



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΣΧΕΔΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΕ
ΤΟΠΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ, Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΝΔΡΑΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ**



**Διπλωματική εργασία
Αριστοτέλης Λεβέντης**

**Επιβλέπουσα:
Μ. Παπαδοπούλου
Καθηγήτρια ΕΜΠ**

**ΑΘΗΝΑ
2022**



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΣΧΕΔΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΕ
ΤΟΠΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ, Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΝΔΡΑΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ

Διπλωματική εργασία
Αριστοτέλης Λεβέντης

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Μ. Παπαδοπούλου (Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.)

Ε. Μπακογιάννης (Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.)

Α. Λέκα (Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό Ε.Μ.Π.)

.....
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ ΛΕΒΕΝΤΗΣ

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός-Μηχανικός Γεωπληροφορικής Ε.Μ.Π.

Copyright © Αριστοτέλης Λεβέντης, 2022

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά το τέλος της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες και ειλικρινείς ευχαριστίες μου στην Καθηγήτρια της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του ΕΜΠ κα. Μαρία Παπαδοπούλου και την κα. Ακριβή Λέκα για την διατύπωση και την ανάθεση ενός τόσο ενδιαφέροντος, απαιτητικού και πολύπλευρου θέματος, το οποίο λάμβανε υπόψιν τα ενδιαφέροντά μου.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να τις ευχαριστήσω για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν, την καθοδήγηση, αλλά και την συνεχή βοήθειά τους τόσο στην αναζήτηση πληροφοριών, όσο και σε όλη τη σύνταξη της εργασίας, μα και στην επίλυση αποριών καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Τέλος, ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου τους γονείς μου Αλίκη και Στέφανο που χωρίς τις θυσίες τους, την αμέριστη υποστήριξη αλλά και την κατανόησή τους δεν θα ήμουν σε θέση να ολοκληρώσω τις σπουδές μου και να επιτύχω στο έπακρο τους στόχους μου.

Αριστοτέλης Λεβέντης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός σχεδίου προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή για τον Δήμο Μάνδρας Αττικής.

Η εργασία αυτή χωρίζεται στα παρακάτω κεφάλαια :

- **Στο πρώτο κεφάλαιο** αναλύεται η έννοια της κλιματικής αλλαγής και παρουσιάζονται εκτενώς οι ζώνες της ατμόσφαιρας.
- **Στο δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται οι συβάσεις και οι στρατηγικές για την κλιματική αλλαγή σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο ενώ εξετάζονται οι βραχυπρόθεσμοι και μακροπρόθεσμοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης ώστε να επιτευχθεί η κλιματική ουδετερότητα έως το 2050. Παράλληλα, περιγράφονται και οι εθνικές στρατηγικές που έχουν ως πρωταρχικό στόχο την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της χώρας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, καθώς και την αντιμετώπιση των κινδύνων που πηγάζουν από αυτή.
- **Στο τρίτο κεφάλαιο** γίνεται ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης του Δήμου Μάνδρας και συγκεκριμένα των μεταβλητών του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Το κεφάλαιο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η κάθε περιοχή πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν για μια αποτελεσματική διαδικασία προσαρμογής.
- **Το τέταρτο κεφάλαιο** αφορά τα ακραία καιρικά φαινόμενα και κυρίως τις πλημμύρες. Πιο συγκεκριμένα αναλύεται ο όρος και οι κατηγορίες της πλημμύρας, καθώς και η σύνδεση του φαινομένου με την αστικοποίηση. Παράλληλα παρουσιάζεται το πλημμυρικό γεγονός της 15ης Νοεμβρίου 2017 στην πόλη της Μάνδρας, καθώς και οι επιπτώσεις που είχε στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
- **Στο πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα κλιματικά σενάρια RCPs (Representative Concentration Pathways) με βάση τις εκτιμήσεις της Πέμπτης Έκθεσης Αξιολόγησης της IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Επιπλέον αναλύονται και αξιολογούνται τρία σενάρια που αφορούν στην προσαρμογή της περιοχής μελέτης στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
- **Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, τόσο για την κλιματική αλλαγή όσο και για τα σενάρια προσαρμογής.

ABSTRACT

The subject of this diploma thesis is the creation of a climate change adaptation plan for the Municipality of Mandra, Attica.

This work is divided into the following chapters:

- **The first chapter** analyses the concept of climate change and presents in detail the zones of the atmosphere.
- **The second chapter** analyzes the conventions and strategies for climate change at international, European and national level while examining the short and long term goals of the European Union to achieve climate neutrality by 2050. At the same time, it describes the national strategies that have as a primary goal of strengthening the country's resilience to the effects of climate change, as well as addressing the risks arising from it.
- **The third chapter** analyzes the current situation of the Municipality of Mandra and specifically the variables of the natural and man-made environment. This chapter is particularly important as the specifics of each region must be taken into account for an effective adaptation process.
- **The fourth chapter** deals with extreme weather events and especially floods. More specifically, the term and categories of flood are analyzed, as well as the connection of the phenomenon with urbanization. At the same time, the flood event of November 15, 2017 in the city of Mandra is presented, as well as the effects it had on the natural and man-made environment.
- **The fifth chapter** presents the RCPs (Representative Concentration Pathways) climate scenarios based on the estimates of the Fifth Evaluation Report of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). In addition, three climate adaptation scenarios are analyzed and evaluated.
- **The sixth and final chapter** presents the conclusions that emerged from the elaboration of this thesis, both for climate change and for adaptation scenarios.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΧΑΡΤΩΝ	11
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	11
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	12
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	17
1.1. Η ατμόσφαιρα της γης.....	17
1.2. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	18
1.3. Τι είναι η κλιματική αλλαγή.....	19
1.4. Η έννοια της τρωτότητας	20
2. ΔΙΕΘΝΕΙΣ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ	21
2.1. Διεθνείς και ευρωπαϊκές συμβάσεις και στρατηγικές.....	21
2.1.1. Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή	21
2.1.2. Το πρωτόκολλο του Κιότο.....	22
2.1.3. Οι στόχοι για το 2020+ για το κλίμα και την ενέργεια	22
2.1.4. Ευρωπαϊκή στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	23
2.1.5. Οι στόχοι για το 2030 και το 2050	23
2.1.6. Η συμφωνία του Παρισιού.....	23
2.1.7. Ευρωπαϊκή πράσινη συμφωνία (European Green Deal).....	24
2.2. Εθνικές Στρατηγικές.....	25
2.2.1. Η εθνική στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	25
2.2.2. Περιφερειακό σχέδιο για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	29
2.2.3. Το σύμφωνο των δημάρχων για το κλίμα και την ενέργεια.....	29
3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	31
3.1. Φυσικό περιβάλλον	32
3.1.1. Κλίμα.....	32
3.1.2. Έδαφος	34

3.1.3. Τεκτονική.....	35
3.1.4. Στοιχεία σεισμικότητας.....	35
3.1.5. Ανάγλυφο.....	37
3.1.6. Κλίσεις εδάφους.....	38
3.1.7. Υδρογραφικό δίκτυο.....	39
3.1.8. Πολιτιστικά στοιχεία.....	41
3.2. Ανθρωπογενές περιβάλλον.....	42
3.2.1. Δημογραφικά στοιχεία – Εξέλιξη πληθυσμού.....	42
3.2.2. Δημογραφικά στοιχεία – Δείκτης γήρανσης.....	43
3.2.3. Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά.....	43
3.2.4. Χρήσεις γης.....	45
3.2.5. Υποδομές – Οδικό δίκτυο.....	47
3.2.6. Γενικό πολεοδομικό σχέδιο δήμου Μάνδρας-Ειδυλλίας.....	48
4. ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ-Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΑΝΔΡΑΣ.....	51
4.1. Πλημμύρες.....	51
4.1.1. Ορισμός πλημμύρας.....	51
4.1.2. Κατηγορίες πλημμύρας.....	52
4.1.3. Αστικοποίηση και πλημμύρες.....	53
4.1.4. Το πλημμυρικό γεγονός της 15ης Νοεμβρίου 2017.....	57
4.1.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της πλημμύρας στην πόλη της Μάνδρας.....	60
5. ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	63
5.1. Κλιματικά σενάρια.....	63
5.2. Σενάριο 1 : Μηδενικό σενάριο.....	64
5.3. Σενάριο 2 : Σενάριο διευθέτησης του ρέματος Σούρες και του χειμάρρου Αγ.Αικατερίνης.....	68
5.3.1. Παρουσίαση και επιλογή διατομής για το ρέμα Σούρες.....	68
5.3.2. Επιλογή τρόπου διόδευσης της παροχής του χ. Αγ. Αικατερίνης.....	71
5.3.3. Χάραξη του έργου για το ρέμα Σούρες και χάραξη του έργου εκτροπής του χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης.....	72
5.4. Σενάριο 3 : Σχέδιο προσαρμογής βάσει του Urbanproof Toolkit.....	73
5.4.1. Το πρόγραμμα Life Urbanproof.....	73
5.4.2. Στάδιο 1 : Κλιματική αλλαγή.....	75
5.4.3. Στάδιο 2 : Αξιολόγηση επιπτώσεων.....	75
5.4.3.1. Κίνδυνος εκδήλωσης περιστατικής πυρκαγιάς.....	75
5.4.3.2. Ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη.....	76
5.4.3.3. Ανθρώπινη δυσφορία.....	78
5.4.3.4. Κίνδυνος εκδήλωσης πλημμύρας.....	79

5.4.3.5. Συνολικός κίνδυνος.....	80
5.4.4. Στάδιο 3: Διερεύνηση και αξιολόγηση μέτρων προσαρμογής.....	80
5.4.5. Στάδιο 4: Ανάπτυξη στρατηγικής για την προσαρμογή.....	81
5.4.5.1. Μέτρα που αφορούν στη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς.....	81
5.4.5.2. Μέτρα που αφορούν στη μείωση της ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη και την ανθρώπινη δυσφορία.....	82
5.4.5.3. Μέτρα που αφορούν στη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης πλημμύρας.....	84
5.5. Αξιολόγηση σεναρίων.....	86
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	99
ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	101

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Διαχωρισμός χωρικής υποενοτήτας Μεγαρίδας.....	31
Χάρτης 2: Δημοτικές Ενότητες.....	32
Χάρτης 3: Χάρτης γεωτεκτονικών ζωνών Ελλάδας.....	34
Χάρτης 4: Χάρτης τεκτονικής δραστηριότητας στην Αττική.....	35
Χάρτης 5: Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας κατά ΕΑΚ, 2003.....	36
Χάρτης 6: Χάρτης αναγλύφου.....	37
Χάρτης 7: Χάρτης κλίσεων.....	39
Χάρτης 8: Η λεκάνη απορροής με τα κύρια ρέματα.....	41
Χάρτης 9: Χάρτης πολιτιστικών στοιχείων.....	42
Χάρτης 10: Corine Land Cover για την περιοχή μελέτης.....	45
Χάρτης 11: Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου 2017.....	49
Χάρτης 12: Η πόλη της Μάνδρας την περίοδο 1945-1960 και το 2018.....	54
Χάρτης 13: Κίνδυνος Εκδήλωσης Περιαστικής Πυρκαγιάς.....	76
Χάρτης 14: Ζήτηση Ηλεκτρισμού για Ψύξη.....	77
Χάρτης 15: Ανθρώπινη Δυσφορία.....	78
Χάρτης 16: Κίνδυνος Εκδήλωσης Πλημμύρας.....	80
Χάρτης 17: Συνολική Απεικόνιση των Κινδύνων της περιοχής μελέτης.....	81
Χάρτης 18: Τοποθέτηση υδατοπερατών πεζοδρομίων σε κεντρικές οδούς της περιοχής.....	92
Χάρτης 19 : Τοποθέτηση ψυχρών πεζοδρομίων σε μικρές οδούς του αστικού ιστού.....	92

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τα κύρια στρώματα της ατμόσφαιρας.....	17
--	----

Εικόνα 2: Βιοκλιματικοί όροφοι της Αττικής	33
Εικόνα 3: Corine Land Cover 2012.....	46
Εικόνα 4: Corine Land Cover 2018.....	47
Εικόνα 5: Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου 2017	49
Εικόνα 6: Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου 2017.	50
Εικόνα 7: Η πόλη της Μάνδρας (1945-1960)	53
Εικόνα 8: Αεροφωτογραφίες του Ρέματος Αγ. Αικατερίνη.....	55
Εικόνα 9: Αεροφωτογραφίες του Ρέματος Σούρες	56
Εικόνα 10: Απεικόνιση από το ραντάρ Υμητού της ΕΜΥ	58
Εικόνα 11: Τελική αποτύπωση της πλημμυρισμένης έκτασης του ΕΕΑ	59
Εικόνα 12: Πλημμυρικό γεγονός στην πόλη της Μάνδρας.....	61
Εικόνα 13: Πλημμυρικό γεγονός στην πόλη της Μάνδρας.....	62
Εικόνα 14: Λήψη από drone ομάδας μεταπτυχιακού του ΕΚΠΑ.....	62
Εικόνα 15: Διαχωρισμός της περιοχής μελέτης σύμφωνα με το ΕΑΑ	64
Εικόνα 16: Τραπεζοειδής διατομή.....	68
Εικόνα 17: Μικτή διατομή	70
Εικόνα 18 : Ορθογωνική διατομή	71
Εικόνα 19: Διάταξη Έργων. Με μπλε χρώμα σημειώνεται η διευθέτιση του ρέματος Σούρες, με κόκκινο η μερική εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης και με πράσινο χρώμα ο υφιστάμενος αγωγός Κοροπούλη.	73
Εικόνα 20: Τα στάδια του εργαλείου Urbanproof Toolkit	74
Εικόνα 21: Τεχνητά κανάλια και μικρά υδατορεύματα	86

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Πληθυσμιακά δεδομένα και μεταβολή πληθυσμού.....	42
Πίνακας 2: Πληθυσμιακά δεδομένα για τις δημοτικές ενότητες	43
Πίνακας 3: Ηλικιακά δεδομένα και δείκτης γήρανσης.....	43
Πίνακας 4: Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Πλημμύρας στην πόλη της Μάνδρας.....	61
Πίνακας 5: Αξιολόγηση μέτρων προσαρμογής.....	81
Πίνακας 6: Συνοπτική παρουσίαση των μέτρων προσαρμογής.....	86
Πίνακας 7: Αξιολόγηση φυσικού περιβάλλοντος	87
Πίνακας 8: Αξιολόγηση υδατικών πόρων	88
Πίνακας 9: Αξιολόγηση εδαφικών πόρων.....	88
Πίνακας 10: Αξιολόγηση ανθρώπινης δυσφορίας	89
Πίνακας 11: Αξιολόγηση ακραίων καιρικών συνθηκών	89
Πίνακας 12: Αξιολόγηση πλημμυρών.....	89

Πίνακας 13: Αξιολόγηση πυρκαγιών	90
Πίνακας 14: Αξιολόγηση ενεργειακού αποτυπώματος	90
Πίνακας 15: Αξιολόγηση κόστους για ψύξη	90
Πίνακας 16: Αξιολόγηση κόστους υλοποίησης	91
Πίνακας 17: Αξιολόγηση συντήρησης	93
Πίνακας 18: Συνολική αξιολόγηση σεναρίων.....	94

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Κατανομή απασχόλησης ανά τομέα.....	44
Διάγραμμα 2: Κατανομή απασχόλησης ανά είδος απασχόλησης.....	44
Διάγραμμα 3:(α) Υετογράφημα, (β) Αθροιστική καμπύλη βροχόπτωσης όπως καταγράφηκαν από το ΧΡΟΛ. Ώρα UTC=τοπική ώρα.....	57
Διάγραμμα 4: Μέση Θερμοκρασία ανά εποχή, ανά πολύγωνο, ανά σενάριο	65
Διάγραμμα 5: Μέση Ετήσια Θερμοκρασία ανά πολύγωνο, ανά σενάριο	65
Διάγραμμα 6: Μέσο Ύψος Βροχής ανά εποχή, ανά πολύγωνο, ανά σενάριο	66
Διάγραμμα 7: Μέσο Ετήσιο Ύψος Βροχής ανά πολύγωνο, ανά σενάριο	66
Διάγραμμα 8: Μέση Υγρασία ανά εποχή, ανά πολύγωνο, ανά σενάριο	67
Διάγραμμα 9: Μέση Ετήσια Υγρασία ανά πολύγωνο, ανά σενάριο	67

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κλίμα της γης έχει αλλάξει ριζικά πολλές φορές από τότε που σχηματίστηκε ο πλανήτης, πριν 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Διακυμάνθηκε μεταξύ θερμών και ψυχρών περιόδων, με τους κύκλους αυτούς να διαρκούν κάθε φορά δεκάδες χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια. Κατά τα τελευταία 150 έτη, τη λεγόμενη βιομηχανική εποχή, οι θερμοκρασίες αυξήθηκαν ταχύτερα από ό,τι σε οποιαδήποτε άλλη περίοδο.

Η κύρια αιτία της κλιματικής αλλαγής είναι η καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο, κατά την οποία εκπέμπονται αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η γεωργία και η αποψίλωση των δασών, συμβάλλουν επίσης στον πολλαπλασιασμό τους, με αποτέλεσμα την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ωστόσο, οι καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες ενισχύουν αυτό το αποτέλεσμα, προκαλώντας ακόμη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας. Παρά τις διεθνείς δεσμεύσεις, το επίπεδο διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα εξακολουθεί να αυξάνεται και το 2019 έφθασε σε ένα ακόμη ιστορικό ρεκόρ σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (σχεδόν $+150\%$ σε σύγκριση με το 1750).

Έτσι ο κύριος αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής είναι η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Η περίοδος 2010-2020 ήταν μία δεκαετία ιδιαίτερης αύξησης της θερμοκρασίας, ενώ το 2019 ήταν το δεύτερο θερμότερο έτος που καταγράφηκε ποτέ.

Οι όλο και μεγαλύτερες θερμοκρασίες έχουν ως αποτέλεσμα το λιώσιμο των πάγων στους πόλους, που με τη σειρά του προκαλεί άνοδο της στάθμης της θάλασσας, οδηγώντας σε πλημμύρες και απειλώντας τα παράκτια οικοσυστήματα. Η κλιματική αλλαγή συμβάλλει επίσης στην αύξηση των συχνών και έντονων ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως οι καταιγίδες, η ξηρασία, οι καύσωνες και οι δασικές πυρκαγιές.

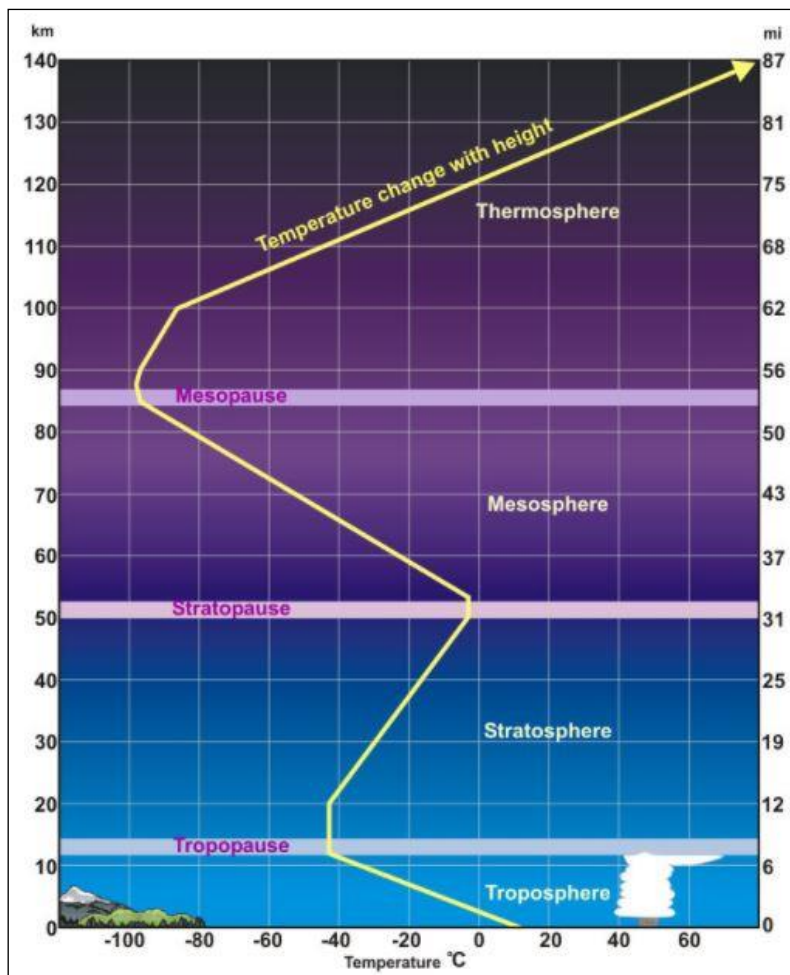
Αν και η αλλαγή του κλίματος δεν μπορεί να αναστραφεί, είναι δυνατόν τουλάχιστον να μετριαστούν οι επιπτώσεις της και να πραγματοποιηθεί προσαρμογή στις συνέπειές της. Η προσαρμογή αυτή σημαίνει την προετοιμασία για τις επιπτώσεις της και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των κοινωνιών.

Οι διεθνείς οργανισμοί, η κοινωνία των πολιτών και όλο και περισσότεροι οι νέοι πιέζουν για την ανάληψη παγκόσμιας δράσης με σκοπό την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, με την ΕΕ να την έχει θέσει στην κορυφή της πολιτικής της ατζέντας με πρωταρχικό στόχο να καταστήσει την Ευρώπη ως την πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο έως το 2050.

1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

1.1. Η ατμόσφαιρα της γης

Η ατμόσφαιρα είναι ένα μίγμα αερίων που περικλείουν τη γη και λειτουργεί ως προστατευτικός μανδύας από την κοσμική και ηλιακή ακτινοβολία. Παράλληλα, αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα της θερμοκρασίας καθώς απορροφά την υπέρυθη ακτινοβολία τόσο του ήλιου, όσο και αυτή που εκπέμπεται από το έδαφος. Χωρίς την ύπαρξή της, η γη θα ήταν εκτεθειμένη σε πολύ μεγάλες εναλλαγές της θερμοκρασίας, μετεωρίτες και άλλα κοσμικά γεγονότα, όπως ηλιακές καταιγίδες. Η σύσταση, η πυκνότητα, η θερμοκρασία και η πίεσή της μεταβάλλονται ανάλογα του ύψους. Ειδικότερα, η θερμοκρασία έχει διακυμάνσεις ανάλογα με το στρώμα της ατμόσφαιρας, όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 1: Τα κύρια στρώματα της ατμόσφαιρας [Πηγή: <https://courses.lumenlearning.com>]

Το πρώτο στρώμα είναι η Τροπόσφαιρα, που ξεκινά από την επιφάνεια της γης μέχρι το ύψος των 12-16 χιλιομέτρων και σε αυτό συμβαίνουν όλα τα καιρικά φαινόμενα. Το ύψος εξαρτάται από το γεωγραφικό μήκος, εμφανίζεται δηλαδή

μεγαλύτερο πάχος στον ισημερινό και μικρότερο στους πόλους. Στο στρώμα αυτό η θερμοκρασία μειώνεται βαθμιαία κατά 6°C ανά χιλιόμετρο. Αυτό οφείλεται στο ότι η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει το έδαφος και στη συνέχεια τον αέρα. Έτσι ο θερμός αέρας ανέρχεται και εκτονώνεται, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νεφών και διάφορων καιρικών φαινομένων.

Το δεύτερο είναι το στρώμα της Στρατόσφαιρας, το οποίο φτάνει στο ύψος των 45-55 χιλιομέτρων. Στα πρώτα χιλιόμετρα η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και κατόπιν αυξάνει συνεχώς, μέχρι τους 0°C περίπου. Αυτή η αύξηση οφείλεται στο στρώμα όζοντος (25-30 χιλιόμετρα) το οποίο απορροφά τμήμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας και προστατεύει τον πλανήτη από αυτήν.

Στη συνέχεια ακολουθεί το στρώμα της Μεσόσφαιρας, στο οποίο η θερμοκρασία μειώνεται μέχρι τα 85 χιλιόμετρα, όπου βρίσκεται η μεσόπαυση (η πιο ψυχρή περιοχή της γήινης ατμόσφαιρας). Η ελάττωση της θερμοκρασίας οφείλεται στα ψυχρά κατακόρυφα ανοδικά ρεύματα και στην πολύ μικρή συγκέντρωση συστατικών που απορροφούν την ακτινοβολία ενέργεια.

Επόμενο είναι το στρώμα της Θερμόσφαιρας, στην οποία η θερμοκρασία αυξάνεται ξανά μέχρι τα 400 χιλιόμετρα, όπου επικρατούν θερμοκρασίες 1000°C και άνω. Αυτή η αύξηση οφείλεται στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας με μήκη κύματος κάτω των 200nm και στην ενέργεια που εκλύεται από διάφορες εξώθερμες αντιδράσεις.

Τελευταίο στρώμα αποτελεί η Εξώσφαιρα, όπου πάνω από τη θερμόπαυση η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, ενώ σε αυτά τα ύψη τα συστατικά της ατμόσφαιρας αποκτούν μεγάλη κινητική ενέργεια, υπερνικώντας τη βαρύτητα και διαφεύγουν στο διάστημα.

1.2. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Greenhouse Effect) είναι μια φυσική διαδικασία απαραίτητη για να διατηρείται θερμή η γη, ώστε να υπάρχει ζωή. Λόγω αυτού, η θερμοκρασία διατηρείται, ενώ χωρίς αυτό η μέση θερμοκρασία θα ήταν σημαντικά χαμηλότερη. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου απέκτησε αρνητική σημασία όταν παρατηρήθηκε από επιστήμονες ότι εντείνεται πάνω από τα φυσιολογικά επίπεδα, λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Η καύση ορυκτών καυσίμων οδήγησε στην αύξηση του ποσού διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), αλλά και άλλων αερίων όπως μεθανίου (CH_4) και οξειδίων του αζώτου (NO_x), που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Έτσι σχηματίζεται ένα φυσικό διαχωριστικό γύρω από τη γη. Η ηλιακή θερμότητα που ακτινοβολείται προς τη γη, υπό μορφή

κυμάτων, με μικρά μήκη κύματος στην ορατή περιοχή, θερμαίνει την επιφάνειά της. Η επιφάνεια ανακλά πίσω προς την ατμόσφαιρα θερμότητα, ωστόσο κάποια ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας παγιδεύεται από τα αέρια του θερμοκηπίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η γη να διατηρείται θερμή. Οι αυξημένες όμως ποσότητες των εκπομπών των αερίων αλλάζουν την ισορροπία του σύνθετου αυτού συστήματος, προξενούν την άνοδο της μέσης θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο και δημιουργούν τις συνθήκες για την κλιματική αλλαγή.

1.3. Τι είναι η κλιματική αλλαγή

Κλιματική αλλαγή είναι η μεταβολή του παγκοσμίου κλίματος και ειδικότερα οι μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα και οφείλονται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει ως αποτέλεσμα σοβαρές επιπτώσεις στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης, επομένως και στην κλιματική αλλαγή.

Ένα σημαντικό μέρος αυτής της θέρμανσης έχει αποδοθεί στην αλλαγή της σύστασης της ατμόσφαιρας λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, έτσι έχει επικρατήσει να λέγεται «ανθρωπογενής συνιστώσα της κλιματικής αλλαγής» ή απλά «ανθρωπογενής υπερθέρμανση του πλανήτη».

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως οι καύσωνες, οι πολύ έντονες και μεγάλης διάρκειας ξηρασίες και οι πλημμύρες εμφανίζονται όλο και συχνότερα σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO), η δεκαετία 2010-2019 ήταν η θερμότερη των τελευταίων 500 ετών, όπου κατεγράφησαν 18 από τα θερμότερα έτη. Επιπλέον με δημοσίευσή του, ο WMO επιβεβαιώνει ότι το 2020 ήταν μια από τις 3 θερμότερες, καταγεγραμμένα, χρονιές παγκοσμίως.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC, 2012, 2015) προβλέπει ότι η ανοδική τάση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας θα συνεχιστεί στις περισσότερες περιοχές του πλανήτη κατά τον τρέχοντα αιώνα. Ειδικότερα, η μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αναμένεται να αυξηθεί από 1.1 έως και 6.4°C τον 21ο αιώνα, ανάλογα με την εξέλιξη των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου που θα παρατηρηθούν. Η άνοδος της θερμοκρασίας εκτιμάται ότι θα είναι σημαντικότερη στα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη και εντονότερη στις ηπειρωτικές περιοχές, σε σύγκριση με τους ωκεανούς.

Οι επιστήμονες προειδοποιούν ότι χωρίς επείγουσα δράση, η θερμοκρασία του πλανήτη είναι πιθανόν να αυξηθεί πάνω από 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα έως το 2060. Η αύξηση θα μπορούσε να φτάσει ακόμη και τους 5°C έως το τέλος του αιώνα. Μια τέτοια αύξηση εκτιμάται, σύμφωνα με διάφορα μοντέλα πρόβλεψης, ότι θα έχει καταστροφικό αντίκτυπο στη φύση επιφέροντας μη

αναστρέψιμες αλλαγές σε πολλά οικοσυστήματα και επακόλουθη απώλεια βιοποικιλότητας. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες και τα εντεινόμενα καιρικά φαινόμενα, θα οδηγήσουν σε τεράστιο κόστος για την οικονομία των χωρών και θα υπονομεύσουν την ικανότητά τους να παράγουν τρόφιμα.

Η θέρμανση του πλανήτη έχει επίσης ως συνέπεια τη μείωση των θαλάσσιων και χερσαίων εκτάσεων που καλύπτονται από πάγο και την αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων. Στην Ελλάδα και τις γειτονικές χώρες αναμένεται να συνοδεύεται από μείωση των βροχοπτώσεων, ξηρασία και αύξηση της συχνότητας των δασικών πυρκαγιών. Αυτές οι αλλαγές επιδρούν τόσο στο φυσικό, όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως η γεωγραφία της περιοχής, οι οικονομικές δραστηριότητες, τα επιμέρους οικοσυστήματα της περιοχής και άλλα.

1.4. Η έννοια της τρωτότητας

Τρωτότητα (vulnerability) είναι ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα είναι ευάλωτο, και δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στις μη αναστρέψιμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβάνοντας τις διακυμάνσεις του κλίματος και τα ακραία φαινόμενα. Στον όρο τρωτότητα αποδίδεται ένα πλήθος ορισμών και ερμηνειών. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος - (IPCC) προσδιορίζει ότι η τρωτότητα είναι μια συνάρτηση του χαρακτήρα, του μεγέθους και του ρυθμού της κλιματικής αλλαγής, με την έκθεση, την ευαισθησία και την προσαρμοστική ικανότητα του κάθε συστήματος. Έτσι είναι συνάρτηση 3 συνιστωσών: Έκθεση, Ευαισθησία και Προσαρμοστική Ικανότητα.

- Η Έκθεση αναφέρεται στη «φύση και τον βαθμό στον οποίο ένα σύστημα εκτίθεται σε σημαντικές κλιματικές διακυμάνσεις».
- Η Ευαισθησία αναφέρεται «στο βαθμό στον οποίο επηρεάζεται ένα σύστημα», είτε αρνητικά είτε θετικά, από παραμέτρους, που σχετίζονται με το κλίμα. Η επίδραση μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση.
- Η Προσαρμοστική Ικανότητα αναφέρεται στην «ικανότητα προσαρμογής του συστήματος στην κλιματική αλλαγή, περιλαμβανομένων των ακραίων συνθηκών, στη μείωση των πιθανών καταστροφών, στην αξιοποίηση των ευκαιριών ή στην αντιμετώπιση των συνεπειών».

Η τρωτότητα καθορίζεται κατά περίπτωση, ανάλογα τις κοινωνικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, είναι γενικά υψηλή όταν οι κοινωνίες εξαρτώνται από φυσικούς πόρους ή οικοσυστήματα, (π.χ. τη γεωργία και την αξιοποίηση παράκτιων ζωνών), όπως και στις φτωχές κοινότητες. Αυτό οφείλεται στην περιορισμένη πρόσβασή τους σε πόρους, ασφαλή στέγαση, κατάλληλες υποδομές, ασφάλιση, τεχνολογία και πληροφόρηση.

2. ΔΙΕΘΝΕΙΣ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ

2.1. Διεθνείς και ευρωπαϊκές συμβάσεις και στρατηγικές

2.1.1. Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή

Η Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου 1994. Οι 197 χώρες που έχουν επικυρώσει τη Σύμβαση καλούνται Μέρη της Σύμβασης. Ο απώτερος στόχος της UNFCCC είναι η πρόληψη της «επικίνδυνης» ανθρώπινης παρέμβασης στο κλίμα.

Το πρώτο βήμα για ένα ασφαλέστερο μέλλον ήταν η αξιοσημείωτη για την εποχή της (1994) αναγνώριση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Η UNFCCC δανείστηκε μια σημαντική προσέγγιση από μια από τις πιο επιτυχημένες πολυμερείς περιβαλλοντικές συνθήκες στην ιστορία (το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, το 1987) το οποίο δεσμεύτηκε, τα κράτη μέλη, να ενεργήσουν προς το συμφέρον της ανθρώπινης ασφάλειας ακόμη και αν υπάρχουν συνθήκες επιστημονικής αβεβαιότητας.

Ο στόχος της Σύμβασης είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδο που θα αποτρέψει την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλίμα. Μάλιστα, πρέπει να επιτευχθεί, εντός ενός χρονικού πλαισίου, επιτρέποντας στα οικοσυστήματα να προσαρμόζονται στην κλιματική αλλαγή χωρίς να απειλείται η ανάπτυξή τους και σε άλλους τομείς.

Στο ίδιο συνέδριο, συνδέθηκε για πρώτη φορά η έννοια του περιβάλλοντος με την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Παράλληλα καταρτίστηκε η Ατζέντα 21 που αποτελεί ένα μη δεσμευτικό κείμενο, αλλά οδικό χάρτη και σχέδιο δράσης για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η Σύμβαση θέτει στις ανεπτυγμένες χώρες την ευθύνη να ηγηθούν της όλης δραστηριοποίησης. Εφόσον οι βιομηχανικές χώρες είναι η πηγή των περισσότερων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αναμένεται να αναλάβουν αυξημένη δράση για τη μείωση των εκπομπών. Στις χώρες αυτές περιλαμβάνονται επίσης και 12 χώρες με "οικονομίες σε μεταβατικό στάδιο" από την Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη. Οι χώρες αυτές αναμενόταν από το 2000 να μειώσουν τις εκπομπές σε επίπεδα 1990, με πολλές από αυτές να έχουν αναλάβει ισχυρή δράση, και να το έχουν πετύχει.

Παράλληλα η Σύμβαση αναγνωρίζει πως η οικονομική ανάπτυξη και πρόοδος είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις φτωχότερες χώρες του κόσμου. Μια τέτοια πρόοδος είναι δύσκολο να επιτευχθεί ακόμη και χωρίς τις επιπλοκές που προστίθενται από την

κλιματική αλλαγή. Έτσι εκτιμάται το μερίδιο των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που παράγονται από τις αναπτυσσόμενες χώρες, και προβλέπεται η αύξηση τους τα επόμενα χρόνια. Παρ' όλα αυτά, προκειμένου να επιτευχθεί ο τελικός στόχος της, επιδιώκει να βοηθήσει αυτές τις χώρες να περιορίσουν τις εκπομπές με τρόπους που δεν θα εμποδίσουν την οικονομική τους πρόοδο. Μια τέτοια λύση προωθήθηκε αργότερα όταν σχεδιάστηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Η Σύμβαση αναγνωρίζει τέλος την τρωτότητα όλων των χωρών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και ζητεί να καταβληθούν ειδικές προσπάθειες για την ανακούφιση των συνεπειών, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες που δεν διαθέτουν τους πόρους για να το κάνουν μόνες τους.

2.1.2. Το πρωτόκολλο του Κιότο

Μια ιδιαίτερα σημαντική πρωτοβουλία στην εξέταση και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής καταγράφεται σε παγκόσμιο επίπεδο με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Αυτό αφορά σε μια διεθνή συμφωνία που υιοθετήθηκε από τις χώρες που συμμετείχαν στο Τρίτο COP στις 10/12/1997 στο Κιότο της Ιαπωνία. Τα θέματα του περιλαμβάνουν πολιτικές και μέτρα, απόκτηση δεδομένων, παρακολούθηση και καταγραφή, εθνική επικοινωνία και συμμόρφωση.

(Conference of the Parties, United Nations Climate Change. The COP is the supreme decision-making body of the Convention)

2.1.3. Οι στόχοι για το 2020⁺ για το κλίμα και την ενέργεια

Η πρώτη δέσμη μέτρων της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια θεσπίστηκε το 2008 και έθεσε στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με ορίζοντα το 2020. Οι στόχοι αυτοί ήταν :

- η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% (σε σχέση με τα επίπεδα του 1990)
- η αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% και
- η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%.

Για την επίτευξη αυτών, η ΕΕ διαμόρφωσε το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών (ΣΕΔΕ) που αποσκοπεί στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, ιδίως από τις ενεργοβόρες βιομηχανίες και τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας. Έτσι έχει ήδη πετύχει και ξεπεράσει αυτούς τους στόχους. Μέχρι το 2018 η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου είχε φτάσει το 23%, δηλαδή 3% επιπλέον του αρχικού στόχου.

2.1.4. Ευρωπαϊκή στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε τη στρατηγική της ΕΕ για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή τον Απρίλιο του 2013. Η στρατηγική αυτή έχει ως στόχους :

- την προώθηση της ανάληψης δράσης από τα Κράτη Μέλη
- τη χάραξη πολιτικής και τη λήψη αποφάσεων βάσει των πληρέστερων στοιχείων και πληροφοριών και
- την ενσωμάτωση προβλέψεων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε όλους τους τομείς που επηρεάζονται από αυτή.

Το 2016, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ξεκίνησε μια διαδικασία αξιολόγησης της στρατηγικής αυτής η οποία ολοκληρώθηκε στο τέλος του 2018.

2.1.5. Οι στόχοι για το 2030 και το 2050

Το 2014 καθορίστηκε το πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια με ορίζοντα πλέον το 2030, με μία ακόμη περισσότερο φιλόδοξη δέσμη στόχων για την περίοδο 2021-2030. Για την ικανοποίηση αυτών, η ΕΕ έχει δεσμευτεί να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Το πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια περιλαμβάνει πολιτικές και στόχους για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας, της ασφάλειας και της βιωσιμότητας της οικονομίας και του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ. Έτσι, προσεγγίζεται το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής με τρόπο που:

- θα δώσει ώθηση στη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη
- θα δημιουργήσει θέσεις εργασίας
- θα αποφέρει οφέλη ως προς την υγεία και το περιβάλλον και
- θα συμβάλει στη μακροπρόθεσμη παγκόσμια ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της ΕΕ χάρη στην προώθηση της καινοτομίας στις πράσινες τεχνολογίες.

2.1.6. Η συμφωνία του Παρισιού

Η συμφωνία του Παρισιού είναι μια νομικά δεσμευτική διεθνής συνθήκη για την αλλαγή του κλίματος. Εγκρίθηκε από 196 Μέρη στο COP 21 στο Παρίσι στις 12 Δεκεμβρίου 2015 και τέθηκε σε ισχύ στις 4 Νοεμβρίου 2016. Η Ελλάδα κύρωσε τη Συμφωνία με τον ν.4426/2016 (α' 187).

Η Συμφωνία αυτή, αποτελεί ορόσημο της διαδικασίας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, διότι, για πρώτη φορά, μια δεσμευτική συμφωνία φέρνει όλα τα έθνη σε μια κοινή ανάγκη να καταβάλουν φιλόδοξες προσπάθειες για την καταπολέμησή της και να προσαρμοστούν στις επιπτώσεις της.

Η Συμφωνία του Παρισιού θέτει τρεις κύριους στόχους :

1. τη συγκράτηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη αρκετά κάτω από 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα και τη συνέχιση των προσπαθειών για τον περιορισμό της αύξησής της σε 1.5°C, αναγνωρίζοντας ότι θα συμβάλει σημαντικά στη μείωση των κινδύνων και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής,
2. την αύξηση της ικανότητας προσαρμογής στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της ανάπτυξης χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με τρόπο που δε θέτει σε κίνδυνο την παραγωγή τροφίμων και
3. τη συμβατότητα των χρηματοδοτικών ροών με την πορεία προς μία ανάπτυξη χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ανθεκτικής στην κλιματική αλλαγή.

Η Συμφωνία καθορίζει τις αρχές που οφείλουν να διέπουν τις δράσεις προσαρμογής. Συγκεκριμένα ορίζει ότι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες της κάθε χώρας, η ισότητα των φύλων, η διαφάνεια των διαδικασιών, οι ευάλωτες ομάδες, οι τοπικές κοινότητες και τα οικοσυστήματα. Παράλληλα οι δράσεις οφείλουν να βασίζονται στα βέλτιστα διαθέσιμα επιστημονικά στοιχεία και κατά περίπτωση στην παραδοσιακή γνώση, στη γνώση των αυτοχθόνων πληθυσμών.

Επιπλέον, ενθαρρύνει την ενίσχυση της διακρατικής συνεργασίας με την ανταλλαγή πληροφοριών, εμπειριών και καλών πρακτικών με σκοπό την ενίσχυση της συλλογικής επιστημονικής γνώσης για το κλίμα. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται βοήθεια στις αναπτυσσόμενες χώρες για την αξιολόγηση των αναγκών τους για προσαρμογή, τον προσδιορισμό των προτεραιοτήτων τους και την επιλογή αποτελεσματικών μέτρων.

Τέλος, η πρόοδος υλοποίησης της θα αξιολογηθεί το 2023, στο πλαίσιο της διαδικασίας παγκόσμιου απολογισμού.

2.1.7. Ευρωπαϊκή πράσινη συμφωνία (European Green Deal)

Στο σήμερα οι εκπομπές του CO₂ είναι περισσότερες από αυτό που μπορεί να απορροφηθεί με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Έτσι πρέπει να δημιουργηθεί μια νέα ισορροπία, ώστε να αντισταθμιστούν αυτές οι εκπομπές. Αυτό θα πραγματοποιηθεί με τη μείωση των εκπομπών CO₂ των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, μέσω της αύξησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), της επίτευξης μεγαλύτερης ενεργειακής αποδοτικότητας με την στροφή προς καθαρές μεταφορές και πιο πράσινες μεθόδους καλλιέργειας. Επιπρόσθετα επιδιώκεται η μείωση των εκπομπών που δεν μπορούν να αποφευχθούν, με καλύτερη διαχείριση και

προστασία των δασικών οικοσυστημάτων και με επενδύσεις στην έρευνα και την καινοτομία.

Η κλιματική ουδετερότητα είναι σημαντική για την επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού. Έτσι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε τον Δεκέμβριο του 2019 την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), κεντρικός στόχος της οποίας είναι να γίνει η Ευρώπη η πρώτη ήπειρος με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα. Αυτό συνεπάγεται την αύξηση του στόχου μείωσης εκπομπών για το 2030 από 40% σε περισσότερο από 50% και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το 2050 να φτάνει το 80-95% σε σχέση με το 1990.

Ως ένα από τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, ο ευρωπαϊκός νόμος για το κλίμα έχει ως στόχο να μετουσιώσει σε νομοθεσία την επιδίωξη μιας κλιματικά ουδέτερης ΕΕ έως το 2050 σε συμφωνία και με τους νέους στόχους. Στο Συμβούλιο Περιβάλλοντος τον Οκτώβριο του 2020, οι υπουργοί Περιβάλλοντος κατέληξαν σε συμφωνία επί γενικής προσέγγισης σχετικά με τον προτεινόμενο νόμο. Στη θέση του, το Συμβούλιο τονίζει τη σημασία της προώθησης τόσο της δικαιοσύνης και της αλληλεγγύης μεταξύ των κρατών μελών όσο και της οικονομικής αποδοτικότητας για την επίτευξη του στόχου της κλιματικής ουδετερότητας.

2.2. Εθνικές Στρατηγικές

2.2.1. Η εθνική στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ) αποτελεί κείμενο στρατηγικού προσανατολισμού με στόχο τη χάραξη κατευθυντήριων γραμμών. Ο πρωταρχικός στόχος της είναι η ενίσχυση της ανθεκτικότητας της χώρας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, στοχεύει στη δημιουργία προϋποθέσεων, ώστε οι αποφάσεις για τη διαμόρφωση του παραγωγικού και καταναλωτικού ιστού της Ελληνικής κοινωνίας, να λαμβάνονται με επαρκή πληροφόρηση και μακροπρόθεσμη στόχευση, αντιμετωπίζοντας τους κινδύνους και αξιοποιώντας τις ευκαιρίες που πηγάζουν από την κλιματική αλλαγή.

Αναλυτικότερα, βασικοί στόχοι της ΕΣΠΚΑ είναι:

1. η συστηματοποίηση και βελτίωση της διαδικασίας λήψης (βραχυχρόνιων και μακροχρόνιων) αποφάσεων σχετικών με την προσαρμογή
2. η σύνδεση της προσαρμογής με την προώθηση ενός βιώσιμου αναπτυξιακού προτύπου μέσα από περιφερειακά/τοπικά σχέδια δράσης
3. η προώθηση δράσεων και πολιτικών προσαρμογής σε όλους τους τομείς της ελληνικής οικονομίας, με έμφαση στους πλέον ευάλωτους
4. η δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης, αξιολόγησης και επικαιροποίησης των δράσεων και πολιτικών προσαρμογής και

5. η ενδυνάμωση της προσαρμοστικής ικανότητας της ελληνικής κοινωνίας μέσα από δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης

Στο πλαίσιο της, διερευνήθηκαν οι διαθέσιμες τεχνολογίες και πολιτικές προσαρμογής, λαμβανομένης υπόψη της ανάλυσης επικινδυνότητας και τρωτότητας, για τους τομείς που αναμένεται να πληγούν περισσότερο από την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα. Συνολικά στο πλαίσιο της ΕΣΚΠΑ, εξετάστηκαν πολιτικές προσαρμογής για 15 τομείς και για τους 12 εξ' αυτών προτάθηκαν σχετικές δράσεις και μέτρα, όπως περιγράφεται παρακάτω.

➤ **Γεωργία και κτηνοτροφία**

1. Πρόσκτηση καινοτόμου γνώσης και διάδοσή της στους εκπαιδευτές και στους τελικούς αποδέκτες (επαγγελματίες του αγροτικού χώρου).
2. Προώθηση του σχεδιασμού των Περιφερειών με βάση τα επίπεδα τρωτότητας και τα νέα δεδομένα. Επιβάλλεται η εκπόνηση Προγραμμάτων Αειφόρου Αγροτικής Ανάπτυξης σε επίπεδο Περιφέρειας, με υποχρεωτική την ενσωμάτωση δράσεων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.
3. Θεσμοθέτηση ή βελτίωση υφισταμένων συστημάτων καταγραφής (monitoring) κρίσιμων παραμέτρων, με βάση τη νέα γνώση σχετικά με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις συνιστώσες του παραγωγικού συστήματος.
4. Θεσμοθέτηση ή βελτίωση υφιστάμενων συστημάτων καταγραφής κρίσιμων παραμέτρων με βάση τη νέα γνώση σχετικά με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις συνιστώσες του παραγωγικού συστήματος για την κτηνοτροφία.
5. Αειφόρος διαχείριση φυσικών πόρων. Εκτεταμένες δράσεις για την αειφόρο διαχείριση του εδάφους, των υδατικών πόρων και της βιοποικιλότητας.
6. Αλλαγές στο βιολογικό υλικό και στις καλλιεργητικές τεχνικές.
7. Διαχείριση κινδύνων από καταστροφές λόγω κλιματικής αλλαγής.

➤ **Δασοπονία**

1. Απόκτηση και αξιοποίηση καινοτόμου γνώσης.
2. Διασφάλιση βιοποικιλότητας δασικών οικοσυστημάτων.
3. Αειφορική διαχείριση φυσικών πόρων
4. Περιορισμός πυρκαγιών

➤ **Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα**

1. Βελτίωση της γνώσης για τη βιοποικιλότητα της Ελλάδας και της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής σε αυτή και στις οικοσυστημικές υπηρεσίες.
2. Ενίσχυση προσαρμογής στοιχείων της βιοποικιλότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
3. Ενίσχυση οικοσυστημικών λειτουργιών.
4. Ρυθμίσεις χρήσεων γης.

5. Εκπαίδευση, ενημέρωση, ευαισθητοποίηση, κατάρτιση, ανάδειξη και προώθηση εναλλακτικών μορφών τουρισμού.
6. Ενσωμάτωση της κλιματικής αλλαγής στα αναπτυξιακά σχέδια και στα εργαλεία παρακολούθησης της βιοποικιλότητας.

➤ **Αλιεία**

1. Συγκέντρωση της γνώσης της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στην αλιεία.
2. Προσαρμογή στη νέα κατάσταση της αλιείας, που θα δημιουργηθεί από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
3. Αειφόρος διαχείριση θαλάσσιων βιολογικών πόρων.
4. Κατανόηση της δράσης των φυσικών και οικολογικών παραμέτρων που καθορίζουν τους μηχανισμούς επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στην αλιεία.
5. Αποτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην αλιεία.
6. Εκπαιδευτικά προγράμματα που αφορούν την επίδραση των κλιματικών αλλαγών στην αλιεία

➤ **Υδατοκαλλιέργειες**

1. Μελέτη και καταγραφή των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις χρησιμοποιούμενες μεθόδους και τεχνικές υδατοκαλλιεργειών με στόχο την ανάπτυξη νέων πλέον ανθεκτικών μεθόδων και τεχνικών ή/και την μετατόπιση υφιστάμενων μονάδων σε θέσεις μικρότερης τρωτότητας.

➤ **Υδάτινοι πόροι**

1. Δημιουργία γεωπύλης (geo-portal) ενσωμάτωσης πληροφορίας σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους υδατικούς πόρους.
2. Έργα αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στους υδάτινους πόρους. Εξοικονόμηση νερού – Αποτελεσματική χρήση του νερού – Μείωση της άντλησης των υδροφόρων οριζόντων.
3. Ανάπτυξη των δραστηριοτήτων και των χρήσεων γης που είναι συμβατές με τους τοπικούς διαθέσιμους υδάτινους πόρους.
4. Ένταξη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον υδατικό σχεδιασμό και την υδατική διαχείριση.
5. Αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.
6. Εκπαιδευτικά προγράμματα που να αφορούν την επίδραση των κλιματικών αλλαγών στους υδατικούς πόρους.

➤ **Τουρισμός**

1. Επίδραση στην ελκυστικότητα της περιοχής-προορισμού λαμβάνοντας υπόψη τους δείκτες θερμικής άνεσης.

2. Επίδραση στους παράγοντες που στηρίζουν την τουριστική δραστηριότητα και σχετίζονται με τα υδάτινα και ενεργειακά αποθέματα της χώρας και τις απαιτούμενες δράσεις υποστήριξης.
3. Επίδραση στην ανταγωνιστικότητα/ελκυστικότητα των περιφερειών/τουριστικών προορισμών σε σχέση με την εποχικότητα, με ιδιαίτερη έμφαση στις ορεινές και νησιωτικές περιοχές.
4. Επίδραση στα κόστη των έργων προστασίας σε βασικές υποδομές τουριστικού ενδιαφέροντος.
5. Επίδραση στα κόστη των τουριστικών μονάδων.
6. Δράσεις υποστήριξης

➤ **Ενέργεια**

1. Προστασία Υποδομών Ενέργειας.
2. Έργα προστασίας παράκτιων εγκαταστάσεων ενέργειας και νησιωτικών συστημάτων.
3. Έργα επέκτασης και προστασίας υδάτινων πόρων.
4. Έρευνα και Ανάπτυξη
5. Οριζόντιες και συντονιστικές δράσεις.

➤ **Υποδομές και Μεταφορές**

1. Οργάνωση και Διαδικασία Λήψης Αποφάσεων
2. Τεχνικό περιεχόμενο
3. Νομοθετικό περιεχόμενο
4. Ροή πληροφοριών και χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορικής

➤ **Δομημένο περιβάλλον**

1. Προσαρμογή του αστικού σχεδιασμού στην κλιματική αλλαγή και βελτίωση των θερμικού περιβάλλοντος στις πόλεις με την αλλαγή του μικροκλίματος του δομημένου περιβάλλοντος (αστικά κέντρα).
2. Μείωση των θερμικών και ενεργειακών αναγκών των κτηρίων προς την κατεύθυνση του μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος.

➤ **Εξορυκτική βιομηχανία**

1. Ενίσχυση της πληροφόρησης του κλάδου για την κλιματική αλλαγή.
2. Ενσωμάτωση της κλιματικής αλλαγής στο σχεδιασμό, στην παρακολούθηση και στη λειτουργία των εξορυκτικών δραστηριοτήτων.

➤ **Πολιτιστική κληρονομιά**

1. Γνώση και καταγραφή των κινδύνων από την κλιματική αλλαγή στην πολιτιστική κληρονομιά.

2. Διαχείριση των κινδύνων από την κλιματική αλλαγή στην πολιτιστική κληρονομιά. Ενσωμάτωση της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς και των προσαρμοστικών πολιτικών σε ευρύτερες εθνικές πολιτικές.
3. Εκπαίδευση επαγγελματιών και ενημέρωση κοινού.

Στο πλαίσιο της ΕΣΠΚΑ δεν αναλύονται σε βάθος οι αναγκαίες τομεακές πολιτικές ούτε η σκοπιμότητα και ιεράρχηση επιμέρους μέτρων και δράσεων προσαρμογής σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο. Τα θέματα αυτά αποτελούν την ουσία των Περιφερειακών Σχεδίων Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ) τα οποία και θα εξειδικεύσουν τις κατευθύνσεις της ΕΣΠΚΑ καθορίζοντας τις άμεσες προτεραιότητες προσαρμογής σε τοπικό επίπεδο.

2.2.2. Περιφερειακό σχέδιο για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Το ΠεΣΠΚΑ αξιολογεί τις πιθανές επιπτώσεις (ευκαιρίες και απειλές) από την κλιματική αλλαγή, εστιάζοντας στον τρόπο με τον οποίο οι κλιματικοί κίνδυνοι ενδέχεται να εκδηλωθούν κατά τον 21ο αιώνα, ελλείψει δράσης.

Το ΠεΣΠΚΑ επιδιώκει να αντιμετωπίσει θέματα όπως :

- την αξιολόγηση των κλιματικών κινδύνων υπό το πρίσμα των μεθόδων αξιολόγησης και γνώσης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής
- την πληρέστερη αξιολόγηση του τρόπου αλληλεπίδρασης του κλίματος με τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες και του τρόπου με τον οποίο αυτοί οι παράγοντες κινδύνου ενδέχεται να αλλάξουν στο μέλλον, για παράδειγμα εξαιτίας της οικονομικής ανάπτυξης, της μεταβολής του πληθυσμού, των αλλαγών στις χρήσεις γης κλπ.
- το πώς οι επιπτώσεις των δράσεων προσαρμογής ενδέχεται να μεταβάλουν τα επίπεδα κινδύνου.
- την εκτίμηση του μεγέθους των επιπτώσεων και ιεράρχηση των δράσεων που απαιτούνται για τις διάφορες απειλές και ευκαιρίες,
- την κατανόηση της συνεργιστικής επίδρασης των διαφόρων κινδύνων που δρουν από κοινού.
- την αξιολόγηση των αβεβαιοτήτων, των περιορισμών και του επιπέδου εμπιστοσύνης στις υποκείμενες αποδείξεις και αναλύσεις για διάφορους κινδύνους.

2.2.3. Το σύμφωνο των δημάρχων για το κλίμα και την ενέργεια

Το Σύμφωνο των Δημάρχων για το Κλίμα και την Ενέργεια ενώνει τις τοπικές και περιφερειακές αρχές, που έχουν δεσμευτεί με δική τους βούληση να εφαρμόσουν τους ενεργειακούς και κλιματικούς στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην επικράτειά τους. Οι συμμετέχουσες τοπικές αρχές μοιράζονται ένα κοινό όραμα απαλλαγής τους από

τις ανθρακούχες εκπομπές και ενίσχυσης της ικανότητας προσαρμογής τους, όπου οι πολίτες θα έχουν πρόσβαση σε ασφαλή, βιώσιμη και οικονομικά προσιτή ενέργεια.

Οι υπογράφωντες έχουν αναλάβει τη δέσμευση να μειώσουν τις εκπομπές CO₂ τουλάχιστον κατά 40% έως το 2030 και να ενισχύσουν την ικανότητα προσαρμογής τους στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Το Σύμφωνο των Δημάρχων βοηθά τις τοπικές αρχές να επιτύχουν τους στόχους τους λαμβάνοντας υπόψη τις τεράστιες διαφορές μεταξύ τους. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα μοναδικό στην Ευρώπη, εναρμονισμένο πλαίσιο συγκέντρωσης και αναφοράς δεδομένων, βοηθώντας τους παράλληλα να ακολουθούν, σε τοπικό επίπεδο, μια συστημική προσέγγιση ως προς τον ενεργειακό σχεδιασμό και την παρακολούθησή του.

Το υπόδειγμα του Σχεδίου Δράσης Αειφόρου Ενέργειας και Κλίματος (ΣΔΑΕΚ) έχει αναπτυχθεί σε συνεργασία με το Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (ΚΚΕ) σύμφωνα με την πρακτική εμπειρία των δήμων και των περιφερειών. Το υπόδειγμα του ΣΔΑΕΚ διαμορφώνει τον σκελετό των μεμονωμένων Σχεδίων Δράσης. Παράλληλα επιτρέπει στους υπογράφωντες τη συγκέντρωση και ανάλυση των δεδομένων με δομημένο και συστηματικό τρόπο, και αποτελεί τη βάση για τη χρηστή διαχείριση της ενέργειας και την παρακολούθηση της προόδου κατά την υλοποίηση. Το Σύμφωνο έχει επίσης ως στόχο να αναγνωρίσει και να προβάλλει μεμονωμένες δράσεις σε σχέση με την κλιματική αλλαγή που υλοποιούνται από τους υπογράφωντες, καθώς και να εμπνεύσει και να διευκολύνει τις ανταλλαγές καλών πρακτικών και την αυτοαξιολόγηση.

Η αναφορά δεδομένων μέσω της πλατφόρμας υποβολής αναφορών του Συμφώνου των Δημάρχων παρέχει τη δυνατότητα στους υπογράφωντες να επιδείξουν στην πράξη τον άμεσο αντίκτυπο των δράσεών τους. Τα στοιχεία που αναφέρονται παρουσιάζονται με τη μορφή κατανοητών και ξεκάθαρων γραφημάτων, που παρέχουν σημαντική ανατροφοδότηση για τις τοπικές δράσεις στους υπευθύνους χάραξης πολιτικής σε εθνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Με τον τρόπο αυτόν αποδεικνύεται ότι το Σύμφωνο των Δημάρχων είναι μια συντονισμένη κίνηση τοπικών αρχών που δεσμεύονται με δική τους βούληση, και με στόχο την ενίσχυση των δράσεων κλιματικής αλλαγής και την τοπική βιώσιμη ανάπτυξη.

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ο χώρος της Αττικής διαχωρίζεται σε τέσσερις χωρικές ενότητες και σε επιμέρους υποενότητες. Η διάκριση γίνεται για τη βέλτιστη χωροταξική οργάνωση σύμφωνα με τη γεωγραφική διάρθρωση και τα επιμέρους φυσιογνωμικά τους χαρακτηριστικά. Οι τέσσερις αυτές ενότητες είναι οι ακόλουθες :

- Δυτικής Αττικής,
- Αθήνας-Πειραιά,
- Νησιωτικής Αττικής και
- Ανατολικής Αττικής.

Η ενότητα Δυτικής Αττικής αποτελείται από τις υποενότητες Θριασίου και Μεγαρίδας. Η πρώτη περιλαμβάνει τους δήμους Ελευσίνας, Ασπροπύργου και Φυλής, ενώ η δεύτερη τους δήμους Μεγάρων και Μάνδρας-Ειδυλλίας.



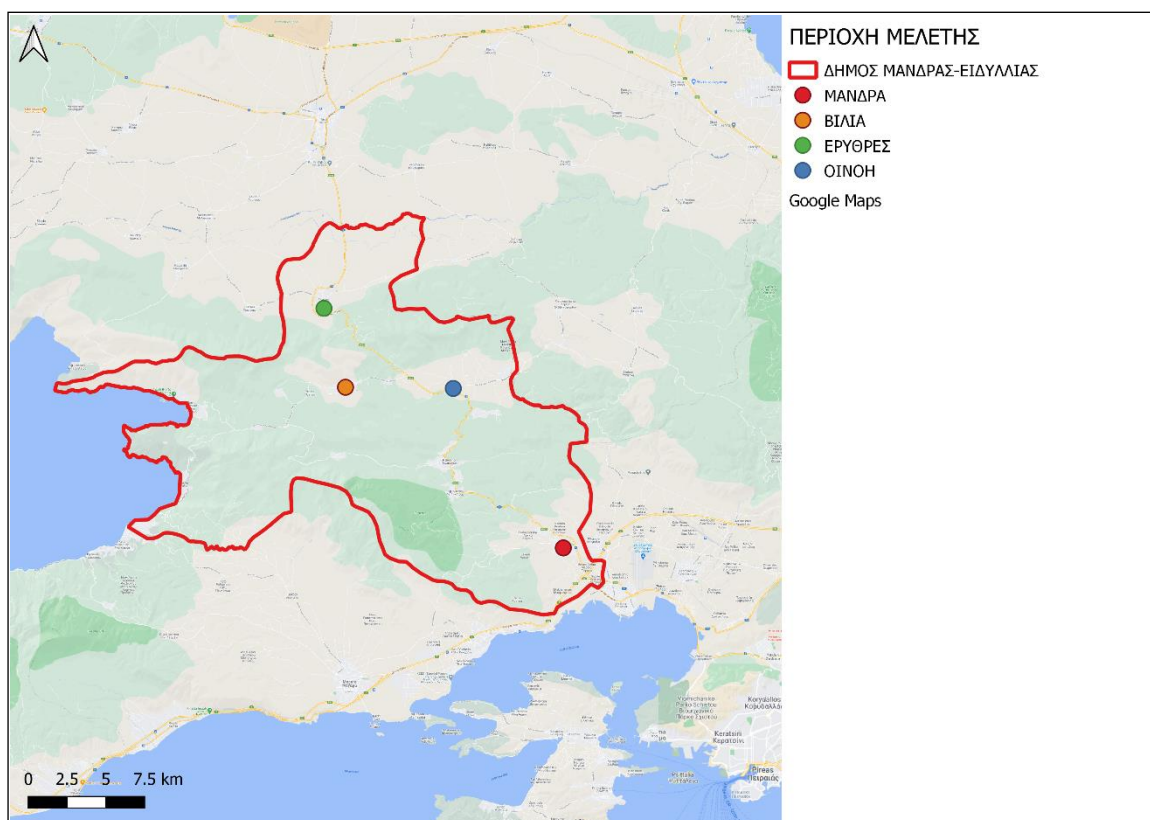
Χάρτης 1: Διαχωρισμός χωρικής υποενότητας Μεγαρίδας [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]

Ο Δήμος Μάνδρας-Ειδυλλίας έχει έκταση 426,26 τετραγωνικά χιλιόμετρα, δηλαδή περίπου το 11% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας Αττικής. Αποτελείται από 4 Δημοτικές Ενότητες που είναι οι ακόλουθες :

- Μάνδρα

- Βίλια
- Ερυθρές
- Οινόη.

Η πόλη της Μάνδρας είναι μία προαστιακή κωμόπολη του Δήμου που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Θριάσιου Πεδίου. Χωροθετείται ανάμεσα στην περιοχή της Ελευσίνας και των Μεγάρων, στους πρόποδες του Όρους Πατέρα. Σύμφωνα με το ΦΕΚ Α87 07/06/2010 η Μάνδρα αποτελεί έδρα του Δήμου Μάνδρας-Ειδυλλίας.



Χάρτης 2: Δημοτικές Ενότητες [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]

3.1. Φυσικό περιβάλλον

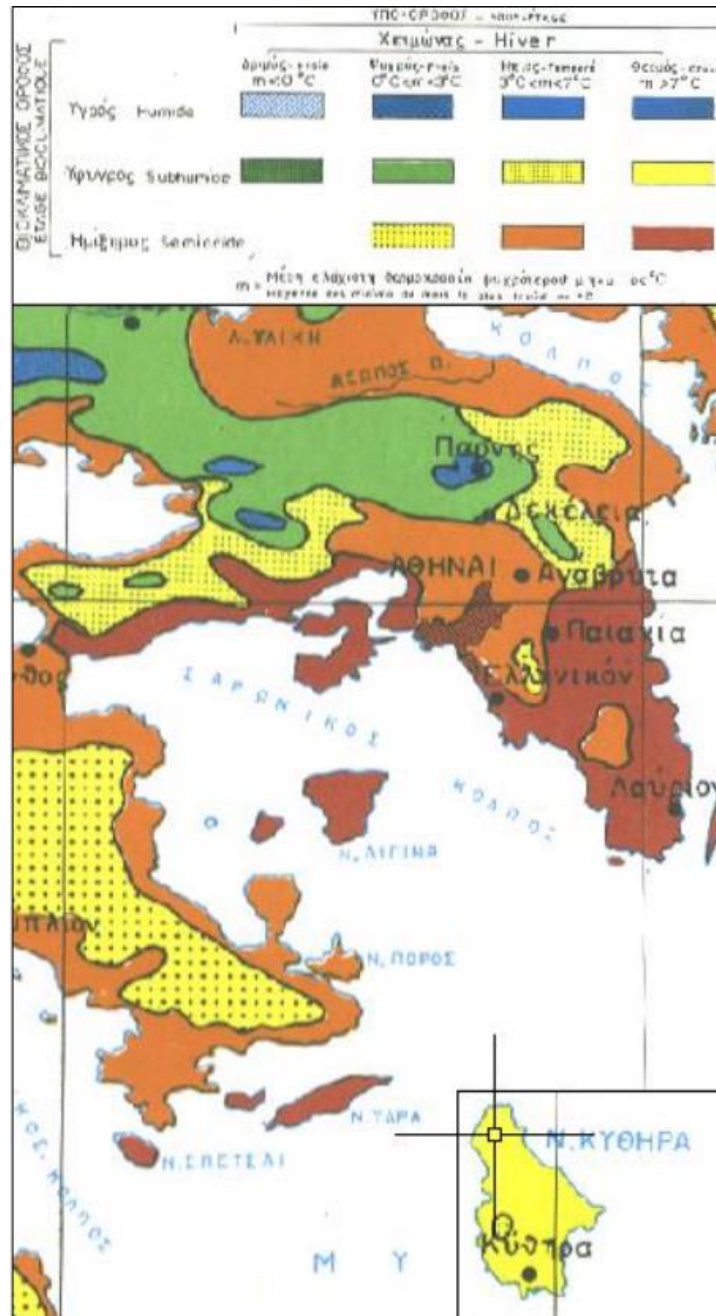
3.1.1. Κλίμα

Το κλίμα της Αττικής είναι εύκρατο και εντάσσεται κλιματολογικά στο μεσογειακό τύπο κλίματος. Βροχές σημειώνονται κυρίως από τον Οκτώβριο έως και τον Απρίλιο αλλά συνολικά ολόκληρο τον χρόνο τα ύψη βροχής είναι πολύ χαμηλά και δεν ξεπερνούν τα 400-450mm.

Η θερμοκρασία ακόμα και τους χειμερινούς μήνες κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα με τη μέση του Ιανουαρίου να κυμαίνεται στους 9,2°C. Τους καλοκαιρινούς μήνες οι θερμοκρασίες φτάνουν σε πολύ υψηλά επίπεδα και για λίγες ημέρες εμφανίζεται καύσωνας με θερμοκρασίες που ξεπερνούν ακόμα και τους 40°C. Οι επί μέρους

κλιματολογικοί παράγοντες (άνεμος, θερμοκρασία, βροχή, σχετική υγρασία), δεν δρουν μεμονωμένα αλλά συνεπιδρούν με άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Όπως φαίνεται από την εικόνα 2 που ακολουθεί η περιοχή μελέτης ανήκει σε δύο βιοκλιματικούς ορόφους. Τα νότια ανήκουν στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με θερμά καλοκαίρια. Ο υπόλοιπος Δήμος ανήκει κατά κύριο λόγο στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με ήπια και ψυχρά καλοκαίρια.



Εικόνα 2: Βιοκλιματικοί όροφοι της Αττικής [Πηγή: Π.Ε.Σ.Κ.Π.Α Αττικής]

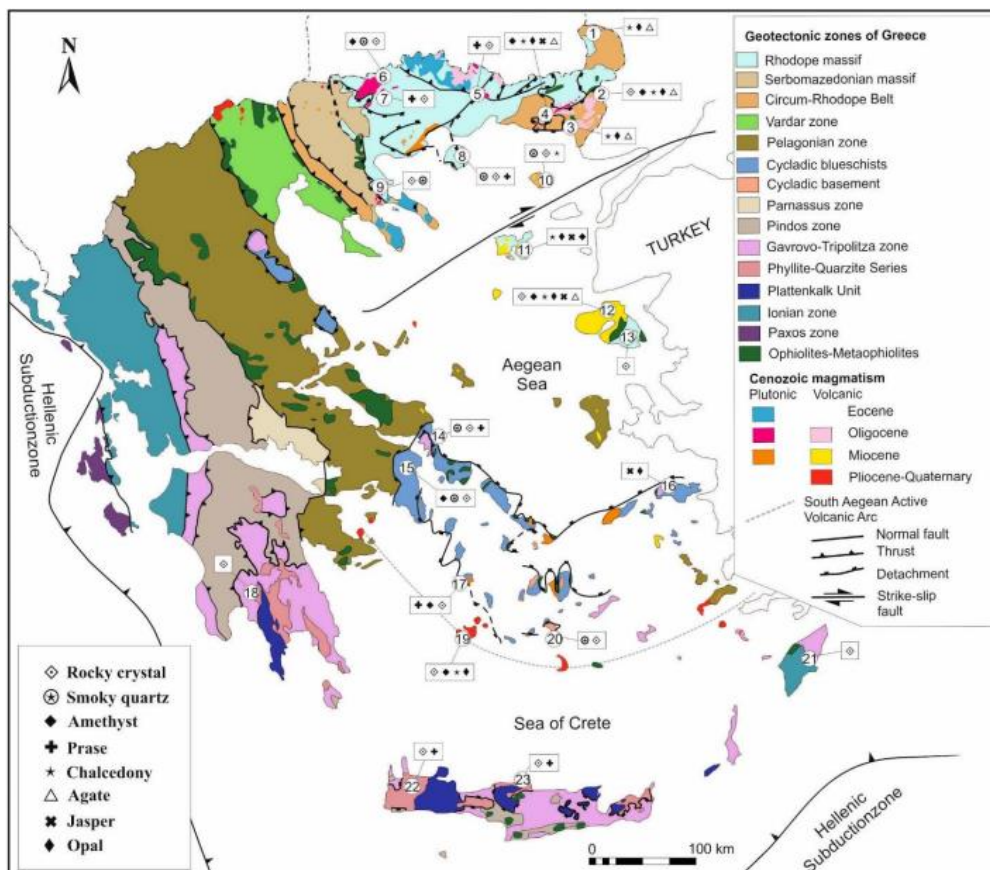
3.1.2. Έδαφος

Τα πετρώματα στον Ελλαδικό χώρο ανάλογα με την ηλικία της απόθεσής τους μπορούν να διακριθούν σε τρεις μεγάλες ομάδες:

- τα προαλπικά, τα οποία αποτέθηκαν στη διάρκεια του Παλαιοζωικού κύκλου,
- τα αλπικά που αποτέθηκαν στην Τριαδική περίοδο και
- τα μεταλπικά που αποτέθηκαν ασύμφωνα πάνω στα προηγούμενα.

Η εμφάνιση και εξάπλωση των προαλπικών ιζημάτων στον ελλαδικό χώρο δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Αντίθετα οι αλπικοί σχηματισμοί μαζί με τα μεταλπικά ιζήματα είναι αυτοί που καθορίζουν και διαμορφώνουν το ανάγλυφο της Ελλάδας. Το σύνολο των αλπικών σχηματισμών που δομούν το γεωλογικό υπόβαθρο της Δυτικής Αττικής εντάσσονται στην γεωτεκτονική ζώνη της Πελαγονικής.

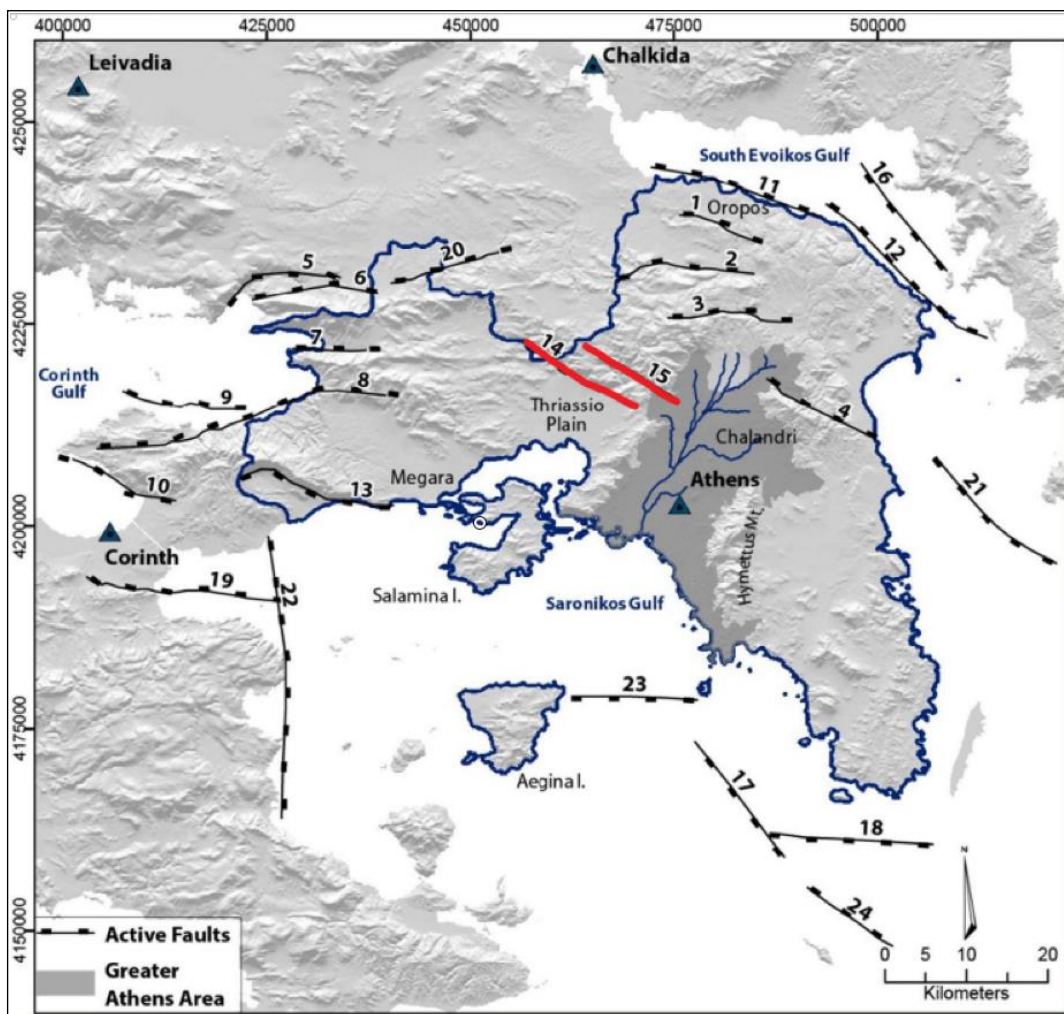
Η Πελαγονική ζώνη αποτελείται από ένα κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, μάρμαρα, φυλλίτες, σχιστόλιθους, ψαμμίτες, ασβεστόλιθους και δολομίτες, ενώ χαρακτηριστικό της είναι και η ύπαρξη τεκτονικά τοποθετημένων μεγάλων οφιολιθικών μαζών. Διακρίνεται στην Πελαγονική ζώνη μεταμορφωμένων σχηματισμών και την Πελαγονική ζώνη μη μεταμορφωμένων σχηματισμών που συναντάται και με την ονομασία Υποπελαγονική ζώνη.



Χάρτης 3: Χάρτης γεωτεκτονικών ζωνών Ελλάδας (Πηγή: Boudouris, P. κ.α 2019, *Gemstones of Greece: Geology and Crystallizing Environments*)

3.1.3. Τεκτονική

Η ευρεία περιοχή της Αττικής έχει υποστεί την επίδραση επανειλημμένων τεκτονικών κινήσεων. Στην περιοχή της Δυτικής Αττικής η πιο χαρακτηριστική δομή που παρατηρείται είναι το ρήγμα της Φυλής και το ρήγμα του Θριασίου Πεδίου. Τα δύο ρήγματα, είναι κανονικά, κόβουν κυρίως προνεογενείς γεωλογικούς σχηματισμούς και επηρεάζουν νεογενή ρήγματα. Το ρήγμα του Θριασίου βρίσκεται στις παρυφές του Πεδίου και το ρήγμα της Φυλής είναι περίπου παράλληλο με το προηγούμενο σε απόσταση 4-5 χλμ. προς τα βόρεια.



Χάρτης 4: Χάρτης τεκτονικής δραστηριότητας στην Αττική [Πηγή: Π.Ε.Σ.Κ.Π.Α Αττικής]

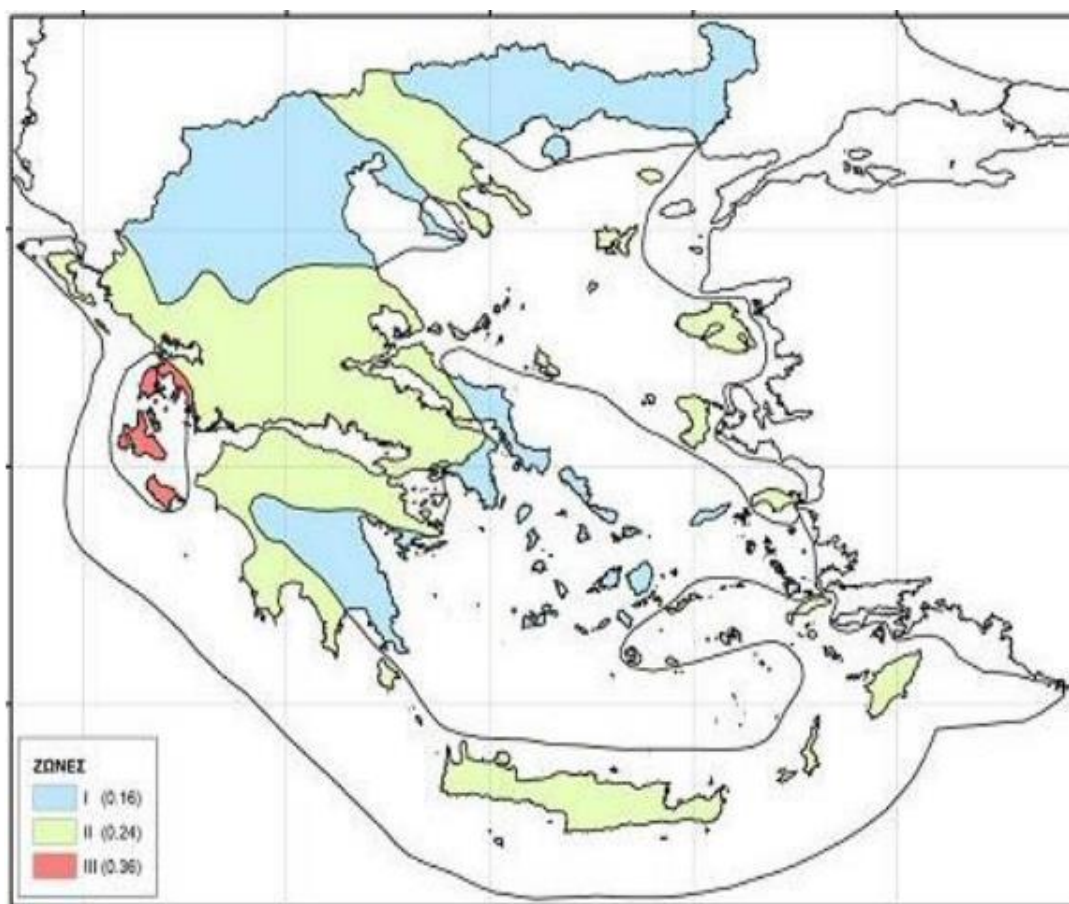
3.1.4. Στοιχεία σεισμικότητας

Η σεισμική επικινδυνότητα μιας περιοχής είναι η ποσότητα της οποίας μέτρο αποτελεί η αναμενόμενη ένταση της σεισμικής κίνησης στη περιοχή αυτή. Καθορίζεται από φυσικούς παράγοντες όπως είναι η σεισμικότητα, οι ιδιότητες της σεισμικής εστίας και του μέσου διάδοσης των σεισμικών κυμάτων, καθώς και οι ιδιότητες του εδάφους θεμελίωσης.

Σύμφωνα με το Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (NEAK, 2003) η νότια Αττική και οι Σπέτσες, εντάσσονται στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας I, η οποία στο γενικό της πλαίσιο χαρακτηρίζεται από σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A=0,16g$, (όπου g : η επιτάχυνση της βαρύτητας).

Η Βόρεια και Δυτική Αττική, η Τροιζηνία, τα νησιά του Αργοσαρωνικού, η Ύδρα και τα Κύθηρα εντάσσονται στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας II, η οποία στο γενικό της πλαίσιο χαρακτηρίζεται από σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A=0,24g$. Η Λευκάδα, η Ιθάκη, η Κεφαλονιά και η Ζάκυνθος εντάσσονται στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας III, δηλαδή χαρακτηρίζεται από σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A=0,36g$.

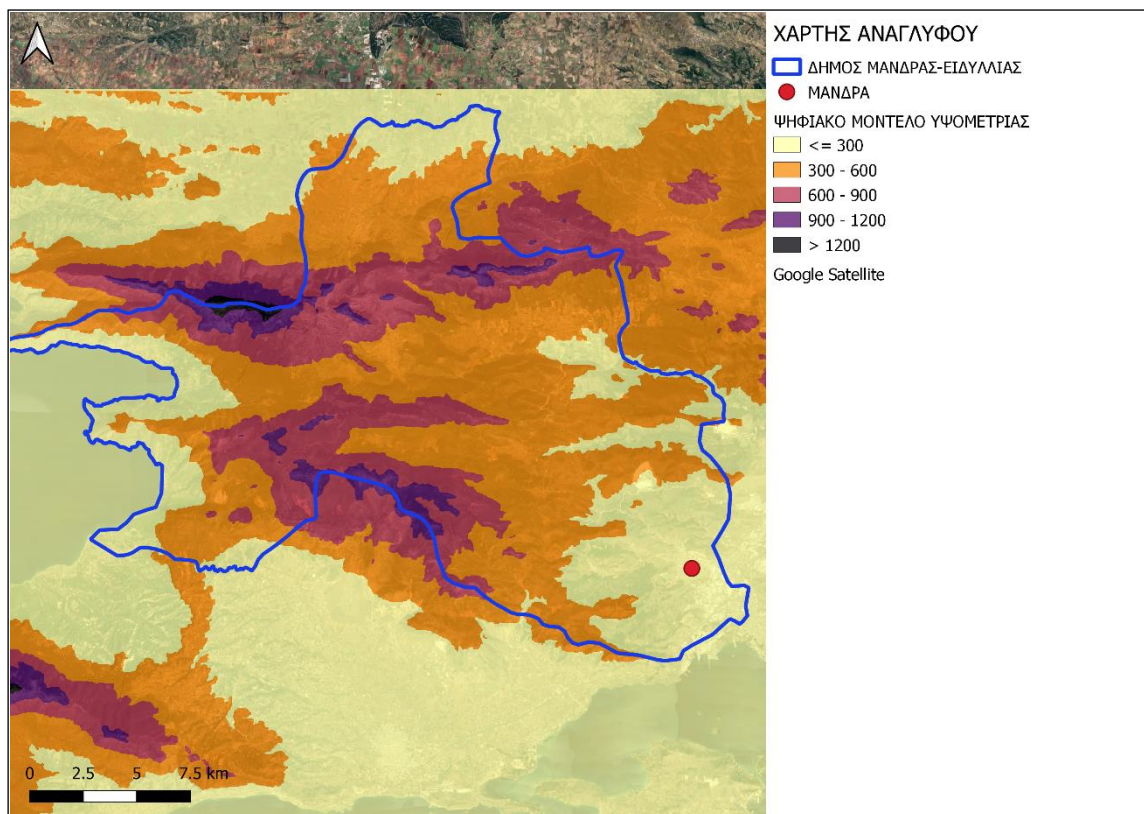
Η σεισμικότητα στην περιοχή της Αττικής, τόσο από τα ιστορικά δεδομένα, όσο και από τα δεδομένα ενόργανης σεισμικότητας, μπορεί να χαρακτηριστεί χαμηλή έως μέση καθώς είναι σπάνιοι οι σεισμοί μεγάλου μεγέθους. Αντίθετα στην Βόρεια και Δυτική Αττική καθώς και στο χώρο του Αργοσαρωνικού η σεισμικότητα αυξάνει καθώς οι περιοχές αυτές επηρεάζονται από τα ρήγματα του Ανατολικού Κορινθιακού και το ρήγμα της Αταλάντης.



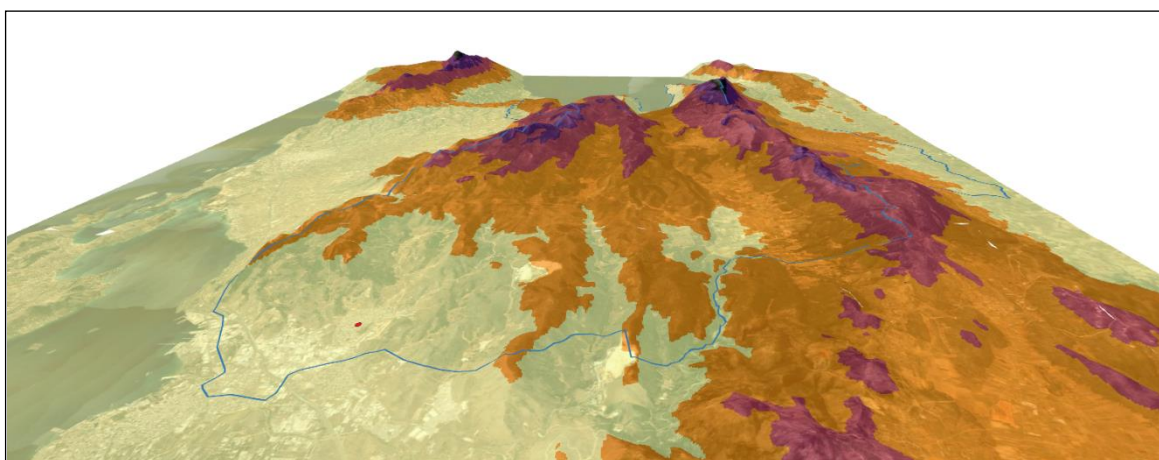
Χάρτης 5: Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας κατά ΕΑΚ, 2003 [Πηγή: Π.Ε.Σ.Κ.Π.Α Αττικής]

3.1.5. Ανάγλυφο

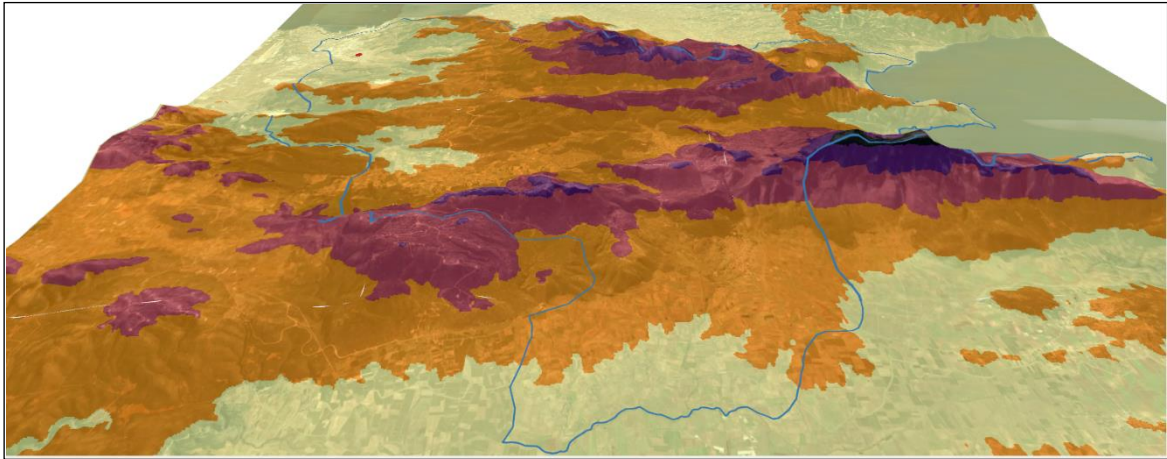
Το ανάγλυφο του Δήμου χαρακτηρίζεται κατά κύριο λόγο σαν ημιορεινό με το μεγαλύτερο μέρος του να βρίσκεται πάνω από τα 300 μέτρα. Το υψηλότερο σημείο είναι η κορυφή του Όρους Κιθαιρώνα στα βορειοδυτικά με υψόμετρο 1390 μέτρα. Η πόλη της Μάνδρας, σε αντίθεση με την πλειοψηφία του Δήμου έχει μικρό υψόμετρο περί τα 80 μέτρα. Παράλληλα δημιουργήθηκαν τρισδιάστατες απεικονίσεις με το λογισμικό QGIS για την καλύτερη οπτικοποίηση και κατανόηση της γεωμορφολογίας της περιοχής.



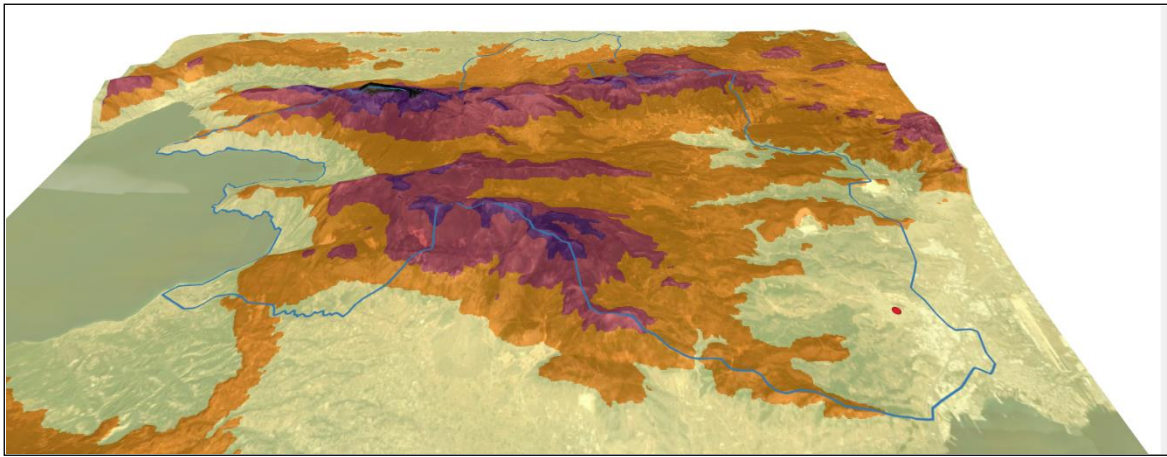
Χάρτης 6: Χάρτης αναγλύφου [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]



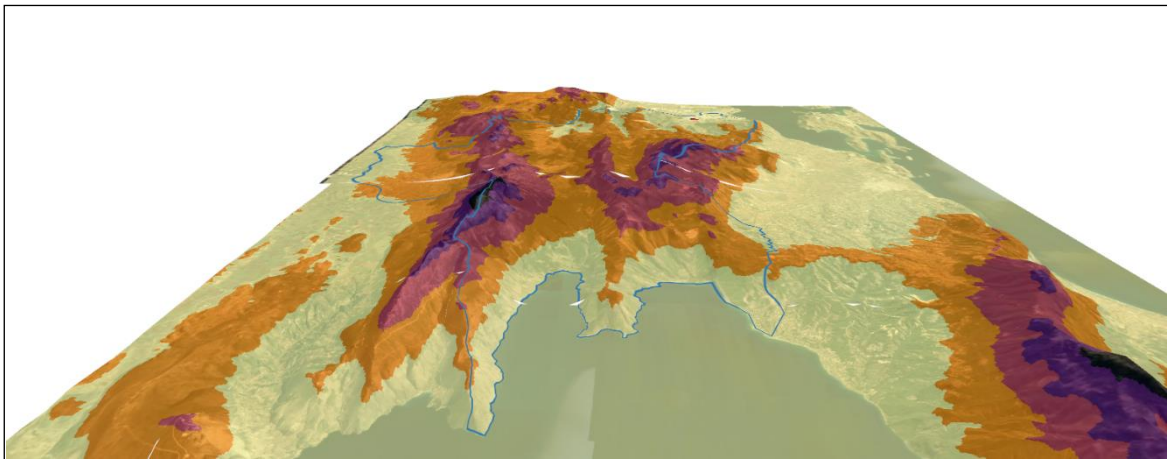
Τρισδιάστατη απεικόνιση αναγλύφου στη διεύθυνση Α-Δ [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]



Τρισδιάστατη απεικόνιση αναγλύφου στη διεύθυνση Β-Ν[Πηγή: Προσωπικό αρχείο]



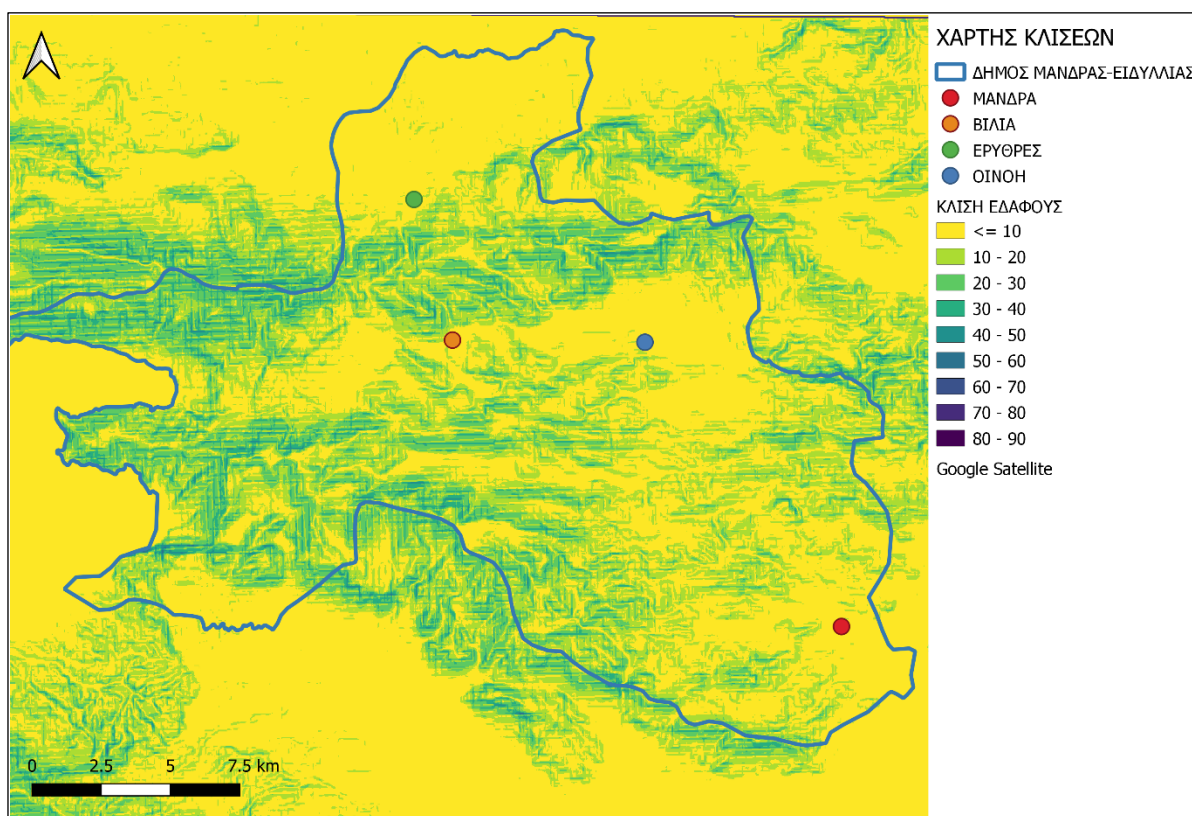
Τρισδιάστατη απεικόνιση αναγλύφου στη διεύθυνση Α-Δ[Πηγή: Προσωπικό αρχείο]



Τρισδιάστατη απεικόνιση αναγλύφου στη διεύθυνση Ν-Β[Πηγή: Προσωπικό αρχείο]

3.1.6. Κλίσεις εδάφους

Παρατηρώντας τον ακόλουθο χάρτη, οι κλίσεις στο σύνολο του Δήμου χαρακτηρίζονται από ήπιες έως μετρίως απότομες. Αναλυτικότερα κοντά στις κατοικημένες αστικές περιοχές οι κλίσεις είναι ήπιες και γίνονται πιο απότομες όσο αυξάνεται το υψόμετρο προς τα όρη Πατέρα και Κιθαιρώνα.



Χάρτης 7: Χάρτης κλίσεων [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]

3.1.7. Υδρογραφικό δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης, δεν χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη σημαντικών ποταμών, αλλά κυρίως από μικρούς και εποχιακούς χειμάρρους. Τα πιο σημαντικά ρέματα είναι το ρέμα Σούρες και το ρέμα την Αγίας Αικατερίνης/Κατσημίδι, η συνένωση των οποίων πραγματοποιείται στην έκταση του οικισμού της Μάνδρας.

➤ Το ρέμα Σούρες

Το ρέμα Σούρες προέρχεται από την συμβολή δύο υδατορευμάτων που ενώνονται στην θέση Άγιος Χαράλαμπος. Πρόκειται για τον χειμάρρο Σκυλόρεμα και τον χειμάρρο Αγία Σωτήρα. Ο χειμάρρος Σκυλόρεμα πηγάζει από τις νοτιοανατολικές παρυφές του όρους Πατέρα και έχει μήκος 6,7 χιλιόμετρα. Ο χειμάρρος Αγία Σωτήρα πηγάζει από την περιοχή Ράχη Σωτήρος έχει μήκος 4,7 χιλιόμετρα (Αποστολίδης κ.α., 2017). Μετά την ένωση των δύο κλάδων, το ρέμα Σούρες συνεχίζει την πορεία του εκατέρωθεν της παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών-Θηβών, διέρχεται από τα βόρεια της πόλης και συμβάλλει τελικά με το ρ. Αγία Αικατερίνη έπειτα από 6,5 χιλιόμετρα στην είσοδο της Μάνδρας. Η έκταση της λεκάνης απορροής του ρ. Σούρες στην θέση της συμβολής ισούται με 19,35 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Σε απόσταση περίπου 100 μέτρων από την συμβολή, το ρ. Σούρες διασταυρώνεται ξανά με την Παλαιά Εθνική Οδό Αθηνών-Θηβών και έπειτα από 125 μέτρα περίπου συναντά το διευθετημένο τμήμα του, που κατασκευάστηκε στα πλαίσια των έργων της Αττικής Οδού. Το έργο παραλαμβάνει τις απορροές των δύο ρεμάτων της Μάνδρας καθώς και του ρέματος Μικρό Κατερίνι που έρχεται από τον οικισμό της Μαγούλας και τις εκτρέπει προς τον χείμαρρο Σαρανταπόταμο. Παλαιότερα το ρ. Σούρες μετά την συμβολή με το ρ. Μικρό Κατερίνι κινούνταν με κατεύθυνση Β-Ν προς την Ελευσίνα, περνούσε μέσα από την πόλη και έφτανε στην θάλασσα στο δυτικό όριο της πόλης.

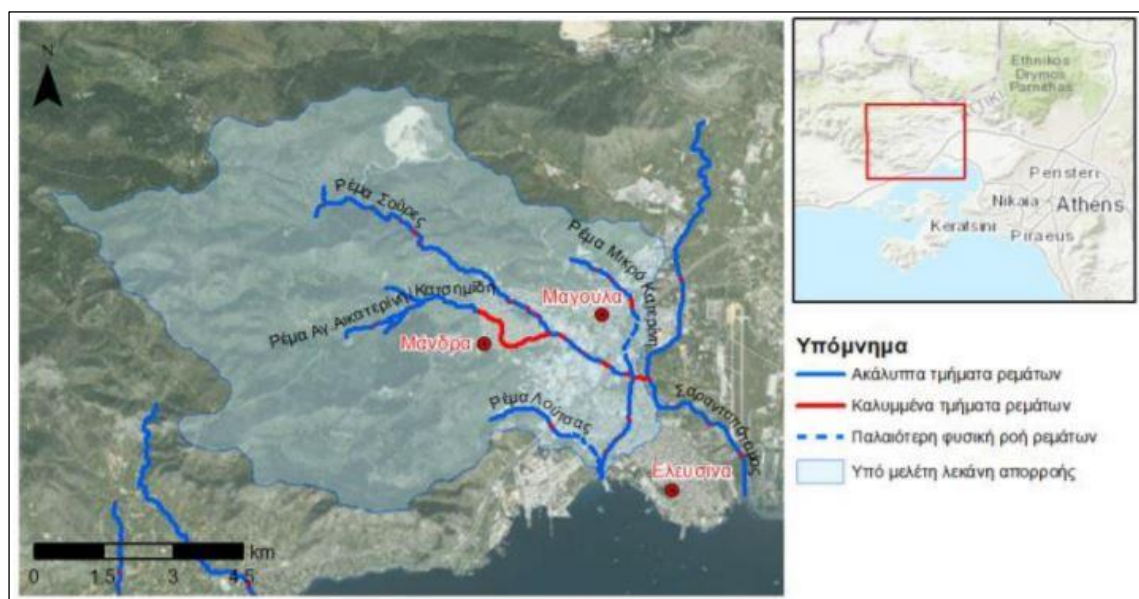
Η εκτροπή του Σούρες στον Σαρανταπόταμο είχε προταθεί ήδη από το 1979 με την μελέτη «ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΘΡΙΑΣΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ» (Πέππας και Καραβοκύρης, 2004) και υλοποιήθηκε τελικά από την Αττική Οδό. Τμήμα του ρέματος Σούρες είναι χαρακτηρισμένο ως ιδιαίτερου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος σύμφωνα με την Υ.Α. 9173/1642 (ΦΕΚ 281/Δ/ 23-03-1993), μεταξύ άλλων 55 ρεμάτων στο Ν. Αττική.

➤ **Το ρέμα Αγία Αικατερίνη**

Το ρέμα Αγία Αικατερίνη προέρχεται από την συμβολή δύο υδατορευμάτων. Πρόκειται για τον χείμαρρο Κατσιμήδι μήκους 6,4 χιλιομέτρων και τον χείμαρρο Οσίου Μελετίου μήκους 4,2 χιλιομέτρων (Αποστολίδης κ.α., 2017). Ο χείμαρρος Αγία Αικατερίνη από την ένωση μέχρι το όριο της πόλης στην οδό Ομήρου έχει μήκος 3 χιλιομέτρων. Από την οδό Ομήρου και έπειτα, η κοίτη του ρέματος μετατράπηκε σε οδικούς άξονες και τα νερά απάγονται μέσω εγκιβωτισμένου αγωγού από σκυρόδεμα στο σημείο ένωσης με το ρ. Σούρες. Ο αγωγός διέρχεται από τις οδούς Ομήρου, Αγίας Αικατερίνης, Στρατηγού Νικολάου Ρόκκα και Βαγγέλη Κοροπούλη και εκβάλλει στο ρ. Σούρες στην είσοδο της πόλης. Η έκταση της λεκάνης απορροής του ρ. Αγία Αικατερίνη στην θέση της συμβολής ισούται με 22,80 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

➤ **Λεκάνη απορροής**

Στον ακόλουθο χάρτη παρουσιάζεται η λεκάνη απορροής με τα κύρια ρέματα, που είναι το ρέμα Αγ. Αικατερίνης / Κατσιμήδη, το ρέμα Σούρες, το ρέμα Μικρό Κατερίνη και το ρέμα Λούτσας. Μια παράμετρος που επηρεάζει τις διεργασίες βροχής-απορροής είναι η κλίση. Η λεκάνη απορροής χαρακτηρίζεται στο μεγαλύτερο μέρος της από ήπιες κλίσεις, με μέση κλίση της τάξης του 15% (Κοντοές κ.α., 2018).



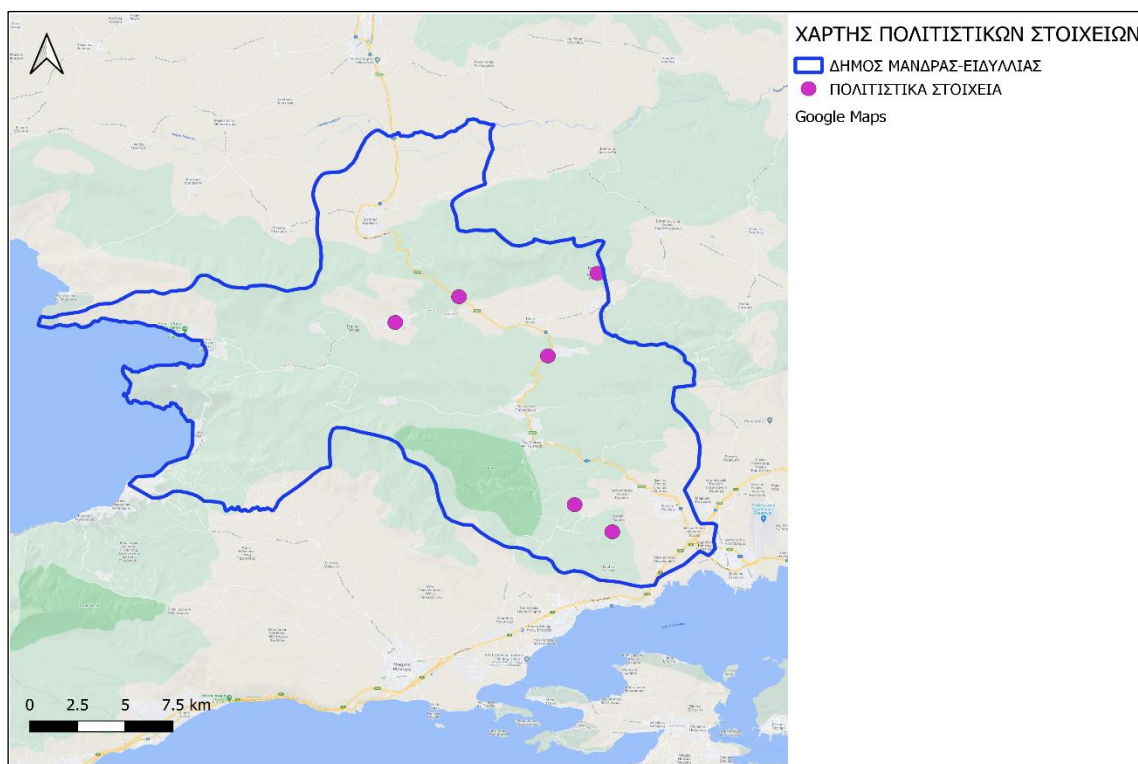
Χάρτης 8: Η λεκάνη απορροής με τα κύρια ρέματα [Πηγή: Κοντοές κ.α., 2018]

3.1.8. Πολιτιστικά στοιχεία

Στο Δήμο Μάνδρας συναντώνται σημαντικά αρχαιολογικά και ιστορικά δεδομένα, καθώς και πλούσια πολιτιστική δραστηριότητα. Όσον αφορά στην πολιτισμική κληρονομιά, έντονα είναι τα βυζαντινά και μεταβυζαντινά μνημεία. Εντός του Δήμου καταγράφεται πλήθος εκκλησιών και μοναστηριών βυζαντινής και μεταβυζαντινής εποχής, που συνιστούν στο σύνολο τους ένα πλούσιο εκκλησιαστικό απόθεμα για την ευρύτερη περιοχή.

Ειδικότερα, η Εφορία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων έχει ορίσει 27 μνημεία σε όλη την έκταση του Δήμου, σημαντικότερα εκ των οποίων φαίνονται στον παρακάτω χάρτη και είναι:

- τα ερείπια της αρχαίας πόλεως και του φρουρίου των Ελευθερών στη θέση Κάζα,
- η βυζαντινή μονή του **Οσίου Μελετίου Κιθαιρώνα** η οποία χρονολογείται από τον 11ο αιώνα και οριοθετείται στα ερείπια της αρχαίας Μυυπόλεως στην οποία επίσης βρίσκεται το θαυματουργό σκήνωμα του Οσίου,
- ο βυζαντινός **ναΐσκος του Αγίου Ιωάννη** στη θέση Κόρακα,
- ο **ναός Παμμέγιστων Ταξιαρχών** με το ιδιαίτερης τεχνοτροπίας μαρμάρينو κωδωνοστάσιο του 1860,
- ο **Μητροπολιτικός Ναός Αγίων Κωνσταντίνου και Ελένης** που αποτελεί αρχιτεκτονικό έργο του Ερνστ Τσίλλερ ο οποίος θεμελιώθηκε το 1893. Επιπλέον διαθέτει και συλλογή εικόνων του ζωγράφου Πολυχρόνη Λεμπέση,
- η **Μονή της Παναγίας Γοργοεπηκόου** με την πανοραμική θέα του Θριάσιου Πεδίου και του Ελευσινιακού Κόλπου.



Χάρτης 9: Χάρτης πολιτιστικών στοιχείων [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]

3.2. Ανθρωπογενές περιβάλλον

3.2.1. Δημογραφικά στοιχεία – Εξέλιξη πληθυσμού

Σύμφωνα με την απογραφή του 1991 ο μόνιμος πληθυσμός του δήμου ήταν 17.404 κάτοικοι. Αντιστοίχως, στην απογραφή του 2001 ο μόνιμος πληθυσμός ήταν 18.677 κάτοικοι, ενώ στην απογραφή του 2011 ήταν 17.885 κάτοικοι.

Παρατηρώντας τον πίνακα 1, διαπιστώνεται πως από το 1991 έως το 2001 ο πληθυσμός του Δήμου σημείωσε ποσοστιαία αύξηση της τάξης του 7,31%, ενώ από το 2001 έως το 2011 σημείωσε μείωση ίση με 4,24%. Η πληθυσμιακή πυκνότητα για το Δήμο Μάνδρας σύμφωνα με την τελευταία απογραφή ανέρχεται στους 41,96 κατοίκους / τετραγωνικό χιλιόμετρο.

ΔΗΜΟΣ	1991	2001	2011	2011-2001	2001-1991
ΜΑΝΔΡΑΣ	17.404	18.677	17.885	-4,24%	7,31%

Πίνακας 1: Πληθυσμιακά δεδομένα και μεταβολή πληθυσμού. [Πηγή: Π.Ε.Σ.Κ.Π.Α Αττικής]

Ο Δήμος Μάνδρας-Ειδυλλίας διαχωρίζεται σε 4 Δημοτικές Ενότητες, ο πληθυσμός των οποίων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Η Δημοτική Ενότητα Μάνδρας συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού με ποσοστό 72%.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Μάνδρα	12.888
Βίλια	1.753
Ερυθρές	2.862
Οινόη	382
Σύνολο	17.885

Πίνακας 2: Πληθυσμιακά δεδομένα για τις δημοτικές ενότητες. [Πηγή: Π.Ε.Σ.Κ.Π.Α Αττικής]

3.2.2. Δημογραφικά στοιχεία – Δείκτης γήρανσης

Ο Δήμος Μάνδρας-Ειδυλλίας, σε σχέση με το σύνολο της Περιφερειακής Ενότητας Δυτικής Αττικής, συγκεντρώνει το μικρότερο ποσοστό στην ηλικιακή ομάδα 0-14 ετών μαζί με το Δήμο Ασπροπύργου. Το ίδιο συμβαίνει και στην ηλικιακή ομάδα 15-64 ετών, ενώ στην ηλικιακή ομάδα άνω των 65 συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό. Έτσι ο δείκτης γήρανσης του Δήμου ανέρχεται στο 1,19. Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη τόσο από κάθε Δήμο, όσο και από το μέσο όρο της Περιφερειακής Ενότητας που έχει τιμή 0,75.

	0-14	15-64	64+	ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ
ΠΕ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	18,1%	68,3%	13,5%	0,75
ΔΗΜΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ	17,3%	69,5%	13,2%	0,76
ΔΗΜΟΣ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ	19,4%	68,8%	11,8%	0,61
ΔΗΜΟΣ ΜΑΝΔΡΑΣ-ΕΙΔΥΛΛΙΑΣ	15,7%	65,5%	18,8%	1,19
ΔΗΜΟΣ ΜΕΓΑΡΩΝ	15,7%	68,5%	15,9%	1,02
ΔΗΜΟΣ ΦΥΛΗΣ	20,7%	68,3%	11,0%	0,53

Πίνακας 3: Ηλικιακά δεδομένα και δείκτης γήρανσης. [Πηγή: Π.Ε.Σ.Κ.Π.Α Αττικής]

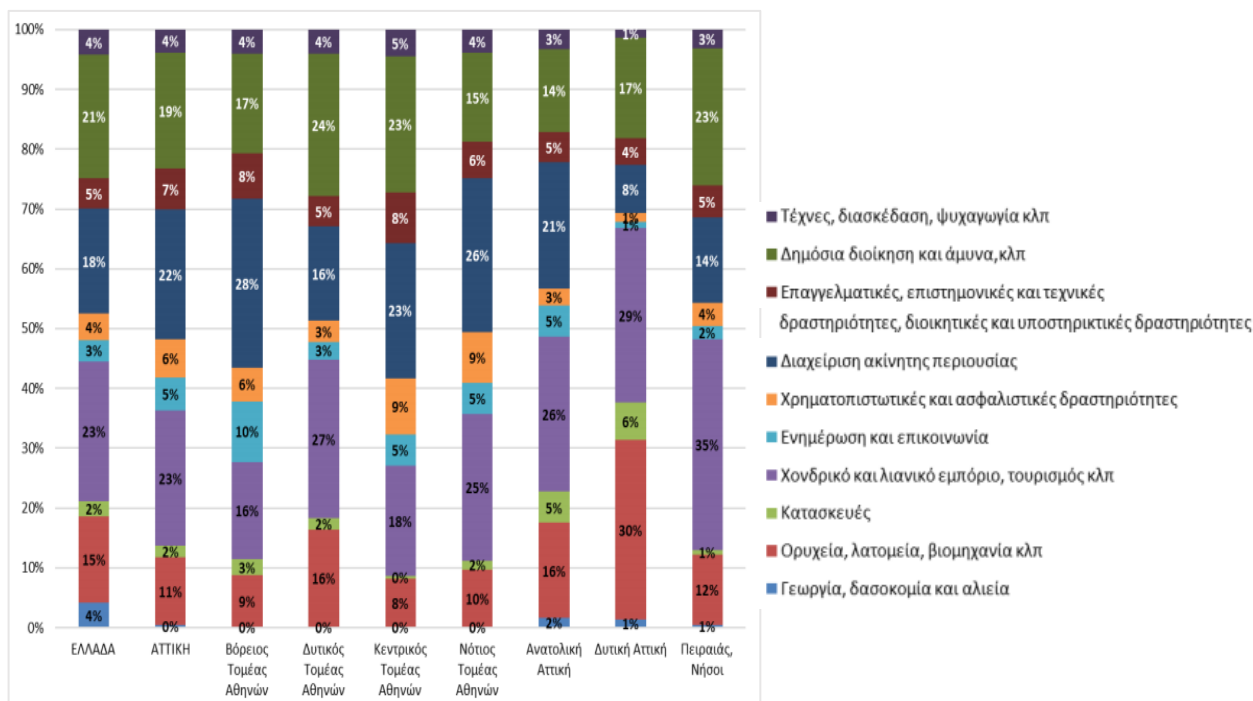
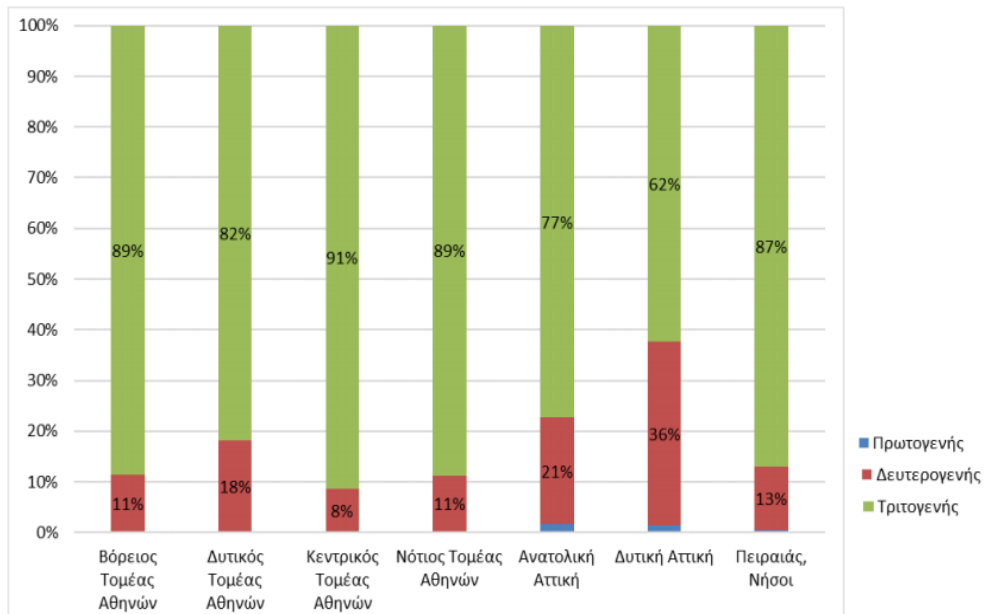
3.2.3. Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά

Στη Δυτική Αττική το 62% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού απασχολείται στον τριτογενή τομέα, το 36% στον δευτερογενή τομέα και μόλις το 2% στον πρωτογενή τομέα.

Ειδικότερα, με βάση το διάγραμμα 2, το 30% απασχολείται σε ορυχεία, λατομεία, βιομηχανίες κλπ., το 29% απασχολείται στο χονδρικό εμπόριο, λιανικό εμπόριο και στον τουρισμό. Το 17% εργάζεται στην δημόσια διοίκηση και άμυνα, το 8% ασχολείται με την διαχείριση ακίνητης περιουσίας, το 6% εργάζεται σε κατασκευές,

το 4% απασχολείται σε επαγγελματικές, επιστημονικές και τεχνικές δραστηριότητες. Τέλος και με ποσοστό 1% απασχολούνται στις τέχνες, στις χρηματοπιστωτικές και ασφαλιστικές δραστηριότητες, στην ενημέρωση και επικοινωνία καθώς και στην γεωργία, την δασοκομία και την αλιεία.

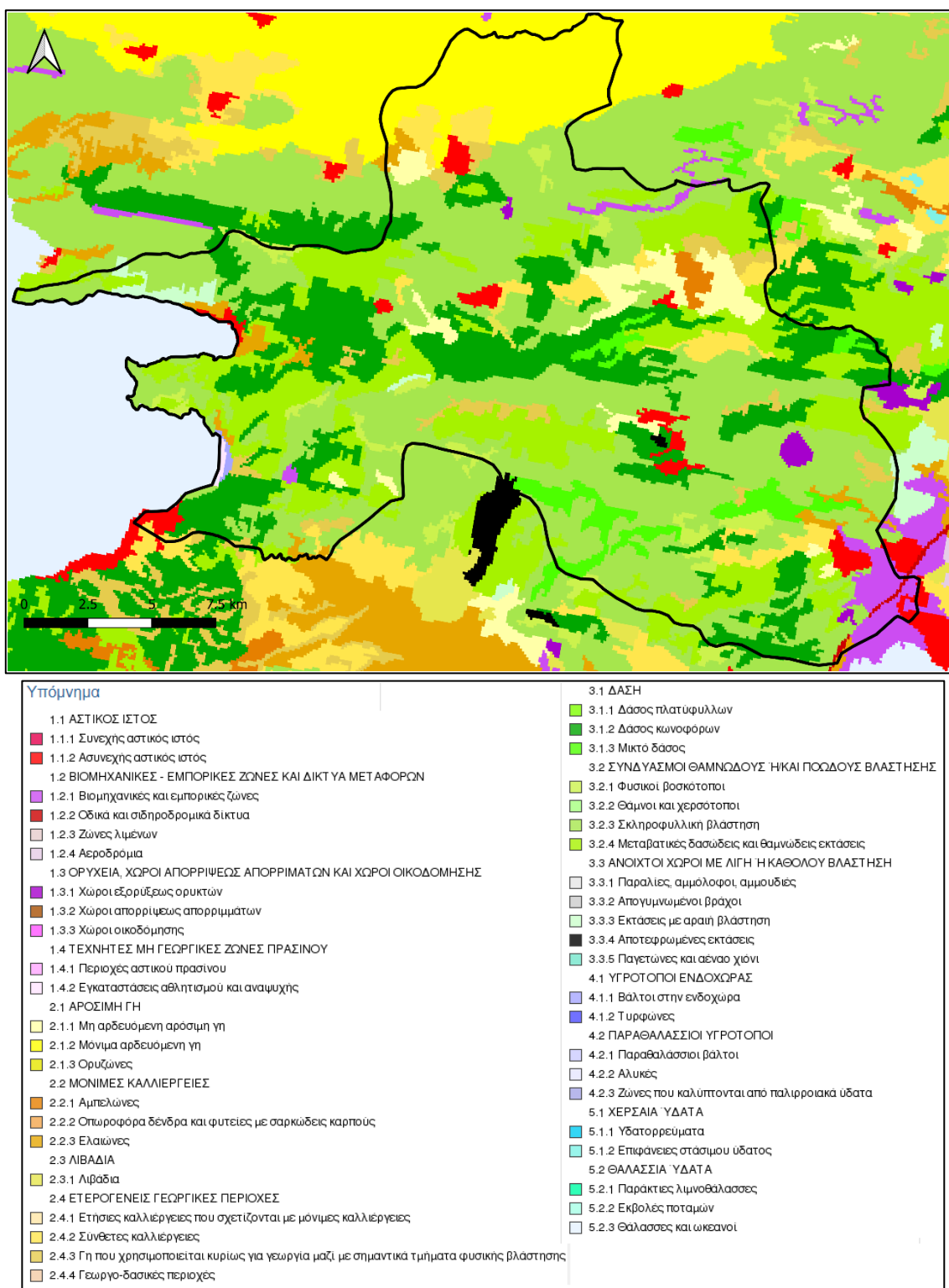
Διάγραμμα 1: Κατανομή απασχόλησης ανά τομέα. [Πηγή : Π.Ε.Σ.Π.Κ.Α. Αττικής]



Διάγραμμα 2: Κατανομή απασχόλησης ανά είδος απασχόλησης. [Πηγή : Π.Ε.Σ.Π.Κ.Α. Αττικής]

3.2.4. Χρήσεις γης

Ο Δήμος Μάνδρας-Ειδυλλίας χαρακτηρίζεται από την εκτεταμένη ύπαρξη δασικών και ημι-φυσικών περιοχών, ενώ νοτιοανατολικά της πόλης της Μάνδρας στεγάζονται πολλές βιομηχανίες, επιχειρήσεις χονδρεμπορίου και μεταφορών, όπως παρουσιάζεται και στο Corine του 2018.



Χάρτης 10: Corine Land Cover για την περιοχή μελέτης [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

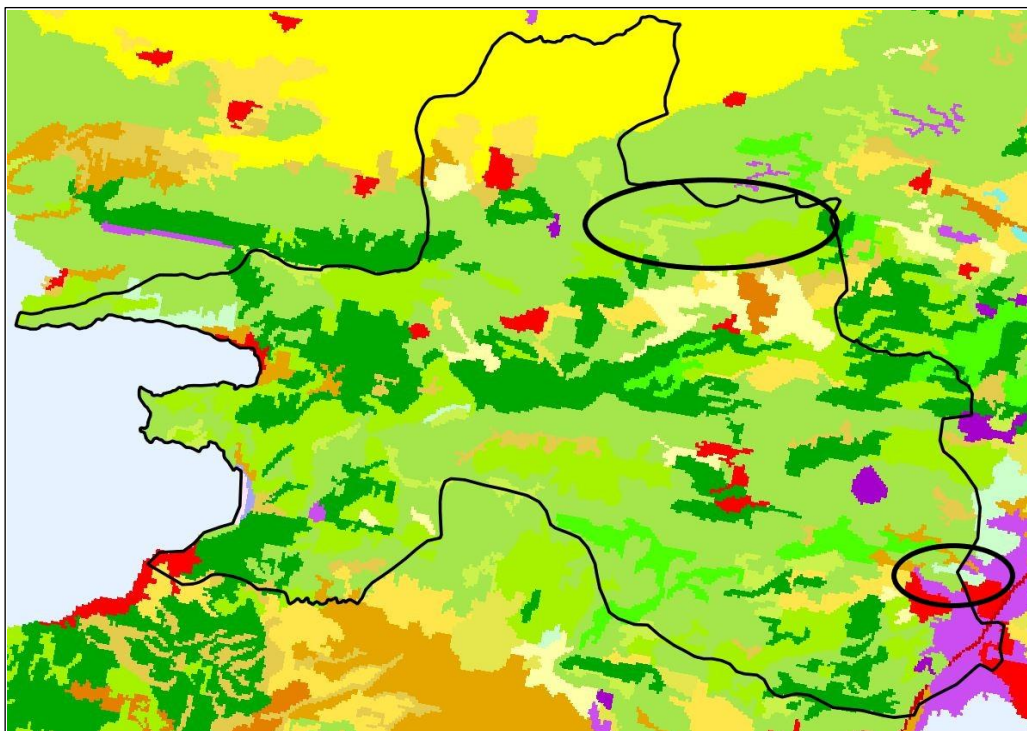
Η μεγαλύτερη έκταση του δήμου καλύπτεται από έναν συνδυασμό θαμνώδους και ποώδους βλάστησης όπως :

- Φυσικοί βοσκότοποι
- Θάμνοι και χερσότοποι
- Σκληροφυλλική βλάστηση
- Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις.

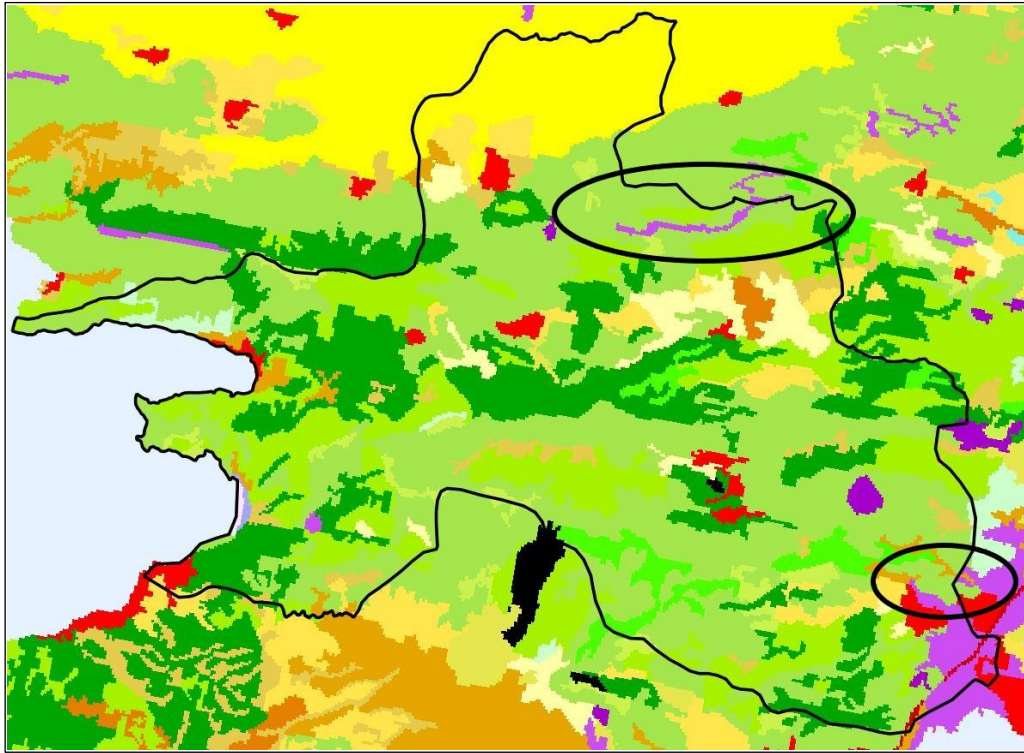
Στην περιοχή υπάρχουν και γεωργικές εκτάσεις με τις περισσότερες να βρίσκονται στις Δημοτικές Ενότητες Οινόη και Ερυθρές. Οι εκτάσεις αυτές απαρτίζονται από :

- Σύνθετες καλλιέργειες
- Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης
- Μη αρδευόμενη αρώσιμη γη
- Μόνιμα αρδευόμενη γη
- Αμπελώνες.

Οι χρήσεις γης του δήμου έχουν αλλάξει ελάχιστα μεταξύ του 2012 και του 2018. Πιο συγκεκριμένα, στα βορειοανατολικά της περιοχής μελέτης έχει γίνει εγκατάσταση αιολικού πάρκου, αλλάζοντας τη χρήση γης από σκληροφυλλική βλάστηση σε βιομηχανική και εμπορική ζώνη. Επιπλέον, βόρεια της πόλης της Μάνδρας μια έκταση με αραιή βλάστηση μετατράπηκε σε σκληροφυλλική βλάστηση. Οι αλλαγές αυτές φαίνονται και στις επόμενες εικόνες.



Εικόνα 3: Corine Land Cover 2012 [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]



Εικόνα 4: Corine Land Cover 2018 [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

3.2.5. Υποδομές – Οδικό δίκτυο

Στην περιοχή μελέτης το οδικό δίκτυο διαχωρίζεται σε υπερτοπικό, τοπικό και αστικό.

➤ Υπερτοπικό δίκτυο

Από την επικράτεια του Δήμου Μάνδρας διέρχονται μερικοί από τους πιο βασικούς οδικούς άξονες της χώρας :

- Εθνική Οδός Αθηνών - Κορίνθου
- Αττική Οδός
- Λεωφόρος Αθηνών.

Λίγα χιλιόμετρα από το νοτιοανατολικό άκρο του Δήμου Μάνδρας ενώνονται οι δύο μεγάλοι οδικοί άξονες. Η Αττική Οδός και η Νέα Εθνική Οδός Αθηνών – Κορίνθου που συνδέει την Αττική με την Πελοπόννησο και την Δυτική Ελλάδα. Οι αυτοκινητόδρομοι σε τοπικό επίπεδο εξυπηρετούν τις μετακινήσεις των κατοίκων της περιοχής προς το Λεκανοπέδιο αλλά και τις μεταφορικές ανάγκες των παραγωγικών δραστηριοτήτων.

Πέρα από τους νέους μεγάλους οδικούς άξονες, που επηρεάζουν κυκλοφοριακά τους κατοίκους της περιοχής, υπερτοπικό οδικό δίκτυο αποτελεί και η Παλαιά Εθνική Οδός Αθηνών – Θηβών όπου διασχίζει όλη την ανατολική περιοχή τους δήμου. Αποτελεί την είσοδο για την πόλη της Μάνδρας και παράλληλα είναι το διαχωριστικό

όριο ανάμεσα στην Μάνδρα και την Μαγούλα. Πρόκειται για ένα αρκετά παλιό έργο οδοποιίας στο οποίο κυκλοφορούν κυρίως βαρέα οχήματα λόγω της βιομηχανικής φύσης της περιοχής. Παρ' όλα αυτά είναι ο μοναδικός άξονας που συνδέει την Ελευσίνα, την Μαγούλα και την Μάνδρα με την Οινόη, τις Ερυθρές και τη Θήβα.

➤ Τοπικό δίκτυο

Οδικούς άξονες τοπικής εμβέλειας αποτελούν αυτοί που συνδέουν τις μεγαλύτερες πόλεις του δήμου μεταξύ τους, καθώς και με τους διάσπαρτους οικισμούς. Τέτοιοι άξονες για τον δήμο Μάνδρας είναι :

- Ο δρόμος Οινόη – Δερβενοχώρια
- Ο δρόμος Παλαιοχώρι – Αγ. Γεώργιος
- Ο δρόμος Βιλίων – Αλεποχωρίου
- Ο δρόμος Μάνδρας – Λάκας Κόρακα που οδηγεί στην Νέα Πέραμο.

➤ Οδικό δίκτυο αστικού ιστού

Στο κέντρο της πόλης οι δρόμοι είναι στενοί και δεν ακολουθούν κάποιο σύστημα ιεράρχησης. Αντίθετα στις επεκτάσεις της πόλης, ως νεότερες περιοχές, οι δρόμοι έχουν κάποια δομή και λογική στη λειτουργία τους. Οι πρωτεύουσες αρτηρίες του αστικού ιστού είναι :

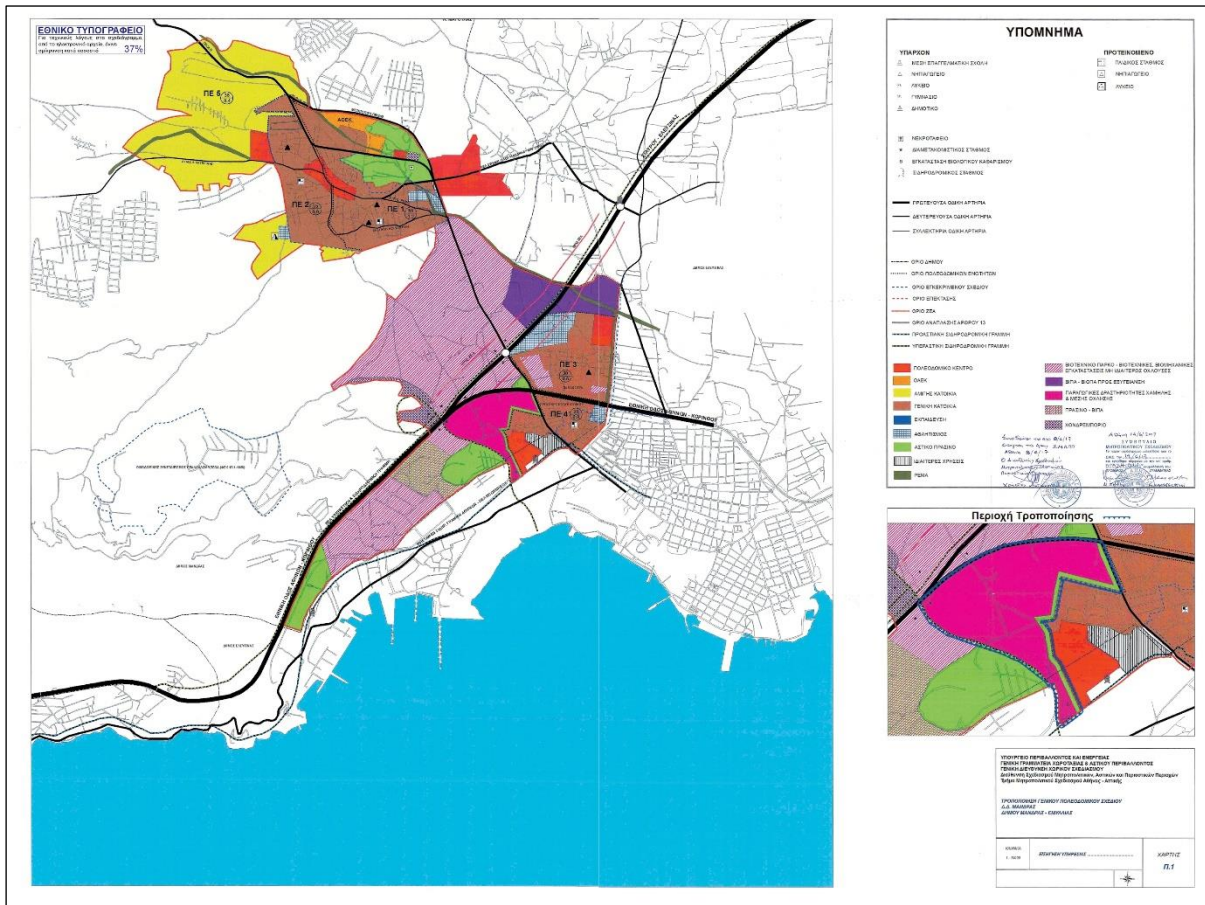
- Η Βασ. Δούκα που συνδέει το κέντρο του οικισμού με την Μαγούλα
- Η Στρ. Ρόκκα που συνδέει τα σημεία επαφής της Π.Ε.Ο.Α.Θ. με τα όρια της πόλης και αποτελεί την κύρια είσοδο από την Αττική Οδό
- Η Αγ. Αικατερίνης που διασταυρώνεται με την Στρ. Ρόκκα και αποτελεί την έξοδο της πόλης προς τις νέες επεκτάσεις και τον οδικό άξονα που οδηγεί στην Ν. Πέραμο.

3.2.6. Γενικό πολεοδομικό σχέδιο δήμου Μάνδρας-Ειδυλλίας

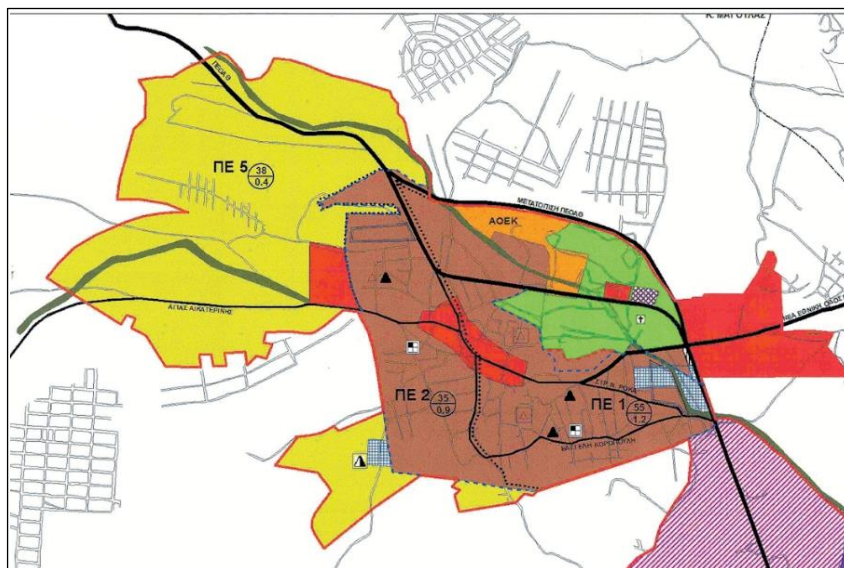
Σύμφωνα με το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μάνδρας-Ειδυλλίας και την τελευταία του τροποποίηση, η πόλη της Μάνδρας έχει χρήσεις που αφορούν κυρίως την κατοικία με αυτή να διαχωρίζεται σε αμιγής και γενική. Η αμιγής κατοικία χωροθετείται δυτικά του κέντρου της πόλης και η γενική κατοικία συνορεύει με την παραπάνω στα ανατολικά. Επιπλέον χωροθετούνται αθλητικές εγκαταστάσεις και χώροι αστικού πρασίνου.

Στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου και ιδιαίτερα στα νοτιοανατολικά χωροθετείται μία πληθώρα χρήσεων. Αυτές είναι βιοτεχνικό πάρκο – βιοτεχνίες, βιομηχανικές εγκαταστάσεις μη ιδιαιτέρως οχλούσες, ΒΙΠΑ – ΒΙΟΠΑ προς εξυγείανση, παραγωγικές δραστηριότητες χαμηλής και μέσης όχλησης, γενική κατοικία, αστικό

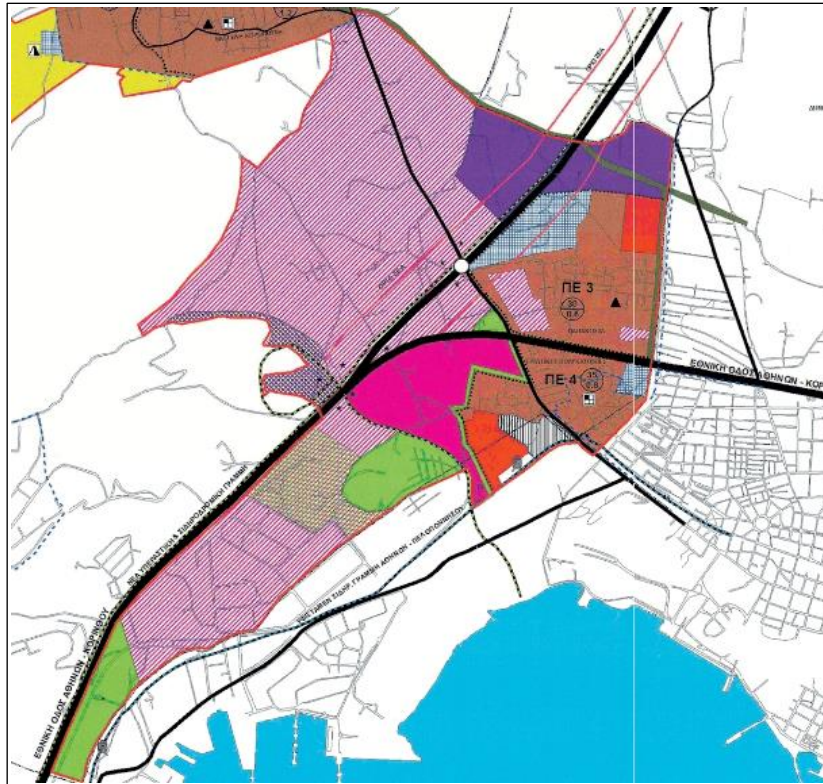
πράσινο, καθώς επίσης και αθλητικές εγκαταστάσεις. Όλες αυτές οι χρήσεις βρίσκονται περιμετρικά της Εθνικής Οδού Αθηνών – Κορίνθου.



Χάρτης 11: Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου 2017.
 [Πηγή : Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας]



Εικόνα 5: Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου 2017.
 [Πηγή : Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας]



*Εικόνα 6: Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου 2017.
[Πηγή : Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας]*

4. ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ-Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΑΝΔΡΑΣ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό, ως ακραίο καιρικό φαινόμενο ορίζεται ένα επικίνδυνο μετεωρολογικό ή υδρομετεωρολογικό φαινόμενο, με διαφορετική διάρκεια, το οποίο ενέχει κίνδυνο πρόκλησης σοβαρών ζημιών ή κοινωνικών αναταραχών και απώλειας ανθρώπινης ζωής. Απαιτούνται λοιπόν μέτρα για την ελαχιστοποίηση της απώλειας, ενώ για τη μείωση και την αποφυγή απαιτούνται λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το φαινόμενο (τοποθεσία, περιοχή ή περιφέρεια που επηρεάζονται, διάρκεια, ένταση και εξέλιξη) που πρέπει να διανεμηθούν το συντομότερο δυνατόν στο κοινό και στις αρμόδιες αρχές.

Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, ακραίο καιρικό φαινόμενο είναι «η εμφάνιση μιας τιμής σε μεταβλητή του καιρού ή του κλίματος πάνω (ή κάτω) των πρόθυρων των ανώτερων (ή κατώτερων) άκρων του εύρους των παρατηρούμενων τιμών της μεταβλητής» (IPCC, 2012).

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα δεν εμφανίστηκαν τελευταία, αλλά η συχνότητα τους, η ολοένα αυξανόμενη ένταση και οι άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις τους είναι αυτά που απασχολούν έντονα την επιστημονική κοινότητα (Banholzer, Kossin & Donner, 2014, Miller, 2012, IPCC, 2012). Σύμφωνα με τους επιστήμονες υπάρχει άμεση σύνδεση με την κλιματική αλλαγή και ειδικότερα με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, καθώς αυτή ευθύνεται για τη γένεση και ενίσχυση τέτοιων φαινομένων (Banholzer, Kossin & Donner, 2014, Miller, 2012).

Ειδικότερα, σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, στο μέλλον αναμένεται περαιτέρω αύξηση εκδήλωσης τέτοιων φαινομένων, όπως και αύξηση της συχνότητας κυμάτων καύσωνα, της ταχύτητας ανέμου των τροπικών κυκλώνων και της έντασης της ξηρασίας. Επιπρόσθετα, γεγονός όπως η «καυτή ημέρα» που εμφανίζεται μια φορά σε 20 χρόνια, είναι πιθανό να συμβαίνει κάθε δεύτερο χρόνο, μέχρι το τέλος του εικοστού πρώτου αιώνα, ενώ θα αυξάνονται επίσης, οι ισχυρές βροχοπτώσεις, επηρεάζοντας δυνητικά τη συχνότητα των φθορών και τη βέβαιη επιρροή στις κατολισθήσεις (IPCC, 2012).

4.1. Πλημμύρες

4.1.1. Ορισμός πλημμύρας

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τις πλημμύρες (2007/60/ΕΚ), ως πλημμύρα ορίζεται «η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο, υπό

φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό». Η Ευρωπαϊκή Οδηγία αναφέρει επίσης ότι «Τα πλημμυρικά φαινόμενα αποτελούν μέρος της φυσικής υδρολογικής διεργασίας, και συμβαίνουν όταν, κατά διαστήματα, μέρος του υδρογραφικού δικτύου δεν δύναται να αποστραγγίσει τον όγκο των υδάτων που απορρέουν με αποτέλεσμα να υπερχειλίζει και τα ύδατα αυτά να καταλαμβάνουν εφήμερα, τμήματα της χέρσου». Οι πλημμύρες, αποτελούν συνήθως φυσικό φαινόμενο καθώς εξαρτώνται κυρίως από γεωπεριβαλλοντικές μεταβολές. Ωστόσο μπορούν να προκληθούν και από την επίδραση ανθρώπινων παρεμβάσεων (Διακάκης, 2012).

4.1.2. Κατηγορίες πλημμύρας

Η κατηγοριοποίηση των πλημμυρών γίνεται με βάση δύο παράγοντες, την ταχύτητα εκδήλωσής της ή τον αρχικό υποδοχέα του νερού (Σαπουντζάκη & Δανδουλάκη, 2016). Στην παρούσα εργασία θα αναλυθούν οι πλημμύρες που σχετίζονται με την ταχύτητα εκδήλωσης. Η κατηγορία αυτή παρουσιάζεται πιο αναλυτικά στη συνέχεια.

➤ Πλημμύρες πεδίου

Οι πλημμύρες πεδίου, είναι πλημμύρες οι οποίες παρουσιάζουν βραδεία εξέλιξη. Το πλεονέκτημα αυτού του είδους της πλημμύρας είναι ότι έχει μια πιο αργή εκδήλωση, με αποτέλεσμα να εκδίδονται έγκαιρες προειδοποιήσεις και να γίνονται οι απαραίτητες προετοιμασίες. (Μπάιμου, 2019; Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, 2015) Συνεπώς, δεν προκαλούν μεγάλες καταστροφές καθώς μπορούν να προβλεφθούν και είναι ελεγχόμενες.

➤ Ξαφνικές ή αιφνίδιες πλημμύρες

Οι ξαφνικές ή αιφνίδιες πλημμύρες, έχουν βασικά χαρακτηριστικά την ορμητικότητα και τη γρήγορη εξέλιξη. Στον Ελλαδικό χώρο αποτελούν το πιο συνηθισμένο είδος πλημμύρας, καθώς η γεωμορφολογία ευνοεί την ανάπτυξη ρεμάτων με μικρές λεκάνες απορροής. Παράλληλα οι απότομες κλίσεις συντελούν στη γρήγορη αποστράγγισή της πλημμύρας (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, 2015). Οι παράγοντες που μπορεί να συμβάλλουν σε μια αιφνίδια πλημμύρα είναι :

- η ένταση της βροχής και η διάρκειά της,
- η τοπογραφία,
- οι συνθήκες του εδάφους,
- η καταστροφή των δασών και η αστικοποίηση (Μπεζιργιαννίδης, 2007).

Τέτοιου είδους πλημμύρες εντοπίζονται κυρίως σε ορεινές περιοχές με έντονες κλίσεις εδάφους, όπου οι βροχοπτώσεις προκαλούν κατολισθήσεις εδάφους ή ιλύος. Η διάρκεια της πλημμύρας εξαρτάται από την επιφανειακή απορροή που προκαλείται και ενδέχεται να προκληθούν σημαντικές καταστροφές σε κτήρια και υποδομές καθώς η

διαβρωτική δύναμη του νερού της βροχής μπορεί να αποδυναμώσει τα θεμέλια των κτηρίων, προκαλώντας σχισμές και ρωγμές (Βοζινάκη, 2014).

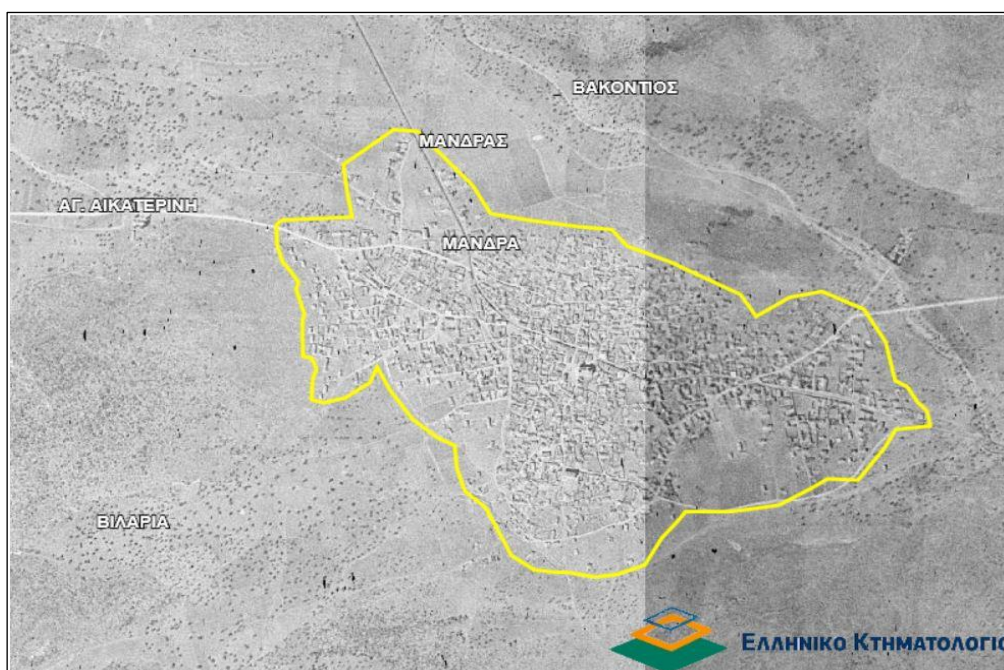
4.1.3. Αστικοποίηση και πλημμύρες

Ο όρος αστικοποίηση είναι μια σύνθετη έννοια που αναφέρεται όχι μόνο στην μετατροπή του φυσικού περιβάλλοντος σε δομημένο, αλλά και στον τρόπο ζωής και επίδρασης των κατοίκων σε αυτό.

Το φυσικό περιβάλλον των σύγχρονων κοινωνιών και κυρίως η φυσική βλάστησή τους, αντικαθίστανται ολοένα και περισσότερο από αδιαπέρατα υλικά όπως η ασφαλτος και το τσιμέντο προκειμένου να ικανοποιηθούν οι συνεχείς ανθρώπινες ανάγκες για μεταφορά και στέγαση. Η κάλυψη της φυσικής επιφάνειας οδηγεί στη μείωση της αποθηκευτικής ικανότητας, τόσο στην επιφάνεια όσο και στο έδαφος, στη μείωση της εξατμισοδιαπνοής και σε μεγαλύτερη απορροή.

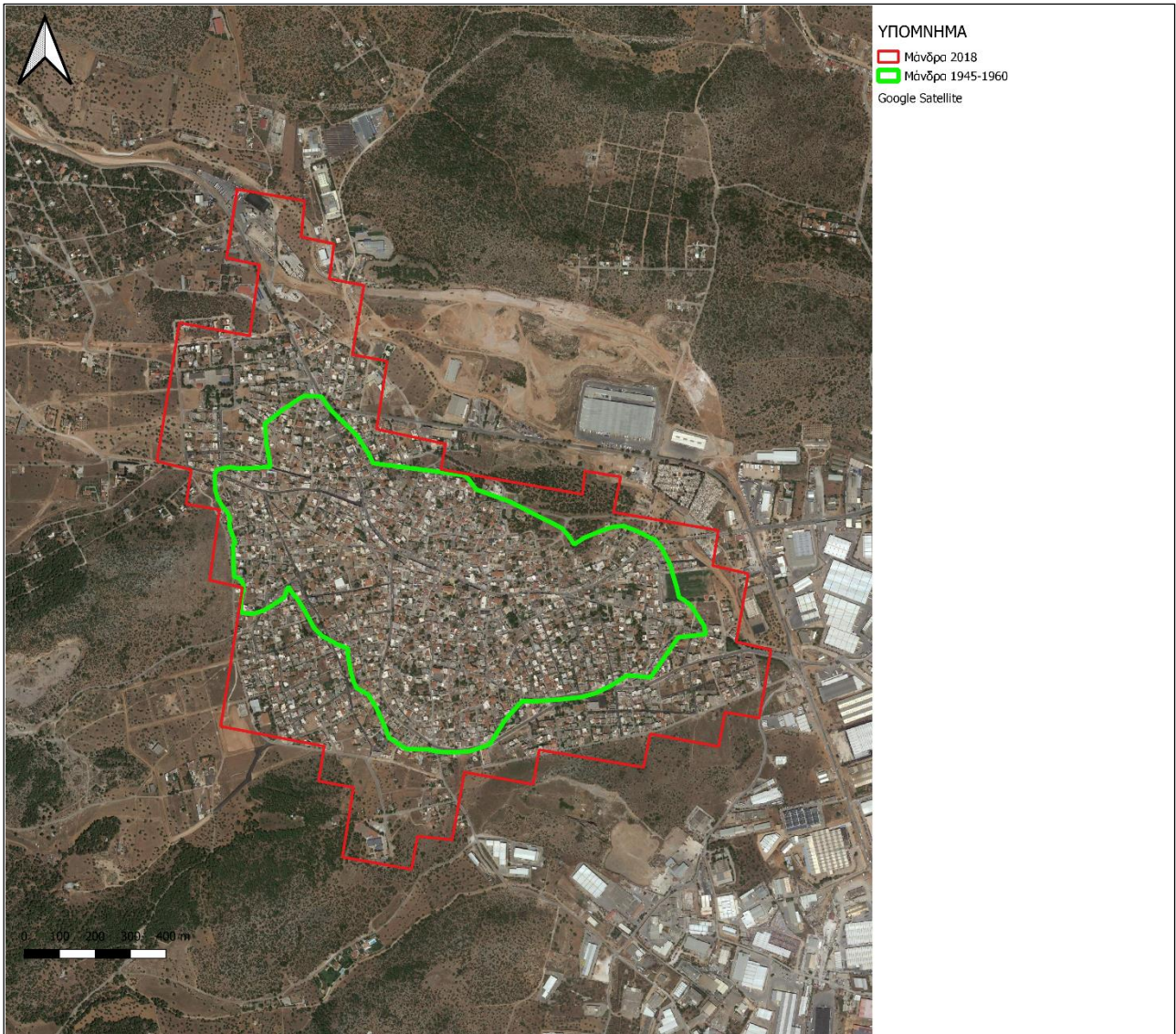
Τα φυσικά ρέματα αντικαθίστανται από τεχνητά, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ταχύτητα ροής του νερού λόγω έλλειψης τριβής μέσα στις λείες τεχνητές επιφάνειες. Προβλήματα αντιμετωπίζουν και οι περιοχές των οποίων η δόμηση αναπτύσσεται εκατέρωθεν ποταμών ή ρεμάτων. Ως άμεση απόρροια, η στάθμη του νερού αυξάνεται καθώς εμποδίζεται η πλευρική εξάπλωση των υδάτων. Έτσι, οι περιοχές αυτές μπορεί να δεχθούν περισσότερο νερό και γρηγορότερα, με πολλαπλές συνέπειες στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η πόλη της Μάνδρας την περίοδο μεταξύ του 1945 και του 1960 είχε εμβαδό 0,731 τετραγωνικών χιλιομέτρων, σύμφωνα με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην ιστοσελίδα του Κτηματολογίου.



Εικόνα 7: Η πόλη της Μάνδρας (1945-1960). [Πηγή : <https://gis.ktimanet.gr>]

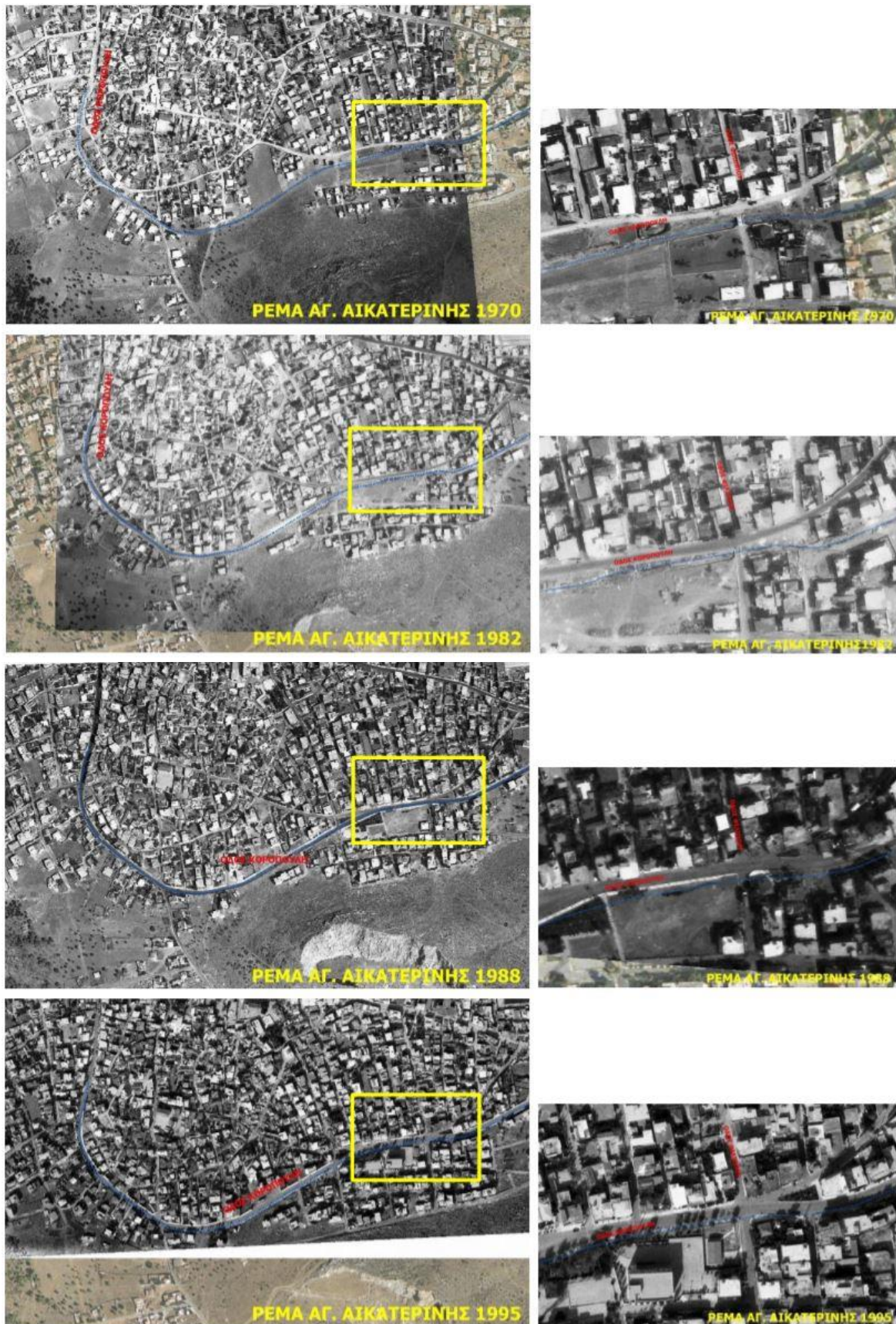
Με την πάροδο των ετών, και για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών ο αστικός ιστός της Μάνδρας αναπτύχθηκε και σήμερα έχει έκταση 1,54 τετραγωνικά χιλιόμετρα.



Χάρτης 12: Η πόλη της Μάνδρας την περίοδο 1945-1960 και το 2018 [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

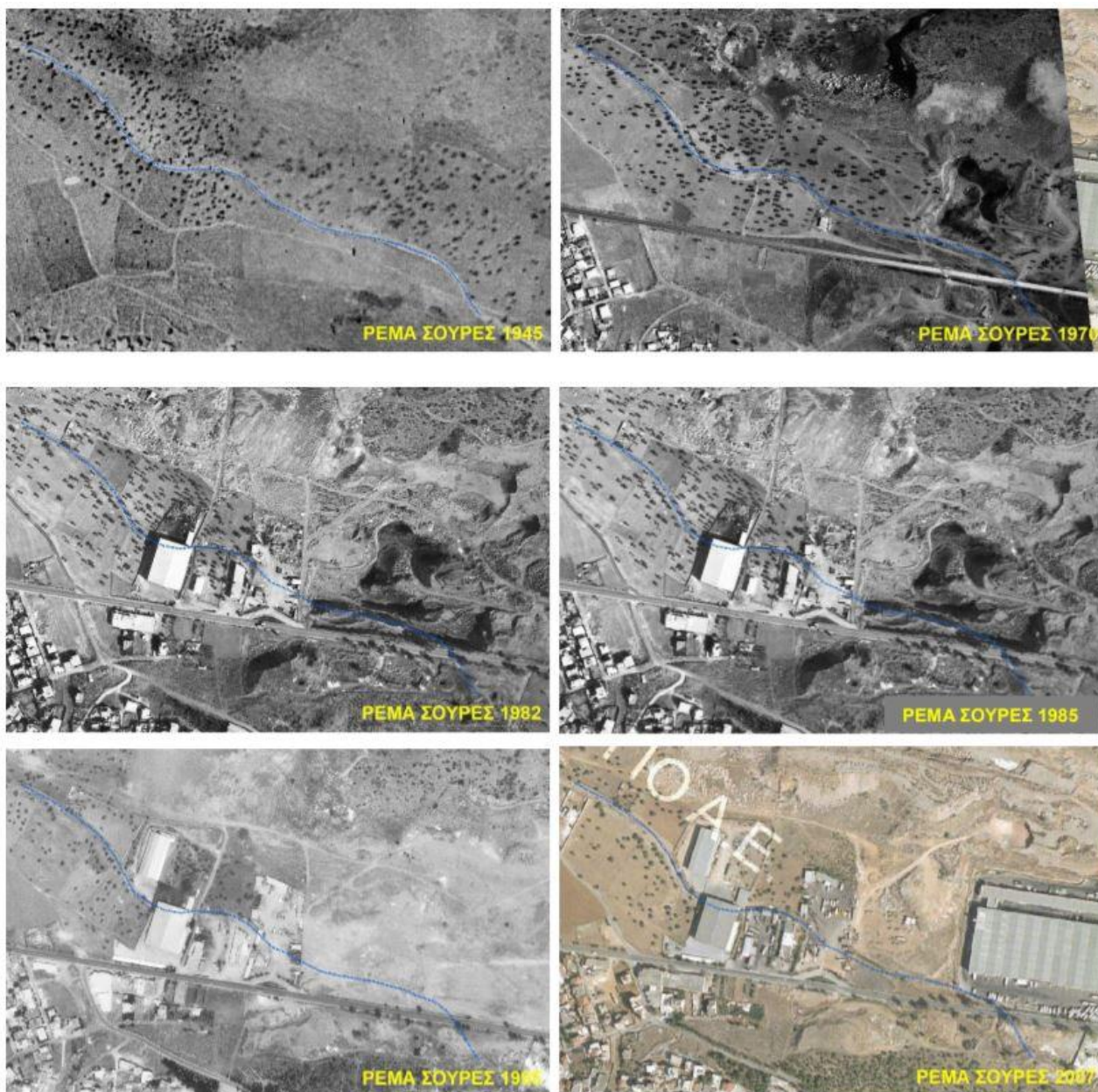
Χαρακτηριστικό της αστικοποίησης της περιοχής, είναι πως λόγω της ανθρωπογενούς παρέμβασης, τα ρέματα της είναι έντονα επιβαρυνμένα από ένα πλήθος μικρών και μεγάλων κατασκευών. Σε πολλά σημεία οι διατομές τους είναι ανεπαρκείς ή και ανύπαρκτες με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ομαλή ροή των υδάτων προς τη θάλασσα.

Σε μια σειρά ιστορικών αεροφωτογραφιών που αφορά το ρέμα Αγ. Αικατερίνης, και το νότιο τμήμα της φαίνεται η παλαιότερη φυσική ροή που ήταν παράλληλη της οδού Κοροπούλη, αλλά και όλη η εξέλιξη μέχρι τη σημερινή πλήρη κάλυψη του ρέματος.



Εικόνα 8: Αεροφωτογραφίες του Ρέματος Αγ. Αικατερίνη [Πηγή : <http://www.beyond-eocenter.eu/images/news-events/20180430/Mandra-Report-BEYOND.pdf>]

Σε μια σειρά ιστορικών αεροφωτογραφιών που αφορά το Ρέμα Σούρες και καλύπτει την βιομηχανική περιοχή βόρεια της αστικής περιοχής της Μάνδρας γύρω από το σημερινό εργοτάξιο του δήμου, όπου φαίνεται η παλαιότερη φυσική ροή και όλη η εξέλιξη μέχρι την σημερινή κατάσταση όπου η δόμηση δημοτικών και ιδιωτικών βιομηχανικών εγκαταστάσεων παρεμποδίζει τη ροή του ρέματος (Κοντοές κ.α, 2018).



Εικόνα 9: Αεροφωτογραφίες του Ρέματος Σούρες [Πηγή : <http://www.beyond-eocenter.eu/images/news-events/20180430/Mandra-Report-BEYOND.pdf>]

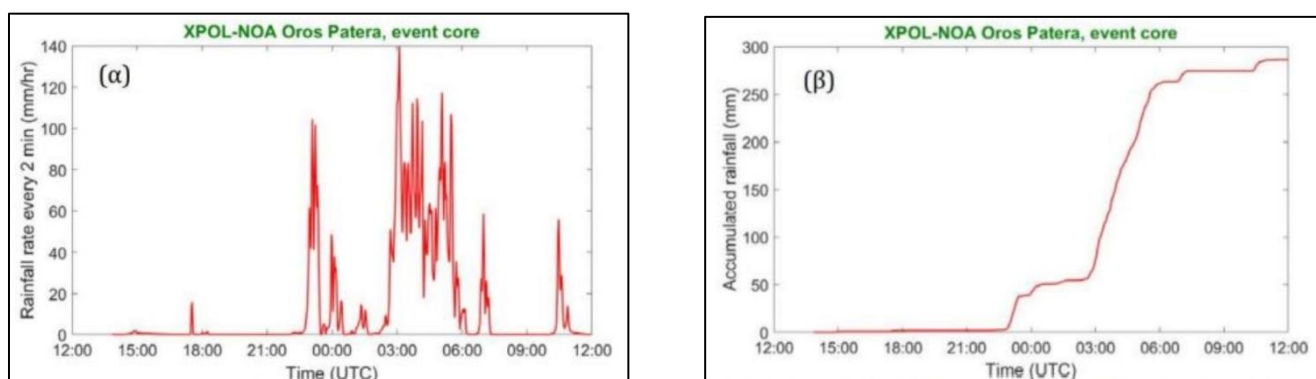
Στην περίπτωση του ρέματος Σούρες η αστική επέκταση την τελευταία 20ετία παρεμπόδισε περαιτέρω τη φυσική ροή βόρεια της αστικής περιοχής της Μάνδρας (όπως επιβεβαιώνουν και οι ιστορικές αεροφωτογραφίες). Ωστόσο η υπάρχουσα δόμηση προ εικοσαετίας παρεμπόδιζε ήδη τη φυσική ροή του ρέματος Αγίας Αικατερίνης/Κατσημίδα, εντός της αστικής περιοχής της Μάνδρας (όπως

επιβεβαιώνουν και οι ιστορικές αεροφωτογραφίες) (Κοντοές κ.α.,2018). Οι αυθαιρεσίες στην ευρύτερη περιοχή και η έλλειψη αντιπλημμυρικών έργων είναι οι σημαντικότερες αιτίες της καταστροφής (Λέκκας κ.α.,2017).

4.1.4. Το πλημμυρικό γεγονός της 15ης Νοεμβρίου 2017

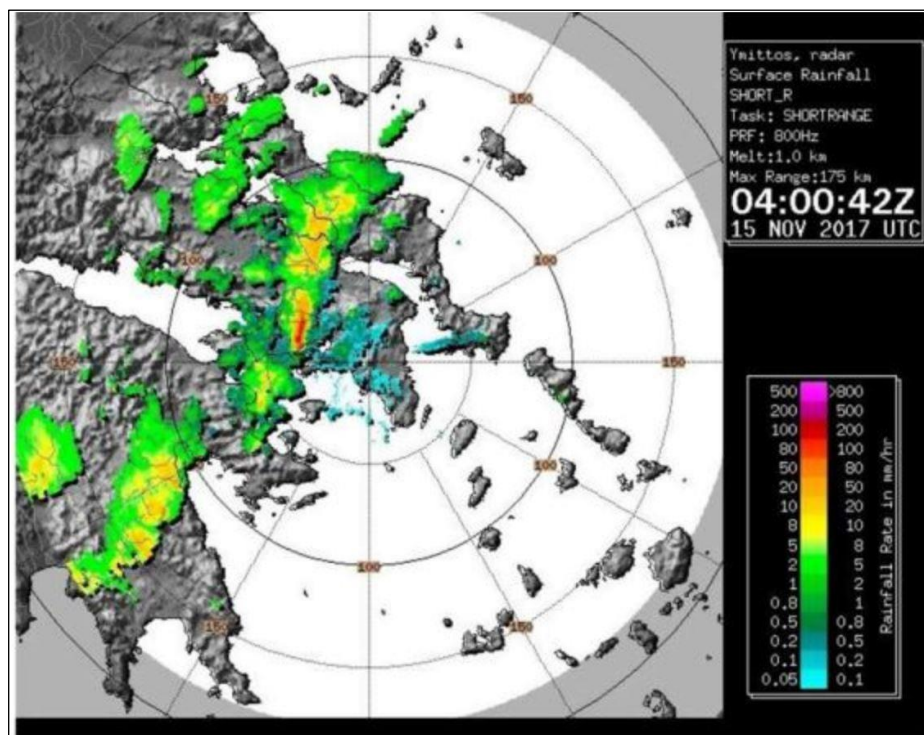
Από το απόγευμα της Τρίτης 14 Νοεμβρίου 2017 και κοντά στις 20:00 ώρα Ελλάδος παρατηρήθηκε μία ήπια και σύντομης διάρκειας βροχόπτωση βορειοδυτικά της περιοχής της Μάνδρας και βόρεια της Νέας Περάμου, στην πλαγιά του όρους Πατέρα. Στη συνέχεια, τις πρώτες πρωινές ώρες της 15ης Νοεμβρίου, η βροχόπτωση επανήλθε ως βίαιη διακοπτόμενη καταιγίδα, που διήρκεσε μέχρι το πρωί και χαρακτηρίστηκε ως πάρα πολύ ισχυρή.

Η συνολική διάρκεια της ραγδαίας αυτής βροχόπτωσης έφτασε τις 8 ώρες περίπου, με τον κύριο όγκο του νερού να κατακρημνίζεται σε 2 διακοπτόμενα διαστήματα όπως φαίνεται και στο γράφημα από το radar XPOL του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ), που βρίσκεται στον Υμηττό. Οι τιμές που κατέγραψε το ραντάρ αφορούν στην ευρύτερη περιοχή του όρους Πατέρα, διότι το εν λόγω ραντάρ δεν έχει υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση. Ωστόσο επιβεβαιώνει την ένταση και την ραγδαιότητα του πλημμυρικού επεισοδίου.



Διάγραμμα 3:(α) Υετογράφημα, (β) Αθροιστική καμπύλη βροχόπτωσης όπως καταγράφηκαν από το XPOL. Ωρα UTC=τοπική ώρα [Πηγή: Κοντοές κ.ά.,2018]

Όπως φαίνεται στην παραπάνω αθροιστική καμπύλη βροχόπτωσης, στον πυρήνα του συμβάντος που διήρκεσε μόλις 3 ώρες, μεταξύ 05:00 και 08:00 το πρωί της 15ης Νοεμβρίου, καταγράφηκε συνολικό ύψος βροχής άνω των 200 mm, με τον ρυθμό βροχόπτωσης να αγγίζει μέχρι και τα 140 mm/h. Για να γίνει κατανοητός ο πλημμυρικός όγκος, ενδεικτικά αναφέρεται ότι η μέση ετήσια βροχόπτωση της περιοχής ανέρχεται στα 59 mm. Τα δεδομένα αυτά συμφωνούν και με δεδομένα που προέκυψαν από επεξεργασία δορυφορικών λήψεων της NASA, η οποία πραγματοποιήθηκε από τον Δρ. Ευθύμιο Νικολόπουλο του Πανεπιστημίου του Connecticut, ΗΠΑ.



Εικόνα 10: Απεικόνιση από το ραντάρ Υμηττού της ΕΜΥ [Πηγή: ΕΜΥ]

Η χαρτογράφηση της έκτασης της πλημμύρας έγινε από το ΕΑΑ με χρήση δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Η αποτύπωση της έκτασης των πλημμυρισμένων εκτάσεων βασίστηκε κυρίως σε πολυφασματική εικόνα από τον οπτικό δέκτη του δορυφόρου WorldView-4, της οποίας η λήψη πραγματοποιήθηκε στις 21/11/2017. Πρόκειται για υψηλής χωρικής ανάλυσης εικόνα με διακριτική ικανότητα 31cm.

Από τη χαρτογράφηση προκύπτει ότι πλημμύρισε το μεγαλύτερο μέρος της οικιστικής αλλά και σημαντικό μέρος της βιομηχανικής ζώνης της Μάνδρας. Το πλημμυρικό κύμα εξαπλώθηκε, εκατέρωθεν των φυσικών κοιτών των χειμάρρων Σούρες και Αγ. Αικατερίνη, καθώς και εκατέρωθεν του οδικού άξονα ΠΕΟΕΘ. Στην εικόνα 11 σημειώνεται με μωβ χρώμα η περιοχή που το βάθος των υδάτων ήταν σημαντικό και μεγαλύτερο των 30cm.

Η αστική περιοχή της Μάνδρας είναι χτισμένη μέσα στη φυσική ροή του ρέματος Αγίας Αικατερίνης χωρίς να υπάρχει διευθέτηση της κοίτης. Η φυσική ροή του ρέματος Σούρες παρεμποδίζεται σε διάφορα σημεία από ιδιωτικές αλλά και δημοτικές εγκαταστάσεις. Επίσης υπήρχαν ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι στα δυτικά και στα βόρεια της αστικής περιοχής της Μάνδρας που διέσχιζαν τα ρέματα χωρίς καμία διευθέτηση κοίτης. Τα τεχνικά έργα που υπήρχαν σε διάφορες περιοχές κρίθηκαν ανεπαρκή. Οι διευθετημένες, καταπατημένες κι εγκιβωτισμένες κοίτες των χειμάρρων δεν ήταν σε θέση να αποστραγγίσουν τον τεράστιο πλημμυρικό όγκο που κατέφθασε από τις

πλαγιές του όρους Πατέρα. Έτσι δημιουργήθηκε ένα πλημμυρικό πεδίο που κάλυψε τις περιοχές πλησίον των φυσικών κοιτών των δύο ρεμάτων.



Εικόνα 11: Τελική αποτύπωση της πλημμυρισμένης έκτασης του ΕΕΑ [Πηγή: Κοντοές και συν.2018]

Στην περίπτωση του χειμάρρου Αγ. Αικατερίνη, η φυσική κοίτη διατρέχει τους βασικούς οδικούς άξονες της πόλης, με αποτέλεσμα η πλημμύρα να καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της πόλης της Μάνδρας. Στην περίπτωση του χειμάρρου Σούρες, τα ορμητικά νερά κατέστρεψαν και παρέσυραν αριθμό κτιρίων που είχαν χτιστεί πάνω στο ρέμα, βορειοανατολικά του οικισμού, και πλημμύρισαν τη βιομηχανική περιοχή στα δυτικά του οικισμού της Μαγούλας. Στο νοτιοανατολικό σημείο της πόλης όπου συμβάλλουν τα δύο ρέματα, το δίκτυο υπερχείλισε μετατρέποντας τη Παλαιά Εθνική Οδό Ελευσίνας-Θήβας σε χείμαρρο.

Ο νέος χείμαρρος στην ΠΕΟΕΘ έπληξε μεγάλο μέρος της βιομηχανικής περιοχής της Μάνδρας και πλημμύρισε την Αττική οδό, καθώς επίσης και τον οικισμό Παπακώστα και τις εργατικές κατοικίες που βρίσκονται κατάντη της Αττικής οδού και βόρεια της Ελευσίνας.

Οι χρήσεις γης που επηρεάστηκαν από την πλημμύρα σύμφωνα με το Corine 2018 ανήκουν στις κατηγορίες των τεχνητών επιφανειών, των γεωργικών περιοχών και των δασών και ημι-φυσικών περιοχών. Πιο συγκεκριμένα, με ανάλυση έως το τρίτο επίπεδο, οι χρήσεις που επηρεάστηκαν είναι οι ακόλουθες :

- Ασυνεχής αστικός ιστός
- Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες
- Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα
- Μη αρδευόμενη αρώσιμη γη

- Σύνθετες καλλιέργειες και
- Σκληροφυλλική βλάστηση.

Από την καταστροφική πλημμύρα της 15ης Νοεμβρίου 2017, 25 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους ενώ δεκάδες τραυματίστηκαν. Η Μάνδρα ήταν η περιοχή που χτυπήθηκε βιαιότερα από το πλημμυρικό κύμα, αφού της αντιστοιχεί το 88% του συνολικού ποσού που καταβλήθηκε για ζημιές σε περιουσίες. («ΕΑΕΕ: Στα 12,3 εκατομμύρια ευρώ οι αποζημιώσεις στη Δυτική Αττική», 2018). Σύμφωνα με τα στοιχεία από την Περιφέρεια Αττικής, στην περιοχή της Μάνδρας 1700 στρέμματα καλλιέργειας κηπευτικών καταστράφηκαν και περίπου 2.700 ελαιόδεντρα. Αναφορικά με το ζωικό κεφάλαιο, έχουν αναφερθεί απώλειες 500 αιγοπροβάτων, καθώς επίσης 200 περίπου μελισσοσμηνών με πλαισιοκυψέλες. Επίσης 436 αυτοκίνητα καταστράφηκαν. Όσον αφορά τις κτιριακές υποδομές, 1600 κατοικίες χρειάζονται επισκευή ενώ 10 κατοικίες χρειάζονται ανακατασκευή. Επίσης επισκευή χρειάζονται 150 αποθήκες, 2 ιεροί ναοί και 5 Δημόσια κτίρια.

Μετά από τα πλημμυρικά φαινόμενα της 15ης Νοεμβρίου και τις εργασίες αποκατάστασης προέκυψαν μεγάλες ποσότητες φερτών και άλλων υλικών. Η Περιφέρεια Αττικής αιτήθηκε στο Υπουργείο Περιβάλλοντος την έγκριση για την κατ' εξαίρεση μεταφορά και διάθεση αδρανών υλικών στο ανενεργό λατομείο TITAN Α.Ε. η οποία και δόθηκε. Η ποσότητα των φερτών υλικών εκτιμάται περίπου σε 220.000 τόνους και αποτελούνται κυρίως από υδαρείς λάσπες, χρώματα, πέτρες αλλά και μπάζα τα οποία προέρχονται από κατεδαφίσεις δομικών κατασκευών, ογκώδη υλικά οικιακού εξοπλισμού όπως στρώματα έπιπλα.

4.1.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της πλημμύρας στην πόλη της Μάνδρας

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις επιπτώσεις του πλημμυρικού γεγονότος της 15ης Νοεμβρίου 2017 στην πόλη της Μάνδρας. Το μέγεθος της επίπτωσης λαμβάνει τιμές από 1, που χαρακτηρίζεται ως πολύ χαμηλό, έως 5, που χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλό. Το είδος της επίπτωσης χαρακτηρίζεται ως θετικό, αρνητικό και ουδέτερο και εμφανίζεται με πράσινο, κόκκινο και λευκό χρώμα αντίστοιχα.

Το σύνολο των μεταβλητών του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, καθώς και η χλωρίδα, η πανίδα και οι εδαφικοί πόροι έχουν αρνητική και πολύ υψηλού μεγέθους επίπτωση (5). Οι μεταβλητές του αναγλύφου και του τοπίου εμφανίζουν αρνητική και υψηλού μεγέθους επίπτωση (4), λόγω του όγκου των φερτών υλικών που παρέσυρε ο όγκος του νερού στον αστικό και περιαστικό χώρο. Οι υδατικοί πόροι και το κλίμα είχαν αρνητική μεσαία (3) και χαμηλή επίπτωση (2) αντίστοιχα. Οι δύο αυτές μεταβλητές επηρεάστηκαν κυρίως από την καταστροφή της χλωρίδας, οδηγώντας σε αλλαγές στο μικροκλίμα της περιοχής.

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Πλημμύρας				
	Μεταβλητές	Επιπτώσεις	Είδος Επίπτωσης	
ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	Χλωρίδα	5	Θετικό	
	Πανίδα	5	Αρνητικό	
	Έδαφικοί Πόροι	5	Ουδέτερο	
	Ανάγλυφο	4	Μέγεθος Επίπτωσης	
	Κλίμα	2	Πολύ Χαμηλό	1
	Υδατικοί Πόροι	3	Χαμηλό	2
	Πολιτιστικοί Πόροι	1	Μεσαίο	3
	Τοπίο	4	Υψηλό	4
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	Κοινωνία	5	Πολύ Υψηλό	5
	Οικονομία	5		
	Υποδομές και Δίκτυα	5		
	Χρήσεις Γης	5		

Πίνακας 4: Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Πλημμύρας στην πόλη της Μάνδρας



Εικόνα 12: Πλημμυρικό γεγονός στην πόλη της Μάνδρας. [Πηγή : Google]



Εικόνα 13: Πλημμυρικό γεγονός στην πόλη της Μάνδρας. [Πηγή : Google]



Εικόνα 14: Λήψη από drone ομάδας μεταπτυχιακού του ΕΚΠΑ [Πηγή: Google]

5. ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

5.1. Κλιματικά σενάρια

Με βάση τις εκτιμήσεις της Πέμπτης Έκθεσης Αξιολόγησης της IPCC, έχουν προταθεί τέσσερα κλιματικά σενάρια εκπομπών αερίων (Representative Concentration Pathways – RCPs). Τα σενάρια αυτά συνδέονται με χρονοσειρές συγκεντρώσεων εκλυόμενων αερίων του θερμοκηπίου, αιωρούμενων σωματιδίων και χημικά ενεργών αερίων στην ατμόσφαιρα, καθώς και με αλλαγές χρήσεων γης. Οι βασικές παράμετροι που καθορίζουν τα τέσσερα αυτά διαφορετικά σενάρια είναι :

- ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού,
- οι οικονομικές δραστηριότητες,
- ο τρόπος ζωής,
- οι πηγές ενέργειας,
- η τεχνολογική ανάπτυξη,
- οι μελλοντικές χρήσεις γης και
- η γενικότερη πολιτική απέναντι στις κλιματικές αλλαγές.

Στα σενάρια αυτά περιλαμβάνονται ένα ήπιο σενάριο (RCP2.6), δύο μέτρια (RCP4.5 και RCP6.0) και ένα σενάριο με πολύ υψηλές συγκεντρώσεις εκλυόμενων αερίων του θερμοκηπίου (RCP8.5).

Το **RCP2.6** είναι ένα αντιπροσωπευτικό σενάριο στο οποίο η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας συγκριτικά με την προ-βιομηχανική εποχή εκτιμάται κάτω από 2°C.

Το **RCP4.5** αφορά σε ένα σενάριο σταθεροποίησης κατά το οποίο το ενεργειακό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας σταθεροποιείται μετά το 2100, χωρίς να υπερβαίνει τον μακροπρόθεσμο στόχο. Το συγκεκριμένο σενάριο λαμβάνει υπόψιν του ότι θα υλοποιηθούν προγράμματα αναδάσωσης και ότι θα πραγματοποιηθούν αλλαγές στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Επιπλέον, οι εκπομπές μεθανίου αναμένονται να είναι σταθερές, ενώ οι εκπομπές CO₂ επιτρέπεται να αυξηθούν με αργούς ρυθμούς έως το 2040 και να αρχίσουν να μειώνονται στη συνέχεια. Το RCP4.5 στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και της χρήσης ορυκτών καυσίμων, ενώ υποθέτει αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της χρήσης πυρηνικής ενέργειας.

Το σενάριο **RCP8.5** χαρακτηρίζεται από αυξανόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, οδηγώντας σε υψηλά επίπεδα συγκεντρώσεων των αερίων αυτών. Αναπαριστά μία μελλοντική κατάσταση κατά την οποία δεν θα υλοποιηθούν πολιτικές μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και οι εκπομπές μεθανίου και N₂O θα αυξηθούν

με ταχείς ρυθμούς μέχρι το τέλος του αιώνα. Θα αυξηθεί η χρήση της γης λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού καθώς και η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας και για τη μετακίνηση.

5.2. Σενάριο 1 : Μηδενικό σενάριο

Ως μηδενική λύση ορίζεται το σενάριο στο οποίο δεν γίνεται καμία παρέμβαση στην περιοχή μελέτης. Στην περίπτωση της Μάνδρας, η λύση αυτή θα είχε ως αποτέλεσμα την ύπαρξη διαρκών και αυξανόμενων κινδύνων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

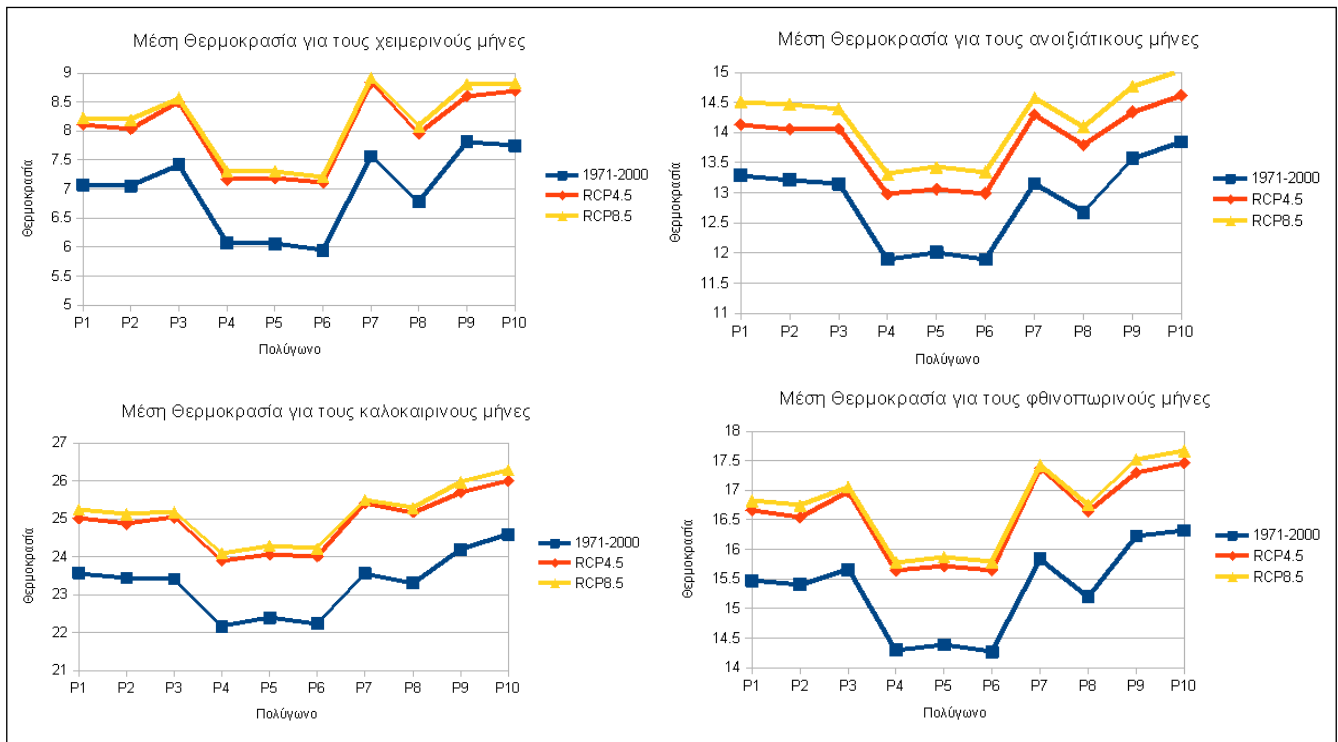
Σε αντίστοιχη μελέτη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) η περιοχή ενδιαφέροντος καλύπτεται από συνολικά 10 pixel, με κάθε ένα από αυτά να περιλαμβάνει στοιχεία που αφορούν σε δείκτες θερμοκρασίας, ύψους βροχής και σχετικής υγρασίας για την περίοδο 1971-2000 και 2026-2045 και τα κλιματικά σενάρια RCP4.5 και RCP8.5, αντίστοιχα.



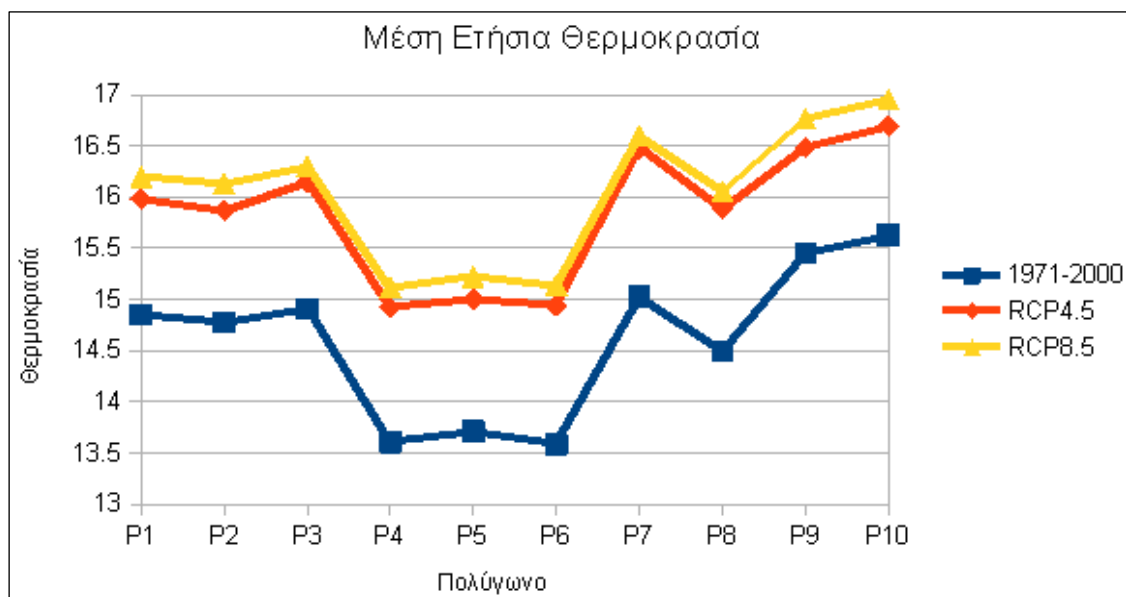
Εικόνα 15: Διαχωρισμός της περιοχής μελέτης σύμφωνα με το ΕΑΑ [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

➤ Θερμοκρασία

Τα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζουν τις θερμοκρασίες της περιοχής μελέτης την περίοδο 1971-2000 και 2026-2065 για τα κλιματικά σενάρια RCP4.5 και RCP8.5 για κάθε εποχή, κάθε πολύγωνο, αλλά και σε ετήσια βάση.



Διάγραμμα 4: Μέση Θερμοκρασία ανά εποχή, ανά πολύγωνο, ανά σενάριο

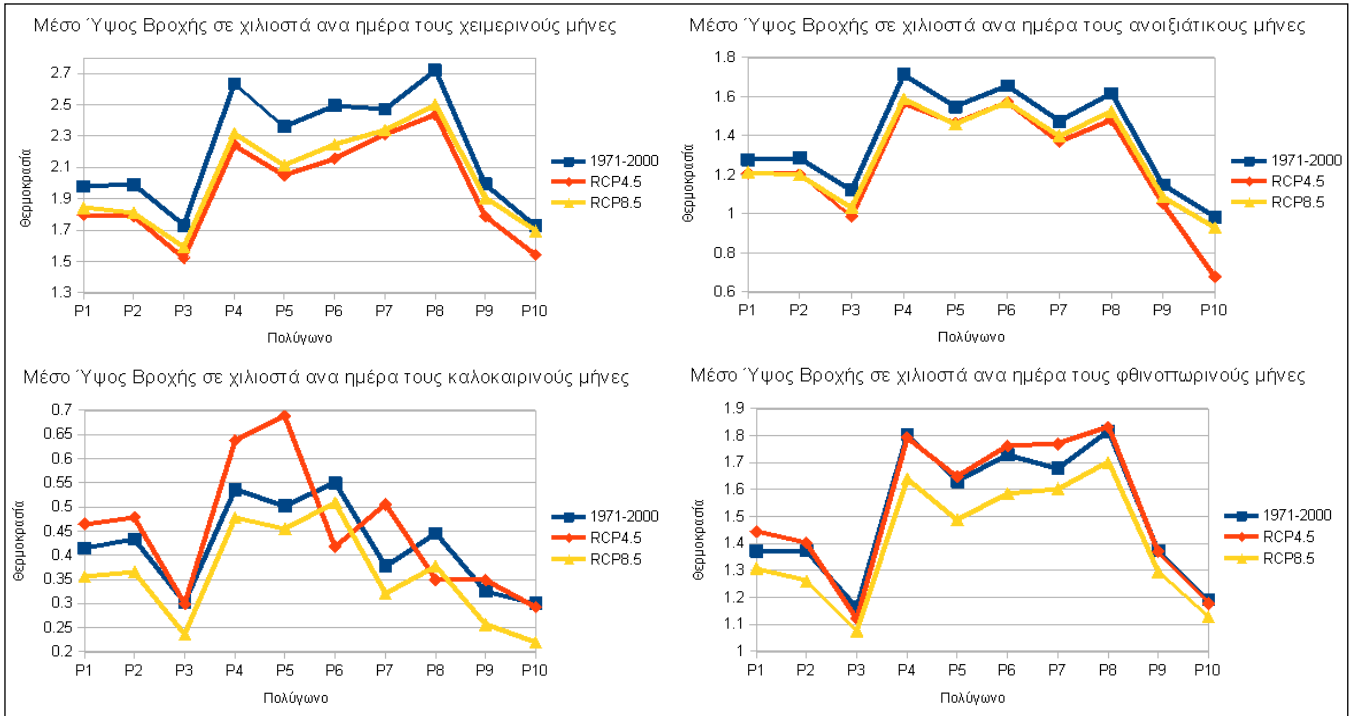


Διάγραμμα 5: Μέση Ετήσια Θερμοκρασία ανά πολύγωνο, ανά σενάριο

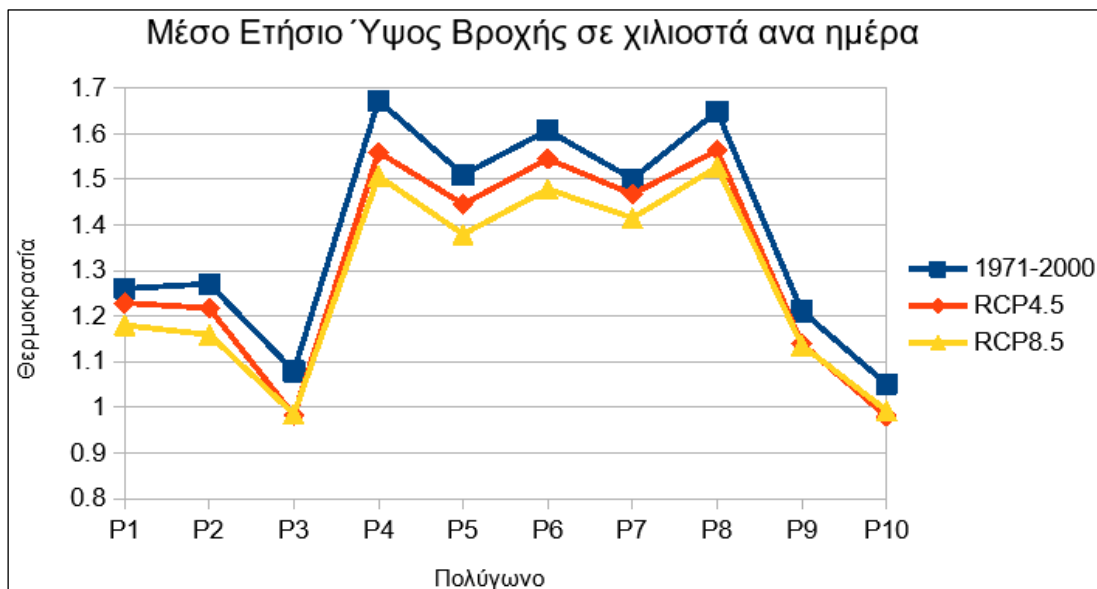
Συνολικά για την περίοδο 1971-2000 η μέση θερμοκρασία της περιοχής ήταν ίση με 14.60°C . Σύμφωνα με τις προβλέψεις του ΕΑΑ την περίοδο 2026-2065 η θερμοκρασία υπολογίζεται ίση με 15.84°C για το κλιματικό σενάριο RCP4.5 και με 16.04°C για το κλιματικό σενάριο RCP8.5. Επομένως προκύπτει αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας από 1.24°C στο RCP4.5 έως και 1.44°C στο RCP8.5.

➤ Μέσο ύψος βροχής (Χιλιοστά/Ημέρα)

Τα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζουν το μέσο ύψος βροχής σε χιλιοστά ανά ημέρα την περίοδο 1971-2000 και 2026-2065 για τα κλιματικά σενάρια RCP4.5 και RCP8.5 για κάθε εποχή, κάθε πολύγωνο, αλλά και σε ετήσια βάση.



Διάγραμμα 6: Μέσο Ύψος Βροχής ανά εποχή, ανά πολύγωνο, ανά σενάριο



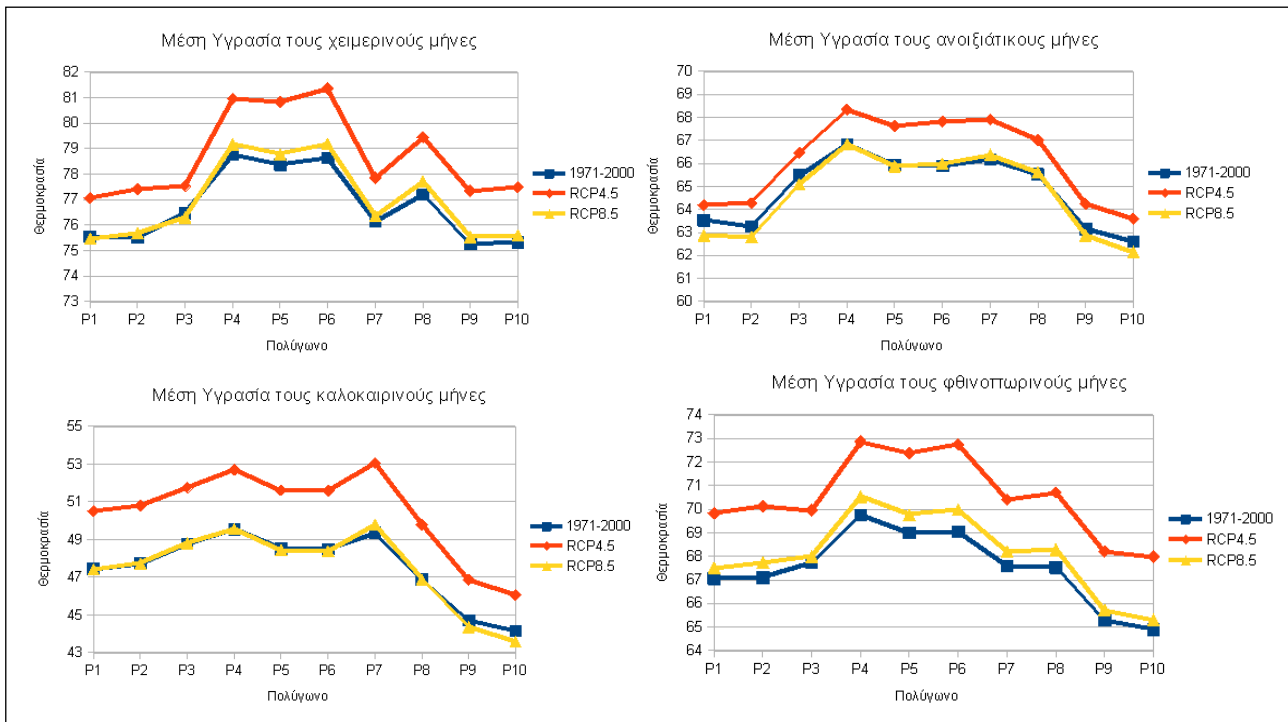
Διάγραμμα 7: Μέσο Ετήσιο Ύψος Βροχής ανά πολύγωνο, ανά σενάριο

Συνολικά για την περίοδο 1971-2000 το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της περιοχής ήταν ίσο με 1.38 mm/day. Σύμφωνα με τις προβλέψεις του ΕΑΑ την περίοδο 2026-2065 αυτό υπολογίζεται ίσο με 1.31 mm/day για το κλιματικό σενάριο RCP4.5 και

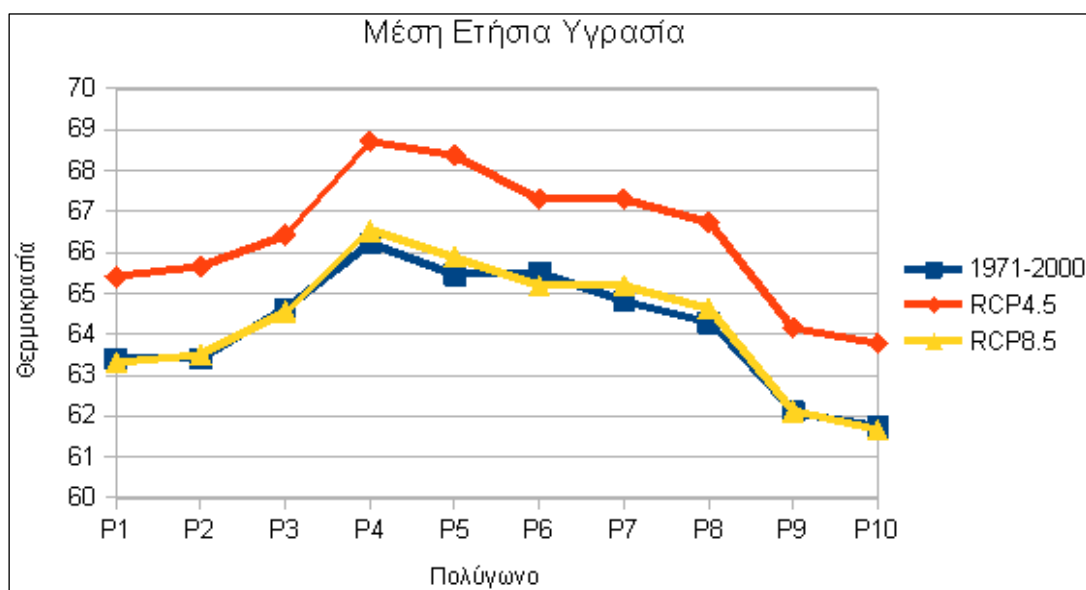
1.28 mm/day για το κλιματικό σενάριο RCP8.5. Επομένως προκύπτει μείωση το μέσου ύψους βροχής από 0.07 mm/day στο RCP4.5 έως και 0.10 mm/day στο RCP8.5.

➤ Σχετική υγρασία (%)

Τα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζουν τις τιμές της σχετικής υγρασίας σε ποσοστό (%) της περιοχής μελέτης την περίοδο 1971-2000 και 2026-2065 για τα κλιματικά σενάρια RCP4.5 και RCP8.5 για κάθε εποχή, κάθε πολύγωνο, αλλά και σε ετήσια βάση.



Διάγραμμα 8: Μέση Υγρασία ανά εποχή, ανά πολύγωνο, ανά σενάριο



Διάγραμμα 9: Μέση Ετήσια Υγρασία ανά πολύγωνο, ανά σενάριο

Συνολικά για την περίοδο 1971-2000 η ετήσια σχετική υγρασία της περιοχής ήταν ίση με 64.15%. Σύμφωνα με τις προβλέψεις του ΕΑΑ την περίοδο 2026-2065 αυτή υπολογίζεται ίση με 66.39% για το κλιματικό σενάριο RCP4.5 και 64.26% για το κλιματικό σενάριο RCP8.5. Επομένως προκύπτει αύξηση της υγρασίας κατά 2.24% στο RCP4.5 και 0.11% στο RCP8.5.

Συνοψίζοντας, σύμφωνα με τις παραπάνω προβλέψεις των δύο μοντέλων για το μηδενικό σενάριο, προκύπτει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας αλλά και της υγρασίας, με το ημερήσιο ύψος βροχής να μειώνεται. Παράλληλα, ένα τέτοιο σενάριο αφήνει την περιοχή εκτεθειμένη στις καταστροφικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, όχι μόνο περιβαλλοντικά, αλλά και κοινωνικά και οικονομικά.

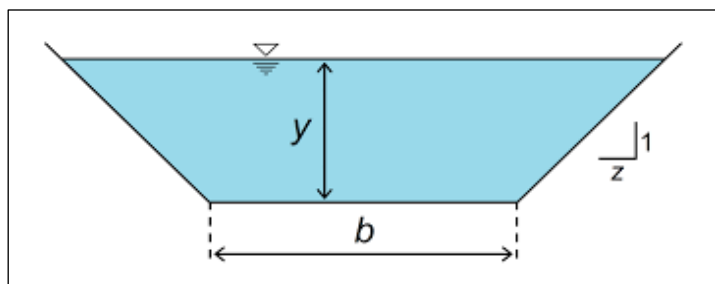
5.3. Σενάριο 2 : Σενάριο διευθέτησης του ρέματος Σούρες και του χειμάρρου Αγ.Αικατερίνης

Τα ρέματα αποτελούν διεξόδους του επιφανειακού νερού της βροχής προς τη θάλασσα, ενώ παράλληλα λειτουργούν ως ένα φυσικό αντιπλημμυρικό σύστημα. Αποτελούν υγροτόπους, στους οποίους η διατήρηση του πρασίνου στηρίζει και προσφέρει καταφύγιο σε αρκετά είδη μικροπανίδας. Επηρεάζουν το κλίμα των περιοχών που διασχίζουν καθιστώντας το ηπιότερο, ρυθμίζοντας την υγρασία και τη θερμοκρασία. Επιπλέον, παρουσιάζουν αντιρρυπαντική δράση στην ατμόσφαιρα κατακρατώντας σκόνη και άλλους ρύπους, μειώνοντας το θόρυβο και εμπλουτίζοντάς την με οξυγόνο. Τέλος, από πολεοδομική σκοπιά, αποτελούν φυσικά διαχωριστικά των χρήσεων γης, διασφαλίζοντας ελεύθερους χώρους και χώρους πρασίνου, συμβάλλοντας στη βελτίωση της αισθητικής του ευρύτερου τοπίου.

Τα υδατορεύματα, λοιπόν, διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό οικολογικό ρόλο. Για τον λόγο αυτό η επιλογή της κατάλληλης διατομής για το ρέμα Σούρες γίνεται με κύριο κριτήριο την διατήρηση της οικολογικής λειτουργίας του.

5.3.1. Παρουσίαση και επιλογή διατομής για το ρέμα Σούρες

- Τραπεζοειδής ανεπένδυτη (χωμάτινη) διατομή



Εικόνα 16: Τραπεζοειδής διατομή [Πηγή: Google]

Πρόκειται για χωμάτινη διατομή, όπου η διαστασιολόγηση των γεωμετρικών στοιχείων της γίνεται με βάση τις κατά μήκος κλίσεις του υφιστάμενου πυθμένα. Ο τύπος της διατομής αυτής ωστόσο, δίνει υψηλές ταχύτητες ροής ($v > 6 \text{ μ/δλ}$) οι οποίες δεν είναι αποδεκτές. Για την επίτευξη αποδεκτών ταχυτήτων ροής θα πρέπει να προβλεφθεί πλήθος αναβαθμών με αντίστοιχες λεκάνες εκτόνωσης ώστε να μειωθεί η κατά μήκος κλίση.

Ειδικότερα εξετάζεται τραπεζοειδής ανεπένδυτη διατομή, με πλάτος $b=6,0\text{μ}$, ύψος $h=3,50\text{μ}$ (με περιθώριο ασφαλείας $f=0,60\text{μ}$) και κλίση πρανών $1:1,5$. Για την κάλυψη της μέγιστης επιτρεπτής ταχύτητας των $3,0 \text{ μ/δλ}$ προκύπτει μέγιστη κλίση διευθέτησης $J=5.0\%$.

Επομένως η υψομετρική διαφορά ($\Delta z'$) του προτεινόμενου πυθμένα για μήκος διευθέτησης $1.700,0\text{μ}$ περίπου είναι:

$$\Delta z' = 0,005 \times 1.700,0 = 8,5 \text{ μ.} \quad (5.1)$$

Για το ίδιο μήκος, η υφιστάμενη υψομετρική διαφορά, είναι :

$$\Delta z = H_{\text{πέρας έργων}} - H_{\text{αρχή έργων}} = 93,02 - 53,48 = 39,54\text{μ.} \quad (5.2)$$

Επομένως θα πρέπει με την κατασκευή αναβαθμών να καλυφθεί ύψος

$$Z = \Delta z - \Delta z' = 39,54 - 8,5 = 31,04\text{μ.} \quad (5.3)$$

Στην περίπτωση αυτή, οι απαιτούμενοι αναβαθμοί υπολογίζονται τουλάχιστον σε 31 τεμ με ύψος πτώσης $1,0\text{μ}$, πλήθος το οποίο θεωρείται σημαντικό.

➤ Τραπεζοειδής διατομή επενδεδυμένη με συρματοπλεκτα κιβώτια

Η διατομή αυτή, σε σχέση με την ανεπένδυτη, έχει σημαντικά μειωμένη διαστασιολόγηση, αφού τα αποδεκτά μεγέθη ταχυτήτων ροής είναι μεγαλύτερα.

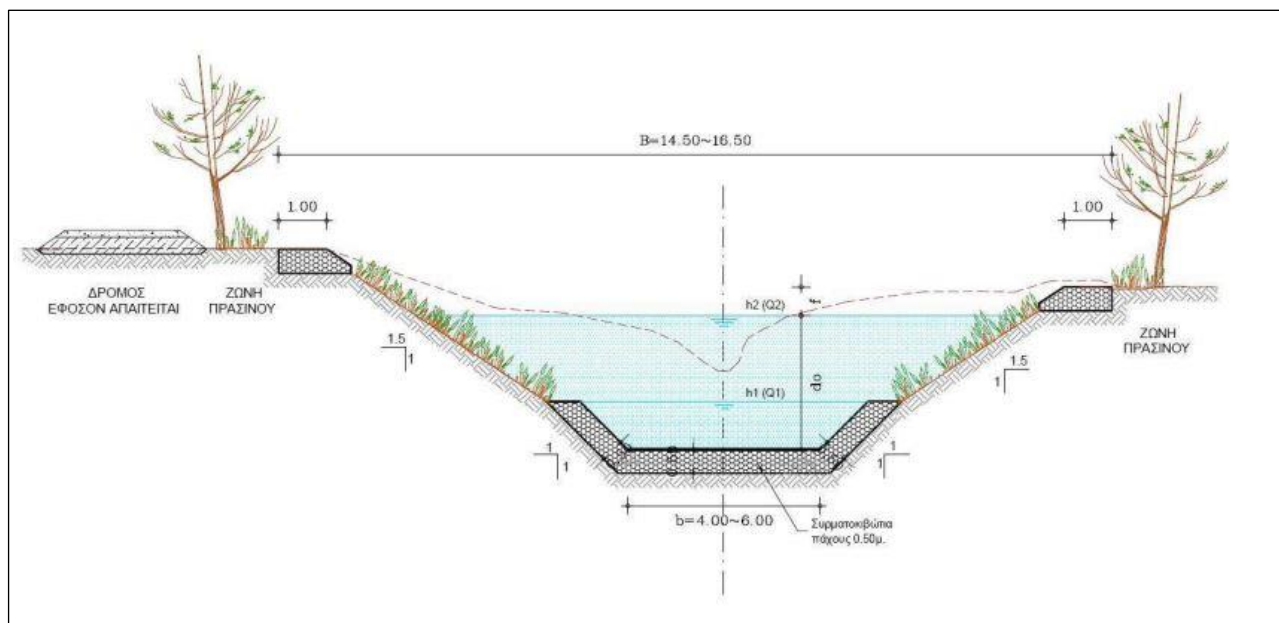
Ο τύπος της διατομής αυτής διατηρεί την υδραυλική σύνδεση του ρέματος με τον υπόγειο υδροφορέα και ως εκ τούτου διατηρείται η φυσική υγρασία του ρέματος. Επίσης, διατηρεί, αν και μειωμένη, τη δυνατότητα ανάπτυξης βλάστησης ενώ δεν αποκόπτει αισθητικά και λειτουργικά το ρέμα από τον περιβάλλοντα χώρο.

Ως μειονεκτήματά της εντοπίζονται οι μεγάλες διαστάσεις του έργου που οδηγούν σε σημαντικό κόστος κατασκευής και κόστος που θα προκύψει λόγω απαλλοτριώσεων, καθώς απαιτεί αυξημένο εύρος κατάληψης έργων.

➤ Μικτή διατομή

Πρόκειται για την υφισταμένη φυσική κοίτη, στον πυθμένα της οποίας θα κατασκευαστεί μια επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια μικρή τραπεζοειδής τάφος.

Μια τέτοια διαμόρφωση δεν αλλάζει ουσιαστικά την υφιστάμενη φυσική κοίτη. Παράλληλα, επειδή οι συνήθεις παροχές θα διοχετεύονται μέσα στην επενδεδυμένη διατομή δεν θα έρχονται σε επαφή με τα πρανή, γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο διάβρωσής τους. Από υδραυλικής άποψης, η μικτή διατομή αποτελείται από μια χαμηλή τραπεζοειδή διατομή επενδεδυμένη με συρματοκιβώτια σε ύψος 1,0 μ και κλίσης πρανών 1:1. Επίσης, αποτελείται από ένα ανεπένδυτο χωμάτινο τμήμα με κλίση πρανών 1:1,5.



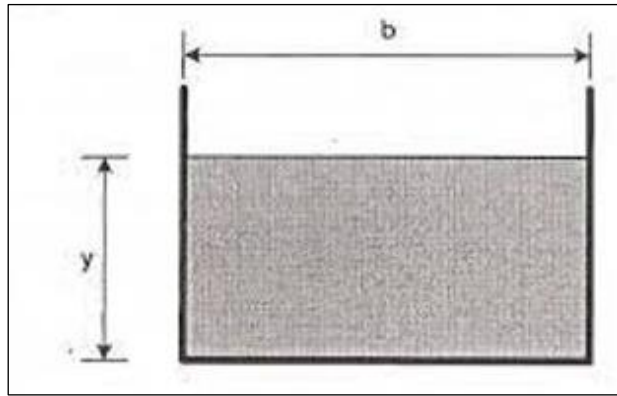
Εικόνα 17: Μικτή διατομή [Πηγή: Πέππας Ι, 2018]

Στο συγκεκριμένο είδος διατομής όταν το βάθος ροής υπερβαίνει το 1,0 μ, ο συντελεστής Manning αυξάνεται, λόγω ανεπένδυτου τμήματος, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα ροής και έτσι να αυξάνεται η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση σε σχέση με προηγούμενες εναλλακτικές λύσεις.

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία (Chow V. T. Open – Channel Hydraulics, McGRAW-HILL, 1973) η μέγιστη ταχύτητα παρουσιάζεται στο κέντρο της διατομής, ενώ μειώνεται συνεχώς, όσο οδηγούμαστε προς τα τοιχώματα. Επομένως η μέγιστη ταχύτητα των 6,0 μ/δλ θεωρείται αποδεκτή, για τον λόγο του ότι στα ανεπένδυτα τμήματα της διατομής θα εμφανίζονται πολύ μικρότερες ταχύτητες ροής.

➤ Ανοικτή ορθογωνική διατομή επενδεδυμένη με σκυρόδεμα

Η επιλογή αυτής της διατομής για την διευθέτηση του ρέματος Σούρες, θα οδηγήσει στον μηδενισμό της τροφοδοσίας των υπογείων υδάτων, καθώς και στην εξαφάνιση της παραρεμάτιας βλάστησης. Για τους λόγους αυτούς, η συγκεκριμένη λύση δεν θεωρείται εύλογη, εξαιτίας της υποβάθμισης που ενδέχεται να προκαλέσει στο οικοσύστημα της περιρεμάτιας ζώνης.



Εικόνα 18 : Ορθογωνική διατομή [Πηγή: Google]

Οι παραπάνω εξεταζόμενες διατομές διευθέτησης παρουσιάζουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Από περιβαλλοντικής άποψης οι βέλτιστες διατομές είναι:

- η ανεπένδυτη,
- η τραπεζοειδής με συρματοκιβώτια και
- η μικτή.

Ειδικότερα:

- Η ανεπένδυτη διατομή για να ικανοποιεί τις υδραυλικές απαιτήσεις, θα πρέπει να συνοδεύεται από την κατασκευή σημαντικού πλήθους αναβαθμών. Παράλληλα, κατά την διάρκεια ενός πλημμυρικού φαινομένου, η σταθεροποίηση των ανεπένδυτων πρανών της κοίτης ενδέχεται να φανεί ανεπαρκής, με αποτέλεσμα την πιθανή εμφάνιση προβλημάτων.
- Η τραπεζοειδής διατομή ικανοποιεί τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις αλλά και αυτή απαιτεί την κατασκευή αρκετών αναβαθμών.
- Η μικτή διατομή ικανοποιεί τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις χωρίς την κατασκευή αναβαθμών. Παράλληλα οι επεμβάσεις στην φυσική κοίτη είναι μικρότερης κλίμακας σε σχέση με την τραπεζοειδή διατομή.

Με βάση επομένως τα παραπάνω προτείνεται η κατασκευή μικτής διατομής διευθέτησης ως η καλύτερη λύση τόσο περιβαλλοντικά, όσο και υδραυλικά.

5.3.2. Επιλογή τρόπου διόδευσης της παροχής του χ. Αγ. Αικατερίνης

➤ Ανακατασκευή του αγωγού Κοροπούλη χωρίς έργα εκτροπής

Με τη συγκεκριμένη λύση καθαιρείται ο υφιστάμενος ανεπαρκής αγωγός Κοροπούλη και κατασκευάζεται στη θέση του νέος αγωγός που θα παραλαμβάνει το σύνολο της παροχής. Η παροχή αυτή στα ανάντη είναι ίση με $Q = 57\text{μ}^3/\delta\lambda$.

Η παραπάνω παροχή απαιτεί την κατασκευή κλειστού ορθογωνικού αγωγού από σκυρόδεμα. Η συγκεκριμένη λύση έχει πολλά μειονεκτήματα, καθώς ο αγωγός θα

περάσει από υφιστάμενες οδούς και θα προκαλέσει εκτεταμένη όχληση, θα επηρεάσει τις οικονομικές δραστηριότητες, ενώ λόγω των υφιστάμενων δικτύων Ο.Κ.Ω. (Οργανισμοί Κοινής Ωφέλειας) το κόστος των έργων θα είναι πολύ μεγάλο.

➤ Κατασκευή ορεινών φραγμάτων ανάσχεσης

Η συγκεκριμένη εναλλακτική λύση απαιτεί την κατασκευή ορεινών φραγμάτων στα ανάντη της περιοχής μελέτης, ώστε να μειωθεί η πλημμυρική παροχή και να μην απαιτούνται περαιτέρω έργα.

Για να μειωθεί όμως η παροχή αιχμής σε $10 \text{ μ}^3/\delta\lambda$ ώστε να παραλαμβάνεται από τα υφιστάμενα έργα (αγωγός Κοροπούλη), θα απαιτηθούν δαπανηρά και μεγάλης κλίμακας έργα.

➤ Διόδευση του συνόλου της παροχής μέσω εκτροπής

Η πλημμυρική παροχή σε αυτήν την περίπτωση θα παραλαμβάνεται εξ' ολοκλήρου από τα νέα έργα της εκτροπής. Αυτό θα καταστήσει τον υφιστάμενο αγωγό ουσιαστικά ανενεργό ενώ ταυτόχρονα θα απαιτηθεί διατομή σχετικά μεγάλων διαστάσεων.

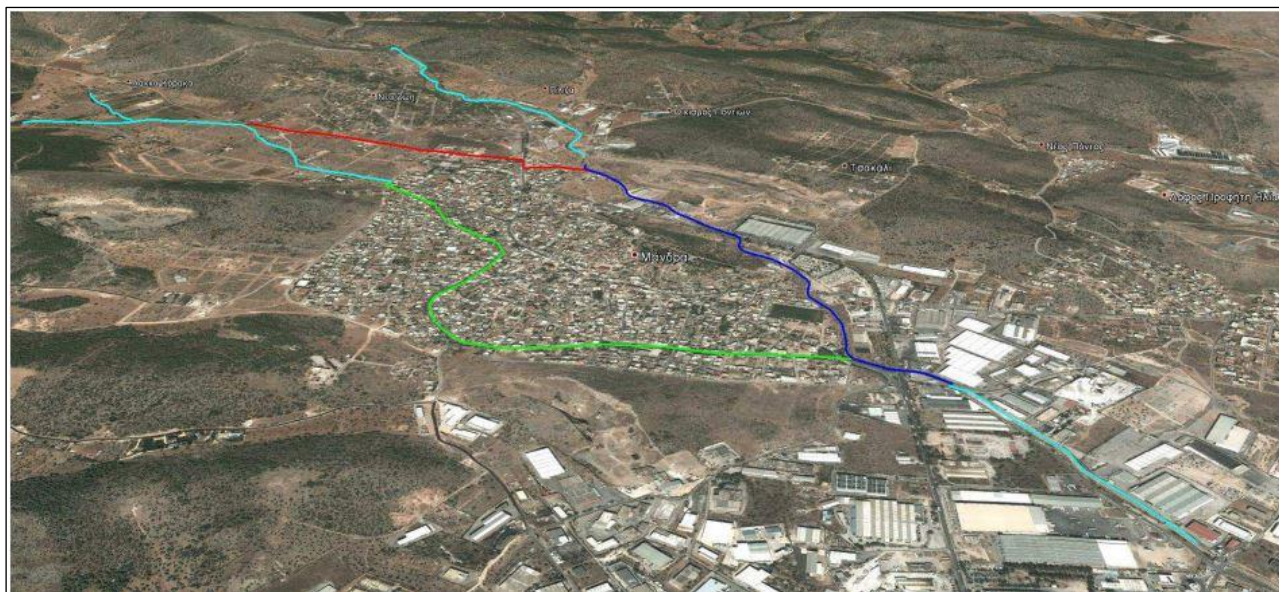
➤ Μερική διόδευση της παροχής μέσω του υφιστάμενου αγωγού Κοροπούλη, με κατασκευή έργων εκτροπής

Στην συγκεκριμένη λύση, ο υφιστάμενος αγωγός Κοροπούλη παραλαμβάνει την συνολική παροχή που μπορεί να παραλάβει, ($10,0 \text{ μ}^3/\delta\lambda$) και η υπόλοιπη διοχετεύεται μέσω νέου έργου εκτροπής. Ο επιμερισμός των παροχών θα γίνει μέσω κατάλληλου έργου μερισμού, που θα κατασκευαστεί ανάντη. Με την συγκεκριμένη λύση, εξακολουθεί να γίνεται χρήση του υφιστάμενου αγωγού Κοροπούλη χωρίς να απαιτηθούν νέα έργα, ενώ τα έργα της εκτροπής είναι σχετικά μικρής κλίμακας. Η συγκεκριμένη λύση συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των προαναφερόμενων εναλλακτικών, επομένως είναι αυτή που προτείνεται.

5.3.3. Χάραξη του έργου για το ρέμα Σούρες και χάραξη του έργου εκτροπής του χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης

Στο χείμαρρο Σούρες θα πραγματοποιηθεί διευθέτηση της υφισταμένης κοίτης από το πέρας του κατασκευασμένου τμήματος των έργων διευθέτησης που έγιναν στα πλαίσια της Αττικής Οδού, έως τη συμβολή της μελλοντικής εκτροπής του χ.Αγ.Αικατερίνης, σε μήκος περίπου 1.700μ.

Στο σημείο που ο χ. Αγ. Αικατερίνης εισέρχεται στο όριο του εγκεκριμένου Σχεδίου Πόλεως ένα τμήμα της πλημμυρικής παροχής ($Q=47,00\mu^3/\delta\lambda$) θα εκτραπεί, και το υπόλοιπο ($Q=10,00\mu^3/\delta\lambda$) θα οδηγηθεί μέσω τάφρου προς τον αγωγό Κοροπούλη.



Εικόνα 19: Διάταξη Έργων. Με μπλε χρώμα σημειώνεται η διευθέτηση του ρέματος Σούρες, με κόκκινο η μερική εκτροπή του ρέματος Αγ. Αικατερίνης και με πράσινο χρώμα ο υφιστάμενος αγωγός Κοροπούλη. [Πηγή: Πέππας Ι, 2018]

5.4. Σενάριο 3 : Σχέδιο προσαρμογής βάσει του Urbanproof Toolkit

Στο συγκεκριμένο σενάριο θα εξεταστούν έργα που αφορούν στη θωράκιση της περιοχής μελέτης κατά των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Αρχικά όμως θα πρέπει να καθοριστούν τα αδύναμα σημεία του Δήμου Μάνδρας. Ο καθορισμός αυτός θα γίνει με τη βοήθεια του προγράμματος Life Urbanproof.

5.4.1. Το πρόγραμμα Life Urbanproof

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο αστικό περιβάλλον και τους κατοίκους έχουν επίδραση στη δημόσια υγεία, στη διαθεσιμότητα και στην ποιότητα των υδάτινων πόρων, στην κατανάλωση ενέργειας και στις βασικές υποδομές. Το έργο Urbanproof δίνει μία ολιστική και ιδιαίτερα αυτοματοποιημένη προσέγγιση για την υποστήριξη στη διαδικασία προσαρμογής.

Η συμβολή των πόλεων και των τοπικών αρχών είναι κρίσιμη στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής μέσω της προληπτικής προσαρμογής. Στην πραγματικότητα θεωρούνται ως η κινητήριος δύναμη στην εφαρμογή των μέτρων προσαρμογής σε τομείς της πολιτικής, βελτιώνοντας τη συνολική ανθεκτικότητα από κινδύνους, συμπεριλαμβανομένων των ακραίων καιρικών φαινομένων.

Μολονότι υπάρχουν διαθέσιμες προβλέψεις της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο και περιφερειακό επίπεδο, υπάρχει ανεπάρκεια πληροφοριών όσον αφορά στην εκτίμηση των επιπτώσεων της σε επίπεδο τοπικό. Έτσι, οι δήμοι δεν μπορούν να αναπτύξουν αστικές στρατηγικές προσαρμογής, με αποτέλεσμα να χρειάζονται νέα εργαλεία που θα τους υποστηρίζουν στη λήψη ορθότερο αποφάσεων.

Ο στόχος του προγράμματος Life Urbanproof είναι να αυξήσει την ανθεκτικότητα των δήμων στην κλιματική αλλαγή, εφοδιάζοντάς τους με ένα πολύτιμο εργαλείο που υποστηρίζει τη λήψη ορθότερων αποφάσεων κατά το σχεδιασμό της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Αυτό είναι εφικτό καθώς το Urbanproof Toolkit παρέχει τη δυνατότητα εκτίμησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο αστικό περιβάλλον αναφορικά με :

- τις πλημμύρες
- τα κύματα καύσωνα και την υγεία
- τις περι-αστικές πυρκαγιές
- τις απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και ψύξη
- τη διαθεσιμότητα νερού και τη λειψυδρία και
- τις υπερβάσεις ορίου όζοντος.

Το πρόγραμμα εφαρμόζεται από το τμήμα Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας και Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος της Κύπρου, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το Πανεπιστήμιο της Βενετίας, το Δήμο Ρέτζιο-Εμίλια της Ιταλίας, τους Δήμους Στροβόλου και Λακατάμιας της Κύπρου και τον Δήμο Περιστερίου.

Το εργαλείο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου Life Urbanproof «Ενίσχυση της ανθεκτικότητας των αστικών Δήμων στην κλιματική αλλαγή». Το έργο συγχρηματοδοτείται από το πρόγραμμα Life για το Περιβάλλον και τη Δράση για το Κλίμα (2014-2020). Αποτελείται από 5 αλληλεξαρτώμενα στάδια τα οποία διαμορφώνουν τη διαδικασία προσαρμογής, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 20: Τα στάδια του εργαλείου Urbanproof Toolkit [Πηγή: <https://tool.urbanproof.eu>]

5.4.2. Στάδιο 1 : Κλιματική αλλαγή

Σε αυτό το στάδιο δίνονται μέσω διαδραστικών γραφημάτων, πληροφορίες σε σχέση με τις κλιματικές προβλέψεις οι οποίες βασίζονται στα επίπεδα συγκέντρωσης θερμοκηπιακών αερίων δύο Αντιπροσωπευτικών Μονοπατιών Συγκέντρωσης (RCP 4.5, RCP 8.5). Ωστόσο, η λειτουργία αυτή είναι διαθέσιμη μόνο για τους δήμους-εταίρους του LIFE UrbanProof με αποτέλεσμα να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία.

5.4.3. Στάδιο 2 : Αξιολόγηση επιπτώσεων

Σε αυτό το στάδιο δίνονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο αστικό περιβάλλον με ενημέρωση για τις επιμέρους παραμέτρους (φυσικές, δομικές & κοινωνικο-οικονομικές), οι οποίες συντελούν στην πρόκληση των επιπτώσεων αυτών. Οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες για όλους τους αστικούς δήμους της Κύπρου, Ελλάδας και Ιταλίας με ανάλυση 500x500 μέτρων, ενώ για τους εταίρους- δήμους παρέχονται πληροφοριακά δεδομένα υψηλότερης ανάλυσης.

5.4.3.1. Κίνδυνος εκδήλωσης περιαστικής πυρκαγιάς

Για την αξιολόγηση της επίπτωσης των περιαστικών πυρκαγιών και την εκτίμηση του κλιματικού κινδύνου χρησιμοποιήθηκε ο Καναδικός Δείκτης Επικινδυνότητας Πυρκαγιών (Fire Weather Index – FWI).

Ο δείκτης FWI είναι ένας μετεωρολογικός δείκτης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του κινδύνου πυρκαγιάς βάσει της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, της ταχύτητας του ανέμου και της βροχόπτωσης. Ειδικότερα, για την αξιολόγηση αυτού του δείκτη χρησιμοποιήθηκε ο αναμενόμενος μέσος FWI της καλοκαιρινής περιόδου. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης και άλλες παράμετροι, όπως η κλίση, ο προσανατολισμός και η ευφλεκτότητα της εδαφοκάλυψης. Ο δείκτης έχει κανονικοποιηθεί στην κλίμακα [0(χαμηλή) – 5(υψηλή)].

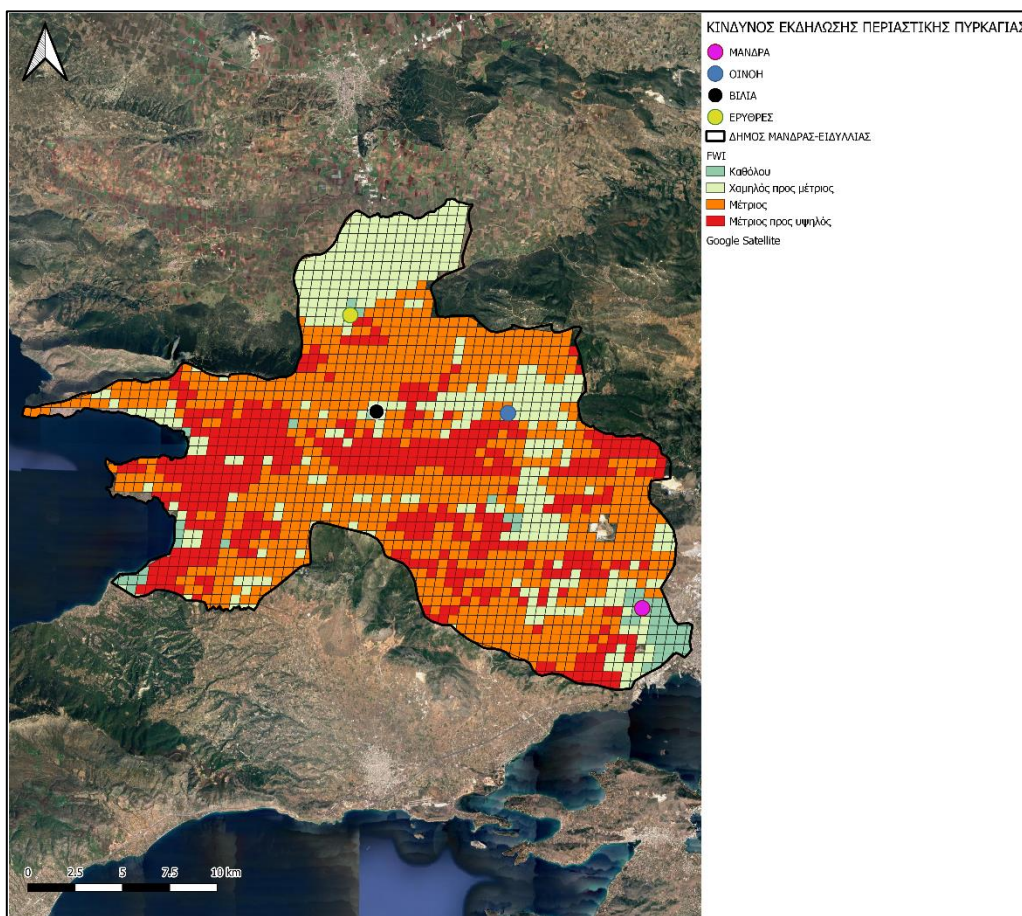
Στην περιοχή μελέτης ο κίνδυνος εκδήλωσης περιαστικής πυρκαγιάς χωρίζεται σε τέσσερις διακριτές κλάσεις :

- Καθόλου κίνδυνος
- Χαμηλός προς μέτριος κίνδυνος
- Μέτριος κίνδυνος
- Μέτριος προς υψηλός κίνδυνος

Το σύνολο του Δήμου παρουσιάζει κατά κύριο λόγο μέτριο και μέτριο προς υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς. Πιο συγκεκριμένα , οι δύο αυτές κλάσεις βρίσκονται σε περιοχές όπου σύμφωνα με το Corine Landcover ανήκουν στην κατηγορία 3, δηλαδή στις δασώδεις και ημι-φυσικές περιοχές. Με μέτριο κίνδυνο χαρακτηρίζονται οι περιοχές

με σκληροφυλλική και θαμνώδη βλάστηση, ενώ με μέτριο προς υψηλό χαρακτηρίζονται τα κωνοφόρα δάση.

Στην πόλη της Μάνδρας, καθώς και στην ευρύτερη νότια και νοτιοανατολική περιοχή ο κίνδυνος χαρακτηρίζεται από ανύπαρκτος έως χαμηλός. Αυτό συμβαίνει καθώς οι χρήσεις γης στην επιφάνεια αυτή είναι κυρίως της κατηγορίας 1, δηλαδή στις τεχνητές επιφάνειες όπως ο αστικός ιστός και οι βιομηχανικές περιοχές. Στα βόρεια της πόλης των Ερυθρών ο κίνδυνος είναι χαμηλός προς μέτριος με τις χρήσεις να είναι κυρίως γεωργικές.



Χάρτης 13: Κίνδυνος Εκδήλωσης Περιαστικής Πυρκαγιάς [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

5.4.3.2. Ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη

Οι επιπτώσεις των αυξημένων θερμοκρασιών στη ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη συναρτάται από τους κλιματικούς κινδύνους και την τρωτότητα του εκτεθειμένου πληθυσμού. Η αξιολόγηση βασίστηκε στον κλιματικό δείκτη CDD (Cooling Degree Days / Βαθμοημέρες ψύξης), ο οποίος αντανακλά τη ζήτηση ενέργειας που απαιτείται για την ψύξη ενός κτιρίου. Συγκεκριμένα, για την εκτίμηση του κλιματολογικού κινδύνου χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των ημερών των οποίων ο CDD είναι πάνω από 5 (ημέρες με μεγάλη ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη).

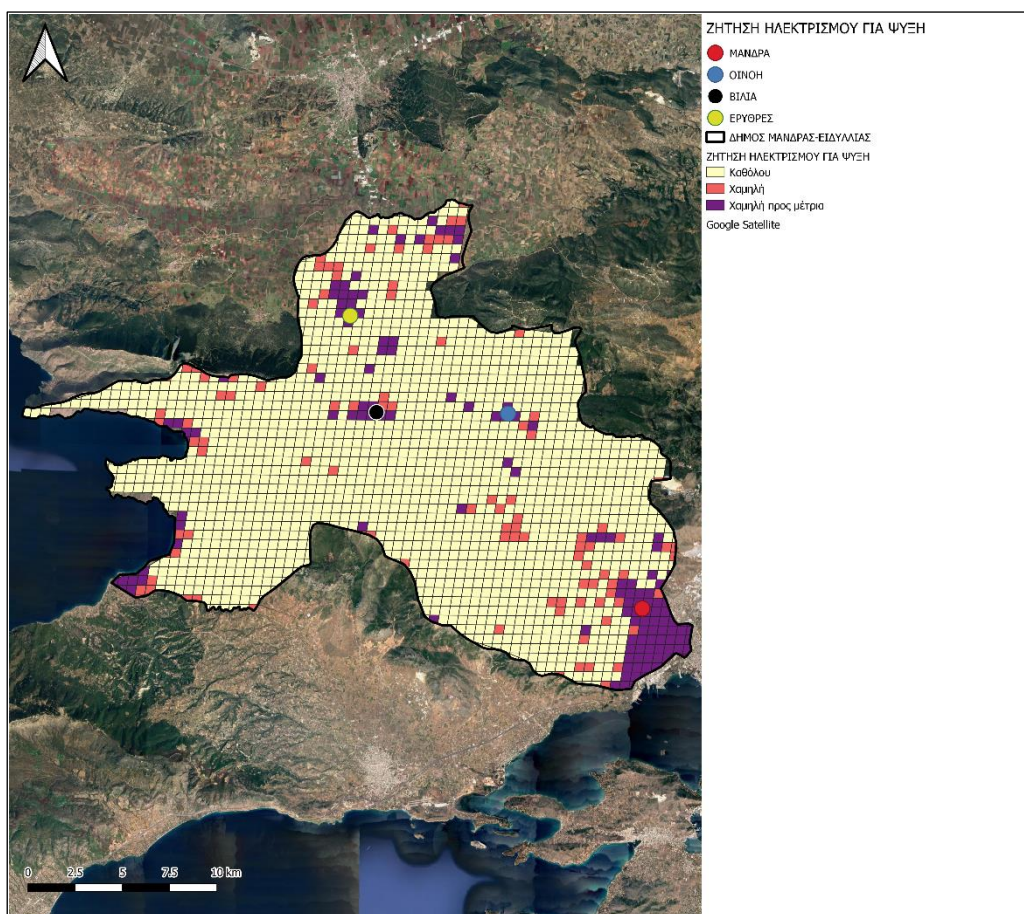
Η τρωτότητα του εκτεθειμένου πληθυσμού εκτιμήθηκε με βάση το σύνθετο δείκτη κοινωνικής τρωτότητας και την πυκνότητα του πληθυσμού. Ο δείκτης επίπτωσης έχει κανονικοποιηθεί στην κλίμακα [0(χαμηλή) – 5(υψηλή)].

Στην περιοχή μελέτης η ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη χωρίζεται σε τρεις διακριτές κλάσεις :

- Καθόλου ζήτηση
- Χαμηλή ζήτηση
- Χαμηλή προς μέτρια ζήτηση

Στο σύνολο του Δήμου δεν υπάρχει καθόλου ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη καθώς οι περισσότερες χρήσεις γης ανήκουν στις κατηγορίες 2 και 3 του Corine Landcover, δηλαδή σε γεωργικές και δασικές περιοχές. Οι περιοχές που έχουν χαμηλή προς μέτρια ή χαμηλή ζήτηση ηλεκτρισμού με φθίνουσα σειρά είναι :

- οι βιομηχανικές
- οι αστικές και
- οι γεωργικές.



Χάρτης 14: Ζήτηση Ηλεκτρισμού για Ψύξη [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

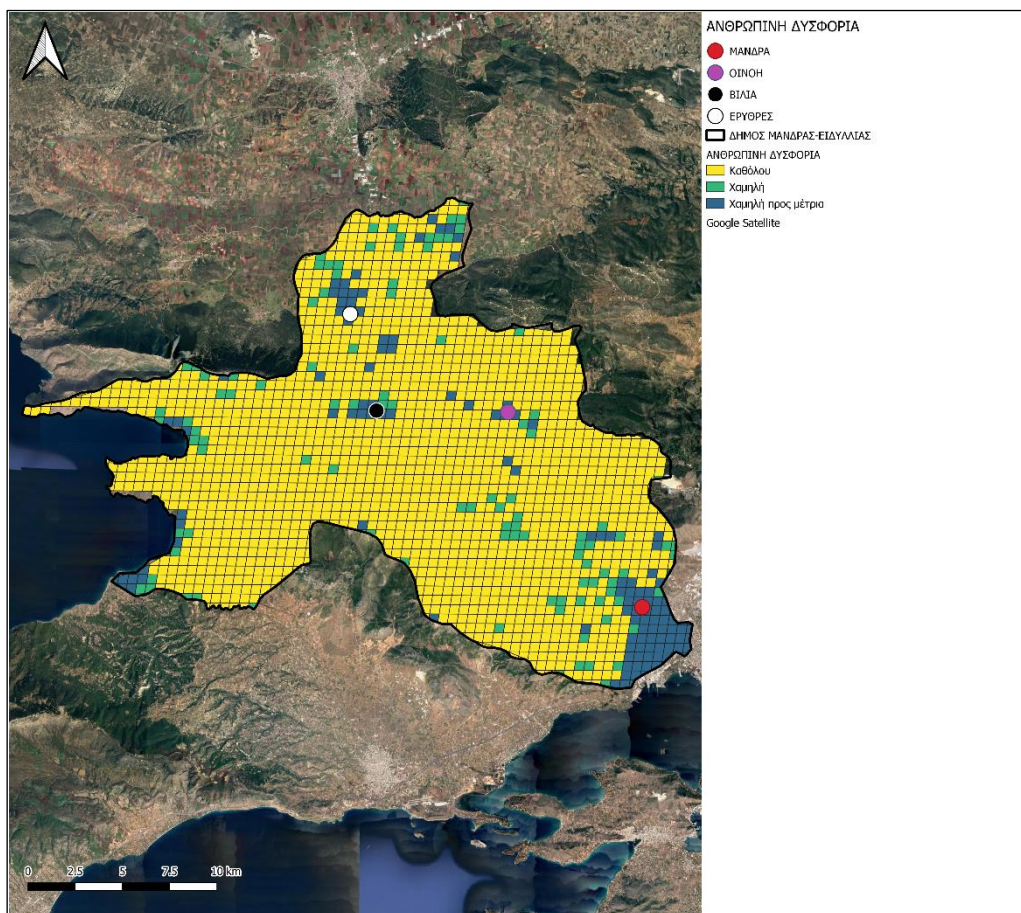
5.4.3.3. Ανθρώπινη δυσφορία

Η επίπτωση των καυσώνων στην υγεία αποτελεί συνάρτηση των κλιματικών κινδύνων και της τρωτότητας του εκτεθειμένου πληθυσμού. Για την αξιολόγηση της επικινδυνότητας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης HUMIDEX , ο οποίος είναι ένας κλιματικός δείκτης που εκφράζει τις επιπτώσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας στην ανθρώπινη δυσφορία. Συγκεκριμένα, επελέγη ο μέσος HUMIDEX της καλοκαιρινής περιόδου. Η τρωτότητα του εκτεθειμένου πληθυσμού εκτιμήθηκε και πάλι με βάση το σύνθετο δείκτη κοινωνικής τρωτότητας και την πυκνότητα του πληθυσμού. Ο δείκτης επίπτωσης έχει κανονικοποιηθεί στην κλίμακα [0(χαμηλή) – 5(υψηλή)].

Στην περιοχή μελέτης η ανθρώπινη δυσφορία χωρίζεται σε τρεις διακριτές κλάσεις :

- Καθόλου δυσφορία
- Χαμηλή δυσφορία
- Χαμηλή προς μέτρια δυσφορία.

Όπως και στον δείκτη που αφορά την ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη, έτσι και εδώ η δυσφορία συνδέεται με την ύπαρξη ή την απουσία ανθρώπινης δραστηριότητας και χαρακτηρίζεται χαμηλή και χαμηλή προς μέτρια σε αστικές και βιομηχανικές περιοχές.



Χάρτης 15: Ανθρώπινη Δυσφορία [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

5.4.3.4. Κίνδυνος εκδήλωσης πλημμύρας

Για την αξιολόγηση του κινδύνου εκδήλωσης πλημμύρας χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές πληροφορίες που αφορούν στην ύπαρξη :

- εκπαιδευτικών μονάδων,
- μονάδων υγειονομικής περίθαλψης,
- πολιτιστικών μνημείων,
- βιομηχανικών και εμπορικών μονάδων,
- αεροδρομίων,
- λιμανιών,
- αστικού πρασίνου και
- ζωνών επικινδυνότητας πλημμύρας.

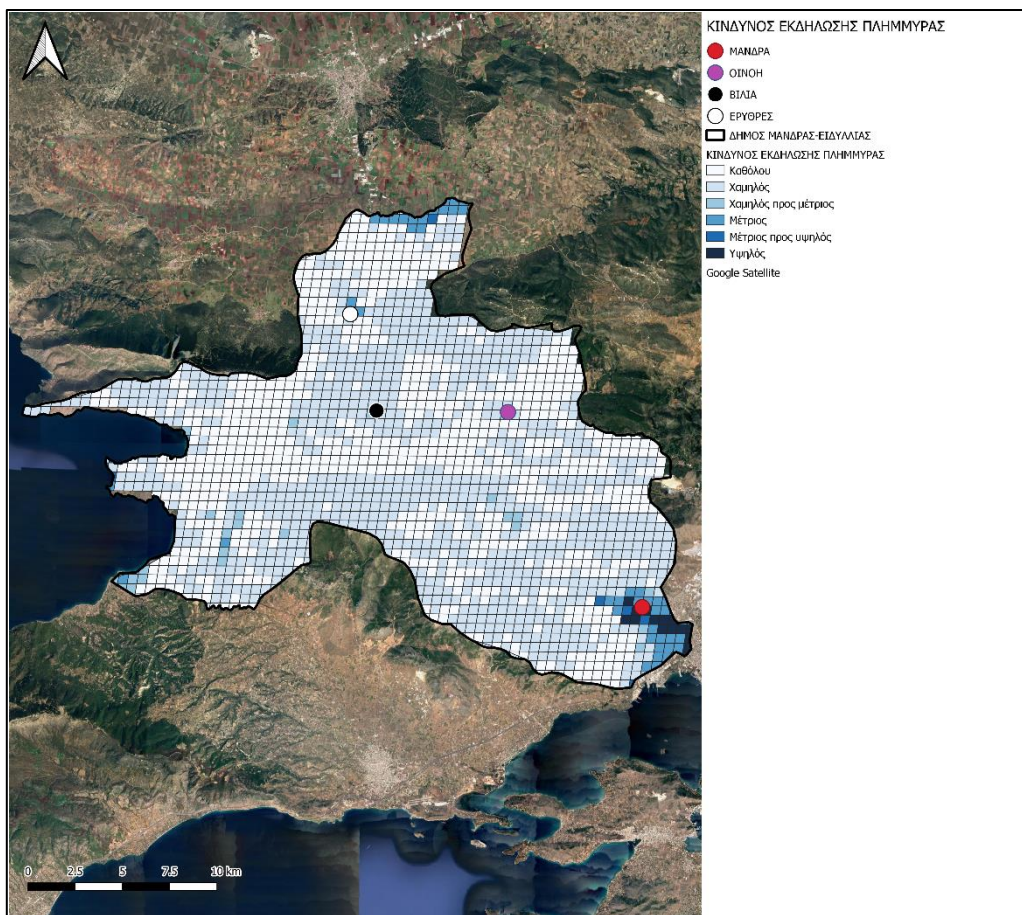
Πιο συγκεκριμένα, οι κρίσιμες υποδομές όσον αφορά τις πλημμύρες είναι τα νοσοκομεία, τα σχολεία, οι εμπορικές και βιομηχανικές περιοχές, οι δημόσιες εγκαταστάσεις, οι πολιτιστικές μονάδες και οι υποδομές μεταφορών. Σημαντικό ρόλο έχει και το αστικό πράσινο. Ως αστικό πράσινο στη συγκεκριμένη περίπτωση οι δημόσιοι χώροι πρασίνου όπως οι κήποι, οι ζωολογικοί κήποι και τα πάρκα όπου εμφανίζουν ψυχαγωγικό ενδιαφέρον. Οι περιοχές όπου βρίσκονται τέτοιες υποδομές είναι κρίσιμης σημασίας, καθώς μια πιθανή πλημμύρα ενδέχεται να εκθέσει ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού σε κίνδυνο.

Επιπλέον, σημαντική παράμετρο αποτελούν οι ζώνες επικινδυνότητας, όπου δείχνουν τη θέση και την έκταση της περιοχής που ενδέχεται να πληγεί από πλημμύρες. Οι χάρτες κινδύνου πλημμύρας παράγονται από τις αρμόδιες εθνικές αρχές σύμφωνα με την Οδηγία 2007/60/ΕΚ.

Στην περιοχή μελέτης ο κίνδυνος εκδήλωσης πλημμύρας χωρίζεται σε έξι διακριτές κλάσεις :

- Καθόλου κίνδυνος
- Χαμηλός κίνδυνος
- Χαμηλός προς μέτριος κίνδυνος
- Μέτριος κίνδυνος
- Μέτριος προς υψηλός κίνδυνος
- Υψηλός κίνδυνος.

Στο σύνολό του Δήμου η επικινδυνότητα είναι από μηδαμινή έως χαμηλή, ωστόσο στον αστικό ιστό της Μάνδρας και στα νοτιοανατολικά όπου βρίσκεται η βιομηχανική ζώνη ο κίνδυνος χαρακτηρίζεται έως και υψηλός.



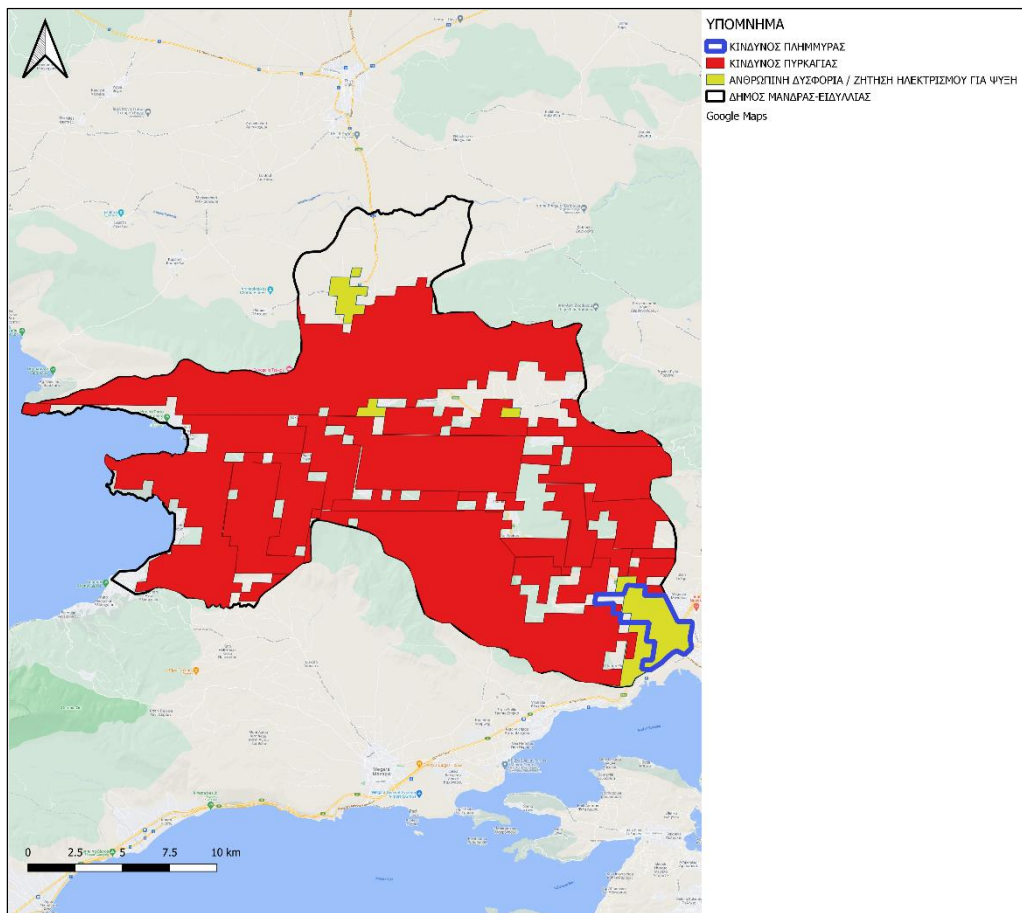
Χάρτης 16: Κίνδυνος Εκδήλωσης Πλημμύρας [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

5.4.3.5. Συνολικός κίνδυνος

Συνοψίζοντας, όπως φαίνεται στον χάρτη 17, ο Δήμος Μάνδρας-Ειδυλλίας εμφανίζει κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς σχεδόν στο σύνολό του, καθώς είναι μια περιοχή που αποτελείται κυρίως από γεωργικές και δασικές εκτάσεις. Στον αστικό και βιομηχανικό χώρο υπάρχει αυξημένη ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη και ανθρώπινη δυσφορία, καθώς οι επιπτώσεις αυτές συνδέονται με την ανθρώπινη παρουσία και τους δείκτες της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Τέλος, στην πόλη της Μάνδρας υπάρχει υψηλός κίνδυνος εκδήλωσης πλημμύρας λόγω των χρήσεων γης, της ύπαρξης των ρεμάτων και της αυξημένης πληθυσμιακής πυκνότητας.

5.4.4. Στάδιο 3: Διερεύνηση και αξιολόγηση μέτρων προσαρμογής

Τα μέτρα προσαρμογής αξιολογούνται με τη μέθοδο της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης ως προς τα επιλεγμένα τεχνικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια. Σε κάθε κριτήριο απονέμονται βαρύτητες που αντικατοπτρίζουν τη σχετική τους σημαντικότητα στην αξιολόγηση των μέτρων προσαρμογής. Οι βαρύτητες μπορούν να πάρουν τιμές από 0 έως 100, ενώ το άθροισμά τους πρέπει να ισούται με 100. Στην παρούσα εργασία και τα τέσσερα κριτήρια λαμβάνουν την ίδια βαρύτητα.



Χάρτης 17: Συνολική Απεικόνιση των Κινδύνων της περιοχής μελέτης [Πηγή : Προσωπικό αρχείο]

Μέτρο Κριτήριο	Αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων	Φιλικό προς το περιβάλλον	Οικονομική βιωσιμότητα	Ανάπτυξη απασχόλησης
Τιμές	25	25	25	25

Πίνακας 5: Αξιολόγηση μέτρων προσαρμογής

5.4.5. Στάδιο 4: Ανάπτυξη στρατηγικής για την προσαρμογή

Στη συνέχεια ιεραρχούνται και παρουσιάζονται τα μέτρα προσαρμογής που προέκυψαν από την Πολυκριτηριακή Ανάλυση του προηγούμενου σταδίου. Τα μέτρα που συγκεντρώνουν την υψηλότερη βαθμολογία μπορούν να συμπεριληφθούν στο Τοπικό Σχέδιο Προσαρμογής.

5.4.5.1. Μέτρα που αφορούν στη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς

Στην περιοχή μελέτης τα κατάλληλα μέτρα που αφορούν στη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς είναι τα ακόλουθα :

- Δημιουργία συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για τη δασική πυρκαγιά

Τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης μπορούν να ενισχύσουν την ετοιμότητα των φορέων λήψης αποφάσεων και των ιδιωτών για φυσικούς κινδύνους που σχετίζονται με το κλίμα. Τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης για φυσικούς κινδύνους πρέπει να έχουν όχι μόνο μια υγιή επιστημονική και τεχνική βάση, αλλά και μια ισχυρή εστίαση στα άτομα που εκτίθενται στον κίνδυνο. Για να είναι αποτελεσματικό και πλήρες ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να περιλαμβάνει τέσσερα στοιχεία που αλληλοεπιδρούν και συγκεκριμένα :

- γνώση κινδύνου,
- υπηρεσία παρακολούθησης και προειδοποίησης,
- διάδοση και επικοινωνία και ικανότητα απόκρισης.

➤ Παρακολούθηση, μοντελοποίηση και πρόβλεψη πυρκαγιάς

Αυτό το μέτρο προτείνει τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) για την ανίχνευση και την παρακολούθηση μιας πυρκαγιάς σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, πολύ σημαντική θεωρείται και η μετα-αξιολόγηση, προκειμένου να υποστηριχθεί η λήψη αποφάσεων βάσει τεκμηρίων. Έτσι, θα αυξηθεί η ετοιμότητα και θα προστατευθούν ανθρώπινες ζωές, η ιδιωτική ιδιοκτησία και οι υποδομές. Επιπλέον, προτείνεται η ανάπτυξη βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων προβλέψεων κινδύνου πυρκαγιάς, προκειμένου να υποστηριχθεί η διαχείριση, η πρόληψη και η ετοιμότητα.

➤ Εκστρατείες ευαισθητοποίησης των πολιτών

Το μέτρο αυτό αφορά σε δράσεις που προωθούν την ευαισθητοποίηση για τις μεταβαλλόμενες συνθήκες που δημιουργεί η κλιματική αλλαγή. Οι ενδιαφερόμενοι, συχνά, δεν γνωρίζουν για την ευπάθειά τους και ενημερώνονται για τα μέτρα που μπορούν να λάβουν για την ενεργό προσαρμογή τους. Η ευαισθητοποίηση του κοινού είναι σημαντική για την τόνωση της κινητοποίησης.

Παράλληλα, η αύξηση της πολιτικής ευαισθητοποίησης είναι σημαντική, καθώς οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής είναι βασικοί παράγοντες στη διαδικασία προσαρμογής. Η ευαισθητοποίηση απαιτεί στρατηγικές αποτελεσματικής επικοινωνίας για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

5.4.5.2. Μέτρα που αφορούν στη μείωση της ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη και την ανθρώπινη δυσφορία

Στην περιοχή μελέτης τα κατάλληλα μέτρα που αφορούν στη ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη και την ανθρώπινη δυσφορία είναι τα ακόλουθα :

➤ Εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια

Τέτοιες προτάσεις ενδέχεται να είναι οι ακόλουθες :

- αντικατάσταση συμβατικών λαμπτήρων με LED,
- αναβάθμιση συστημάτων θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (πχ. αντικατάσταση παλαιών θερμοστατών),
- αναβάθμιση θερμοσίφωνα (πχ. εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα),
- βελτιώσεις στέγης (πχ. ανακλαστική οροφή),
- αγορά ενεργειακά αποδοτικών συσκευών,
- βελτίωση μόνωσης κτιρίου,
- εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ.

Το κόστος εκ των προτέρων μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο στην υλοποίηση έργων ενεργειακής απόδοσης σε σπίτια και επιχειρήσεις. Ένας σημαντικός στόχος των προγραμμάτων αποδοτικότητας είναι να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση αυτών των αρχικών δαπανών, ώστε οι ιδιοκτήτες να ενθαρρύνονται να επενδύσουν σε βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης και σημαντικές αναβαθμίσεις.

➤ Αστικό πράσινο

Ένα αστικό δάσος είναι ένα δάσος ή μια συλλογή δέντρων που αναπτύσσονται σε μια πόλη, κωμόπολη ή προάστιο. Με μια ευρύτερη έννοια, μπορεί να περιλαμβάνει κάθε είδους ξυλώδη φυτική βλάστηση που αναπτύσσεται μέσα και γύρω από ανθρώπινους οικισμούς.

Τα αστικά δάση παίζουν σημαντικό ρόλο στην οικολογία των ανθρώπινων οικοτόπων με πολλούς τρόπους. Φιλτράρουν τον αέρα, το νερό, το φως του ήλιου, παρέχουν καταφύγιο στα ζώα και χώρο αναψυχής για τους ανθρώπους. Μετριάζουν το τοπικό κλίμα και σκιάζουν σπίτια και επιχειρήσεις για εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο ενεργειακός τομέας ενός αστικού κέντρου επωφελείται από τα αστικά δάση κυρίως λόγω της ικανότητάς τους να μειώνει τη θερμοκρασία του αέρα και έτσι να μειώνει το φαινόμενο της αστικής θερμότητας. Τα δέντρα και η βλάστηση μειώνουν τη θερμότητα με δύο τρόπους. Πρώτον, τα δέντρα σκιάζουν κτίρια, πεζοδρόμια και άλλες επιφάνειες. Αυτή η άμεση σκίαση των δέντρων μειώνει την ενέργεια που απαιτείται για την ψύξη των κτιρίων. Ο δεύτερος τρόπος με τον οποίο τα δέντρα μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα είναι μέσω της εξατμισοδιαπνοής. Σε αυτή τη διαδικασία, τα δέντρα απορροφούν το νερό μέσω των ριζών τους και το εκπέμπουν πίσω στον αέρα. Η θερμότητα του περιβάλλοντος μετατρέπεται σε ατμό, διαχέοντας έτσι την ενέργεια. Η εξατμισοδιαπνοή, μόνη της ή σε συνδυασμό με

σκίαση, μπορεί να συμβάλει στη μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας του καλοκαιρινού αέρα.

➤ Ψυχρές οροφές

Αυτό το μέτρο προσαρμογής αναφέρεται στην εγκατάσταση ψυχρών οροφών για τη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Οι ψυχρές στέγες ανακλούν περισσότερο φως και απορροφούν λιγότερη θερμότητα από τις παραδοσιακές στέγες. Έχουν τόσο υψηλή ηλιακή ανακλαστικότητα όσο και υψηλή θερμική εκπομπή, έτσι ώστε μεγάλο μέρος της θερμότητας που απορροφάται να ακτινοβολείται γρήγορα πίσω στην ατμόσφαιρα. Ως αποτέλεσμα, οι ψυχρές στέγες μπορεί να είναι 10 έως 15°C πιο ψυχρές από τις παραδοσιακές στέγες.

➤ Ψυχρά πεζοδρόμια

Το ψυχρό πεζοδρόμιο είναι μια επιφάνεια δρόμου που χρησιμοποιεί πρόσθετα για να ανακλά την ηλιακή ακτινοβολία σε αντίθεση με τα συμβατικά πεζοδρόμια. Τα συμβατικά πεζοδρόμια συμβάλλουν στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας καθώς απορροφούν το 80-95% του ηλιακού φωτός και μπορούν να φτάσουν μέγιστη θερμοκρασία επιφάνειας μεγαλύτερη των 47°C. (EPA, 2012).

Η εγκατάσταση ψυχρών πεζοδρομίων μπορεί να είναι μέρος μιας συνολικής στρατηγικής για τη μείωση της θερμοκρασίας, η οποία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ένα ευρύ φάσμα πλεονεκτημάτων. Όσον αφορά τον ενεργειακό τομέα, η μείωση της θερμοκρασίας μέσω της αύξησης της ηλιακής ανακλαστικότητας από ψυχρά πεζοδρόμια θα μπορούσε να μειώσει τη χρήση ενέργειας. Μια αύξηση περίπου 10-35% στην ανακλαστικότητα του πεζοδρομίου σε μια πόλη θα μπορούσε δυνητικά να μειώσει τη θερμοκρασία του αέρα περίπου 0,6°C (EPA, 2012).

➤ Συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης

Η χρήση ενός συστήματος προειδοποίησης μπορεί να οδηγήσει στη μείωση του αριθμού των ανθρώπων που εκτίθενται σε καιρικές συνθήκες υψηλού κινδύνου. Η έκδοση έγκαιρων προειδοποιήσεων και η παροχή κατάλληλων συμβουλών μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης ή/και ψηφιακών προειδοποιητικών πινακίδων σε ορισμένα μέρη, αποτελεί ουσιαστικό μέτρο για την αυτοπροστασία του πληθυσμού.

5.4.5.3. Μέτρα που αφορούν στη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης πλημμύρας

Στην περιοχή μελέτης τα κατάλληλα μέτρα που αφορούν στη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης πλημμύρας είναι τα ακόλουθα :

➤ Υδατοπερατά πεζοδρόμια

Το υδατοπερατό πεζοδρόμιο έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει στο νερό της βροχής να διεισδύει κάτω από την επιφάνεια, είτε σε υποκείμενα στρώματα, είτε να αποθηκεύεται κάτω από το έδαφος και να απελευθερώνεται με ελεγχόμενο ρυθμό στα επιφανειακά ύδατα. Υπάρχουν δυο τύποι τέτοιων πεζοδρομίων :

1. πορώδη πεζοδρόμια, όπου το νερό διεισδύει σε όλη την επιφάνεια και
2. διαπερατά πεζοδρόμια από υλικά όπως τούβλα που τοποθετούνται για να παρέχουν κενό χώρο μέχρι την υπο-βάση.

➤ Δενδροφύτευση σε αστικές περιοχές

Τα δένδρα στις αστικές περιοχές μπορούν να έχουν πολλαπλά οφέλη. Ένα από αυτά σχετίζεται με την αστική υδρολογία. Τα δένδρα μειώνουν την ποσότητα των βρόχινων υδάτων που πρέπει να υποστούν επεξεργασία από υπονόμους και άλλες υποδομές μεταφοράς νερού, καθώς προσφέρουν μεγαλύτερη ικανότητα για την αποθήκευση βροχοπτώσεων μέσω του ριζικού τους συστήματος. Η περιοχή γύρω από τα αστικά δένδρα μπορεί να έχει μεγαλύτερη ικανότητα διήθησης από τις αδιαπέρατες επιφάνειες που απαντώνται συχνά στις αστικές περιοχές.

➤ Τεχνητά κανάλια και μικρά υδατορεύματα

Τα κανάλια και οι αυλακώσεις είναι ρηγά ανοικτά κανάλια επιφανειακών υδάτων που ενσωματώνονται στα βιώσιμα αστικά συστήματα αποστράγγισης (SuDS). Είναι μια συλλογή πρακτικών διαχείρισης των υδάτων που αποσκοπεί στην ευθυγράμμιση των σύγχρονων συστημάτων αποστράγγισης με τις φυσικές διεργασίες του νερού και καθιστούν τα αστικά συστήματα αυτά πιο συμβατά με τα συστατικά του φυσικού κύκλου του νερού, όπως η διήθηση του εδάφους. Αυτές οι προσπάθειες ελπίζουν να μετριάσουν την επίδραση που είχε ή μπορεί να έχει η ανθρώπινη ανάπτυξη στον φυσικό κύκλο του νερού, ιδιαίτερα στις επιφανειακές απορροές.

Τα SuDS έχουν γίνει δημοφιλή τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς η κατανόησή μας για το πώς η αστική ανάπτυξη επηρεάζει το φυσικό περιβάλλον έχει αυξηθεί. Τα SuDS χρησιμοποιούν συχνά ενσωματωμένα εξαρτήματα που μιμούνται φυσικά χαρακτηριστικά για να ενσωματώσουν τα αστικά συστήματα αποστράγγισης στα φυσικά συστήματα αποστράγγισης ή σε μια τοποθεσία όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά και γρήγορα.



Εικόνα 21: Τεχνητά κανάλια και μικρά υδατορεύματα [Πηγή: <https://tool.urbanproof.eu>]

Συνοψίζοντας, το σενάριο προσαρμογής περιλαμβάνει πολλαπλά μέτρα τόσο στον αστικό, όσο και στον φυσικό χώρο. Τα μέτρα αυτά παρουσιάζονται συνολικά στον πίνακα 2.

	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ
ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	Εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια
	Αστικό πράσινο
	Ψυχρές οροφές
	Ψυχρά πεζοδρόμια
	Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης
	Υδατοπερατά πεζοδρόμια
	Τεχνητά κανάλια και μικρά υδατορεύματα
ΔΑΣΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	Δημιουργία συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για τη δασική πυρκαγιά
	Παρακολούθηση, μοντελοποίηση και πρόβλεψη πυρκαγιάς

Πίνακας 6: Συνοπτική παρουσίαση των μέτρων προσαρμογής

5.5. Αξιολόγηση σεναρίων

Η πολυκριτηριακή ανάλυση είναι μια μέθοδος λήψης αποφάσεων κατά την οποία δημιουργείται ένας πίνακας όπου οι πιθανές αποφάσεις τοποθετούνται στις στήλες και στις γραμμές ένα σύνολο από κριτήρια. Στη συνέχεια ορίζεται μια κλίμακα βαθμολόγησης και με βάση αυτήν κάθε απόφαση λαμβάνει μια τιμή από ένα ορισμένο

εύρος, ως προς κάθε κριτήριο ξεχωριστά, ανάλογα τον βαθμό στον οποίον το ικανοποιεί. Στο τέλος υπολογίζεται το άθροισμα για κάθε πιθανή απόφαση και αυτή με το μεγαλύτερο άθροισμα ορίζεται ως η προτιμότερη.

Στη συγκεκριμένη εργασία οι πιθανές αποφάσεις είναι τα 3 σενάρια τα οποία έλαβαν μια τιμή από το 1 μέχρι το 5, με το 5 να ορίζει ως «άριστο» και το 1 ως «κακό». Για την αξιολόγηση ορίστηκαν 3 κατηγορίες κριτηρίων που αφορούν την περιβαλλοντική, την κοινωνική και την οικονομική διάσταση των σεναρίων. Το περιβάλλον περιγράφεται από 6 κριτήρια, η κοινωνία από 4 και η οικονομία από 5, όπως φαίνεται στον πίνακα 18. Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι τα κριτήρια είναι ισοβαρή μεταξύ τους, έχουν δηλαδή το ίδιο βάρος και όλα συνεισφέρουν το ίδιο στο τελικό αποτέλεσμα.

Στα κριτήρια που αφορούν στην προστασία και ανάπτυξη της χλωρίδας, της πανίδας, στην προστασία του τοπίου, καθώς και στη βελτίωση του μικροκλίματος, το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό, το σενάριο 2 χαρακτηρίζεται ως πολύ καλό και το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως άριστο.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Προστασία και Ανάπτυξη Χλωρίδας	1	4	5
Προστασία και Ανάπτυξη Πανίδας	1	4	5
Προστασία Τοπίου	1	4	5
Βελτίωση Μικροκλίματος	1	4	5

Πίνακας 7: Αξιολόγηση φυσικού περιβάλλοντος

Το σενάριο 2 λαμβάνει αυτή τη βαθμολογία λόγω της επιλογής της φιλικής προς το περιβάλλον διατομής για το ρέμα Σούρες. Η επιλογή της προτεινόμενης λύσης έχει ως βασική αρχή τη διατήρηση της φυσικής κοίτης και της δενδρώδους βλάστησης. Τα έργα είναι ήπιου χαρακτήρα, με ελαχιστοποίηση της χρήσης σκυροδέματος για την καλύτερη ένταξή τους στο περιβάλλον της περιοχής. Με τον τρόπο αυτό το ρέμα δεν αποκόπτεται από το γειτονικό του περιβάλλον και αποτελεί μέρος αυτού, δίνοντας την ευκαιρία της περαιτέρω ανάπτυξής του. Η ανάπτυξη της χλωρίδας στην παραρεμάτια περιοχή μπορεί να προσφέρει καταφύγιο σε αρκετά είδη μικροπανίδας καθώς και να προστατέψει και να αναδείξει το παρακείμενο τοπίο. Παράλληλα, η ύπαρξη βλάστησης θα βελτιώσει το μικροκλίμα της περιοχής καθιστώντας το ηπιότερο, ρυθμίζοντας την υγρασία και τη θερμοκρασία.

Το σενάριο 3 λαμβάνει άριστη βαθμολογία λόγω της εγκατάστασης αστικού πρασίνου. Το αστικό πράσινο συμβάλλει στην ανάπτυξη και προστασία της χλωρίδας της περιοχής και λειτουργεί ως καταφύγιο για την πανίδα οδηγώντας στην ανάπτυξή της. Παράλληλα, η ύπαρξη πρασίνου βελτιώνει το μικροκλίμα της περιοχής και δημιουργεί ένα τοπίο μεγαλύτερης αισθητικής αξίας εντός του αστικού χώρου.

Το σενάριο 2 χαρακτηρίζεται ως πολύ καλό στα τέσσερα αυτά κριτήρια καθώς τα θετικά του αποτελέσματα σχετίζονται άμεσα με τη θέση του ρέματος, με αποτέλεσμα να έχουν τοπικό χαρακτήρα. Αντίθετα, το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως άριστο, καθώς η χωροθέτηση του αστικού πράσινου δεν εξαρτάται από κάποιο φυσικό στοιχείο και μπορεί να είναι πιο εκτεταμένη.

Στο κριτήριο που αφορά στην προστασία των υδατικών πόρων το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό, το σενάριο 2 χαρακτηρίζεται ως άριστο και το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως πολύ καλό.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Προστασία Υδατικών Πόρων	1	5	4

Πίνακας 8: Αξιολόγηση υδατικών πόρων

Η βαθμολογία αυτή προκύπτει καθώς στο σενάριο 3 περιλαμβάνεται το μέτρο της εγκατάστασης τεχνητών καναλιών και μικρών υδατορευμάτων. Το μέτρο αυτό αποσκοπεί στον μετριασμό της επίδρασης που έχει η ανθρώπινη ανάπτυξη στο φυσικό κύκλο του νερού. Παράλληλα, το σενάριο 2 μέσω της οριοθέτησης και τακτοποίησης της κοίτης του ρέματος έχει ως βασικό στόχο την αποτελεσματική προστασία των υδάτινων πόρων, όπου αποτελούν ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής.

Στο κριτήριο που αφορά στην προστασία των εδαφικών πόρων το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό και τα σενάρια 2 και 3 χαρακτηρίζονται ως πολύ καλά.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Προστασία Εδαφικών Πόρων	1	4	4

Πίνακας 9: Αξιολόγηση εδαφικών πόρων

Το σενάριο 2 λαμβάνει αυτή τη βαθμολογία καθώς κατά τη διάρκεια ενός πλημμυρικού γεγονότος τα τεχνικά έργα είναι ικανά να διαχειριστούν τον μεγάλο όγκο των υδάτων. Με τον τρόπο αυτό δεν θα υπάρξει υπερχειλίση και άτακτη εξάπλωση των υδάτων, με αποτέλεσμα να μην επηρεάζονται οι εδαφικοί πόροι των γειτονικών χρήσεων γης. Το σενάριο 3 λαμβάνει αυτή τη βαθμολογία λόγω της παρακολούθησης, μοντελοποίησης και πρόβλεψης της δασικής πυρκαγιάς. Το μέτρο αυτό μπορεί να οδηγήσει σε έγκαιρες και άμεσες αποφάσεις, βασισμένες σε τεκμήρια, που θα συμβάλλουν σημαντικά τόσο στην προστασία των εδαφικών πόρων όσο και στην προστασία του συνόλου του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής.

Στο κριτήριο που αφορά στη μείωση της ανθρώπινης δυσφορίας το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό όπως και το σενάριο 2. Αντίθετα, το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως άριστο.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Μείωση Ανθρώπινης Δυσφορίας	1	1	5

Πίνακας 10: Αξιολόγηση ανθρώπινης δυσφορίας

Η βαθμολογία του σεναρίου 3 είναι τόσο υψηλή καθώς στο πλαίσιο του περιλαμβάνονται μέτρα που αφορούν το συγκεκριμένο κριτήριο, όπως η εγκατάσταση αστικού πρασίνου και η εγκατάσταση συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης για ακραία καιρικά φαινόμενα (π.χ. ύπαρξη πολύ υψηλών θερμοκρασιών). Αντίθετα, το σενάριο 2 δεν περιλαμβάνει μέτρα που ικανοποιούν συγκεκριμένο κριτήριο.

Στο κριτήριο που αφορά στην προστασία από ακραίες καιρικές συνθήκες το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό, το σενάριο 2 χαρακτηρίζεται ως μέτριο και το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως άριστο.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Προστασία από Ακραίες Καιρικές Συνθήκες	1	2	5

Πίνακας 11: Αξιολόγηση ακραίων καιρικών συνθηκών

Το σενάριο 3 λαμβάνει αυτή την υψηλή βαθμολογία λόγω της ύπαρξης συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για ακραίες καιρικές συνθήκες, όπως υψηλές η χαμηλές θερμοκρασίες, σφοδρές βροχοπτώσεις και άλλα. Αντίθετα, το σενάριο 2 παρέχει προστασία από ακραίες καιρικές συνθήκες μόνο εάν αυτές αφορούν σφοδρή βροχόπτωση καθώς παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης των υδάτων.

Στο κριτήριο που αφορά στην προστασία από τις πλημμύρες το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό, το σενάριο 2 χαρακτηρίζεται ως άριστο και το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως καλό.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Προστασία από Πλημμύρες	1	5	3

Πίνακας 12: Αξιολόγηση πλημμυρών

Το σενάριο 2 λαμβάνει αυτή την πολύ υψηλή βαθμολογία καθώς τα τεχνικά έργα θα είναι σε θέση να διαχειριστούν μεγάλους όγκους νερού που ενδέχεται να προκύψουν από κάποια σφοδρή βροχόπτωση, χωρίς να θέσουν σε κίνδυνο τον οικιστικό χώρο της πόλης της Μάνδρας. Το σενάριο 3 λαμβάνει αυτή τη βαθμολογία, καθώς τα μέτρα που αφορούν στην προστασία από τις πλημμύρες είναι μικρότερης

κλίμακας και δεν μπορούν να διαχειριστούν τη σφοδρότητα ενός πλημμυρικού γεγονότος, όπως αυτό του Νοεμβρίου του 2017.

Στο κριτήριο που αφορά στην προστασία από πυρκαγιές το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό όπως και το σενάριο 2, ενώ το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως άριστο.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Προστασία από Πυρκαγιές	1	1	5

Πίνακας 13: Αξιολόγηση πυρκαγιών

Το σενάριο 2 λαμβάνει χαμηλή βαθμολογία καθώς δεν προβλέπει κάποιο μέτρο για την προστασία από τις πυρκαγιές. Αντίθετα, το σενάριο 3 περιλαμβάνει τρία μέτρα που ικανοποιούν αυτό το κριτήριο. Τα μέτρα αυτά είναι η δημιουργία συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για την δασική πυρκαγιά καθώς και η παρακολούθηση μοντελοποίηση και πρόβλεψη της πυρκαγιάς και οι εκστρατείες ευαισθητοποίησης των πολιτών.

Στο κριτήριο που αφορά στην προώθηση χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στη εξοικονόμηση ενέργειας το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως κακό όπως και το σενάριο 2, ενώ το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως άριστο.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Προώθηση Χρήσης ΑΠΕ	1	1	5
Εξοικονόμηση Ενέργειας	1	1	5

Πίνακας 14: Αξιολόγηση ενεργειακού αποτυπώματος

Το σενάριο 2 δεν περιλαμβάνει κάποιο σχετικό μέτρο ώστε να λάβει μεγαλύτερη βαθμολογία. Αντίθετα, στο σενάριο 3 προβλέπεται εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υψηλής ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Το μέτρο αυτό μπορεί να οδηγήσει στην ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 80% σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια, καθώς και στη μείωση κατά 60% των εκπομπών CO₂.

Ίδιες είναι οι βαθμολογίες και στο κριτήριο της μείωσης του κόστους για ψύξη, με το σενάριο 3 να χαρακτηρίζεται ως άριστο.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Μείωση Κόστους για Ψύξη	1	1	5

Πίνακας 15: Αξιολόγηση κόστους για ψύξη

Αυτό συμβαίνει, καθώς στο σενάριο αυτό προτείνεται η χρήση ψυχρών οροφών και ψυχρών πεζοδρομίων, μέτρων που αποσκοπούν στη μείωση της θερμικής νησίδας του αστικού χώρου. Οι ψυχρές οροφές μπορούν να έχουν 10 με 15°C λιγότερους από τις

συμβατικές, ενώ τα ψυχρά πεζοδρόμια, παρέχοντας μία αύξηση της ανακλαστικότητας από 10 έως 35%, μπορεί να οδηγήσουν στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 0,6°C.

Παράλληλα, σημαντικό ρόλο στη μείωση του κόστους για ψύξη διαδραματίζει και το αστικό πράσινο, καθώς έχει τη δυνατότητα να παρέχει μειωμένη θερμοκρασία στα κτίρια λόγω της σκίασης. Οι σκιές των δέντρων μειώνουν τη θερμοκρασία της επιφάνειας των τοίχων και των ορόφων από 11 έως 25°C.

Στο κριτήριο που αφορά στο κόστος υλοποίησης των σεναρίων, το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως άριστο, το σενάριο 2 χαρακτηρίζεται ως μέτριο και το σενάριο 3 χαρακτηρίζεται ως καλό.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Κόστος Υλοποίησης Σεναρίου	5	2	3

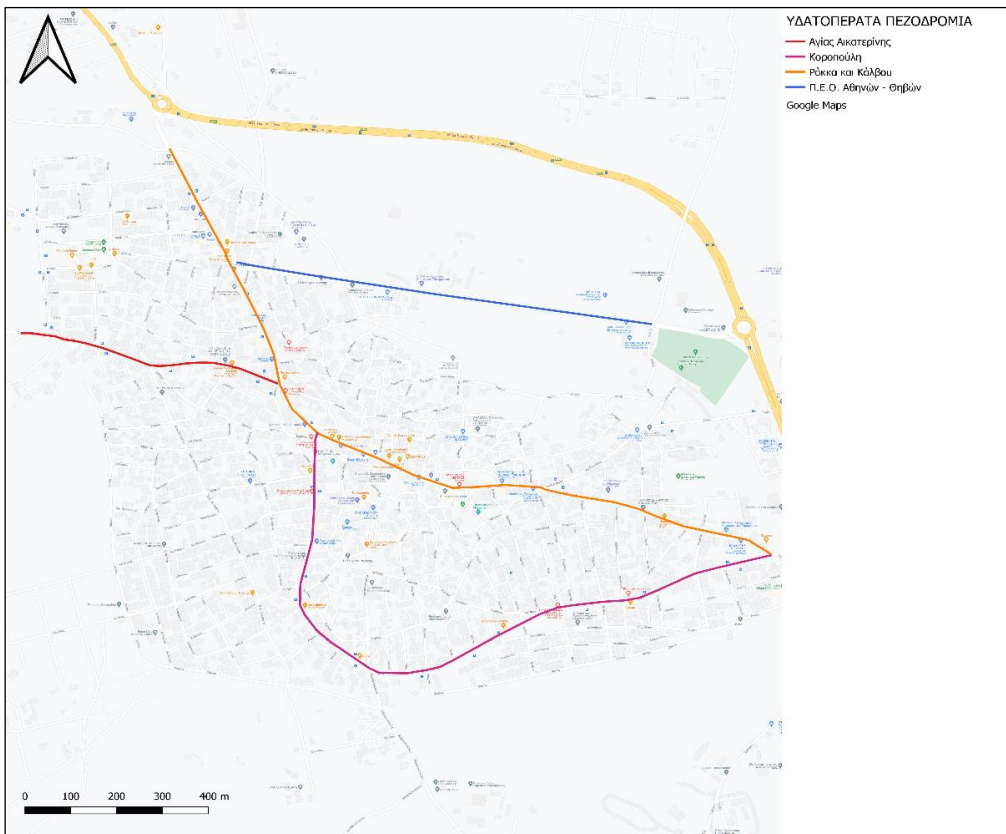
Πίνακας 16: Αξιολόγηση κόστους υλοποίησης

Το κόστος υλοποίησης του σεναρίου 2 σύμφωνα με την Περιφέρεια Αττικής ανέρχεται στα **10.550.750 ευρώ**. Το κόστος υλοποίησης του σεναρίου 3 αποτελείται από πολλά επιμέρους κόστη που αναλύονται στη συνέχεια.

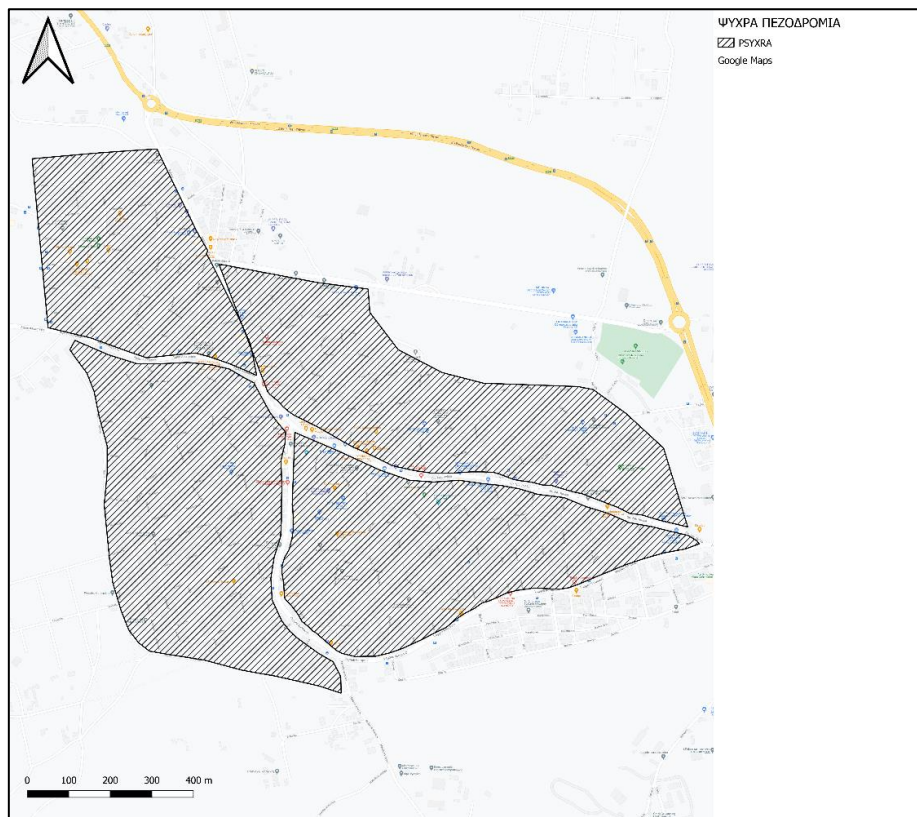
- Τοποθέτηση υδατοπερατών πεζοδρομίων σε κεντρικές οδούς της περιοχής
Συνολικό κόστος = 5.280 μέτρα (συνολικό μήκος) * 2 * 2,05 μέτρα (ελάχιστο πλάτος πεζοδρομίου) * 65 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο = 1.407.120 ευρώ.
- Τοποθέτηση ψυχρών πεζοδρομίων σε μικρές οδούς του αστικού ιστού
Συνολικό κόστος = 15.800 μέτρα (συνολικό μήκος) * 2 * 2,05 μέτρα (ελάχιστο πλάτος πεζοδρομίου) * 5 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο = 148.400 ευρώ.
- Τοποθέτηση ψυχρών οροφών σε σχολικές εγκαταστάσεις
14 κτίρια * 530 τετραγωνικά μέτρα * 15 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο = 111.300 ευρώ.
- Τοποθέτηση νέων κουφωμάτων σε σχολικές εγκαταστάσεις
14 κτίρια * 20 αίθουσες * 3 κουφώματα ανά αίθουσα * 1,60 τετραγωνικά μέτρα ανά κούφωμα * 300 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο = 403.200 ευρώ.
- Τοποθέτηση δέντρων σε σχολικές εγκαταστάσεις
14 κτίρια * 5 δέντρα * 30 ευρώ ανά δέντρο = 2.100 ευρώ.
- Τοποθέτηση δέντρων στον αστικό χώρο
200 δέντρα * 30 ευρώ ανά δέντρο = 6.000 ευρώ.

Το συνολικό κόστος του σεναρίου 3, για τα μέτρα προσαρμογής που μπορούν να κοστολογηθούν, ανέρχεται στα 2.078.120 ευρώ*.

*Τα κόστη του σεναρίου 3 είναι ενδεικτικά και βασίζονται σε προσωπική διερεύνηση.



Χάρτης 18: Τοποθέτηση υδατοπερατών πεζοδρομίων σε κεντρικές οδούς της περιοχής [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]



Χάρτης 19 : Τοποθέτηση ψυχρών πεζοδρομίων σε μικρές οδούς του αστικού ιστού [Πηγή: Προσωπικό αρχείο]

Στο κριτήριο που αφορά στο κόστος συντήρησης των σεναρίων, το μηδενικό σενάριο χαρακτηρίζεται ως άριστο και τα σενάρια 2 και 3 χαρακτηρίζονται ως καλά.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Κόστος Συντήρησης Σεναρίου	5	3	3

Πίνακας 17: Αξιολόγηση συντήρησης

Το κόστος συντήρησης του σεναρίου 3, για όσα μέτρα προσαρμογής μπορούν να κοστολογηθούν, ανέρχεται στις **216.120 ευρώ ανά έτος**. Πιο συγκεκριμένα, το κόστος συντήρησης των υδατοπερατών πεζοδρομίων ανέρχεται στα 54.120 ευρώ ανά έτος και των ψυχρών πεζοδρομίων στα 162.000 ευρώ ανά έτος. Το κόστος συντήρησης του σεναρίου 2, σε μεμονωμένες παρεμβάσεις θα είναι μεγαλύτερο, ωστόσο οι παρεμβάσεις αυτές αναμένονται να είναι πολύ πιο αραιές στο χρόνο ζωής του έργου. Με τον τρόπο αυτό, το κόστος συντήρησής του ανά έτος δεν θα διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από το κόστος του σεναρίου 3.

Συνοψίζοντας, το μηδενικό σενάριο συγκεντρώνει 23 βαθμούς, το σενάριο 2 συγκεντρώνει 42 βαθμούς και το σενάριο 3 συγκεντρώνει 67 βαθμούς. Το μηδενικό σενάριο στο σύνολό του χαρακτηρίζεται ως κακό και βαθμολογείται με 1. Στα κριτήρια που αφορούν τα κόστη χαρακτηρίζεται ως άριστο, ωστόσο η βαθμολογία αυτή προκύπτει από τη φύση του σεναρίου αυτού, καθώς δεν περιλαμβάνει καμία ενέργεια προσαρμογής.

Το σενάριο 2 χαρακτηρίζεται ως άριστο στα κριτήρια της προστασίας των υδατικών πόρων και της προστασίας από πλημμύρες. Η βαθμολογία αυτή προκύπτει καθώς το σενάριο αυτό έχει ως βασικό στόχο τόσο τη διατήρηση της οικολογικής λειτουργίας του υδατορεύματος, όσο και την απομάκρυνση πλημμυρικών φαινομένων, ανάσχεσης της ροής και ενδεχόμενης υπερχειλίσης. Ωστόσο, το σενάριο 2 δεν περιλαμβάνει μέτρα για την ολοκληρωμένη προσαρμογή της περιοχής, καθιστώντας την ευάλωτη στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Το σενάριο 3 συγκέντρωσε 67 βαθμούς και προτείνεται ως ένα ολοκληρωμένο σχέδιο προσαρμογής. Το συγκεκριμένο σενάριο απαρτίζεται από πολλαπλά μέτρα που προστατεύουν και αναδεικνύουν τόσο το φυσικό, όσο και το ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής. Παράλληλα, καλύπτει ένα μεγάλο φάσμα επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής που αφορούν όχι μόνο τις πλημμύρες, αλλά και τις πυρκαγιές, την ανθρώπινη δυσφορία και τις ακραίες καιρικές συνθήκες. Έτσι, το συγκεκριμένο σενάριο προστατεύει, βελτιώνει και αναπτύσσει την περιοχή μελέτης στο σύνολό της.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΚΛΙΜΑΚΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	Προστασία και Ανάπτυξη Χλωρίδας	1	4	5	Κακό	1
	Προστασία και Ανάπτυξη Πανίδας	1	4	5	Μέτριο	2
	Προστασία Τοπίου	1	4	5	Καλό	3
	Βελτίωση Μικροκλίματος	1	4	5	Πολύ Καλό	4
	Προστασία Υδατικών Πόρων	1	5	4	Άριστο	5
	Προστασία Εδαφικών Πόρων	1	4	4		
ΚΟΙΝΩΝΙΑ	Μείωση Ανθρώπινης Δυσφορίας	1	1	5		
	Προστασία από Ακραίες Καιρικές Συνθήκες	1	2	5		
	Προστασία από Πλημμύρες	1	5	3	Σενάριο 1 : Μηδενικό Σενάριο	
	Προστασία από Πυρκαγιές	1	1	5	Σενάριο 2 : Υδραυλικό Σενάριο	
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	Προώθηση Χρήσης ΑΠΕ	1	1	5	Σενάριο 3 : Σενάριο Προσαρμογής	
	Εξοικονόμηση Ενέργειας	1	1	5		
	Μείωση Κόστους για Ψύξη	1	1	5		
	Κόστος Υλοποίησης Σεναρίου	5	2	3		
	Κόστος Συντήρησης Σεναρίου	5	3	3		
ΣΥΝΟΛΟ		23	42	67		

Πίνακας 18: Συνολική αξιολόγηση σεναρίων

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός σχεδίου προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή για το Δήμο Μάνδρας Αττικής. Τα στάδια που ακολουθήθηκαν περιλάμβαναν την ανάλυση του φαινομένου καθώς και των μέτρων αντιμετώπισής του σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, αλλά και τη δημιουργία σεναρίων για καλύτερη προσαρμογή. Σε όλες τις επιμέρους διαδικασίες προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα, όπως περιγράφονται παρακάτω.

Τόσο οι αρνητικές επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου (Greenhouse Effect) όσο και η κλιματική αλλαγή προκαλούν μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών και οφείλονται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Έτσι η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC, 2012, 2015) προβλέπει ότι η ανοδική τάση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας θα συνεχιστεί στις περισσότερες περιοχές του πλανήτη κατά τον τρέχοντα αιώνα, με αποτέλεσμα να λαμβάνονται αποφάσεις αναχαίτησης της.

Μια πρώτη προσπάθεια έγινε με την Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) τον Μαρτίου του 1994, που στόχευε στην σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδο που θα αποτρέψει την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλίμα. Στο ίδιο συνέδριο, συνδέθηκε για πρώτη φορά η έννοια του περιβάλλοντος με την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη και καταρτίστηκε η Ατζέντα 21 που αποτελεί ένα μη δεσμευτικό κείμενο, αλλά οδικό χάρτη και σχέδιο δράσης για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης σε αστικό επίπεδο.

Με την πάροδο των ετών, νέες συνεδριάσεις και πρωτόκολλα, στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, στην αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Η συμφωνία του Παρισιού το 2016 αποτελεί ορόσημο της διαδικασίας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη, ενώ η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία τον Δεκέμβρη του 2019 θέτει στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ως το 2030.

Σε εθνικό επίπεδο, με την Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ) πραγματοποιείται χάραξη κατευθυντήριων γραμμών με στόχο την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της χώρας στις επιπτώσεις του φαινομένου. Αντίστοιχα, το Περιφερειακό σχέδιο (ΠεΣΠΚΑ) αξιολογεί τις πιθανές επιπτώσεις (ευκαιρίες και απειλές), εστιάζοντας στον τρόπο με τον οποίο οι κλιματικοί κίνδυνοι ενδέχεται να εκδηλωθούν κατά τον 21ο αιώνα. Τέλος, το Σύμφωνο των Δημάρχων για το Κλίμα και

την Ενέργεια ενώνει τις τοπικές και περιφερειακές αρχές, αναλαμβάνοντας τη δέσμευση να μειωθούν οι εκπομπές CO₂ τουλάχιστον κατά 40% έως το 2030 και να ενισχυθεί η ικανότητα προσαρμογής τους στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Όσον αφορά στην περιοχή μελέτης, αφού αναλύθηκε η υφιστάμενη κατάσταση, διαπιστώθηκε πως στην ευρύτερη περιοχή της πόλης της Μάνδρας, το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη του ρέματος Σούρες και Αγ. Αικατερίνης, που αποτελούν εποχικούς χειμάρρους με μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας. Πιο συγκεκριμένα υπάρχει παρεμπόδιση της φυσικής ροής από ιδιωτικές και δημοτικές εγκαταστάσεις, καθώς και μη διευθέτηση της κοίτη και στις δύο περιπτώσεις.

Τα πλημμυρικά φαινόμενα της 15η Νοεμβρίου 2017, είχαν πολλαπλές αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο φυσικό, όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον, με αποτέλεσμα να απαιτείται η λήψη μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή μέσα από την υλοποίηση και εξέταση ποικίλων σεναρίων.

Ξεκινώντας από το μηδενικό σενάριο, εξετάζεται η περιοχή χωρίς να γίνεται κάποια παρέμβαση, με αποτέλεσμα την ύπαρξη διαρκών και αυξανόμενων κινδύνων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) την περίοδο 2026-2065 προκύπτει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας αλλά και της υγρασίας, με το ημερήσιο ύψος βροχής να μειώνεται.

Το δεύτερο σενάριο (υδραυλικό), αφορά στη διευθέτηση του ρέματος Σούρες και του χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης, τα οποία αποτελούν υδατορεύματα οικολογικής σημασίας. Έτσι προτείνεται η επιλογή της καταλληλότερης διατομής να γίνει με κύριο κριτήριο την διατήρηση της οικολογικής λειτουργίας του ρέματος, ενώ διαπιστώνεται πως μια μικτή διατομή ικανοποιεί τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις χωρίς την κατασκευή αναβαθμών. Αντίθετα, για τον χειμάρρο προτείνεται μια μερική διόδευση της παροχής μέσω του υφιστάμενου αγωγού Κοροπούλη, με κατασκευή έργων εκτροπής.

Το τρίτο και τελευταίο σενάριο, δομήθηκε με τη χρήση του εργαλείου Urbanproof Toolkit, το οποίο μελετά τις επιπτώσεις ποικίλων παραμέτρων, όπως ο κίνδυνος εκδήλωσης περιαστικής πυρκαγιάς, η ζήτηση ηλεκτρισμού για ψύξη, η ανθρώπινη δυσφορία ή ο κίνδυνος εκδήλωσης πλημμύρας, και προτείνει μία ολιστική προσέγγιση για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Για την επιλογή του καταλληλότερου εξ αυτών, υλοποιήθηκε μια πολυκριτηριακή ανάλυση. Αυτή ορίζει μια κλίμακα βαθμολόγησης ανά σενάριο και κριτήριο με τιμές από 1 έως 5 (κακό έως άριστο). Για την αξιολόγηση ορίστηκαν 3 κατηγορίες κριτηρίων που αφορούν στην περιβαλλοντική, την κοινωνική και την οικονομική διάσταση, με

το περιβάλλον να περιγράφεται από 6 επιμέρους κριτήρια, την κοινωνία από 4 και την οικονομία από 5.

Σχετικά με το περιβάλλον διαπιστώνεται πως το τρίτο σενάριο είναι το πιο αποτελεσματικό καθώς ενισχύει την προστασία και ανάπτυξη της χλωρίδας, της πανίδας και των υδατικών πόρων, ενώ βελτιώνει το μικροκλίμα. Αντίστοιχα και στην κοινωνία, καθώς μειώνει την ανθρώπινη δυσφορία και προστατεύει την πόλη από πλημμύρες ή πυρκαγιές. Τέλος, και στους οικονομικούς παράγοντες το τρίτο σενάριο υπερτερεί καθώς ενισχύει τη χρήση ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας. Έτσι, το τρίτο σενάριο συγκεντρώνει την μεγαλύτερη βαθμολογία (67 βαθμοί) έναντι των άλλων δύο (μηδενικό σενάριο: 23 βαθμοί και υδραυλικό σενάριο: 42 βαθμοί) και επομένως προτείνεται ως ένα ολοκληρωμένο σχέδιο προσαρμογής.

Ολοκληρώνοντας την εργασία, προκύπτει ότι για να είναι ολοκληρωμένο ένα σχέδιο προσαρμογής, πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τόσο τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής, όσο και τις ανάγκες του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντός της.

Σήμερα τα ακραία φυσικά φαινόμενα, όπως οι πυρκαγιές και οι πλημμύρες που προκύπτουν από μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας βροχοπτώσεις, είναι ολοένα και πιο συχνά εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Η ανάγκη για συμπερίληψη της κλιματικής αλλαγής στον σχεδιασμό, σε τοπικό και εθνικό επίπεδο είναι πιο επιτακτική από ποτέ, τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης ζωής, όσο και για την επίτευξη του στόχου της ΕΕ, που είναι η κλιματική ουδετερότητα. Στην προσπάθεια αυτή οι κοινωνίες οφείλουν να συνεχίσουν να αναπτύσσονται και να ικανοποιούν τις ανάγκες τους, χωρίς όμως να θέτουν σε κίνδυνο την δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κοντοές Χ., Αντωνιάδη Σ., Ιερωνυμίδα Ε., Καραγιαννοπούλου Κ., Τσούνη Α., *Ανάλυση της πλημμύρας στη δυτική Αττική στις 15/11/2017 με αξιοποίηση δορυφορικής τηλεπισκόπησης*, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα, 2018.
2. Αποστολίδης Η., Περλέρος Β., Τσατήρης Β., Βασιλόπουλος Γ., *Έκθεση για την πλημμύρα της 15ης Νοεμβρίου 2017 στην Μάνδρα και Νέα Πέραμο Αττικής*, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος-Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Αθήνα, 2017.
3. Βοζινάκη Α. Ε., *Ένα Ολοκληρωμένο Σύστημα Εκτίμησης της Επικινδυνότητας και των Επιπτώσεων Πλημμυρικών Φαινομένων*, Διδακτορική Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, 2014.
4. ΓΓΠΠ, *Εγκύκλιος Πλημμυρών, Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων*, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, 2015.
5. Διακάκης Μ., *Εκτίμηση Πλημμυρικής Επικινδυνότητας με τη Χρήση Μοντέλων Προσομοίωσης*, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, 2012.
6. ΥΠΕΝ, *Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή*, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2016.
7. Πέππας Ι., Εκτροπή χειμάρρου Αγ. Αικατερίνης και διευθέτηση χειμάρρου Σούρες Θριάσιου Πεδίου. Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, ΕΤΜΕ ΠΕΠΠΙΑΣ και ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ, Αθήνα, 2018
8. ΠΕΣΠΚΑ, Κατάρτιση του Περιφερειακού Σχεδίου για την προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή, Περιφέρεια Αττικής, 2020
9. Κούγκολος Α., *Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2007.
10. Λέκκας Ε., Βούλγαρης Ν., Λόζιος Σ., *Πλημμύρες στην Δυτική Αττική (Μάνδρα, Νέα Πέραμος) 15 Νοεμβρίου 2017*, Μη περιοδική έκδοση του Π.Μ.Σ «Στρατηγικές

διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων», Τεύχος 5, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2017.

11. Πέππας Ι., Καραβοκύρης Ι., *Αντιπλημμυρική προστασία Θριασίου πεδίου*, Ημερίδα «Αντιπλημμυρική προστασία Αττικής», ΤΕΕ, Αθήνα, 2004.
12. Μπάμπου Σ., *Διερεύνηση επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών στο περιβάλλον. Μελέτη περίπτωσης: πλημμυρικά φαινόμενα στο δήμο Μάνδρας-Ειδυλλίας*, Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Εφαρμοσμένων Πολιτικών και Τεχνικών Προστασίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2019.
13. Μπεζργιαννίδης Α., *Πλημμύρες και αντιπλημμυρικά έργα κατά μήκος του ποταμού Έβρου*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2007.
14. ΟΑΣΠ, *Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000*, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, 2001.
15. Σαπουντζάκη Κ., Δανδουλάκη Μ., *Κίνδυνοι και Καταστροφές. Έννοιες και Εργαλεία Αξιολόγησης, Προστασίας, Διαχείρισης*, 2016
16. ΥΠΕΝ, *Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου του Δήμου Μάνδρας*, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2017.
17. Υ.Α. 9173/1642, *Χαρακτηρισμός ως διατηρητέου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος ρεμάτων, χειμάρρων και ρυακιών του νομού Αττικής*, 1993.
18. Banholzer S., Kossin J., Donner S., *The impact of climate change on natural disasters*. In *Reducing disaster: Early warning systems for climate change* (pp. 21-49). Springer, Dordrecht, 2014.
19. Voudouris P., Mavrogonatos C., Graham I., Giuliani G., Tarantola A., Melfos V., Magganas A., *Gemstones of Greece: geology and crystallizing environments. Minerals*, 9(8), 461, 2019.
20. IPCC, *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK/New York, 2012.

21. Protocol K., *United Nations framework convention on climate change*. Kyoto Protocol, Kyoto, 19(8), 1997.

ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://tool.urbanproof.eu>
2. <https://www.consilium.europa.eu/>
3. <https://ec.europa.eu/info/strategy/>
4. <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/>
5. <https://courses.lumenlearning.com>
6. <https://unfccc.int/process-and-meetings>
7. <https://climate-adapt.eea.europa.eu>
8. <https://public.wmo.int/>
9. <https://public.wmo.int/>
10. <https://www.eea.europa.eu/themes/climate>
11. <https://eur-lex.europa.eu/>
12. <https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>
13. https://unfccc.int/kyoto_protocol
14. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en
15. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en
16. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en
17. <https://unfccc.int>
18. <https://www.bankofgreece.gr>
19. <https://gis.ktimanet.gr>
20. <http://www.beyond-eocenter.eu/>
21. <https://mandras-eydyllias.gr/>
22. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/energy_sector/urban_forest
23. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/energy_sector/cool_roofs
24. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/energy_sector/cool_pavements
25. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/floods/trees_in_urban_areas
26. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/floods/channels_and_rills
27. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/floods/permeable_paving
28. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/forest_fires/establishment_of_a_forest_fire_early_warning_system
29. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/forest_fires/monitoring_fires_modeling_and_forecasting_fire_danger
30. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/public_health/urban_parks
31. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/public_health/early_warning_systems

32. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/energy_sector/financial_incentives_for_the_holistic_energy_efficient
33. https://tool.urbanproof.eu/urbanproof/energy_sector/economic_incentives_for_renewables_and_energy_efficiency