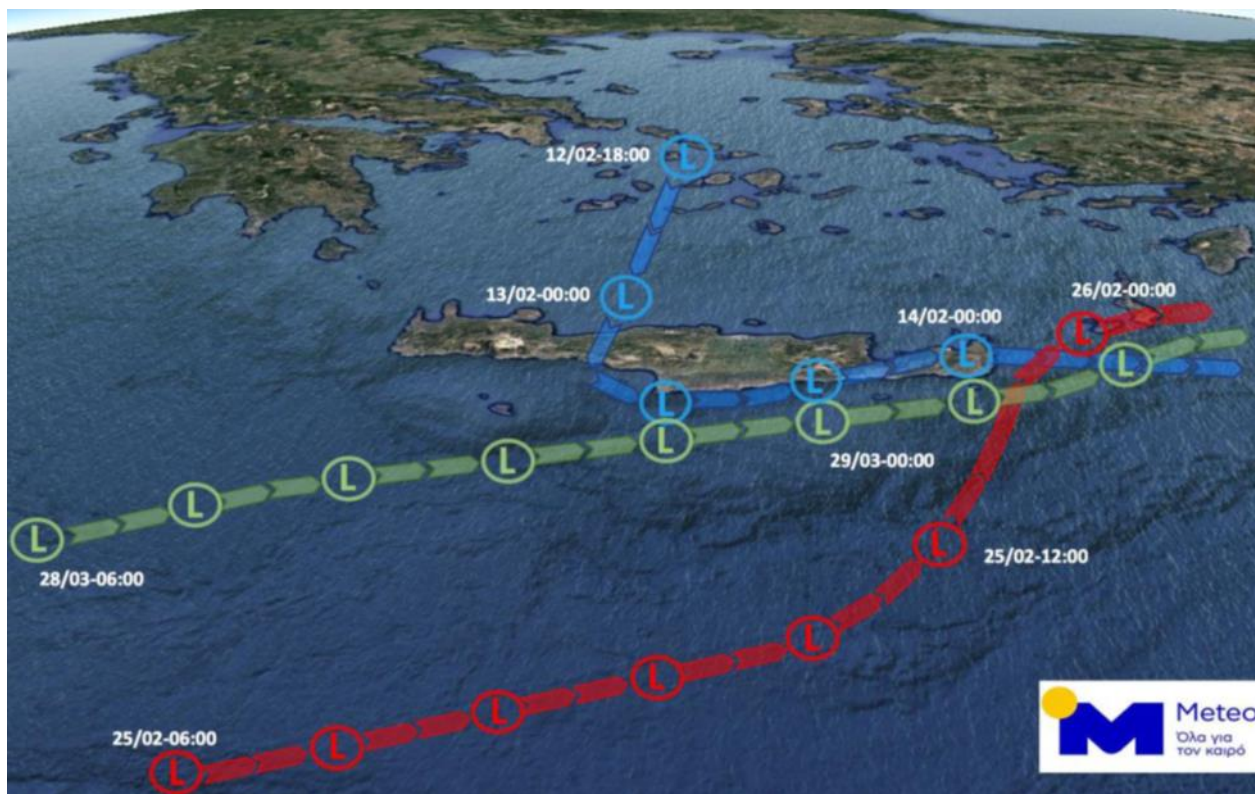
Παράλληλα, τέσσερις άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους στις 14 Φεβρουαρίου 2019 στο Ηράκλειο Κρήτης από την καταιγίδα «Χιόνι» καθώς παρασύρθηκαν από χείμαρρο του Γεροπόταμου στη Μεσσαρά. Οι καταστροφές και οι πλημμύρες προκάλεσαν πρόβλημα και με το επαρχιακό οδικό σύστημα του δήμου Πλατανιά Χανίων. Το Ηράκλειο κατέγραψε μέγιστη βροχόπτωση 39,2 mm σε 24 ώρες. Ομοίως, στις 23 Φεβρουαρίου 2019, η καταιγίδα «Ωκεανίδα» στα Χανιά της Κρήτης, είχε ως αποτέλεσμα υλικές ζημιές και ένα θάνατο στο νομό Χανίων. Έγινε κατάρρευση του ιστορικού Κερίτη στον Αλικιανό Χανίων και του Σταυρωμένου στο Ρέθυμνο λόγω καιρού. Τέλος, τα Χανιά δέχτηκαν 102,8 χιλιοστά βροχής την ώρα. (Μπεθάνης, 2020)

Ακόμα, πέντε άτομα έχασαν τη ζωή τους ως αποτέλεσμα καταστροφικών πλημμυρών, κατολισθήσεων και ζημιών σε υποδομές σε διάφορες τοποθεσίες της Κρήτης, ιδιαίτερα στη Δυτική, το διάστημα 12-17 Φεβρουαρίου και 23-26 Φεβρουαρίου του τρέχοντος έτους. Ισχυρές καταιγίδες και βροχές που έπληξαν την Κρήτη, ιδιαίτερα τις περιοχές γύρω από το Ηράκλειο, τη Χερσόνησο και το Καστέλι, μεταξύ 20 και 22 Οκτωβρίου 2020 και 10 και 11 Νοεμβρίου 2020, προκάλεσαν πλημμυρικά φαινόμενα, εκτεταμένες κατολισθήσεις σε διάφορα σημεία του εθνικό και του επαρχιακού δικτύου και καταστροφές σε αστικές και αγροτικές περιουσίες. (Αγαπάκης, 2022)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η σοβαρή πλημμύρα που προκλήθηκε από την καταιγίδα Ωκεανίς, είχε εξίσου τρομερά αποτελέσματα και χρησίμευσε ως ορόσημο για το τι θα ακολουθήσει. Από τα μέσα Φεβρουαρίου έως τα τέλη Μαρτίου 2019, ένα διάστημα 45 ημερών, τρεις εξαιρετικά έντονες κακές καιρικές συνθήκες επηρέασαν ολόκληρη τη χώρα, με την Κρήτη να βρίσκεται στο επίκεντρο των ισχυρότερων φαινομένων σε τρεις από αυτές τις περιπτώσεις. Τέλος, και τα τρία βαρομετρικά χαμηλά είχαν μεγάλα τμήματα της πορείας τους νότια της Κρήτης, κάπως κοντά στις παραλίες του νησιού. Η Ωκεανίς γνώρισε το βαθύτερο και κατά συνέπεια το ισχυρότερο από τα τρία βαρομετρικά χαμηλά. (Μπολιουδάκης, Ε. 2020)

Στην Κρήτη, σημαντικές βροχές προκλήθηκαν και από τα τρία είδη δυσμενών καιρικών συνθηκών, με τα δυτικά του νησιού να σημειώνουν τις περισσότερες βροχοπτώσεις. Και οι τρεις δυσμενείς καιρικές συνθήκες σε μερικούς επιλεγμένους σταθμούς είχαν ως αποτέλεσμα ασυνήθιστα υψηλά συνολικά ύψη βροχής, κυρίως σε σταθμούς στις βόρειες πλαγιές των Λευκών Ορέων όπως ο Ασκύφος στα 715 μέτρα και η Ασή Γωνιά στα 380 μέτρα. Παρά το ότι ήταν έντονες, οι βροχές σε σταθμούς σε υψηλότερα υψόμετρα, όπως Σαμαριά-Ξυλόσκαλος 1250 μέτρα, υστερούσαν σαφώς σε σχέση με αυτές των ημιορεινών σταθμών που σημειώσαμε προηγουμένως. Αυτό τονίζει πώς οι

απότομες κλίσεις της τοπογραφίας συμβάλλουν στις ανοδικές κινήσεις της ατμόσφαιρας, οι οποίες με τη σειρά τους αυξάνουν τη σφοδρότητα της βροχόπτωσης. (Μπολιουδάκης, Ε. 2020)



Εικόνα 5^ο: Εδώ παρατηρούμε τις διαδρομές που διανύθηκαν από τα τρία βαρομετρικά χαμηλά μεταξύ 12 Φεβρουαρίου και 30 Μαρτίου 2019, που προκάλεσαν στην Κρήτη ασυνήθιστα ισχυρές βροχές και χιόνια. Οι μπλε γραμμές δείχνουν τη διαδρομή του χαμηλού κατά τη διάρκεια της Χιονοθύελλας (12–17 Φεβρουαρίου 2019), τα κόκκινα βέλη δείχνουν τη διαδρομή του χαμηλού Oceania Low (23–26 Φεβρουαρίου 2019) και τα πράσινα βέλη δείχνουν τη διαδρομή του πιο πρόσφατου βαρομετρικού χαμηλού (28 –30 Μαρτίου 2019). (<https://www.meteo.gr/index.cfm>)

6.2.3) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΤΣΑ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΥΖΑΚΙ

Μεταξύ 17 και 19 Σεπτεμβρίου, η βάση του σταθμού ΜΕΤΕΟ στο Περτούλι της Θεσσαλίας κατέγραψε 317 χλστ., ενώ μέγιστες καταιγίδες των 274 χιλ. και 213 χιλ. καταχωρήθηκαν στις περιοχές Μουζάκι και Καρδίτσα, αντίστοιχα. Στα δύο προηγούμενα περιστατικά στο Μουζάκι έπεσε 150 χλστ. σε μια μέρα (18 Σεπτεμβρίου) και έως και 188 χλστ. την ίδια μέρα στην Καρδίτσα. (Φούκας, 2022)

Λόγω του ρήγματος του ρέματος της Γαβριάς και των αναχωμάτων του ποταμού Καράμπαλη, καθώς και της υπερχειλίσης του ποταμού Καλέντζη, η πόλη της Καρδίτσας πλημμύρισε κατά 80%. Ως αποτέλεσμα, οι τρεις λεκάνες απορροής των προαναφερθέντων ποταμών επιλέχθηκαν ως περιοχές εφαρμογής της υδρολογικής προσομοίωσης προκειμένου να χαρτογραφηθούν οι πλημμυρικές πεδιάδες σε μεταγενέστερο χρόνο με τη χρήση υδραυλικής προσομοίωσης. (Γάτσινου, 2022)

Εκτός από σφοδρές πλημμύρες, πλημμύρες δρόμων, ζημιές σε σπίτια και οδικές υποδομές, κατολισθήσεις, και διακοπές ρεύματος, ο κυκλώνας έπληξε και την Καρδίτσα. Τέσσερα άτομα έχασαν τη ζωή τους από τον «Ιανό» στην Ελλάδα, ενώ ένας αγνοείται. (Φούκας, 2022)

Η περιοχή έχει έκταση 139 km² και βρίσκεται στην Περιφερειακή Ενότητα Θεσσαλίας, 28 km δυτικά της πόλης της Καρδίτσας. Ιδιαίτερη σημασία έχει η περιοχή Μουζακίου, η οποία βρίσκεται κοντά στην έξοδο της υπό εξέταση υπολεκάνης και κατάντη της υπό εξέταση υπολεκάνης. Η περιοχή γύρω από το Μουζάκι επιλέχθηκε για την υδραυλική έρευνα γιατί είναι επιρρεπής σε πλημμύρες. (Πετρίτσης, 2022)

Το φαινόμενο των πλημμυρών είχε τρομερές επιπτώσεις στην περιοχή της Καρδίτσας. Σύμφωνα με τη μετεωρολογική υπηρεσία, τα σημαντικότερα περιστατικά πλημμύρας τα τελευταία 22 χρόνια είναι τα ακόλουθα: (Πετρίτσης, 2022)

- 1) Την 1η Νοεμβρίου 2022 η Καρδίτσα γνώρισε πλημμύρες λόγω του καιρικού συστήματος «Διομήδης». Σύμφωνα με τις μετεωρολογικές αρχές, συγκεκριμένα στις 1/12/2022 το βράδυ στην Κοσκινά Καρδίτσας έσπασε το φράγμα του ποταμού Καλέντζη και έθεσε σε κίνδυνο τους οικισμούς Κοσκινά και Ψαθοχώρι. Επιπρόσθετα, ο Δήμος Μουζακίου επλήγη και από το πλημμυρικό φαινόμενο που προκάλεσε αυτός ο τρομερός καιρός. Αρκετές καλλιεργήσιμες εκτάσεις πλημμύρισαν ως αποτέλεσμα της κακοκαιρίας του «Διομήδη» και της διατάραξης των οδικών αξόνων λόγω της ανόδου της στάθμης των ποταμών.

- 2) Στις 17 Σεπτεμβρίου 2020, ο μεσογειακός κυκλώνας «Ιανός» προκάλεσε καταστροφική πλημμύρα στην περιοχή της Καρδίτσας, με αποτέλεσμα σημαντικά προβλήματα υποδομών, ενέργειας και ύδρευσης. Η κατάσταση έκτακτης ανάγκης στον Δήμο Μουζακίου οδήγησε σε απώλεια υποδομών, πλημμύρες αρκετών καλλιεργειών, καθώς και διάβρωση του εδάφους και κατολισθήσεις. Είναι σημαντικό να θυμίσουμε ότι η 70χρονη γέφυρα «Μπαλάνου» κατέρρευσε αποκόπτοντας την Κοινότητα Πευκόφυτου από τον Δήμο Μουζακίου καθώς και ολόκληρη την Ανατολική Αργυρθέα από την πόλη του Μουζακίου.
- 3) Στις 13 Ιανουαρίου 2018 η κακοκαιρία στον Θησέα ανάγκασε την προληπτική εκκένωση της κοινότητας Καρδίτσας λόγω ενδεχόμενης υπερχειλίσης ρεμάτων.

Στις 14 Σεπτεμβρίου 2020, ο κυκλώνας Ιανός άρχισε να αναπτύσσεται στο βόρειο τμήμα της Λιβύης. Στη συνέχεια εμφανίστηκε ως επιφανειακός κυκλώνας στις 15 Σεπτεμβρίου 2020, κοντά σε μια ομάδα καταιγίδων στον Κόλπο της Σίντρα. Πάνω από τα ζεστά νερά του Ιονίου, άρχισε να παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά τροπικής καταιγίδας στις 17 Σεπτεμβρίου 2020, με αποτέλεσμα να χαρακτηριστεί ως μεσογειακός κυκλώνας. Στις 18 Σεπτεμβρίου 2020, σφοδρή βροχή έπεσε στο «μάτι» της ζώνης νεφών του κυκλώνα όταν ο άνεμος άλλαξε ξαφνικά κατεύθυνση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο μετεωρολογικός σταθμός στην Παλική Κεφαλονιάς ήταν το σημείο όπου μετρήθηκαν η μέγιστη ταχύτητα ανέμου και η ριπή. Επιπλέον, ο μετεωρολογικός σταθμός στα Αντιπάτα Κεφαλονιάς μέτρησε 644,7 χιλιοστά σωρευτικής βροχόπτωσης, που είναι η μεγαλύτερη ποσότητα που έχει καταγραφεί ποτέ από μεσογειακή καταιγίδα. (Φωτόπουλος, 2022)

Η 48ωρη καταιγίδα που έπληξε την Ελλάδα από τις 17 Σεπτεμβρίου έως τις 19 Σεπτεμβρίου 2020, προκάλεσε δύο διακριτές ζώνες με σημαντικές βροχοπτώσεις: μία στα Ιόνια Νησιά και μία στην Κεντρική Ελλάδα. Στα νησιά του Ιονίου, αυτή η 48ωρη σωρευτική βροχόπτωση ήταν συνολικά 769 mm στην Κεφαλονιά, 250 mm στη Ζάκυνθο και 109,8 mm στη Λευκάδα, ενώ στις 18 Σεπτεμβρίου 2020 η ημερήσια συνολική βροχόπτωση στη Στερεά Ελλάδα ξεπέρασε τα 250 mm. Πιο συγκεκριμένα, το Περούλι, με συνολικά 317 χλστ., είχε την υψηλότερη το μεγαλύτερο μέγεθος στην κεντρική Ελλάδα. Το Μουζάκι και η Καρδίτσα, με 274,4 και 268 χλστ. βροχής την ίδια χρονική περίοδο, ήρθαν στη δεύτερη και τρίτη θέση, αντίστοιχα. Ωστόσο, αφού ήρθαν σε επαφή με την τεχνική υποστήριξη της ευρύτερης περιοχής, ανακοινώθηκε ότι ο βροχομετρικός σταθμός της ΔΕΗ στην Πύλη (λεκάνη απορροής δίπλα στο Μουζάκι) είχε καταγράψει τις περισσότερες βροχοπτώσεις. (Φωτόπουλος, 2022)

6.2.4) ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΤΗ ΕΥΒΟΙΑ

Η αντιπλημμυρική μελέτη στον ποταμό Λήλαντα, μεταξύ Βασιλικού και Αγίου Νικολάου, που χύνει τα νερά του στον Ευβοϊκό Κόλπο, συγκρίνει διάφορες τεχνικές μετατροπής βροχής σε απορροή. Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών έδωσε στην αποκομμένη ατμοσφαιρική διαταραχή με ψυχρό πυρήνα που πλησίασε την Ελλάδα στις αρχές Αυγούστου 2020 το όνομα «Θάλεια». Η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) είχε δημοσιεύσει έκτακτο δελτίο επιδείνωσης του καιρού από τις 4 Αυγούστου 2020, το οποίο αναθεωρήθηκε δύο ημέρες αργότερα και προειδοποίησε για ισχυρές βροχοπτώσεις στην περιοχή της Εύβοιας μεταξύ άλλων. (Καμπουριάλης, 2022)

Η κακοκαιρία που σημειώθηκε μεταξύ 5 Αυγούστου και 9 Αυγούστου 2020, έφερε στο φως μια σειρά από ζητήματα που απαιτούν γρήγορη αντιμετώπιση. Συνολικά, το νησί αντιμετωπίζει σοβαρές πλημμύρες, ιδιαίτερα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας, η Εύβοια έχει ιστορικά δει αρκετές πλημμύρες, μερικές από τις οποίες είναι πολύ σημαντικές, μέχρι το 2012. (ΜΑΝΔΡΑΒΕΛΛΟΣ, 2022)

Από τις 8 Αυγούστου το βράδυ, η Εύβοια είδε ισχυρή βροχή και πολλούς κεραυνούς, ιδιαίτερα στην περιοχή μεταξύ Νέας Αρτάκης, Ψαχνάς και Στενής. Τα έντονα καιρικά φαινόμενα παρέμειναν για πέντε ώρες και δημιούργησαν σύννεφα ύψους 12 χιλιομέτρων ή πάνω από το όριο της τροπόσφαιρας. 300 χιλιοστά βροχής μετρήθηκαν σε οκτώ ώρες στον μετεωρολογικό σταθμό στη Στενή Ευβοίας και 226 χιλιοστά βροχής στον σταθμό στην Ψαχή. (Καμπουριάλης, 2022)

Παράλληλα, από τις βροχοπτώσεις υπερχείλισαν τα ρέματα Λήλαντος, Μεσσάπιος και Πολιτικών. Το νερό ανέβηκε σε ύψος ενός μέτρου στο κέντρο της Ψαχνής, ενώ ανέβηκε σε ύψος 1,5 μέτρου σε άλλες τοποθεσίες. Η καταστροφή έπληξε τα Ψαχνά, το Κοντοδεσπότι, τον Σταυρό και τα Πολιτικά κάτω στον δήμο Διρφύων-Μεσσαπίων. Ουσιαστικά, επειδή οι δασικές εκτάσεις δεν μπορούν πλέον να αποθηκεύσουν τόσο νερό, η Εύβοια «πληρώνει» τις πυρκαγιές του προηγούμενου έτους στις 9 Αυγούστου 2020. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι κανένα ποτάμι, ρέμα ή χείμαρρος στην Εύβοια δεν έχει ακόμη οριοθετηθεί. Ο πιο πρόσφατος νόμος για τα υδάτινα ρεύματα (ν. 4257/14) επέτρεπε να σχηματίζονται διαμερισματικές οριοθετήσεις από ιδιοκτησία και με έρευνα του ιδιοκτήτη. (Μενουδάκη Ευαγγέλου, 2021)

Οι τεράστιες καταστροφές που προκλήθηκαν από τις πλημμύρες που έπληξαν την Εύβοια τον Αύγουστο του 2020 κατέστησαν αναγκαία την ανάπτυξη έργων για την αντιμετώπιση των προβλημάτων. Προορίζεται να κατασκευαστεί ένα έργο κατά μήκος του κύριου ποταμού του δήμου, του ρέματος Μαντάνια. Πρόκειται για 4.280.000 m³ χωρητικότητας. Περιλαμβάνουν οδοποιία,

επιμελητήρια δανείων και αγωγούς ύδρευσης. Αυτό το συγκεκριμένο εμπόδιο θα βοηθήσει στην πρόληψη σοβαρών φαινομένων. Επίσης, θα σταματήσει την απρόσεκτη χρήση του υδροφόρου ορίζοντα. Στα Ψαχνά λοιπόν το φράγμα θα καλύπτει 10.000 στρέμματα. (Ρουσούλη, 2021)

Δεν έχει γίνει τίποτα σημαντικό όσον αφορά τις αντιπλημμυρικές προσπάθειες ως απάντηση στις καταστροφές από τις πλημμύρες του Αυγούστου. Σχέδια αποκατάστασης ζημιών έχουν δημιουργηθεί σε πόλεις όπως ο Σταυρός και ορισμένα έργα οδοποιίας έχουν ολοκληρωθεί σε πόλεις με πιο σοβαρές ζημιές. Παρά το γεγονός ότι οι πλημμύρες προκάλεσαν σημαντικές ζημιές σε σπίτια και επιχειρήσεις, δόθηκε μεγαλύτερη προτεραιότητα στην έρευνα. Προτεραιότητα δόθηκε στην κατασκευή τειχών στην κοίτη του Μεσσαπίου καθώς και στον καθαρισμό και την αποκομιδή των μπαζών. (Ρουσούλη, Μ. Ε. (2021)



Εικόνα 6^ο: Ποτάμια φερτών υλικών στην Εύβοια (Μενουδάκη, 2021)

6.3) Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΑΠΟ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

Ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την προστασία όλων των υδάτων θεσπίζεται με την Οδηγία 2000/60 (συχνά γνωστή ως οδηγία πλαίσιο για τα ύδατα ή WFD). Είναι το πιο σημαντικό κομμάτι της πρόσφατης περιβαλλοντικής νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Η Οδηγία θεσπίζει το πλαίσιο κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, απαιτεί τη δημιουργία ολοκληρωμένων σχεδίων διαχείρισης για κάθε λεκάνη απορροής ποταμού με στόχο την επίτευξη καλής οικολογικής και χημικής κατάστασης και στοχεύει, μεταξύ άλλων, να συμβάλει στον μετριασμό των πλημμυρών. (Βαχαβιώλος, 2011)

Η δημιουργία σχεδίου αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών για την οριοθετημένη γεωγραφική του περιοχή είναι κύρια ευθύνη της Διεύθυνσης Πολιτικής Προστασίας (ΔΠΠ) της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Οι ακόλουθες μεταβλητές επηρεάζουν τον τρόπο διαμόρφωσης της στρατηγικής του: (Καραλής, 2021)

- Τα χαρακτηριστικά της Περιφέρειας Θεσσαλίας, κυρίως η γεωμορφολογία, η κατανομή του πληθυσμού, οι οικονομικές δραστηριότητες των διαφόρων περιοχών κ.λπ.
- Το γενικό σχέδιο της Γενικής Γραμματείας Προστασίας του Πολίτη.
- Τις προσδοκίες του ευρύτερου κοινού για τη διαχείριση πιθανών κρίσεων και έκτακτων αναγκών.
- Οι διαθέσιμοι πόροι - συνεργαζόμενοι οργανισμοί.
- Πολιτική στρατηγική και προσανατολισμός της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

Αν και το Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού του Κλάδου Υδάτων Θεσσαλίας προβλέπει έργα εξοικονόμησης στις περιοχές Ελασσόνας, Φαρσάλων, Νεοχωρίου, Πύλης και Μουζακίου που μπορούν να συμβάλουν σε κάποιο βαθμό στον περιορισμό των καταστροφικών επιπτώσεων από τις πλημμύρες, η υλοποίησή τους απέχει πολύ από την πραγματικότητα. όσον αφορά την περιοχή της Θεσσαλίας. Και αυτό γιατί οι σχετικές μελέτες είτε επικαιροποιούνται και εκπονούνται με καθυστέρηση είτε χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το πώς έχουν αλλάξει οι κοινωνίες στο πέρασμα του χρόνου. (Τασούλας, 2020)

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι το σχέδιο του Διεύθυνση Πολιτικής Προστασίας (ΔΠΠ) είναι μια σύνθεση της γενικής εθνικής στρατηγικής και των τοπικών απαιτήσεων ή πολιτικών προτεραιοτήτων. Στη συνέχεια, το ΔΠΠ συνέχισε να δημιουργεί πολυάριθμες στρατηγικές και πρωτοβουλίες αντιμετώπισης κρίσεων (έκτακτης ανάγκης) στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος. Τα προγράμματα και τα σχέδια περιορίζονται πρωτίστως από την απαίτηση να είναι σύμφωνα με την

γενική εθνική στρατηγική. Δεδομένου ότι πολλές από αυτές τις κρίσεις δεν περιορίζονται στα σύνορα της Περιφέρειας Θεσσαλίας, τα προγράμματα πρέπει να είναι συμβατά με την εθνική στρατηγική για την επίτευξη των στόχων. Η συνεργασία και ο συντονισμός με τις γειτονικές Περιφέρειες ή/και το εθνικό σύστημα αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης είναι επομένως απαραίτητοι. Άλλωστε, μεγάλο μέρος των πόρων που απαιτούνται για την αντιμετώπιση του προβλήματος ή πολλοί φορείς και οργανισμοί έχουν την έδρα τους εκτός της Περιφέρειας Θεσσαλίας και αντίθετα λειτουργούν σε εθνική κλίμακα. (Καραλής, 2021)

Το πρωταρχικό νέο χαρακτηριστικό της οδηγίας είναι η καθιέρωση ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδάτινων πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Με άλλα λόγια, η λεκάνη απορροής του ποταμού χρησιμοποιείται για όλες τις δραστηριότητες σχεδιασμού και διαχείρισης που σχετίζονται με το νερό. Οι πρωταρχικοί στόχοι της Οδηγίας, ωστόσο, δεν περιλαμβάνουν τη μείωση των κινδύνων πλημμύρας ή τη συνεκτίμηση του τρόπου με τον οποίο αυτοί οι κίνδυνοι ενδέχεται να εξελιχθούν στο μέλλον λόγω της κλιματικής αλλαγής. Εξαιτίας αυτού, η οδηγία πλαίσιο δεν είναι κατάλληλο εργαλείο για μια ολοκληρωμένη στρατηγική για τη διαχείριση του κινδύνου πλημμύρας στα κράτη της ΕΕ. (Βαχαβιώλος, 2011)

Σε επίπεδο πολιτικής προστασίας, οι πλημμύρες και η ξηρασία είναι τα δύο μεγάλα προβλήματα που θα αντιμετωπίσει η Θεσσαλία τα επόμενα χρόνια. Η σύγχρονη κοινωνία δεν είναι επαρκώς προετοιμασμένη να αντιμετωπίσει τις πλημμύρες λόγω της σοβαρότητάς τους και των επιβλαβών επιπτώσεων που έχουν τόσο στο φυσικό όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον, όπως αποδεικνύεται από τα πρόσφατα γεγονότα στη Δυτική Αττική. (Τασούλας, 2020)

7) ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΑΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

7.1) Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Η Ελλάδα πάντα βίωσε πλημμύρες και θα συνεχίσει να αντιμετωπίζει πλημμύρες λόγω της έντονης γεωμορφολογίας της χώρας. Οι πλημμύρες έχουν τόσο φυσικές όσο και ανθρωπογενείς αιτίες. Οι μελλοντικές πλημμύρες στην Ελλάδα προβλέπεται να αυξηθούν με βάση τις προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή. Αυτήν τη στιγμή έχουμε μόνο σποραδικές και ανεπαρκείς διαδικασίες για την αντιμετώπιση και τον μετριασμό των επιπτώσεων των πλημμυρών. Απαιτείται μια προσέγγιση διαχείρισης σε εθνικό επίπεδο που περιλαμβάνει κατασκευαστικές και μη κατασκευαστικές πρωτοβουλίες για την πλήρη αντιμετώπιση του ζητήματος. Η Εθνική Τράπεζα Υδρολογικών και Μετεωρολογικών Πληροφοριών παρέχει στην Ελλάδα την υποδομή που απαιτείται για μια ενδεδειγμένη και ακριβή αντιμετώπιση των πλημμυρών. (Μιχαηλίδου, 2019)

Ο άμεσος στόχος της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Πλημμυρών, ΟΔΠ (Integrated Flood Management) είναι να μεγιστοποιήσει τις ευεργετικές επιπτώσεις - οφέλη από τα νερά των πλημμυρών και να ελαχιστοποιήσει τις δυσμενείς επιπτώσεις τους στην ανθρωπότητα. Ωστόσο, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη και στο πλαίσιο του ΟΔΠ, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν στο σχεδιασμό δράσεις που υποστηρίζουν την αποκατάσταση της φυσικής λειτουργίας του ποταμού, την παρουσία πλημμυρικών εκτάσεων αρκετά μεγάλων για την ανακούφιση των πλημμυρικών υδάτων και τον εμπλουτισμό, των υπόγειων υδάτων, γεγονός που αυξάνει επίσης την ικανότητα αποθήκευσης των υπόγειων υδάτων. Ουσιαστικά, το ΟΔΠ «κατευθύνει» την ανθρώπινη δραστηριότητα με τρόπο που ωφελεί την αποτελεσματική λειτουργία των συστημάτων ποταμών. (Τασούλας, 2020).

Το σύστημα παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων είναι απαραίτητο για την αντιμετώπιση της επίδρασης των εξαιρετικά έντονων βροχοπτώσεων στην άνοδο του υδροφόρου ορίζοντα. Επειδή τα κορεσμένα με νερό εδάφη και τα απόβλητα γίνονται ασταθή, πρέπει να εφαρμοστούν κατάλληλα μέτρα (όπως η κατασκευή αναχωμάτων και η οδόστρωση δρόμων με σκυρόδεμα, για παράδειγμα). Η δημιουργία κατάλληλων πρανών στρώσης αποστράγγισης και η συντήρηση και ο καθαρισμός των περιμετρικών τάφρων βροχής για την ανακατεύθυνση του νερού μακριά από το μέτωπο εργασίας είναι κρίσιμα βήματα για την αντιμετώπιση του φαινομένου πλημμύρας στη λεκάνη εναπόθεσης. (Στυλιανίδης, 2020)

Οι τρεις φάσεις ολοκληρωμένης διαχείρισης πλημμυρών με περιοχή αναφοράς είναι κυκλικές διαδικασίες:

- Πρόληψη
- Διαχείριση κρίσεων (στην αρχή του πλημμυρικού φαινομένου)
- Αποκατάσταση σωματικής βλάβης και εξαγωγή συμπερασμάτων

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στάδια της διαδικασίας εναλλάσσονται το ένα μετά το άλλο ενώ αναφέρονται και σε διαφορετικά επεισόδια πλημμύρας με κάθε επανάληψη του τριφασικού κύκλου. (Τασούλας, 2020).

Η φάση της διαχείρισης κρίσεων είναι κρίσιμη τώρα που τελείωσε η προληπτική φάση γιατί τότε τα φαινόμενα συμβαίνουν πραγματικά και έχουν άμεσες, υλικές και μη, αρνητικές επιπτώσεις. Τα σχέδια επείγουσας αντίδρασης που δημιουργούνται στη φάση διαχείρισης θα πρέπει επίσης να τροποποιούνται μετά από κάθε περιστατικό πλημμύρας ώστε να περιλαμβάνουν τυχόν ελαττώματα και παραλείψεις που μπορεί να έχουν ανακαλυφθεί κατά τη φάση συμπερασμάτων. Είναι σημαντικό να σημειωθούν οι περιοχές που επηρεάζονται από το φαινόμενο στους χάρτες κινδύνου πλημμύρας που δημιουργήθηκαν κατά το προληπτικό στάδιο, καθώς απαιτούν ταχεία ανταπόκριση. (Τασούλας, 2020).

Τα ακόλουθα κριτήρια χρησιμοποιούνται για τη διαφοροποίηση των δράσεων αντιμετώπισης των πλημμυρών: (Μιχαηλίδου, 2019)

- 1) Εάν κατασκευάζονται τεχνικά έργα ή όχι (κατασκευή έναντι μη κατασκευής)
- 2) Εάν προστατεύουν συγκεκριμένες δομές ή ευρύτερες περιοχές.
- 3) Είτε εξυπηρετούν τους ακόλουθους στόχους: να διακρίνουν την πλημμύρα, να μειώσουν την ευπάθεια στις πλημμύρες και να μειώσουν τις επιπτώσεις της πλημμύρας.

7.2) ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ανάλογα με το είδος των παρεμβάσεων που περιλαμβάνουν, οι στρατηγικές μετριασμού των πλημμυρών εμπίπτουν σε μία από τις δύο κατηγορίες: (Τασούλας, 2020).

- 1) «Σκληρά» δομικά αμυντικά μέτρα ή άλλα οικοδομικά μέτρα.
- 2) Μη εποικοδομητικές ενέργειες, είτε με τη μορφή «ήπιων» μέτρων πολιτικής είτε όχι.

Τα "σκληρά" μέτρα δομικής άμυνας αναφέρονται κυρίως σε ενέργειες και μέτρα που περιλαμβάνουν τεχνικές προσαρμογές στα χαρακτηριστικά ενός καναλιού ποταμού (όπως ευθυγράμμιση, η τοποθέτηση εδάφους ή τεχνητών υλικών όπως σκυρόδεμα (ενισχυμένο ή μη) που μετατρέπεται σε προστατευτικά αναχώματα, φράγματα , ή οποιεσδήποτε άλλες κατασκευές που μπορούν να ρυθμίσουν ή ακόμα και να τροποποιήσουν τη ροή του ποταμού). Οι κυματοθραύστες κατασκευάζονται συχνά σε παράκτιες περιοχές για να μειώσουν την ενέργεια των εισερχόμενων κυμάτων και της παλίρροιας. (Τασούλας, 2020).

Δεδομένου ότι τα «σκληρά» μέτρα δομικής άμυνας συνήθως περιλαμβάνουν μεγάλες κατασκευές και ότι ο βαθμός επιρροής τους εκτείνεται πέρα από το τοπικό επίπεδο, απαιτείται έρευνα πριν από την εφαρμογή τους για να προσδιοριστούν οι επιπτώσεις που θα έχει το έργο στην τοπική κοινωνία καθώς και στις κοινωνίες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από αυτό. (Τασούλας, 2020).

Η αποθήκευση νερού και η βελτίωση της μεταφορικής ικανότητας είναι οι κύριοι στόχοι των κατασκευαστικών πρωτοβουλιών. Δεδομένου ότι οι κατασκευές είναι κατασκευασμένες για να αντέχουν ένα συγκεκριμένο υδάτινο φορτίο, το οποίο αν ξεπεραστεί τις καθιστά ευάλωτες, πρέπει επίσης να υποστηρίζονται από μη δομικά μέτρα για να είναι αποτελεσματικές. (Τασούλας, 2020).

Τα κατασκευαστικά μέτρα θα πρέπει να ενσωματωθούν σε ένα ευρύτερο πλαίσιο στρατηγικού σχεδιασμού αντί να είναι μεμονωμένα και τοπικά. Η χαρτογράφηση του κινδύνου πλημμύρας λαμβάνει υπόψη τόσο τη συνολική έρευνα εκτίμησης πλημμύρας όσο και τη συχνότητα των πλημμυρών στις βασικές τοποθεσίες, αλλά και ο σχεδιασμός αντιπλημμυρικών έργων. (Μιχαηλίδου, 2019)

Μεταξύ των δομικών μέτρων κατασκευής είναι: (Μιχαηλίδου, 2019)

- 1) Αντιπλημμυρικοί ταμιευτήρες πάνω από τη λεκάνη απορροής.
- 2) Επιχώματα και φράγματα ασφαλείας.
- 3) Λεκάνες πλημμύρας κοντά σε ποτάμια και σε χαμηλά σημεία.
- 4) Δίκτυα ομβρίων

- 5) Εκτροπές ποταμών
- 6) Παράκτια άμυνα
- 7) Καθαρίζοντας τα συντρίμια από ποτάμια, βυθοκόροντάς τα και διευρύνοντας τις διατομές τους, τα ποτάμια μπορούν να στραγγίσουν πιο αποτελεσματικά.
- 8) Δημιουργία νέων μονοπατιών που πηγαίνουν παράλληλα με το ποτάμι
- 9) Υπερχειλίσσεις δεξαμενής

Η αποθήκευση νερού και η βελτίωση της μεταφορικής ικανότητας είναι οι κύριοι στόχοι των κατασκευαστικών πρωτοβουλιών. Οι κατασκευές θα πρέπει να συμπληρώνονται από άλλα μη δομικά μέτρα, δεδομένου ότι θα πρέπει να σχεδιάζονται για συγκεκριμένη πιθανότητα και ως εκ τούτου να είναι ευαίσθητα σε πλημμύρες. (Μιχαηλίδου, Σ. 2019)

Οι διαδικασίες υλοποίησης περιλαμβάνουν: (Μιχαηλίδου, 2019)

- 1) Δημιουργία αυτοματοποιημένου τηλεμετρικού δικτύου για την παρακολούθηση της βροχής-απορροής σε βασικές περιοχές.
- 2) Η δημιουργία λογισμικού συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων.
- 3) Οι ρυθμίσεις για το μοντέλο βροχής-απορροής.
- 4) Από την εφαρμογή του μοντέλου εξάγονται κρίσιμες απόψεις για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα πλημμυρικά φαινόμενα.
- 5) Το σύστημα δικτύου ραντάρ, δορυφόρου και επίγειου σταθμού σε πραγματικό χρόνο για την πρόβλεψη και την παρακολούθηση σοβαρών καταιγίδων και πλημμυρών.
- 6) Η δημιουργία προετοιμασιών έκτακτης ανάγκης και το σύστημα προειδοποίησης κινδύνου πλημμύρας.
- 7) Η επιχειρησιακή οργάνωση της τοπικής αυτοδιοίκησης και άλλων οργανισμών για την ετοιμότητα και την αντιμετώπιση των καταστροφών από τις πλημμύρες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι πλημμύρες όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι μία από τις πιο επικίνδυνες φυσικές καταστροφικές. Μπορούν να προκαλέσουν αρκετές καταστροφές τόσο στον άνθρωπο όσο και στο φυσικό περιβάλλον. Παράλληλα, να σημειωθεί ότι λόγω μερικών συνθηκών που έχει η Ελλάδα ευνοεί την εκδήλωση πλημμυρών όπως είναι η γεωμορφολογικής της θέσης, οι κλιματικές συνθήκες και η τοπογραφία της περιοχής.

Οι κύριες αιτίες, όπως η κλιματική αλλαγή των τελευταίων δεκαετιών και η ανθρωπογενής παρέμβαση έχουν προκαλέσει πολλές καταστροφές. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι με την απότομη αλλαγή και την αύξηση της θερμοκρασίας προκαλούνται καύσωνες κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες. Λόγω, τον καυσώνων έχουμε εκδήλωση πυρκαγιών με σοβαρές καταστροφές σε δασικές και γεωργικές εκτάσεις που αυτό έχει ως συνέπεια όταν ξεσπάσει μία πλημμύρα να μην υπάρχει τρόπος συγκράτησης του νερού. Επομένως, αν συνεχιστεί να αλλάζει και άλλο το κλίμα θα έχουμε περισσότερα προβλήματα και καταστροφές λόγω των πλημμυρικών φαινομένων.

Τα τελευταία χρόνια οι καταστροφικές πλημμύρες στην Αττική, την Εύβοια, την Κρήτη και την Καρδίτσα/Μουζάκι αναδεικνύουν την ανάγκη για να σκεφτούμε τρόπους και μέτρα πρόληψης για την αντιμετώπιση των πλημμυρών τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες χώρες. Αρχικά, θα πρέπει να κατασκευαστούν φράγματα που όντως βοηθάνε στην συγκράτηση της πλημμύρας, να αντικατασταθούν οι μικρές δεξαμενές αποθήκευσης νερού με άλλες πιο μεγάλες για περισσότεροι συγκράτηση νερού, να καθαριστούν τα ποτάμια ώστε να μην έχουμε εκτροπές και να δημιουργηθούν παράλληλα ποτάμια δίπλα στα υπάρχοντα.

Συμφωνά με τα παραπάνω τα μέτρα που έχουν ληφθεί δεν είναι αρκετά διότι ενώ έχουν πραγματοποιηθεί δεν προσφέρει κάποια βελτίωση. Τα μέτρα θα πρέπει να παρέχουν ασφάλεια στους ανθρώπους αλλά και στο περιβάλλον. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με προσεκτικό σχεδιασμό εκ μέρους της δημόσιας διοίκησης με ταυτόχρονη χρήση κονδυλίων. Απαιτείται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για να συμπεριληφθεί το πρόβλημα της διαχείρισης των υδάτων στο πλαίσιο του γενικού αναπτυξιακού σχεδιασμού για την ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης και της αειφόρου ανάπτυξης, καθώς και μια διοικητική αναδιοργάνωση για να διασφαλιστεί ότι υπάρχουν και λειτουργούν αποτελεσματικά μηχανισμοί για ολοκληρωμένη διαχείριση των λεκανών απορροής. Τέλος, οι λύσεις διαχείρισης θα πρέπει να καθοδηγούνται σωστά και να μην προκαλούν διαταραχές στα οικονομικά της χώρας, στους ανθρώπους και στο περιβάλλον λόγω των μη σωστών μέτρων και πρόληψης πλημμυρών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΕΣ

- 1) Αλαμάνος, Ν. (2010). Μελέτη περιοχών της χώρας που επλήγησαν από ακραίες συνθήκες (πυρκαγιές-πλημμύρες-κατολισθήσεις εδάφους).
- 2) Καμπουριάλης, Π. (2022). Ανακατασκευή πλημμυρικού γεγονότος υπό καθεστώς αβεβαιότητας, η περίπτωση «Πολιτικά Εύβοιας».
- 3) Ρουσούλη, Μ. Ε. (2021). Η ανάπτυξη της Περιφερειακής Ενότητας Ευβοίας: προβλήματα.
- 4) Μαριεττή, Β. (2019). Αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης για το ρόλο της συμβολής του διοξειδίου του άνθρακα στην κλιματική αλλαγή μέσω της συγκριτικής διερεύνησης των γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών μαθητών της Β΄ Γυμνασίου.
- 5) Γάτσινου, Ε. (2022). Υδρολογική προσομοίωση του μεσογειακού κυκλώνα ΙΑΝΟΣ με εφαρμογή δορυφορικών δεδομένων βροχόπτωσης και χρήση του ημι-κατανεμημένου μοντέλου ModClark.
- 6) Διγενής, Χ. (2022). Οδηγίες για τα νερά (2000/60) και τις πλημμύρες (2007/60). Ανάλυση των σχεδίων για την περιοχή της Αττικής.
- 7) Ναλμπαντίδου, Α. (2022). Γεωμορφολογική-Υδρολογική Ανάλυση στο πλαίσιο της εκτίμησης του Πλημμυρικού Κινδύνου σε ευάλωτες περιοχές.
- 8) Ποτίδου, Α. (2022). Διερεύνηση των κοινωνικών επιπτώσεων των πλημμυρών.
- 9) Λαζαρίδης, Μ. (2008). Εκτίμηση επικινδυνότητας πλημμυρικών φαινομένων στο Νομό Μαγνησίας (Bachelor's thesis).
- 10) Λίτσιου, Τ. Α. (2020). Επικινδυνότητα πλημμύρας και αστική ανθεκτικότητα (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).
- 11) Παναγιωτόπουλος, Γ. Χ. (2016). Το θεσμικό πλαίσιο και οι πολιτικές για τη διαχείριση των πλημμυρών σε ευρω-ενωσιακό και εθνικό επίπεδο, στο πλαίσιο της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.
- 12) Βαχαβιώλος, Θ. (2011). Μεθοδολογία προσδιορισμού ευάλωτων περιοχών σε πλημμύρες σύμφωνα με την οδηγία 2007/60 (Bachelor's thesis).
- 13) Πάνου, Ε. (2008), «Το πλημμυρικό καθεστώς στην Ελλάδα - διαχείριση πλημμυρών στα πλαίσια της οδηγίας πλαίσιο 2000/60: η περίπτωση του Πηνειού Θεσσαλίας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα 2008
- 14) Καραλής, Β. (2021). Διαχείριση κρίσεων πολιτικής προστασίας σε επίπεδο Περιφέρειας Θεσσαλίας (Doctoral dissertation, Πρόγραμμα Δημόσιας Διοίκησης, Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφου).
- 15) Πετρίτσης, Ε. (2022). Υδρολογική-Υδραυλική προσομοίωση στον Πάμισο ποταμό Θεσσαλίας.

- 16) Kuang, D., & Liao, K. H. (2020). Learning from Floods: Linking flood experience and flood resilience. *Journal of environmental management*, 271, 111025.
- 17) Φούκας, Σ. (2022). Επιπτώσεις και μέθοδοι αποτροπής και ανάσχεσης ακραίων φυσικών καταστροφικών φαινομένων. Μεσογειακός κυκλώνας με την ονομασία “Ιανός”. Επιπτώσεις στο νησί της Κεφαλονιάς και ανάπτυξη μεθόδων αποτροπής και ανάσχεσης επανάληψης αντιστοιχών καταστροφών.
- 18) Αγαπάκης, Γ. (2022). Αστικές πλημμύρες κατάντι του νέου σχεδιαζόμενου BOAK (τμήμα Ηράκλειο-Άγιος Νικόλαος). Ιστορικό, Εκτίμηση επικινδυνότητας, Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης.
- 19) Τέσκου, Μ. (2019). Επιπτώσεις στο περιβάλλον, φυσικό και ανθρωπογενές από την εκδήλωση πλημμυρών σε περιοχές του Δυτικού Τομέα Αθηνών.
- 20) Speis, P. D., Andreadakis, E., Diakakis, M., Daidassi, E., & Sarigiannis, G. (2019). Psychosocial vulnerability and demographic characteristics in extreme flash floods: The case of Mandra 2017 flood in Greece. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101285.
- 21) Γιαννοπούλου, Β. (2019). Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων.
- 22) Μαυρογεώργος, Κ. (2020). Διερεύνηση της επίδρασης του πλημμυρογραφήματος εισροής στην υδραυλική συμπεριφορά πλημμυρών με το μοντέλο Telemac-H περίπτωση της Μάνδρας Αττικής.
- 23) Χατζηδάκη, Α. (2013). Πολυκριτηριακή ανάλυση σε περιβάλλον GIS για την χαρτογράφηση της πλημμύρας στην Βόρεια Ελλάδα (Master's thesis).
- 24) Φωτόπουλος, Δ. (2023). Προσομοίωση πλημμυρικού γεγονότος με χρήση δισδιάστατης υδροδυναμικής μοντελοποίησης σε επίπεδο λεκάνης απορροής: η περίπτωση της Μάνδρας Αττικής.
- 25) Φωτόπουλος, Ε. (2022). Υδρολογική προσομοίωση-ανάλυση στερεομεταφοράς του Ιανού στη λεκάνη απορροής του Παμίσου Καρδίτσας.
- 26) Μαλακοδήμος, Κ. Σ. (2020). Χαρτογράφηση ζημιών από πλημμύρες στη Μάνδρα Αττικής.
- 27) Μπολιουδάκης, Ε. (2020). Διαχείριση φυσικών καταστροφών. Η περίπτωση των πλημμυρικών και κατολισθητικών φαινομένων στην περιφέρεια Κρήτης.
- 28) Μπεθάνης, Σ. (2020). Αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμυρικών επεισοδίων στην Ελλάδα.
- 29) Πλαταρίδης, Κ. Ι. (2022). Πλημμυρική επιδεκτικότητα με μεθόδους μηχανικής μάθησης (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

- 30) Βοζινάκη, Α. Ε. (2014). Ένα ολοκληρωμένο σύστημα εκτίμησης της επικινδυνότητας και των επιπτώσεων πλημμυρικών φαινομένων (Doctoral dissertation, Πολυτεχνείο Κρήτης. Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος).
- 31) Διακάκης, Μ. (2012). Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας με τη χρήση μοντέλων προσομοίωσης. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- 32) Χατζηαγόρου, Ε. Χ. (2011). Τεχνικά αντιπλημμυρικά έργα και αρχιτεκτονική τοπίου στον αστικό δημόσιο χώρο. Η περίπτωση της περιφερειακής τάφρου Θεσσαλονίκης. Μέτρα προστασίας & διαχείρισης-σχεδιασμός (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).
- 33) Αλεξίου, Α. Δ. (2013). Τυποποίηση ιστορικών πλημμυρών με βάση την οδηγία 2007/60/EK (Master's thesis).
- 34) Ασλανίδου, Κ. (2022). Αστικές πλημμύρες-ιστορικό και εκτίμηση επικινδυνότητας.
- 35) Διαμάντης, Θ. (2018). Οι σχέσεις έντασης-διάρκειας βροχής ως δυναμικό εργαλείο στην προειδοποίηση πλημμυρών.
- 36) Μαύρου, Α. (2021). Επίδραση της μετεωρολογίας στα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα.
- 37) Σκαρλάτου, Σ. (2017). Η κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα.
- 38) Βορριά, Α. Ν. (2019). Κλιματική αλλαγή: Μεταβολή βροχών και θερμοκρασιών στην Ελλάδα (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).
- 39) Παπαμανώλη, Ε. (2021). Κλιματική αλλαγή και παράκτιο θαλάσσιο περιβάλλον.
- 40) Γεωργακόπουλος, Κ. (2013). Οι οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα.
- 41) Αγιαννίδης, Ι. (2021). Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην εμφάνιση υδρο-μετεωρολογικών καταστροφών.
- 42) Τασούλας, Γ. (2020). Φυσικές και ανθρώπινες καταστροφές: η περίπτωση των πλημμυρών (Bachelor's thesis).
- 43) ΑΑΣαρίδης, Π. Ν. (2017). Ανάλυση ευαισθησίας πλημμύρας σχεδιασμού για την αστική ζώνη του χειμάρρου Κραυσίδωνα της πόλης του Βόλου (Bachelor's thesis).
- 44) Νομικού, Ι. Β. (2017). Τεχνική και Οικονομική αξιολόγηση υπογειοποίησης τμήματος του ποταμού Κηφισού στην περιοχή των Αγ. Αναργύρων.
- 45) Τσαντήλας, Θ. (2023). Φυσικές υποδομές για την διαχείριση του νερού στην πόλη: Η περίπτωση των Ραλλείων Πειραματικών Σχολείων Πειραιά.
- 46) Λαζαρίδου, Δ. (2022). Ο ρόλος του αστικού σχεδιασμού σε ζώνες δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας.
- 47) Καμπούρης, Ν. (2020). Εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου με χρήση δορυφορικών δεδομένων και λογισμικού GIS, εφαρμογή στην ν. Κάλυμνο

- 48) Αντωνίου, Θ. Α. (2013). Επίδραση των κοιλοτήτων του εδάφους στην εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου σε οδικά δίκτυα: Η περίπτωση της Παλαιάς Εθνικής Οδού Λάρισας-Βόλου (Bachelor's thesis).
- 49) Μιχαηλίδου, Σ. (2019). Στοιχεία Σχεδιασμού και Διαχείρισης Αντιπλημμυρικών Έργων με Εφαρμογή στα Υδατορεύματα.
- 50) Στυλιανίδης, Ν. (2020). Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι στις εγκαταστάσεις διαχείρισης αστικών σύμμεικτων απορριμμάτων, μέθοδοι πρόληψης και αντιμετώπισης.
- 51) Μανδραβέλλος Α. Νικόλαος (2022). Ανάλυση του πλημμυρικού επεισοδίου βροχής -απορροής Αύγουστου 2020 στον πόταμο Λήλαντα Ευβοίας
- 52) Μενουδάκη Ευαγγέλου Μιχαέλλα Βασιλική, (2021). Σχεδιασμοί Έκτακτης Ανάγκης και Διαχείριση. Κρίσεων : οι περιπτώσεις πλημμύρας της Μάνδρας και της Εύβοιας
- 53) Γκιόκας, Α, 2009. Κατάρτιση μεθοδολογικού πλαισίου για την εκπόνηση χαρτών πλημμύρας , Μεταπτυχιακή εργασία, ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Αθήνα.
- 54) Αναγνωστοπούλου, Ε. Μ. (2014). Πλημμυρική Επικινδυνότητα στη Δυτική Θεσσαλία (Bachelor's thesis).
- 55) Γιαννιού, Π. (2015). Ανάλυση πλημμυρικού κινδύνου στην πόλη του Ρεθύμνου Κρήτης.
- 56) Χονδροπούλου, Ε. (2022). Το νομικό και θεσμικό πλαίσιο προστασίας της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η περίπτωση του Ιστορικού Κέντρου της Πράγας και της Παλιάς και Νέας Πόλης του Εδιμβούργου.
- 57) Μανδάνα, Β. Α. (2020). Προσδιορισμός του υδατικού ισοζυγίου και ακραίων πλημμυρικών γεγονότων στην Λεκάνη απορροής του χειμάρρου Οινούσας Ν. Σερρών με χρήση υδρολογικών μοντέλων (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).
- 58) Μπάμπου, Σ. (2019). Διερεύνηση επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών στο περιβάλλον. Μελέτη περίπτωσης: πλημμυρικά φαινόμενα στο δήμο Μάνδρας–Ειδυλλίας.
- 59) Μπαμπάνης, Α. (2015). Ασφάλιση και αντασφάλιση του πλημμυρικού κινδύνου στην περιοχή της Αττικής.