



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών
Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ,
ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΗΣ
ΠΑΠΑΓΟΥ ΜΑΡΙΑΣ**

ΧΑΝΙΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2024



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών
Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ, ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΑΠΑΓΟΥ ΜΑΡΙΑΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΣΟΥΤΣΟΣ ΘΕΟΧΑΡΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΚΟΛΟΚΟΤΣΑ ΔΙΟΝΥΣΙΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΒΟΥΛΓΑΡΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Περίληψη

Η κλιματική κρίση αναδεικνύεται από τις σοβαρότερες και επείγουσες απειλές που αντιμετωπίζει ο άνθρωπος και το περιβάλλον, ενώ αναφέρεται στις μεταβολές που προκαλούνται στην ισορροπία της φύσης, ιδιαίτερα λόγω των δραστηριοτήτων που προέρχονται από τον άνθρωπο.

Η άνοδος της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, τα εντονότερα ακραία φυσικά φαινόμενα, όπως καταιγίδες, παρατεταμένοι καύσωνες, λειψυδρία και πλημμύρες είναι μερικές από τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης. Αυτές οι επιπτώσεις προκαλούν μια σειρά από βαθιές και ορισμένες φορές ανεπανόρθωτες καταστροφές στα οικοσυστήματα και την ευημερία και υγεία των ανθρώπων.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο εντοπισμός και η αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης, σε τομείς όπως περιβάλλον, υγεία και οικονομία. Η μελέτη επικεντρώνεται στην περιοχή της Μεσογείου η οποία πλήττεται ιδιαίτερα από την υπερθέρμανση και την κλιματική αλλαγή. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή της μεθόδου Operational Risk Management (ORM – Διαχείριση Λειτουργικού Κινδύνου) σε τρία βήματα: εντοπισμός των επιπτώσεων μέσω βιβλιογραφίας, αξιολόγηση τους από τέσσερις κατηγορίες φορέων (δημόσιος τομέας, έρευνα και ακαδημαϊκός τομέας, μη κυβερνητικές οργανώσεις ή ομάδες πολιτών και ιδιωτικός τομέας) μέσω ερωτηματολογίου και τελική κατάταξη των επιπτώσεων με βάση τους Κώδικες Εκτίμησης Επικινδυνότητας (RACs).

Οι επιλεγμένοι φορείς ανέδειξαν τις πλημμύρες, τις πυρκαγιές, τη καταστροφή των οικοσυστημάτων, την λειψυδρία και τους καύσωνες ως τους σοβαρότερους κινδύνους της κλιματικής κρίσης. Οι κίνδυνοι κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στον άνθρωπο, το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον. Για τον άνθρωπο και το φυσικό περιβάλλον, ως σοβαρότερη επίπτωση αναδείχτηκαν οι πυρκαγιές, ενώ για το δομημένο περιβάλλον η οικονομική κρίση.

Οι σοβαρότερες επιπτώσεις ταξινομήθηκαν επίσης ανά κατηγορία φορέα, με σκοπό την κατανόηση των προτεραιοτήτων και των ανησυχιών τους σχετικά με τη κλιματική κρίση. Έτσι κάθε εμπειρογνώμονας μπορεί να αναλάβει δράση σε τομείς που άπτονται των αρμοδιοτήτων του, με την εφαρμογή στοχευμένων μέτρων για τον μετριασμό και την αποτελεσματική διαχείριση των κινδύνων της κλιματικής κρίσης.

Abstract

The climate crisis is emerging as one of the most severe and urgent threats faced by humanity and the environment, referring to the changes induced in the balance of nature, particularly due to human activities. The rise in average atmospheric temperatures, more intense extreme weather events such as storms, prolonged heatwaves, droughts, and floods are some of the impacts of the climate crisis. These impacts cause a range of profound and sometimes irreversible damage to ecosystems and the well-being and health of people.

The purpose of this thesis is to identify and evaluate the impacts of the climate crisis in areas such as the environment, health, and the economy. The study focuses on the Mediterranean region, which is particularly affected by global warming and climate change. The research was conducted using the Operational Risk Management (ORM) method in three steps: identifying impacts through literature review, assessing them from four categories of stakeholders (public sector, research and academic sector, non-governmental organizations or citizen groups, and private sector) through a questionnaire, and finally ranking the impacts based on Risk Assessment Codes (RACs).

The selected stakeholders identified floods, fires, ecosystem destruction, drought, and heatwaves as the most serious risks of the climate crisis. The risks were categorized according to their effects on humans, the natural environment, and the built environment. For humans and the natural environment, fires were highlighted as the most severe impact, while for the built environment, the economic crisis was considered the most critical.

The most severe impacts were also classified by stakeholder category to understand their priorities and concerns regarding the climate crisis. This allows each expert to take action in areas within their jurisdiction by implementing targeted measures for the mitigation and effective management of climate crisis risks.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Θεοχάρη Τσούτσο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναλαμβάνοντας την επίβλεψη της διπλωματικής μου εργασίας και για τη συνεχή καθοδήγηση που μου παρείχε.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κυρία Σοφία Τσεμεκίδη, για την πολύτιμη καθοδήγησή της και για την συνεργασία μας. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική στην εξέλιξη της εργασίας μου, καθώς με υποστήριξε σε όσες περιπτώσεις χρειάστηκα βοήθεια.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους συμμετέχοντες που αφιέρωσαν χρόνο για την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων της έρευνας.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για την υποστήριξη, την συμπαράσταση και την ενθάρρυνση τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Ευχαριστίες	5
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	7
Κατάλογος Πινάκων	8
Κατάλογος Εικόνων.....	9
1. Εισαγωγή.....	10
1.1 Ορισμός της Κλιματικής Αλλαγής.....	11
1.1.1 Φαινόμενο του Θερμοκηπίου.....	11
1.1.2 Αέρια θερμοκηπίου.....	12
1.1.3 Υπερθέρμανση του πλανήτη	12
1.1.4 Αύξηση ανάγκης για ψύξη	15
1.1.5 Κλιματική κρίση στη Μεσόγειο	17
1.2 Αίτια Κλιματικής Αλλαγής.....	18
1.2.1 Ανθρωπογενή αίτια.....	18
1.2.2 Φυσικά αίτια	22
1.3 . Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής	23
1.3.1 Πυρκαγιές.....	23
1.3.2 Πλημμύρες	25
1.3.3 Ξηρασία.....	29
1.3.5 Καύσωνες.....	31
1.3.6 Καταστροφή Οικοσυστημάτων	33
1.3.7 Επιπτώσεις στην γεωργία	35
1.3.8 Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	35
1.4 Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στην υγεία.....	36
1.4.1 Ασθένειες από ατμοσφαιρική ρύπανση	37
1.4.2 Αναπνευστικές αλλεργίες – Αλλεργιογόνα	38
1.4.3 Άσθμα και Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια.....	39
1.4.4 Νοσήματα που μεταδίδονται μέσω φορέων.....	42
1.4.5 Νοσήματα που μεταδίδονται μέσω του νερού.....	42
1.4.6 Ασθένειες που μεταδίδονται μέσω της τροφής.....	43
1.4.7 Επιπτώσεις στην ψυχική υγεία	44
2. Μεθοδολογία	45
2.1 Μεθοδολογία έρευνας	45
2.1.1 Περιοχές Μελέτης.....	46

2.1.2 Κατηγορίες φορέων	47
2.2 Μέθοδος Operational Risk Management.....	48
2.3 Προσδιορισμός Επικινδυνότητας	51
2.4 Αξιολόγηση επικινδυνότητας.....	52
3. Αποτελέσματα	55
3.1 Κατάταξη επιπτώσεων ανά κατηγορία φορέα.....	57
3.2 Κατάταξη επιπτώσεων για άνθρωπο, φυσικό περιβάλλον, δομημένο περιβάλλον	62
3.2.1. Επιπτώσεις για τον άνθρωπο	63
3.2.2 Επιπτώσεις για το δομημένο περιβάλλον	64
3.2.3 Επιπτώσεις για το φυσικό περιβάλλον.....	65
4. Συζήτηση.....	66
5. Συμπεράσματα.....	68
5.1 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	70
6. Βιβλιογραφία	71
7. Παράρτημα 1	82

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1: Μεταβολή της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας [NASA,2023].....	14
Διάγραμμα 1.2: Μεταβολή συγκέντρωσης (σε ppm) διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από το 1955 έως σήμερα, 2024 [Πηγή: NASA, 2024].....	19
Διάγραμμα 1.3: Επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, τα τελευταία 800.000 χρόνια, [NOAA, 2024].....	19
Διάγραμμα 1.4: Μεταβολή συγκέντρωσης (σε ppb) του μεθανίου στην ατμόσφαιρα από το 1980 έως σήμερα, 2024 [NASA, 2024].....	20
Διάγραμμα 1.5: Συγκέντρωση μεθανίου στην ατμόσφαιρα από το 1910 έως το 2020 [NOAA, 2024].....	20
Διάγραμμα 1.6: Μηνιαίες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από πυρκαγιές στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για το 2023, [EFFIS/CEMS, 2023].....	25
Διάγραμμα 1.7: Παγκόσμια άνοδος της στάθμης της θάλασσας από το 1700 έως το 2100 [Antonioli et al., 2017].....	27
Διάγραμμα 1.8: Παγκόσμια στάθμη της θάλασσας από το 1993 έως σήμερα, 2024 [NASA, 2024].....	27
Διάγραμμα 3.1: Μέση βαθμολογία επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης με βάση τις απαντήσεις των φορέων.....	56
Διάγραμμα 3.2: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από τον δημόσιο τομέα.....	58

Διάγραμμα 3.3: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από φορείς της ακαδημαϊκής κοινότητας/ έρευνας.....	59
Διάγραμμα 3.4: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από ΜΚΟ και ομάδες πολιτών.....	61
Διάγραμμα 3.5: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από επιχειρήσεις του ιδιωτικού τομέα.....	62
Διάγραμμα 3.6: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης για τον άνθρωπο.....	64
Διάγραμμα 3.7: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης για το δομημένο περιβάλλον.....	65
Διάγραμμα 3.8: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης για το φυσικό περιβάλλον.....	66

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Αίτια και κίνδυνοι κλιματικής κρίσης.....	45
Πίνακας 2.1: Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης και η σχετική βιβλιογραφία τους.....	52
Πίνακας 2.2: Βαθμολογία επιπτώσεων κλιματικής κρίσης με βάση τη σοβαρότητα τους.....	53
Πίνακας 2.3: Βαθμολογία επιπτώσεων κλιματικής κρίσης με βάση τη πιθανότητα να συμβούν.....	54
Πίνακας 2.4: Κώδικες εκτίμησης επικινδυνότητας (RACs) και μέση βαθμολογία επιπτώσεων (Μέσος Όρος).....	54
Πίνακας 2.5: Κώδικες Εκτίμησης Επικινδυνότητας [Smaragdakis et al., 2020].....	54
Πίνακας 3.1: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία, με βάση τις απαντήσεις των φορέων, από την κρισιμότερη προς την λιγότερο κρίσιμη.....	56
Πίνακας 3.2: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από τους φορείς του δημοσίου τομέα.....	57
Πίνακας 3.3: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από φορείς της ακαδημαϊκής κοινότητας/ έρευνας.....	59
Πίνακας 3.4: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από ΜΚΟ και ομάδες πολιτών.....	60
Πίνακας 3.5: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από επιχειρήσεις στον ιδιωτικό τομέα.....	61
Πίνακας 3.6: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης για τον άνθρωπο και μέση βαθμολογία.....	63
Πίνακας 3.7: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης για το δομημένο περιβάλλον και μέση βαθμολογία.....	64
Πίνακας 3.8: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης για το φυσικό περιβάλλον και μέση βαθμολογία.....	65

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Ετήσια μέση θερμοκρασία από το 1976 μέχρι το 2023, σε μορφή ραβδογράμματος [NOAA/ NCEI, 2024].....	14
Εικόνα 1.2: Βαθμοημέρες ψύξης στις χώρες της Ευρώπης, για το 2023 [Eurostat, 2023].....	16
Εικόνα 1.3: Ζήτηση για ψύξη χώρων το 1982 σε σύγκριση με το 2022 [Eurostat, 2024].....	16
Εικόνα 1.4: Κατανομή και έκταση των καμένων περιοχών στην Ευρώπη και Μεσόγειο το 2023, [EFFIS/CEMS, 2023].....	24
Εικόνα 1.5: Συνθήκες ξηρασίας στην Ευρώπη, μέχρι τα τέλη του Ιουλίου 2024, με ιδιαίτερα κρίσιμες καταστάσεις στη Μεσόγειο και στην Μαύρη Θάλασσα, [European Drought Observatory, 2024].....	30
Εικόνα 1.6 : Αλλαγή της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας σε σχέση με τις μέσες θερμοκρασίες της περιόδου 1951-1980, με το έτος 2020 να είναι στατιστικά ισότιμο με το 2016 ως το θερμότερο καταγεγραμμένο έτος [Ινστιτούτο Διαστημικών Μελετών Goddard της NASA, (GISS), 2024].....	32
Εικόνα 1.7: Συγκέντρωση των λεπτών αιωρούμενων σωματιδίων (PM _{2,5}) στον αέρα παγκοσμίως, [Πηγή: WHO, 2024].....	40
Εικόνα 1.8: Συγκέντρωση των λεπτών αιωρούμενων σωματιδίων (PM _{2,5}) στον αέρα στην Ευρώπη, [Πηγή: WHO, 2024].....	40
Εικόνα 1.9: Παγκόσμια συγκέντρωση CO ₂ σε ppm το 2002, [NASA, 2022].....	41
Εικόνα 1.10: Παγκόσμια συγκέντρωση CO ₂ σε ppm το 2022, [NASA, 2022].....	41
Εικόνα 1.11: Τρόποι με τους οποίους η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την ασφάλεια των τροφίμων [The Global Climate and Health Alliance, 2015].....	44
Εικόνα 2.1: Τα πέντε βήματα του Operational Risk Management [Kamenopoulos, 2015].....	49
Εικόνα 2.2: Βήματα αξιολόγησης του λειτουργικού κινδύνου [Smaragdakis et al., 2020].....	49

1. Εισαγωγή

Η κλιματική κρίση και η υπερθέρμανση αποτελούν σημαντικούς κινδύνους και προκλήσεις για τους ανθρώπους, το περιβάλλον και τις σύγχρονες πόλεις σε όλο τον πλανήτη. Μεταξύ των συνεπειών τους είναι η αύξηση των ακραίων φαινομένων, οι υψηλότερες θερμοκρασίες, οι ξηρασίες, οι απώλειες ειδών, οι κίνδυνοι υγείας για τον άνθρωπο, η έλλειψη καθαρού νερού και τροφής και τα οικονομικά προβλήματα [United Nations, 2024]. Η αλόγιστη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, η απογύμνωση των δασών και η κτηνοτροφία είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες επιδείνωσης αυτών των φαινομένων. Αυτές οι ενέργειες συμβάλλουν όλο και περισσότερο στην αλλαγή του κλίματος και των θερμοκρασιών της Γης, καθώς απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου.

Η μελέτη επικεντρώνεται στην περιοχή της Μεσογείου, η οποία είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένη και ευάλωτη στους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής, ειδικά στις νότιες και ανατολικές ακτές της [Guiot et al., 2021]. Λόγω των κλιματικών και γεωγραφικών χαρακτηριστικών της σε συνδυασμό με τα κοινωνικοοικονομικά προβλήματα, τον αυξανόμενο πληθυσμό και τη μετανάστευση, αντιμετωπίζει ιδιαίτερες προκλήσεις, οι οποίες την καθιστούν ένα από τα κυριότερα «Hot Spots» της κλιματικής αλλαγής [Giorgi, 2006].

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αναγνώριση και η αξιολόγηση των κινδύνων της υπερθέρμανσης του πλανήτη, στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής και κρίσης, εστιάζοντας σε ελληνικές πόλεις. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Operational Risk Management (ORM – Διαχείριση Λειτουργικού Κινδύνου), [Smaragdakis et al., 2020]. Αρχικά, εντοπίζουμε και εξετάζουμε τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης μέσω εκτεταμένης έρευνας στη σύγχρονη βιβλιογραφία, ταξινομώντας τις σε κινδύνους για τους ανθρώπους (υγεία, εργασία, οικονομία), το φυσικό περιβάλλον (καταστροφή οικοσυστημάτων) και τέλος το δομημένο περιβάλλον (πόλεις, οικονομία, κοινωνία). Στη συνέχεια, αναλύουμε τους εντοπισμένους κινδύνους μέσω της αξιολόγησης που γίνεται από διάφορους εμπλεκόμενους φορείς των πόλεων. Οι κατηγορίες των φορέων περιλαμβάνουν δημόσιους οργανισμούς ή άτομα της τοπικής αυτοδιοίκησης, άτομα από τον ερευνητικό και ακαδημαϊκό τομέα, μη κυβερνητικές οργανώσεις ή ομάδες πολιτών και τέλος επιχειρήσεις σχετικές με το αντικείμενο από τον ιδιωτικό τομέα.

Για την αξιολόγηση δημιουργήθηκαν ερωτηματολόγια (Παράρτημα 1), με τις επιπτώσεις και τους τομείς που επηρεάζουν αρνητικά, τα οποία στάλθηκαν στις παραπάνω κατηγορίες. Συνολικά λήφθηκαν δώδεκα διαφορετικές απαντήσεις, τρεις από κάθε κατηγορία. Οι φορείς κλήθηκαν να βαθμολογήσουν τους κινδύνους βάσει της σοβαρότητας και πιθανότητας εμφάνισης τους, χρησιμοποιώντας τα τέσσερα επίπεδα αξιολόγησης που δίνονταν.

Επιπλέον, εξήχθησαν αποτελέσματα και βαθμολογίες ξεχωριστά για κάθε μία από τις τέσσερις κατηγορίες φορέων, προκειμένου να αναλύσουμε και να κατανοήσουμε τους κινδύνους που θεωρεί η κάθε κατηγορία σημαντικότερους. Με αυτό τον τρόπο διευκολύνεται η σωστή προσαρμογή των στρατηγικών διαχείρισης και των μέτρων

αντιμετώπισης. Παράλληλα πραγματοποιήθηκε ανάλυση των επιπτώσεων στον άνθρωπο, το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον, με σκοπό την άμεση εφαρμογή κατάλληλων προστασίας της δημόσιας υγείας, των φυσικών οικοσυστημάτων και των υποδομών.

1.1 Ορισμός της Κλιματικής Αλλαγής

Ο όρος της κλιματικής αλλαγής αναφέρεται στις μακροχρόνιες μεταβολές στις θερμοκρασίες και τα καιρικά φαινόμενα [Ηνωμένα Έθνη, 1992]. Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC) ορίζει την κλιματική αλλαγή ως την αλλαγή του κλίματος που οφείλεται, άμεσα ή έμμεσα, σε ανθρώπινες δραστηριότητες και μεταβάλλει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας του πλανήτη [United Nations, 1992].

Πολλές φορές η κλιματική κρίση συγχέεται με την κλιματική αλλαγή, όμως δεν είναι ακριβώς το ίδιο. Η κλιματική κρίση αναφέρεται στα σοβαρά προβλήματα και επιπτώσεις που προκαλούνται ή είναι πιθανό να προκληθούν από τις αλλαγές στο κλίμα, ιδιαίτερα λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας που εντείνει το φαινόμενο [Cambridge Dictionary, 2024]. Αυτές οι επιπτώσεις περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων ακραία καιρικά φαινόμενα, καύσωνες, ξηρασίες, μείωση βιοποικιλότητας και κινδύνους για την υγεία.

Οι μεταβολές στις θερμοκρασίες και στα καιρικά φαινόμενα μπορεί να είναι φυσικές λόγω αλλαγών στη τροχιά της Γης, στη δραστηριότητα του ηλίου και των ωκεανών, ή μεγάλων ηφαιστειακών εκρήξεων [GBS, 2024]. Ωστόσο οι περισσότεροι επιστήμονες πιστεύουν πως η σημερινή κατάσταση δεν μπορεί να εξηγηθεί μόνο από φυσικά φαινόμενα, αλλά ότι οφείλεται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες [NASA, 2024]. Η καύση ορυκτών καυσίμων είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην παγκόσμια κλιματική κρίση [United Nations, 2024], με την αποψίλωση των δασών, την κτηνοτροφία και την βιομηχανία να επιδεινώνουν περαιτέρω την κατάσταση.

1.1.1 Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η διαδικασία μέσω της οποίας η ατμόσφαιρα της Γης παγιδεύει τη θερμότητα που προέρχεται από τον Ήλιο, διατηρώντας τον πλανήτη μας ζεστό και κατοικήσιμο (ιδανική θερμοκρασία για την ύπαρξη ζωής, 15°C). Είναι ζωτικής σημασίας καθώς χωρίς το φαινόμενο αυτό η θερμοκρασία της Γης θα ήταν πολύ χαμηλή, στους -18 °C [Oceana USA, 2024]. Η διαδικασία αυτή αναγνωρίστηκε από τους επιστήμονες τον 19ο αιώνα.

Ωστόσο, ο άνθρωπος και οι δραστηριότητές του έχουν αυξήσει τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, προκαλώντας παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας και ενισχύοντας το φαινόμενο. Αυτή η ενίσχυση οδηγεί σε υπερθέρμανση του πλανήτη και κλιματικές αλλαγές, οι οποίες δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον και την ανθρώπινη κοινωνία και υγεία.

1.1.2 Αέρια θερμοκηπίου

Τα αέρια που επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι τα εξής:

Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2): Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται είτε λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και δέντρων, είτε μέσω φυσικών διεργασιών όπως ηφαιστειακές εκρήξεις [NASA, 2024]. Τα ηφαίστεια παράγουν σε παγκόσμιο επίπεδο 200 εκατομμύρια τόνους CO_2 ετησίως. Ωστόσο, το 2003 οι παγκόσμιες εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων ήταν 26.8 δισεκατομμύρια τόνοι, πολύ παραπάνω από τις εκπομπές των ηφαιστείων [USGS, 2007].

- Μεθάνιο (CH_4): Η παρουσία του μεθανίου στην ατμόσφαιρα οφείλεται σε φυσικές και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Προέρχεται από τη διάσπαση της φυτικής ύλης σε υγρότοπους και από την πέψη κάποιων ζώων και επιπλέον απελευθερώνεται από χώρους υγειονομικής ταφής και ορυζοκαλλιέργεια. Εκτιμάται ότι το 60% των σημερινών εκπομπών μεθανίου είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων [NASA, 2024].
- Υποξείδιο του αζώτου (N_2O): Είναι ένα ισχυρό αέριο που προκύπτει από γεωργικές πρακτικές, καύση ορυκτών καυσίμων ή εκλύεται από την παραγωγή και χρήση λιπασμάτων. Έχει αυξηθεί κατά 18% τα τελευταία 100 χρόνια. [NASA, 2024].
- Φθοριούχα αέρια: Είναι χημικές ενώσεις που δεν υπάρχουν φυσικά στη φύση και είναι εξ ολοκλήρου βιομηχανικής προέλευσης. Χρησιμοποιήθηκαν στην παραγωγή σπρέι αεροζόλ, διογκωτικά για αφρούς και υλικά συσκευασιών, διαλύτες και ψυκτικά μέσα. Το πιο γνωστό από αυτά είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs). Η παραγωγή του σταμάτησε με το Πρωτοκόλλο του Μόντρεαλ, γιατί καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος.
- Υδρατμοί (H_2O): Είναι το πιο άφθονο αέριο του θερμοκηπίου. Η ποσότητά του δεν οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όμως οι υψηλές θερμοκρασίες και η άνοδος της θερμοκρασίας των ωκεανών, αυξάνουν την ποσότητά τους στην ατμόσφαιρα.

1.1.3 Υπερθέρμανση του πλανήτη

Το κλίμα της Γης έχει υποστεί σημαντικές μεταβολές πολλές φορές στην ιστορία, που πάντοτε συνοδευόντουσαν από ακραία καιρικά φαινόμενα. Σήμερα η μέση θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά περίπου $1.2\text{ }^\circ\text{C}$, σε σχέση με τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, δηλαδή πριν από την βιομηχανική εποχή, καθιστώντας την ως την υψηλότερη που έχει καταγραφεί τα τελευταία 100.000 έτη [United Nations, 2024].

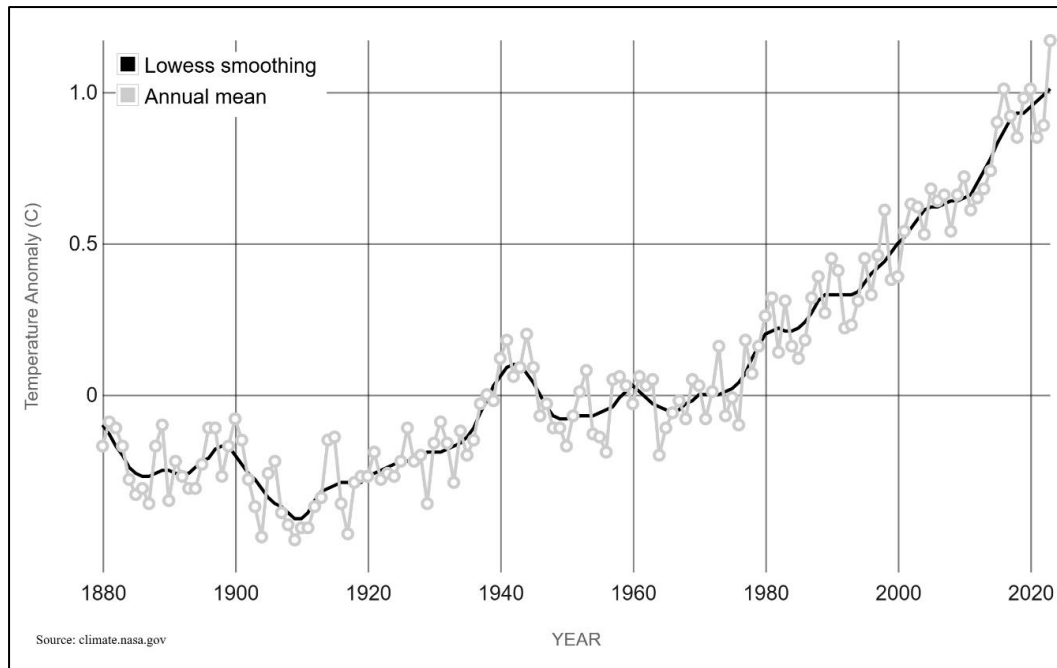
Οι ανθρώπινες ενέργειες έχουν καταστεί ο βασικός παράγοντας της υπερθέρμανσης, κυρίως λόγω της αύξησης των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Πλέον ο πλανήτης θερμαίνεται ταχύτερα σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη περίοδο στην καταγεγραμμένη ιστορία, αλλάζοντας τα καιρικά πρότυπα και διαταράσσοντας τις ισορροπίες της φύσης [United Nations, 2024]. Τα δεδομένα δείχνουν ότι η ανθρωπογενής θέρμανση έφτασε κατά μέσο όρο τους 1.14°C (0.9 έως 1.4) κατά τη δεκαετία 2013-2022 και 1.26°C (1.0 έως 1.6) το 2022. Κατά την περίοδο 2013-2022, η θερμοκρασία αυξανόταν με έναν πρωτοφανή ρυθμό πάνω από 0.2°C ανά δεκαετία [Forster et al., 2023]. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας, λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων υπερβαίνει τη φυσική αύξηση που καταγράφηκε πριν από 20.000 χρόνια [NASA, 2024].

Η χρήση ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι τα κύρια αίτια που συμβάλλουν στην παγκόσμια κλιματική κρίση. Συνεισφέρουν σε πάνω από το 75% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και σχεδόν στο 90% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [United Nations, 2024].

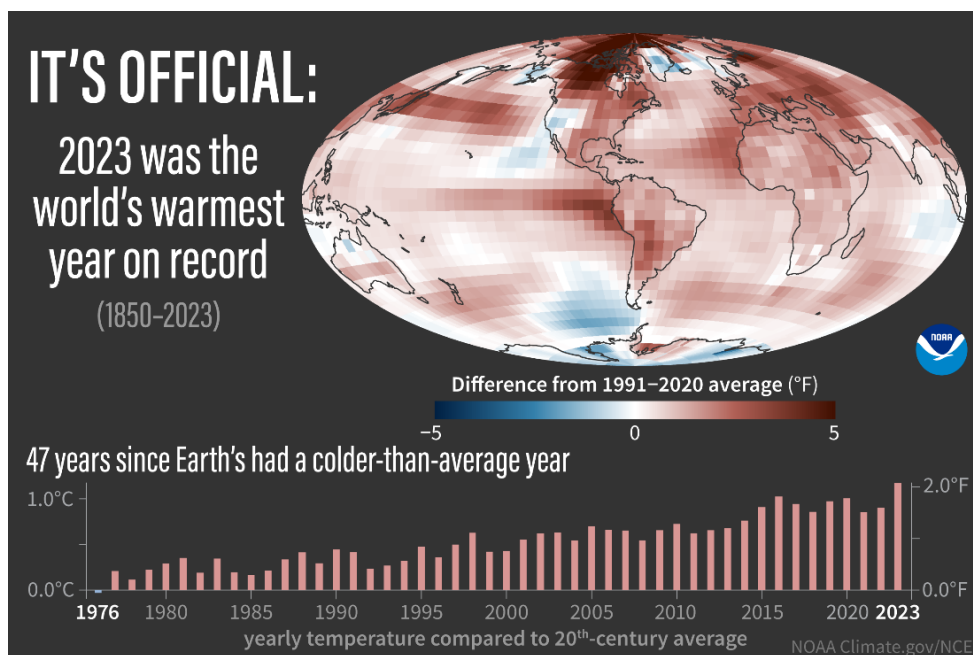
Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν έχουν κατανεμηθεί ομοιόμορφα σε όλο τον πλανήτη και δεν θα συμβεί ούτε στο μέλλον. Οι θερμοκρασίες αυξάνονται με διαφορετικές ταχύτητες παγκοσμίως, με την αύξηση της θερμοκρασίας να είναι γενικά υψηλότερη στις χερσαίες περιοχές από ότι στους ωκεανούς.

Οι περισσότερες χερσαίες περιοχές, ειδικά οι τροπικές θα δουν περισσότερες ζεστές μέρες. Εάν η αύξηση της μέσης θερμοκρασία ανέλθει στους 1.5°C , περίπου το 14% του παγκόσμιου πληθυσμού θα βιώνει σοβαρούς καύσωνες τουλάχιστον μια φορά κάθε πέντε χρόνια, ενώ με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C , το ποσοστό θα εκτοξευθεί στο 37% [NASA, 2019]. Σε πολλές περιοχές η θερμοκρασία έχει ήδη ξεπεράσει τους 1.5°C συγκριτικά με την προβιομηχανική εποχή και περισσότερο από το ένα πέμπτο των ανθρώπων ζουν σε αυτές [IPCC, 2018].

Στο Διάγραμμα 1.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας της Γης από το έτος 1880 έως το 2023.



Διάγραμμα 1.1: Μεταβολή της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας [NASA,2023]



Εικόνα 1.1: Ετήσια μέση θερμοκρασία από το 1976 μέχρι το 2023, σε μορφή ραβδογράμματος [NOAA/ NCEI, 2024]

Η εικόνα 1.1, μας δείχνει τη θερμοκρασία τους 2023, συγκριτικά με τον μέσο όρο της περιόδου 1991-2020. Το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη ήταν θερμότερο από τον μέσο όρο του 1991-2020 (κόκκινο χρώμα), ενώ ελάχιστες περιοχές ήταν ψυχρότερες (μπλε χρώμα) [NOAA, 2024]. Το 2023 καταγράφηκε ως το θερμότερο έτος από την έναρξη τήρησης αρχείων για θερμοκρασίες το 1850 [NOAA, 2024].

1.1.4 Αύξηση ανάγκης για ψύξη

Οι Βαθμοημέρες (Degree Days) είναι ένας δείκτης του πόσο ψυχρό ή ζεστό είναι ένα μέρος. Μια βαθμοημέρα συγκρίνει τις μέσες εξωτερικές θερμοκρασίες που καταγράφονται (τον μέσο όρο των υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών), με μία βασική θερμοκρασία, συνήθως 18 °C (65 °F στις ΗΠΑ). Όσο πιο ακραία είναι η εξωτερική θερμοκρασία, τόσο πιο υψηλός είναι ο αριθμός των βαθμοημερών. Όταν ο αριθμός βαθμοημερών είναι υψηλός, υπάρχει υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση των χώρων.

Οι βαθμοημέρες ψύξης (Cooling Degree Days – CDD) είναι ένα μέτρο για το πόσο ζεστή (υψηλή) ήταν η θερμοκρασία σε μία συγκεκριμένη ημέρα. Περιγράφει την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για εσωτερική ψύξη.

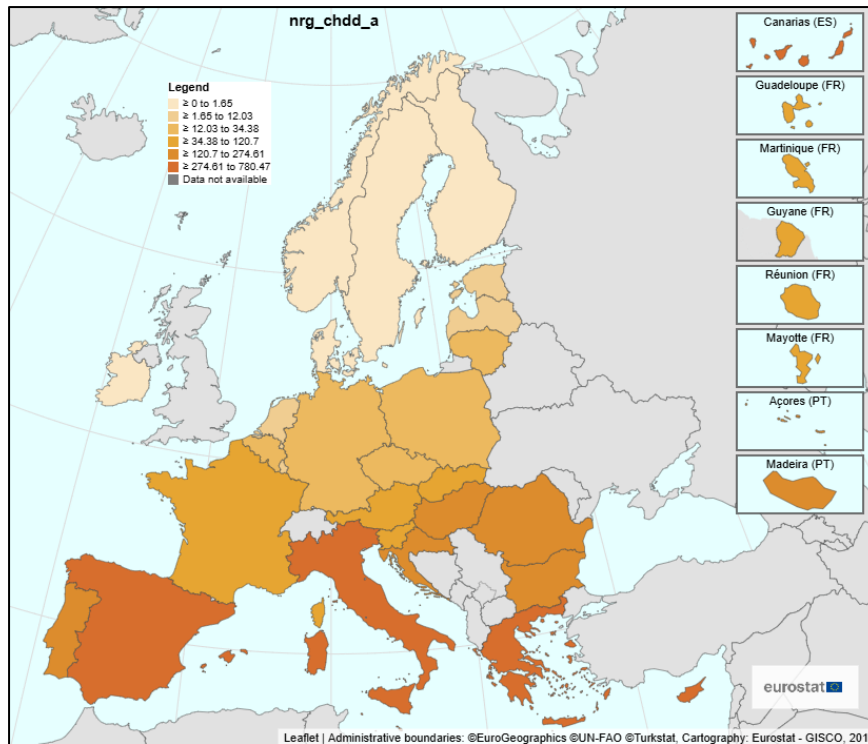
Οι βαθμοημέρες θέρμανσης (Heating Degree Days – HDD) είναι ένα μέτρο για το πόσο ψυχρή (χαμηλή) ήταν η θερμοκρασία σε μία συγκεκριμένη ημέρα. Σχεδιάστηκε για να εκτιμήσει για των ενεργειακή ανάγκη θέρμανσης των κτιρίων.

Σύμφωνα με δεδομένα της Eurostat:

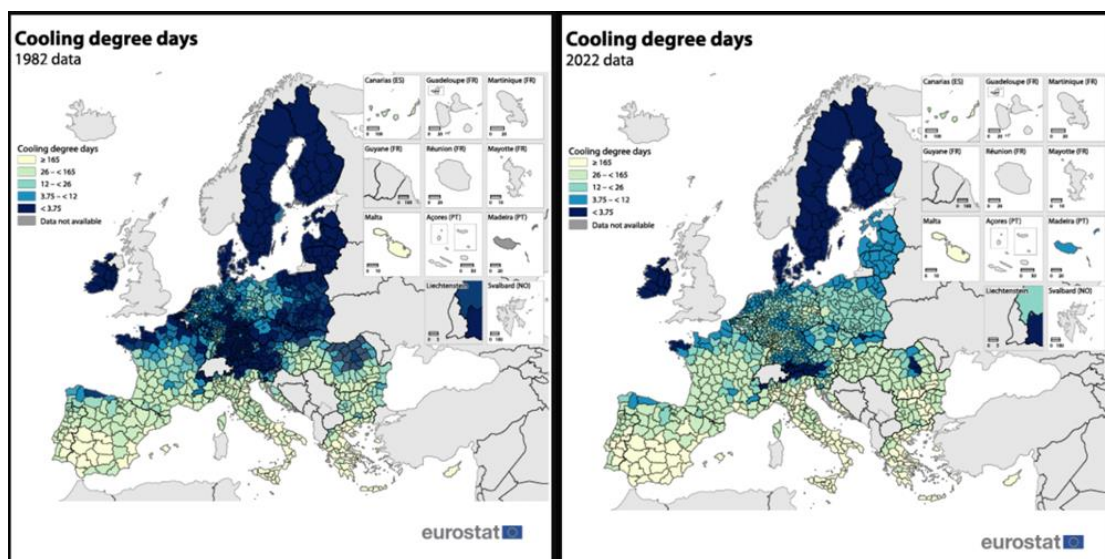
Με το πέρασμα των χρόνων η ανάγκη για θέρμανση ενός κτιρίου έχει μειωθεί. Πιο συγκεκριμένα, η τιμή των βαθμοημερών θέρμανσης (HDD) παρουσίασε μείωση κατά 19% μεταξύ του 1979 (3510 βαθμοημέρες) και του 2022 (2858) στην ΕΕ, δηλαδή μόνο το 81% των αναγκών θέρμανσης ήταν απαραίτητο το 2022 σε σύγκριση με το 1979. Αντίθετα η τιμή των βαθμοημερών ψύξης (CDD) ήταν περίπου τέσσερις φορές υψηλότερη το 2022 (140 βαθμοημέρες) σε σχέση με το 1979 (37), φανερώνοντας την αύξηση της ανάγκης για ψύξη (χρήση κλιματισμού) τις τελευταίες δεκαετίες.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, για το έτος 2023, οι υψηλότερες τιμές ετήσιων βαθμοημερών ψύξης (CDD) καταγράφηκαν στη Κύπρο (780), τη Μάλτα (750), την Ισπανία (388), την Ελλάδα (387) και την Ιταλία (300). Οι χώρες αυτές έχουν αυξημένες απαιτήσεις για ψύξη με κλιματισμό καθώς το μεσογειακό τους κλίμα χαρακτηρίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια με έντονους καύσωνες τα τελευταία χρόνια.

Οι χαμηλότερες τιμές για CDD παρατηρήθηκαν στην Ιρλανδία (0.00), στη Νορβηγία (0.00), στη Σουηδία (0.01), τη Δανία (0.05), τη Φινλανδία (1.57), και την Εσθονία (7.12), το οποίο είναι λογικό καθώς λόγω της γεωγραφικής τους θέσης αυτές οι χώρες έχουν χαμηλές θερμοκρασίες με ψυχρούς χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια. Έτσι ανάγκη για ψύξη εσωτερικών χώρων είναι περιορισμένη.



Εικόνα 1.1: Βαθμομέρες ψύξης στις χώρες της Ευρώπης, για το 2023 [Eurostat, 2023]



Εικόνα 1.3: Ζήτηση για ψύξη χώρων το 1982 σε σύγκριση με το 2022 [Eurostat, 2024]

Στις δύο παραπάνω εικόνες παρατηρούμε την εξέλιξη της αύξησης στη ζήτηση για ψύξη χώρων λόγω αυξημένων θερμοκρασιών από το 1982 έως το 2022 [Eurostat, 2024]. Όπως φαίνεται το 1982, κυρίως στην κεντρική Ευρώπη (Γερμανία, Πολωνία, Αυστρία, Τσεχία), την Γαλλία, την Ρουμανία, την Ισπανία και τις χώρες της Βαλτικής, οι βαθμομέρες ψύξης ήταν κάτω από 3.75 (σκούρο μπλε χρώμα). Όμως με την

πάροδο του χρόνου, οι τιμές αυτές έχουν αυξηθεί, γεγονός που συνδέεται άμεσα με την κλιματική αλλαγή. Η άνοδος των θερμοκρασιών και οι παρατεταμένοι καύσωνες έχουν οδηγήσει σε περισσότερες ημέρες με ανάγκη ψύξης.

1.1.5 Κλιματική κρίση στη Μεσόγειο

Η Μεσόγειος ήδη πλήττεται και θα συνεχίσει να υποφέρει από την κλιματική κρίση, εξαιτίας των γεωγραφικών χαρακτηριστικών της, που την καθιστούν ιδιαίτερα ευάλωτη. Το κλίμα της χαρακτηρίζεται από ξηρά και θερμά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες, ενώ φιλοξενεί εξαιρετικά πλούσια ποικιλία χλωρίδας και πανίδας αλλά και κοινωνικοπολιτιστικό πλούτο που προέρχεται από τρεις ηπείρους: την Ευρώπη, την Αφρική και την Ασία.

Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή αλληλοεπιδρά έντονα με διάφορα περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά θέματα της περιοχής, όπως η αστικοποίηση, ο αυξανόμενος πληθυσμός, η αλλαγή στις χρήσεις γης, η υπεραλίευση, η αποδάσωση και η ρύπανση. Οι κύριοι κίνδυνοι που έχουν εντοπιστεί περιλαμβάνουν την έλλειψη νερού και τις ξηρασίες (Koutroulis et al. 2016), τις πυρκαγιές, τα έντονα κύματα καύσωνα, τις παράκτιες πλημμύρες, τις απώλειες οικοσυστημάτων, τις καταστροφές γεωργικών εκτάσεων, τους κινδύνους για την υγεία, την οικονομία, την πολιτιστική κληρονομιά και τον τουρισμό.

Η περιοχή της Μεσογείου, θερμαίνεται 20% γρηγορότερα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές του πλανήτη [Lionello et al., 2018; MedECC, 2020]. Η επιφανειακή θερμοκρασία στη Μεσόγειο είναι αυξημένη κατά 1.5 °C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα [IPCC, 2021], ενώ προβλέπεται ότι μέχρι το 2100 θα αυξηθούν κατά επιπλέον 3.8 με 6.5 °C, για ένα σενάριο υψηλής συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου (RCP8.8) και από 0.5 έως 2.0 °C, για ένα σενάριο συμβατό με τον στόχο της Συμφωνίας του Παρισιού του ΟΗΕ για την διατήρηση της θερμοκρασίας κάτω από 2 °C (RCP2.6) [MedECC, 2020].

Σύμφωνα με μελέτες αναμένεται ότι το κλίμα θα γίνει πιο ζεστό, ξηρό και μεταβλητό [Asunci6n, 2007]. Οι καύσωνες θα ενταθούν και οι καλοκαιρινές βροχοπτώσεις θα μειωθούν κατά 10 έως 30% σε ορισμένες περιοχές, επιδεινώνοντας την υπάρχουσα έλλειψη νερού, τη ερημοποίηση και μειώνοντας την αγροτική παραγωγικότητα [MedECC, 2020].

Οι χώρες και οι πόλεις γύρω από την Μεσόγειο έχουν υποστεί αρκετούς καύσωνες τα τελευταία χρόνια. Ενδεικτικά οι Βαθμοημέρες Ψύξης (Cooling Degree Days - CDD), έχουν αυξηθεί κατά περίπου 57% από το 1979 έως σήμερα στην Ελλάδα, σύμφωνα με επίσημα στατιστικά δεδομένα από την Eurostat [Eurostat, 2024].

Όσον αφορά τη θερμοκρασία των υδάτων, η Μεσόγειος, όντας ημίκλειστη και σχετικά ρηχή, θερμαίνεται ταχύτερα από τον παγκόσμιο ωκεανό (+0.3°C έως +0.4°C ανά δεκαετία, έναντι περίπου 0.2°C παγκοσμίως [Guiot et al., 2021]. Η θέρμανση της θάλασσας θα συνεχιστεί κατά 1 με 4 °C κατά την διάρκεια του 21^{ου} αιώνα. Η μέση στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά 6 εκατοστά τα τελευταία 20 χρόνια. Αυτή η τάση θα συνεχιστεί και σύμφωνα με τα σενάρια RCP4.5 και RCP8.5, τα μέσα επίπεδα

της θάλασσας θα αυξηθούν κατά 21 με 27 εκατοστά έως το 2050 και κατά 43 με 84 εκατοστά μέχρι το 2100, δηλαδή πάνω από τα επίπεδα της περιόδου 1980-1999. Επιπλέον, είναι πολύ πιθανό να ξεπεράσει και το 1 μέτρο σε περίπτωση αποσταθεροποίησης των παγετώνων στην Ανταρκτική. Ο αριθμός των ατόμων που θα επηρεαστούν από την άνοδο της στάθμης θα αυξηθεί ως το 2050 και το 2100 μπορεί να φτάσει έως και το 130% σε σχέση με σήμερα [MedECC, 2020].

Οι κύριοι οικονομικοί τομείς, όπως η γεωργία, αλιεία, δασοκομία, ενέργεια, τουρισμός [Damm et al., 2017; Peric et al., 2013] πρόκειται να πληγούν ιδιαίτερα από τους κλιματικούς κινδύνους [IPCC, 2022]. Λόγω των πολλαπλών αλλαγών στο κλίμα της και των χαρακτηριστικών της έχει χαρακτηριστεί ως ένα από τα «Hot Spots» της κλιματικής αλλαγής [Giorgi, 2006].

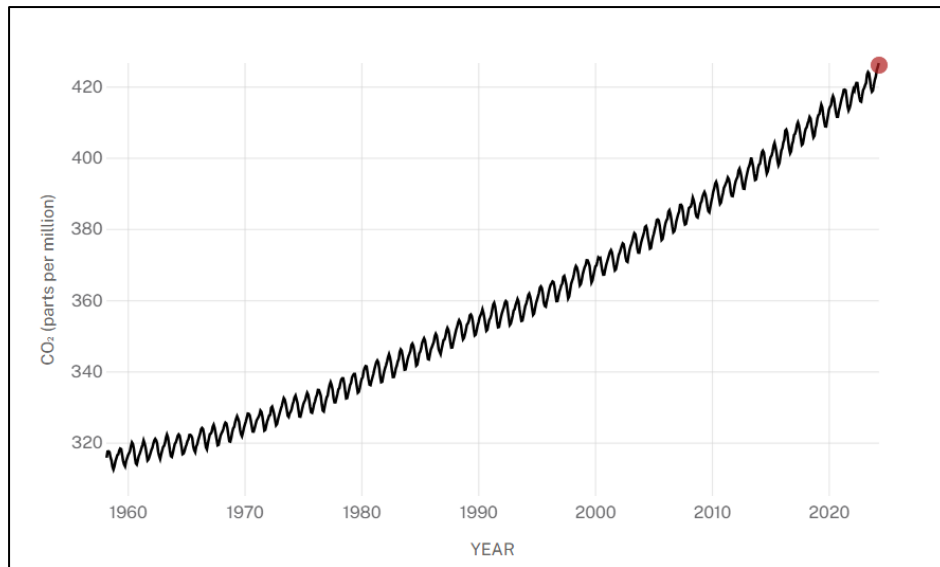
1.2 Αίτια Κλιματικής Αλλαγής

1.2.1 Ανθρωπογενή αίτια

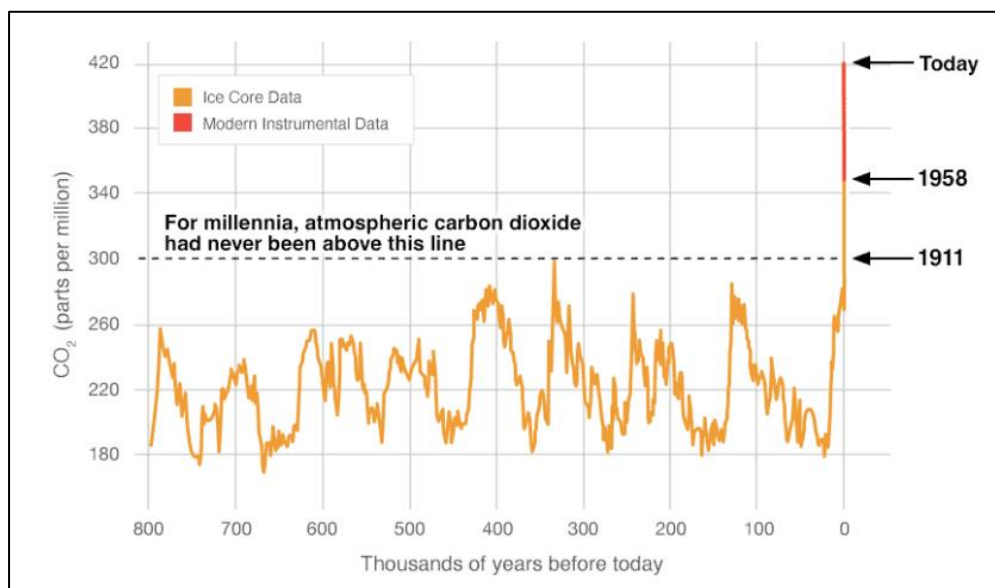
Όπως αναφέρθηκε, οι ανθρωπίνες ενέργειες, ειδικά η καύση ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, είναι η βασική αιτία της κλιματικής αλλαγής, καθώς αυξάνουν τα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δημιουργούν ένα είδος κάλυψης στη Γη, η οποία αποτρέπει την θερμότητα που εκπέμπεται από αυτή να διαφύγει προς το διάστημα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμοκρασία του πλανήτη.

Η παγκόσμια συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα - ο κύριος παράγοντας της πρόσφατης κλιματικής αλλαγής - έφτασε περίπου τα 400 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) για πρώτη φορά στην καταγεγραμμένη ιστορία, σύμφωνα με στοιχεία του Παρατηρητηρίου Mauna Loa στη Χαβάη [NOAA, 2013]. Η έναρξη της βιομηχανικής εποχής επέφερε αύξηση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, κατά 50% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1750.

Το διάγραμμα 1.2 απεικονίζει την ταχεία άνοδο των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα, τα τελευταία περίπου 70 χρόνια. Η συγκέντρωση του CO₂ το 1980 ήταν 341 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο), το 1990 ήταν 356 ppm, το 2002 365 ppm, το 2010 περίπου 390 και το 2022 έφτασε τα 427 ppm [NASA, 2024].



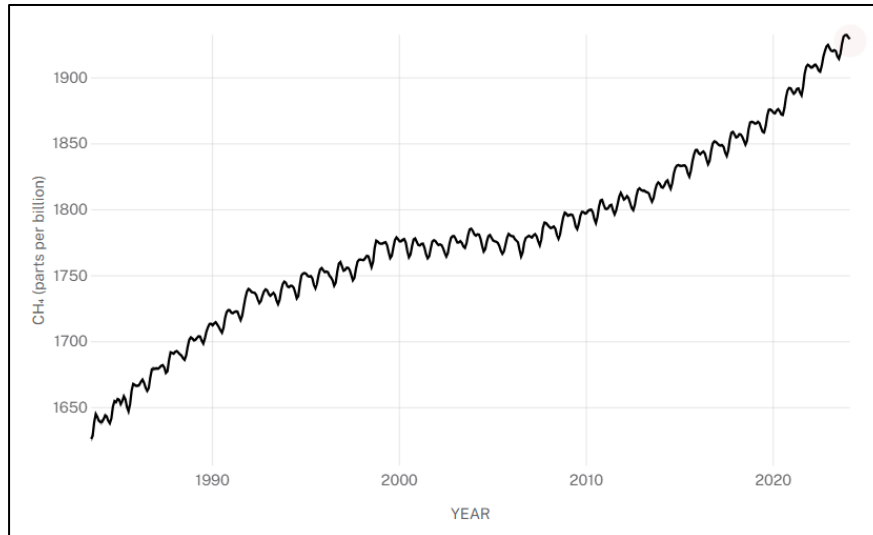
Διάγραμμα 1.2: Μεταβολή συγκέντρωσης (σε ppm) διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από το 1955 έως σήμερα, 2024 [Πηγή: NASA, 2024]



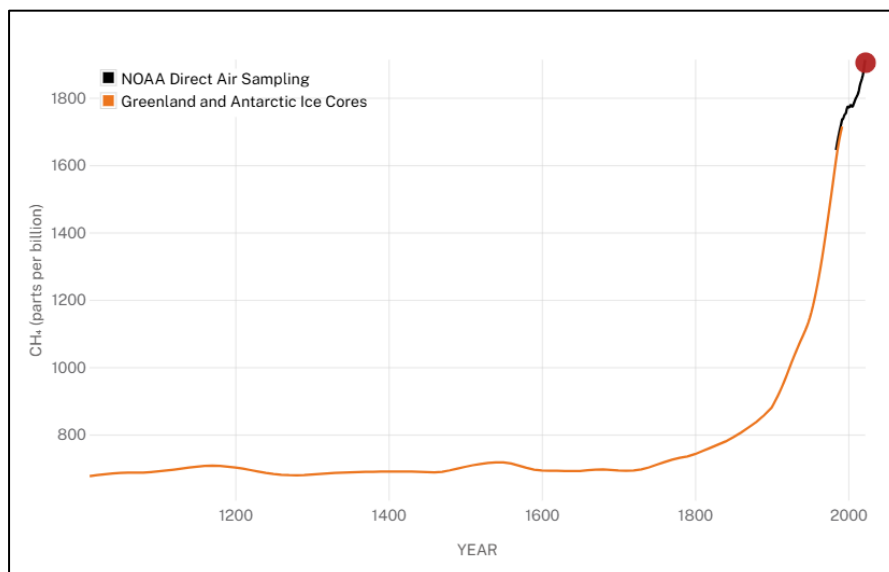
Διάγραμμα 1.3: Επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, τα τελευταία 800.000 χρόνια, [NOAA, 2024]

Το διάγραμμα 1.3 απεικονίζει τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριών παγετωδών κύκλων της Γης (800.000 χρόνια), όπως καταγράφηκαν από τις φυσαλίδες αέρα που είναι παγιδευμένες σε παγοκρίστες και παγετώνες [NOAA, 2024]. Για χιλιετίες το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα δεν είχε ξεπεράσει τα 300 ppm. Από το 1911 όμως αυξάνεται συνεχώς.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1.4 η συγκέντρωση του μεθανίου (CH_4) στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί από το 1980, όπου ήταν ακόμα κάτω από 1650 ppb. Η συγκέντρωση του μεθανίου σήμερα είναι 1929 ppb (μέρη ανά δισεκατομμύριο).



Διάγραμμα 1.4: Μεταβολή συγκέντρωσης (σε ppb) του μεθανίου στην ατμόσφαιρα από το 1980 έως σήμερα, 2024 [NASA, 2024]



Διάγραμμα 1.5: Συγκέντρωση μεθανίου στην ατμόσφαιρα από το 1910 έως το 2020 [NOAA, 2024]

Αναλυτικότερα, τα κύρια ανθρωπογενή αίτια είναι:

- Παραγωγή ενέργειας

Η καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας αποτελεί μία από τις κύριες πηγές των εκπομπών παγκοσμίως. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται κυρίως από την καύση άνθρακα, πετρελαίου ή φυσικού αερίου, τα οποία απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα και υποξείδιο του αζώτου. Αυτές οι εκπομπές επιβαρύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθιστώντας αναγκαία την μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες εκπέμπουν ελάχιστα έως καθόλου αέρια του θερμοκηπίου και αέριους ρύπους [United Nations, 2024].

- Κατασκευή προϊόντων

Η παραγωγή προϊόντων και οι βιομηχανικές δραστηριότητες συμβάλλουν σημαντικά στις εκπομπές αερίων, λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, για την παραγωγή ενέργειας. Αυτή η ενέργεια είναι απαραίτητη για την δημιουργία διάφορων προϊόντων όπως σίδηρος, χάλυβας, ηλεκτρονικά, πλαστικά, ρούχα και άλλα υλικά αγαθά. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των παραπάνω υλικών λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα. Επίσης η εξόρυξη απελευθερώνει αέρια.

Γενικά, η κατασκευαστική βιομηχανία είναι ένας από τους τομείς με την μεγαλύτερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου [United Nations, 2024].

- Αποψίλωση δέντρων

Η αποψίλωση των δασών λόγω αστικής ανάπτυξης, δημιουργίας βοσκοτόπων ή άλλων χρήσεων γης αποτελεί ακόμα ένα αίτιο αύξησης των εκπομπών αερίων. Όταν υλοτομούνται τα δέντρα απελευθερώνουν το διοξείδιο του άνθρακα που έχουν αποθηκεύσει. Ετησίως, καταστρέφονται περίπου 120.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα δάσους. Αυτή η καταστροφή περιορίζει την φυσική ικανότητα του περιβάλλοντος να απορροφά διοξείδιο του άνθρακα, γεγονός που επιτρέπει στις εκπομπές να παραμένουν στην ατμόσφαιρα. Συνολικά, το 25% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από την αποψίλωση των δασών και την γεωργία [United Nations, 2024].

- Χρήση μεταφορών

Τα περισσότερα μέσα μεταφοράς, όπως αυτοκίνητα, πλοία, τρένα και αεροπλάνα λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα (εκτός από τα ηλεκτρικά ή εκείνα που λειτουργούν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Τα οχήματα συμβάλλουν στο μεγαλύτερο ποσοστό στις εκπομπές, λόγω καύσης προϊόντων πετρελαίου, σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, μόνο οι μεταφορές ήταν υπεύθυνες για το 27% των εκπομπών το 2019. [Gov.UK, 2021].

- Παραγωγή τροφίμων

Η παραγωγή τροφίμων συμβάλλει στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και άλλων αερίων του θερμοκηπίου, μέσω της αποδάσωσης για εκκαθάριση γης για τη γεωργία και τη βόσκηση, της κατανάλωσης ενέργειας για την λειτουργία γεωργικών μηχανημάτων, της παραγωγής και χρήσης λιπασμάτων ή κοπριάς για τις καλλιέργειες, και τέλος μέσω της πέψης από αγελάδες και πρόβατα. Τα ζώα που εκτρέφονται για τη

παραγωγή κρέατος και γαλακτοκομικών εκπέμπουν μεθάνιο κατά την διαδικασία της πέψης τους. Με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, θα υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη και ζήτηση για τροφή, επομένως αυτές οι εκπομπές θα αυξηθούν [United Nations, 2024].

- Παροχή ενέργειας στο κτίρια

Οι κατοικίες και τα εμπορικά κτίρια χρησιμοποιούν ενέργεια για θέρμανση και ψύξη, καταναλώνοντας ορυκτά καύσιμα και εκπέμποντας μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, συμβάλλει στην αύξηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [United Nations, 2024], δημιουργώντας έναν φαύλο κύκλο καθώς η ενέργεια που χρησιμοποιούμε για να βελτιώσουμε τις εσωτερικές συνθήκες ενισχύει τις εκπομπές, επομένως και την επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής.

- Υπερβολική κατανάλωση

Ο τρόπος ζωής, η ανεξέλεγκτη χρήση και κατανάλωση ενέργειας, έχουν ισχυρή επίδραση στο περιβάλλον, με το 1% των πλουσιότερων ανθρώπων να ευθύνεται για περισσότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ό,τι το 50% των φτωχότερων [United Nations, 2024].

1.2.2 Φυσικά αίτια

Σύμφωνα με Βρετανικό Γεωλογικό Ινστιτούτο, φαίνεται ότι έχουν υπάρξει αρκετές και μεγάλες διακυμάνσεις στο κλίμα της Γης. Αυτές οι αλλαγές προκλήθηκαν από πολλούς φυσικούς παράγοντες, όπως οι αλλαγές στον ήλιο, οι εκπομπές από ηφαίστεια και οι μεταβολές στη τροχιά της Γης [GBS, 2024].

Ο ρυθμός αύξησης της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής ήταν πολύ αργός, σε διάστημα χιλιάδων ή εκατομμυρίων ετών. Ωστόσο οι έρευνες και τα γεωλογικά αρχεία δείχνουν ότι το τρέχον κλίμα αλλάζει πιο γρήγορα [GBS, 2024].

Τα φυσικά αίτια για την κλιματική αλλαγή είναι:

- Δύναμη του ήλιου
- Αλλαγές στην τροχιά της Γης
- Ωκεάνια ρεύματα και περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα
- Τεκτονικές πλάκες και ηφαιστειακές εκρήξεις
- Μεταβολές στη φυτοκάλυψη της Γης
- Πτώσεις μετεωριτών

Ωστόσο η τρέχουσα υπερθέρμανση του πλανήτη δεν μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά σε αυτά τα φυσικά φαινόμενα.

1.3 . Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής

1.3.1 Πυρκαγιές

Η παγκόσμια θέρμανση επηρεάζει σημαντικά τη συχνότητα και την ένταση των πυρκαγιών σε πολλές περιοχές του κόσμου. Αν και οι πυρκαγιές είναι ένα φυσικό φαινόμενο, διάφορα καταστροφικά συμβάντα πυρκαγιών τον 21^ο αιώνα, υποδηλώνουν πως η αύξηση της κλιματικής αλλαγής επηρεάζει την έξαρση του φαινομένου. Οι πυρκαγιές μπορεί να προέλθουν από ξηρή βλάστηση και πηγές ανάφλεξης, όπως κεραυνοί ή ανθρώπινη δραστηριότητα. Επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως ο τύπος της βλάστησης, η δομή, η υγρασία, η γεωγραφική θέση και ο άνεμος [Copernicus, 2023]. Σύμφωνα με ανάλυση δορυφορικών δεδομένων η συχνότητα με την οποία συμβαίνουν οι πυρκαγιές παγκοσμίως έχει υπερδιπλασιαστεί τα τελευταία είκοσι χρόνια [Cunningham et al., 2024].

Οι δασικές πυρκαγιές συμβάλλουν στην παγκόσμια αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, άρα και στην επιδείνωση της κλιματικής κρίσης, καθώς από την καύση της βιομάζας απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου, αιθάλης, πτητικές οργανικές ενώσεις, οξείδια του αζώτου.

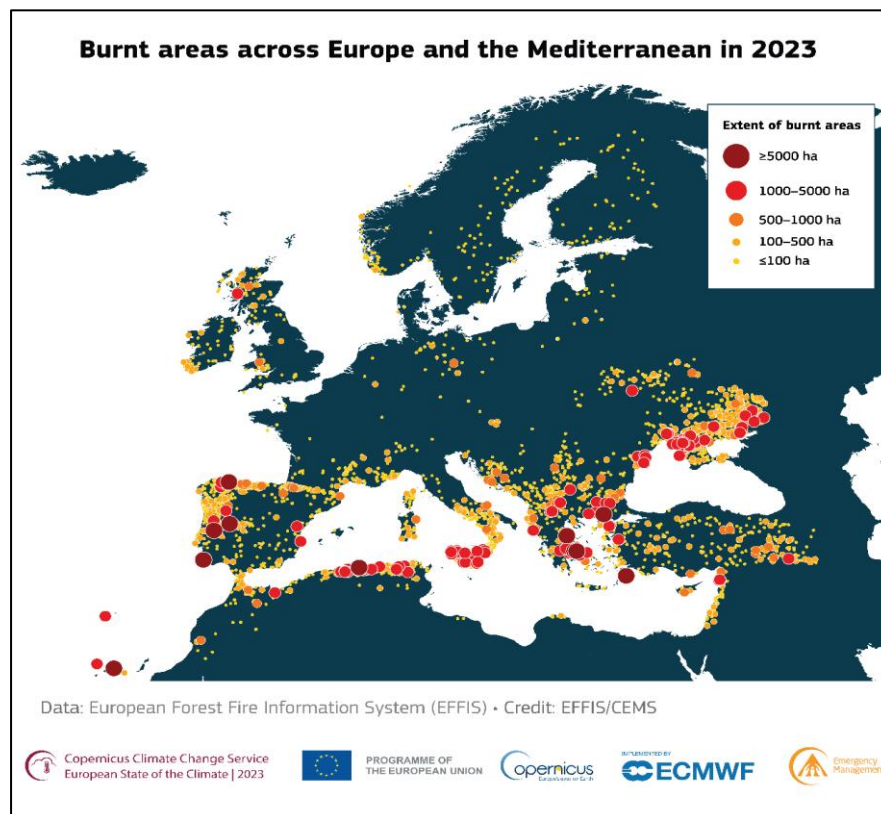
Παγκοσμίως, προσθέτουν στην ατμόσφαιρα 5 με 8 δισεκατομμύρια τόνους CO₂ κάθε χρόνο, ενώ από καύση ορυκτών καυσίμων εκπέμπονται 37 δισεκατομμύρια [Samborska et al., 2024]. Αυτοί οι ρύποι σε συνδυασμό με τους καπνούς που εκπέμπονται από τις πυρκαγιές, υποβαθμίζουν την ποιότητα του αέρα και επιφέρουν σοβαρές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, προκαλώντας αναπνευστικά [Reid et al. 2016] και καρδιαγγειακά προβλήματα. Επιπλέον, μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς όπως εγκαύματα και θάνατο.

Εκτός από τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, έχουν αρνητικές συνέπειες στη βιοποικιλότητα, καθώς καταστρέφουν οικοσυστήματα και αφανίζουν φυτά και ζώα. Οι δασικές πυρκαγιές κατακαίνε δασικές εκτάσεις προκαλώντας σοβαρές απώλειες σε διάφορα φυτά, μερικά από τα οποία χρειάζονται δεκαετίες για να ανακάμψουν. Επιπλέον μπορεί να καταστρέψουν καλλιέργειες και τις περιουσίες των ανθρώπων. Οι πυρκαγιές τροποποιούν άμεσα και έμμεσα τη δομή των οικοσυστημάτων που επηρεάζονται, καταστρέφουν το φυτικό στρώμα και την οργανική ύλη του εδάφους και αλλάζουν τις ανταγωνιστικές σχέσεις μεταξύ των ειδών οδηγώντας σε μεταμόρφωση των βιοκοινωνιών [Bond and Keeley, 2005].

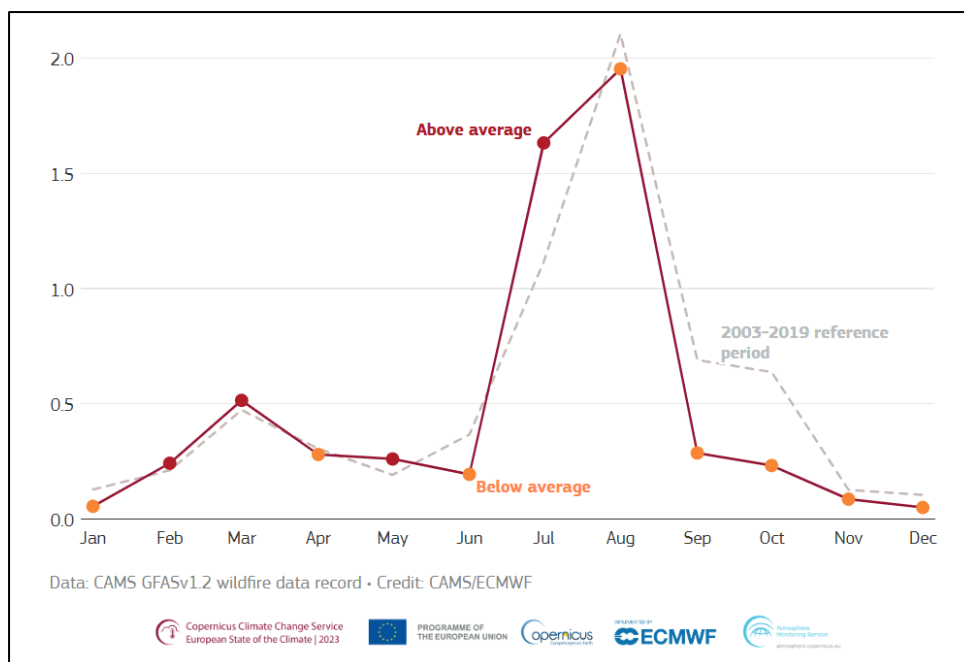
Ο κίνδυνος μεγάλων πυρκαγιών αυξάνεται στη λεκάνη της Μεσογείου και καθίσταται μία από τις περιοχές με τον υψηλότερο κίνδυνο πυρκαγιών στον κόσμο [Ruffault et al., 2020]. Το 2023 περίπου 5.040.000 στρέμματα, μια περιοχή μεγαλύτερη από το μέγεθος του Λουξεμβούργου, κάηκαν από δασικές πυρκαγιές στην Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή και τη Βόρεια Αφρική, σύμφωνα με το Κοινό Κέντρο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Οι τρεις χειρότερες χρονιές για τον 21^ο αιώνα ήταν το 2017 (9.884.270 στρέμματα), το 2022 (8.372.120 στρέμματα) και το 2007 (5.883.880 στρέμματα) [EFFIS, 2023]. Μεγάλες πυρκαγιές έπληξαν ορεινά μέρη όπως τα Πυρηναία Όρη και

αρκετές περιοχές της Ιβηρικής Χερσονήσου, οι οποίες παρουσίασαν χαμηλές βροχοπτώσεις [Copernicus, 2023]. Στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Αττική παρατηρήθηκαν πολλές εστίες δασικών πυρκαγιών λόγω της παρατεταμένης ξηρασίας, των δυνατών ανέμων και των πολύ υψηλών θερμοκρασιών. Μόνο τον Ιούνιο του 2024, οι δασικές περιοχές στην Αττική επηρέασαν περίπου 5.000 στρέμματα [ClimateBook, 2024].

Η καμένη έκταση των δασών μπορεί να αυξηθεί κατά 96–187% υπό συνθήκες αύξησης 3°C, ανάλογα με τη διαχείριση των πυρκαγιών [Ali et al., 2022].



Εικόνα 1.4: Κατανομή και έκταση των καμένων περιοχών στην Ευρώπη και Μεσόγειο το 2023, [EFFIS/CEMS, 2023].



Διάγραμμα 1.6: Μηνιαίες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από πυρκαγιές στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για το 2023, [EFFIS/CEMS, 2023].

Στο διάγραμμα 1.6 παρουσιάζονται οι συνολικές μηνιαίες εκπομπές πυρκαγιών για την Ευρωπαϊκή Ένωση το 2023 από τον Αύγουστο μέχρι τον Απρίλιο, οι οποίες ήταν ίσες με τον μέσο όρο των αντίστοιχων μηνών των ετών 2003-2019, με εξαίρεση τον Ιούλιο που ήταν πάνω από τον μέσο όρο. Μεταξύ Σεπτεμβρίου και Δεκεμβρίου, οι εκπομπές ήταν κάτω από τον μέσο όρο.

Οι δασικές πυρκαγιές το 2023 παρήγαγαν περίπου 20 εκατομμύρια τόνους εκπομπών CO₂. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο οι πυρκαγιές στην Ελλάδα παρήγαγαν εκπομπές πάνω από τον μέσο όρο για την νοτιοανατολική Ευρώπη, λίγο λιγότερο από 2 εκατομμύρια τόνους.

1.3.2 Πλημμύρες

Η πλημμύρα είναι ένα φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο το νερό καλύπτει περιοχές που κανονικά δεν είναι πλημμυρισμένες, συνήθως λόγω υπερβολικής βροχοπτώσης, τήξης πάγων, ανόδου της στάθμης της θάλασσας ή υπερχειλίσης του νερού από φυσικά ή τεχνητά κανάλια [WHO, 2024]. Προκαλεί σοβαρές ζημιές σε υποδομές, κτίρια, καλλιέργειες και γενικά επηρεάζει τις ανθρώπινες ζωές και το περιβάλλον.

Οι πλημμύρες θεωρούνται από τις πιο συχνές και καταστροφικές φυσικές καταστροφές, με σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την οικονομία. Η κλιματική αλλαγή επιδεινώνει αυτή τη κατάσταση, καθώς η άνοδος της θερμοκρασίας των ωκεανών και του αέρα, αυξάνουν την πιθανότητα εξάτμισης και σχηματισμού νεφών. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες, ο αέρας μπορεί να συγκρατήσει περισσότερη υγρασία, οδηγώντας σε πιο ισχυρές και συχνές βροχοπτώσεις [UNEP,

2020]. Οι περιοχές που αντιμετωπίζουν από τώρα έντονες καταιγίδες θα βρεθούν αντιμέτωπες με ακόμα μεγαλύτερους κινδύνους, καθώς η αυξημένη βροχόπτωση μπορεί να προκαλέσει σοβαρές πλημμύρες.

Τρεις είναι οι τύποι πλημμυρών που υπάρχουν:

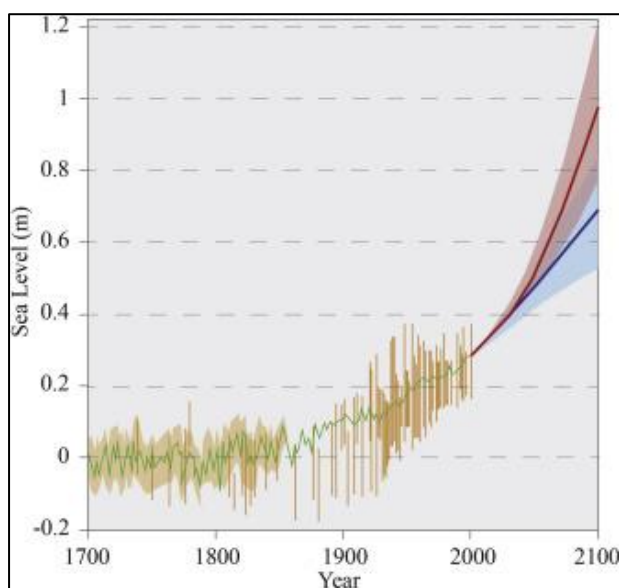
- Ξαφνικές πλημμύρες: Προκαλούνται από ταχεία και υπερβολική ποσότητα νερού από βροχόπτωση, η οποία αυξάνει τα επίπεδα του νερού με αποτέλεσμα τα ποτάμια, τα ρέματα και οι δρόμοι να κατακλύζονται.
- Πλημμύρες ποταμών: Προκαλούνται όταν το νερό σε ένα ποτάμι υπερβεί την χωρητικότητά του, λόγω ασταμάτητης βροχής ή τήξη χιονιού.
- Παράκτιες πλημμύρες: Προκαλούνται από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η οποία σχετίζεται με τσουνάμι ή τυφώνες [WHO,2024].

Άνοδος στάθμης θάλασσας

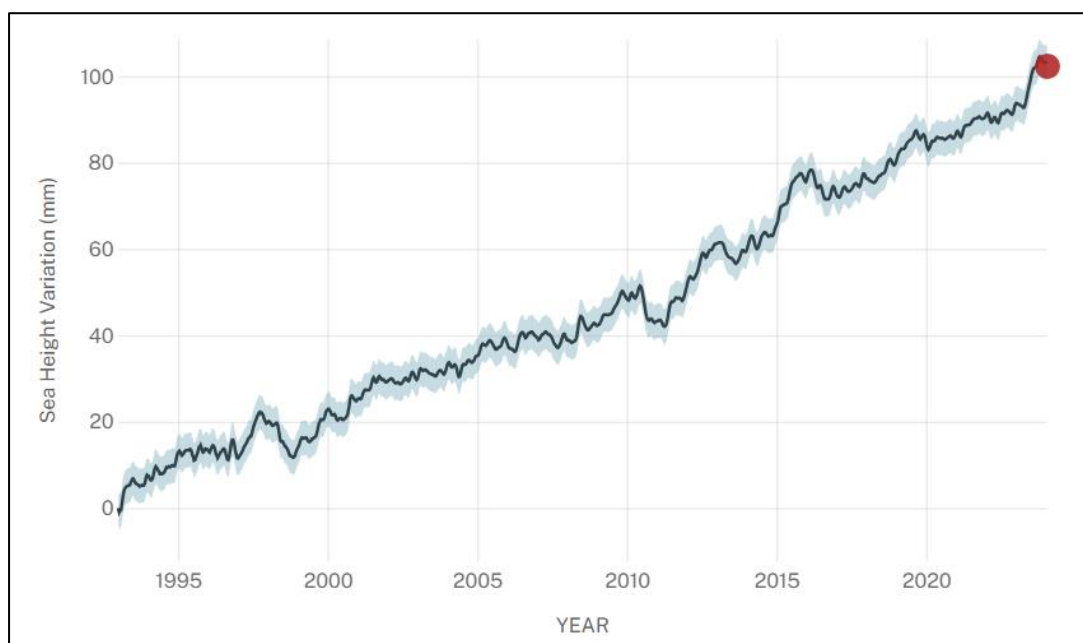
Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι ένα αργά εξελισσόμενο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, που συνιστά σημαντική απειλή για τις ζωές εκατοντάδων εκατομμυρίων ανθρώπων, τις υποδομές, την γεωργία, τα οικοσυστήματα και την παγκόσμια κληρονομιά που βρίσκονται σε νησιά και κοντά στις ακτές χαμηλού υψομέτρου. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα έως σήμερα, οι ενόργανες μετρήσεις έχουν καταγράψει ρυθμό αύξησης της στάθμης της θάλασσας κατά 1.8 mm ανά έτος [Bindoff et al. 2007]. Η τρέχουσα εκτίμηση αυτής της ανόδου κυμαίνεται από 1 έως 2 mm ανά έτος [Bindoff et al., 2007], αλλά υπάρχουν ενδείξεις ότι μελλοντικά θα επιταχυνθεί λόγω της τήξης των παγετώνων [Church et al., 2001].

Στο διάγραμμα 1.7 εμφανίζονται δεδομένα για τις παρελθούσες περιόδους με ανοιχτό καφέ χρώμα, ενώ για το μέλλον, οι προβλέψεις της IPCC στην έκθεση AR5, αναφέρονται σε δύο διαφορετικές εκπομπές: πολύ υψηλές (κόκκινο σενάριο RCP8.5) και πολύ χαμηλές εκπομπές (μπλε σενάριο RCP2.6) [Antonioli et al., 2017; Church et al., 2013]

Μέχρι το 2100, το σενάριο RCP2.6 προβλέπει άνοδο της παγκόσμιας στάθμης, έως και περίπου 0.7 μέτρα (70 εκατοστά), ενώ το σενάριο RCP8.5 προβλέπει άνοδο μέχρι και περίπου 1 μέτρο.



Διάγραμμα 1.7: Παγκόσμια άνοδος της στάθμης της θάλασσας από το 1700 έως το 2100 [Antonioli et al., 2017]



Διάγραμμα 1.8: Παγκόσμια στάθμη της θάλασσας από το 1993 έως σήμερα, 2024 [NASA, 2024].

Ορισμένες περιοχές είναι περισσότερο εκτεθειμένες στις πλημμύρες και στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας, λόγω των γεωγραφικών χαρακτηριστικών τους. Οι περιοχές που πλήττονται ιδιαίτερα είναι οι:

- Παράκτιες περιοχές
- Νησιωτικές περιοχές και νησιωτικά κράτη
- Αστικές περιοχές που έχουν αναπτυχθεί κοντά στις ακτές
- Πυκνοκατοικημένες και οικονομικά ασθενέστερες περιοχές που δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν τις πλημμύρες και τις καταστροφές τους.

Επιπλέον, ο πληθυσμός της Γης που ζει σε περιοχές σε περιοχές χαμηλού εισοδήματος, όπου δεν υπάρχει δυνατότητα προειδοποίησης ή εκκένωσης, είναι περισσότερο ευάλωτοι.

Στο φυσικό περιβάλλον οι πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν διάβρωση του εδάφους, μετακινώντας μεγάλες ποσότητες χώματος και να καταστρέψουν φυσικούς βιότοπους, απειλώντας την χλωρίδα και την πανίδα κάθε περιοχής περιοχής. Επιπλέον μπορούν να μεταφέρουν ρύπους, χημικές ουσίες και απορρίμματα σε λίμνες, θάλασσες και ποτάμια υποβαθμίζοντας την ποιότητα τους και απειλώντας τους οργανισμούς που ζουν εκεί. Στο δομημένο περιβάλλον προκαλούν διάβρωση των ακτών, καθίζηση του εδάφους, καταστροφές σε κτίρια, γέφυρες, δρόμους, σε περιουσίες και τέλος διακόπτουν την παροχή βασικών υπηρεσιών [Azevedo de Almeida et al., 2016]. Γενικότερα, έχουν τεράστιες οικονομικές επιπτώσεις, όχι μόνο λόγω του κόστους αποκατάστασης των ιδιοκτησιών και των δημόσιων δομών που καταστρέφονται, αλλά και λόγω των χρημάτων που δαπανούνται για τα προληπτικά μέτρα προστασίας.

Επιπτώσεις πλημμυρών στην υγεία

Κατά την διάρκεια πλημμυρών το 75% των θανάτων αντιστοιχεί σε πνιγμό. Εκτός από άμεσο θάνατο οι πλημμύρες μπορούν να έχουν και άλλες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων όπως:

- Ασθένειες που μεταδίδονται μέσω του νερού ή των εντόμων, όπως χολέρα, τυφοειδής πυρετός ή ελονοσία
- Τραυματισμούς ή εκδορές
- Ψυχολογικές επιπτώσεις
- Καταστροφή υποδομών, εγκαταστάσεων υγείας, έλλειψη καθαρής τροφής και νερού [WHO, 2024]

Τα τελευταία 30 χρόνια, περισσότεροι από 200.000 άνθρωποι έχουν χάσει τη ζωή τους λόγω πλημμυρών και πάνω από 2.8 δισεκατομμύρια έχουν επηρεαστεί παγκοσμίως [Jakubicka et al., 2010]. Τα δύο τρίτα των θανάτων που σχετίζονται με πλημμύρες οφείλονται σε πνιγμό και το ένα τρίτο σε τραυματισμούς, καρδιακές προσβολές, ηλεκτροπληξία ή δηλητηρίαση [Jonkman et al., 2005]. Πριν ή κατά την διάρκεια μιας πλημμύρας μπορεί να υπάρξουν τραυματισμοί που σχετίζονται με τις προσπάθειες

των ανθρώπων να απομακρύνουν τον εαυτό τους ή της περιουσίες τους από τα πλημμυρικά νερά, ή με τις μετακινήσεις λόγω της ορμής του νερού, οχημάτων, δέντρων και άλλων αντικειμένων. Επιπλέον, έχουν αναφερθεί εξάρσεις χολέρας και ελονοσίας στις αναπτυσσόμενες χώρες, ωστόσο στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική οι πλημμύρες συνήθως δεν οδηγούν σε εξάρσεις μολυσματικών ασθενειών, αλλά μπορούν να αυξήσουν τη μετάδοση τους υπό ορισμένες συνθήκες. Μπορεί να μεταδοθούν υδατογενείς ασθένειες, μέσω της μόλυνσης του πόσιμου νερού, της επαφής με μολυσμένο νερό πλημμύρας και από υπερχειλίση αποχετευτικών συστημάτων. Το πόσιμο νερό μπορεί να μολυνθεί με μικροοργανισμούς, όπως βακτήρια, λύματα γεωργικά ή βιομηχανικά απόβλητα, χημικά και άλλες ουσίες που μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες [WHO, 2023].

Η έκθεση στις πλημμύρες αυξάνεται σε όλη την Ευρώπη. Ειδικά στη Μεσόγειο, οι πλημμύρες έχουν αποτελέσει έναν από τους πιο καταστροφικούς φυσικούς κινδύνους, προκαλώντας σημαντικές ζημιές [Barredo, 2007], και αξιοσημείωτο αριθμό θανάτων. Οι πλημμύρες στην περιοχή προκύπτουν από καταιγίδες υψηλής έντασης [Bull et al., 1999; Lana et al., 2004], οι οποίες προκαλούν υπερχειλίση των υδάτινων ρευμάτων. Στην Ελλάδα υπάρχει αφθονία πλημμυρών τις τελευταίες δεκαετίες [Diakakis et al., 2017]. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν πως στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην δυτική Αττική, το 2017 υπήρξαν 24 θάνατοι από πλημμύρες, το 2018 στις Βαλεαρίδες νήσους στην Ισπανία 13 θάνατοι και στην νότια Γαλλία το 2018 15 θάνατοι [Vinet et al., 2019]

1.3.3 Ξηρασία

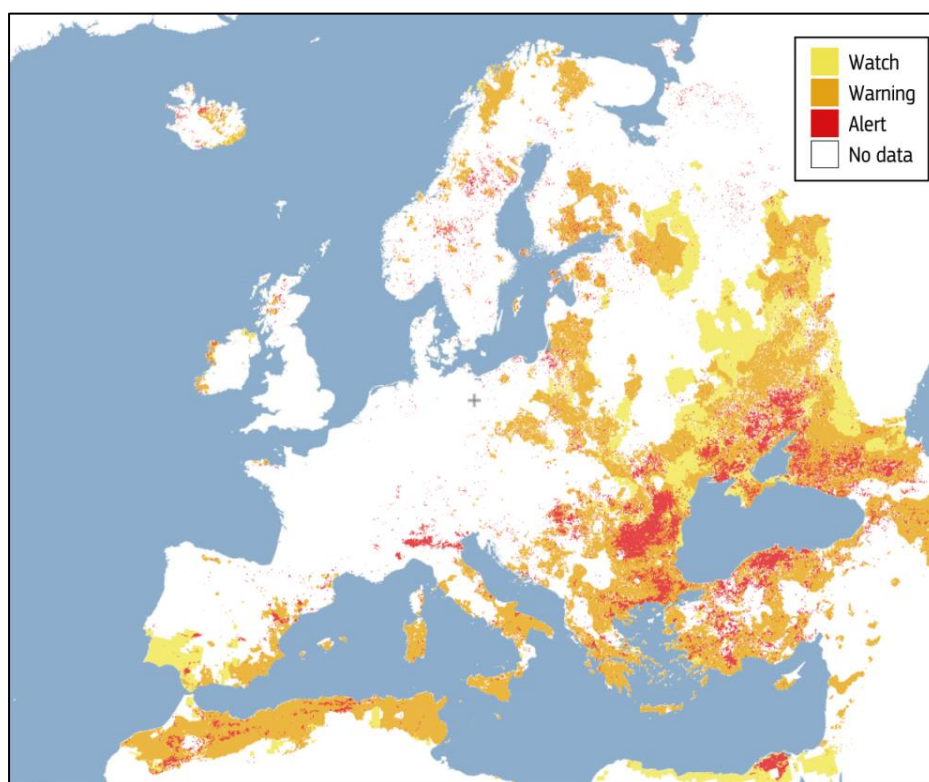
Με τον όρο ξηρασία αναφερόμαστε σε μία παρατεταμένη περίοδο με ελάχιστες ή καθόλου βροχοπτώσεις, η οποία οδηγεί στην έλλειψη υγρασίας στο έδαφος και στην έλλειψη επαρκούς ποσότητας νερού για την κάλυψη αναγκών μιας περιοχής. Η ξηρασία διαφέρει από την λειψυδρία, η οποία είναι η συστηματική έλλειψη γλυκού νερού, λόγω υπερκατανάλωσης νερού, κακή διαχείριση των υδάτινων πόρων ή ρύπανση των υδάτων. Ωστόσο και τα δύο φαινόμενα δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον και την ευημερία των ανθρώπων.

Η έλλειψη βροχοπτώσεων και η έντονη ηλιοφάνεια και ζέστη, ευνοούν την εξάτμιση του νερού, γεγονός που μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητά του και να οδηγήσει σε ξηρασίες [Lare et al., 2021; European Commission, 2024]. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τα πρότυπα των βροχοπτώσεων [Tsanis et al., 2011] και κατά συνέπεια, διάφορες μεταβλητές, όπως η διαθεσιμότητα των υδάτινων αποθεμάτων και η παροχή ποταμών [Arnell et al., 2011]. Επιπλέον, θα περιορίσει την ανάπτυξη φυτών και δέντρων και θα αυξήσει τις πιθανότητες πρόκλησης δασικών πυρκαγιών.

Κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί τομείς θα πληγούν. Στην Ευρώπη, επηρεάζει περισσότερο την γεωργία, τον ενεργειακό τομέα και την δημόσια ύδρευση, με ζημιές ύψους περίπου 9 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως. Προβλέπεται πως αν η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αυξηθεί κατά 3 °C, το ποσοστό των ξηρασιών θα διπλασιαστεί και το κόστος των ζημιών που οφείλονται σε αυτές θα ανέλθει στα 40 δισεκατομμύρια ευρώ [European Commission, 2024]. Στην Μεσόγειο υπάρχει έντονη

ευαισθησία σε αλλαγές στα υδρολογικά καθεστώτα, αυξανόμενη έλλειψη υδάτινων πόρων και συνακόλουθες απειλές για τη διαθεσιμότητα και διαχείριση νερού [Ludwig et al. 2011]. Στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Κρήτη, οι βροχοπτώσεις είναι λιγότερο συχνές αλλά έντονες και οι ξηρασίες είναι πιθανό να γίνουν συχνότερες [Koutroulis et al., 2010, Koutroulis et al., 2011, Tsanis et al., 2011]. Αυτές οι σύντομες περίοδοι βροχοπτώσεων, μπορεί να επηρεάσουν τους υδάτινους πόρους, προκαλώντας μείωση του νερού με αρκετές συνέπειες στην κοινωνία και τα οικοσυστήματα [Koutroulis et al., 2013].

Με την παγκόσμια θέρμανση οι ξηρασίες αναμένεται να μεγαλώσουν σε έκταση και ένταση [Wilhelmi, 2002; Jin et al., 2012]. Το 2015 και το 2016, στην Ασία 345 εκατομμύρια άνθρωποι επλήγησαν από ξηρασίες, ενώ στην Αφρική το 2016 περισσότεροι από 41 εκατομμύρια άνθρωποι επηρεάστηκαν από τις ίδιες συνθήκες. [Guha-Sapir et al., 2016]. Με την ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, αυξάνονται και οι απαιτήσεις για παροχή νερού. Μέχρι το 2025, 1.8 δισεκατομμύρια άνθρωποι θα βιώσουν απόλυτη λειψυδρία και το 67% του πληθυσμού του πλανήτη θα ζουν υπό συνθήκες λειψυδρίας λόγω ξηρασίας, κλιματικής αλλαγής και αύξησης της χρήσης νερού [United Nations, 2016].



Εικόνα 1.5: Συνθήκες ξηρασίας στην Ευρώπη, μέχρι τα τέλη του Ιουλίου 2024, με ιδιαίτερα κρίσιμες καταστάσεις στη Μεσόγειο και στην Μαύρη Θάλασσα, [European Drought Observatory, 2024]

Η νοτιοανατολική Ισπανία, η νότια και κεντροανατολική Ιταλία, το μεγαλύτερο μέρος την Ρουμανίας, της Πολωνίας, της Εσθονίας και νότιων περιοχών της Βαλτικής, το μεγαλύτερο μέρος των χωρών των Βαλκανίων, η Τουρκία, η δυτική Κύπρος και η Μάλτα βρίσκονται υπό συνθήκες παρακολούθησης για ξηρασίες, λόγω ελλείματος βροχοπτώσεων. (πορτοκαλί χρώμα). Μεγάλες περιοχές στη Μεσόγειο ιδιαίτερα στην κεντρική και νότια Ιταλία, Ελλάδα, κεντροδυτική Τουρκία, Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία και Αίγυπτο αντιμετωπίζουν συνθήκες συναγερμού ξηρασίας. Αυτές οι συνθήκες αρχίζουν σταδιακά να εντείνονται στην Ανατολική Ευρώπη, όπως Ουκρανία, Ρουμανία, νότιας Ουγγαρίας και νότιας Ρωσίας (κόκκινο χρώμα).

Επιπτώσεις ξηρασίας στην υγεία

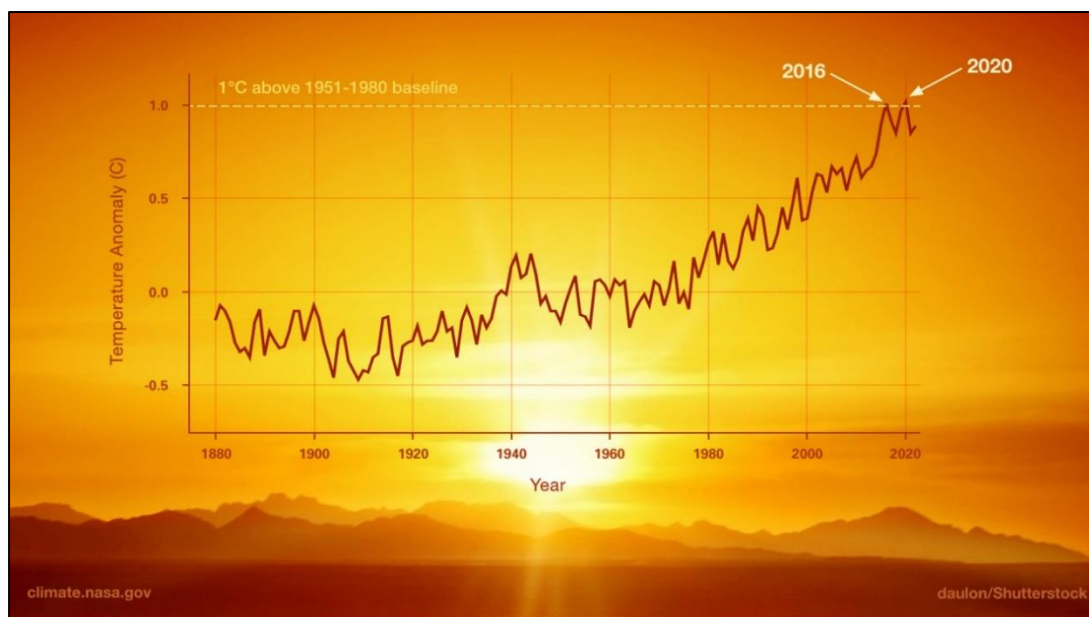
Παρόλο που οι ξηρασίες αντιπροσωπεύουν μόνο το 15% των φυσικών καταστροφών, από το 1970 έως το 2019 είχαν το μεγαλύτερο ανθρώπινο αντίκτυπο, περίπου 650.000 θανάτους [WHO, 2021]. Οι ξηρασίες επιδεινώνουν την έλλειψη νερού, τη ξήρανση και διάβρωση του εδάφους, επηρεάζουν αρνητικά τη βλάστηση, υποβαθμίζουν τη ποιότητας του αέρα και αυξάνουν τη σκόνη, καθώς και τον κίνδυνο πυρκαγιών, αυξάνοντας έτσι την νοσηρότητα και την θνησιμότητα [Mehdipour et al., 2023]. Επομένως οι επιπτώσεις της στην υγεία είναι έμμεσες. Αυτές οι επιπτώσεις περιλαμβάνουν την έξαρση ασθενειών που σχετίζονται με το νερό, τις αναπνευστικές ασθένειες, τις ασθένειες που μεταδίδονται από φορείς όπως κουνούπια [Paull et al., 2017], τον υποσιτισμό, τα διατροφικά προβλήματα, και προβλήματα ψυχικής υγείας [Mehdipour et al., 2023].

1.3.5 Καύσωνες

Καύσωνας είναι μια παρατεταμένη περίοδος κατά την οποία οι θερμοκρασίες είναι ασυνήθιστα υψηλές για μία ορισμένη περιοχή και πάνω από το κανονικό επίπεδο για την εποχή [IFRC, 2021]. Συνήθως ο καύσωνας διαρκεί λίγες ημέρες έως και εβδομάδες. Η αύξηση της μέση θερμοκρασίας του πλανήτη λόγω της κλιματικής αλλαγής οδηγεί σε συχνότερους καύσωνες και ακραίες θερμοκρασιακές συνθήκες. Οι υψηλές θερμοκρασίες ενδέχεται να προκαλέσουν αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας, μείωση παραγωγικότητας, ειδικά στους εξωτερικούς χώρους και βλάβες στις υποδομές. Τα βρέφη, τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι επηρεάζονται περισσότερο καθώς είναι πιο ευάλωτοι από τους ενήλικες [European Commission, 2024].

Στις περισσότερες περιοχές του πλανήτη έχει ήδη καταγραφεί αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από τον παγκόσμιο μέσο όρο. Η θερμοκρασία στις χερσαίες περιοχές αυξάνεται πιο γρήγορα από ότι στις ωκεάνιες, οι οποίες θερμαίνονται πιο αργά. Με βάση τα δεδομένα θερμοκρασίας, η παρατηρούμενη μέση επιφανειακή θερμοκρασία για την δεκαετία 2006-2015 ήταν 0.87 °C (πιθανώς μεταξύ 0.75 και 0.99 °C) [Allen et al., 2018]. Μέχρι το 2017, η θερμοκρασία είχε αυξηθεί κατά περίπου 1°C (με εύρος από 0.8 έως 1.2°C) σε σύγκριση με τα επίπεδα πριν την βιομηχανική επανάσταση, με ρυθμό αύξησης 0,2°C ανά δεκαετία. Η παγκόσμια θέρμανση είναι πιθανό να φτάσει του 1.5 °C μεταξύ του 2030 και 2052, αν συνεχίσει να αυξάνεται με αυτόν τον ρυθμό [Allen et al., 2018].

Η τελευταία μέτρηση έδειξε αύξηση του ετήσιου μέσου όρου κατά 1.17 °C [NASA, 2024].



Εικόνα 1.6 : Αλλαγή της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας σε σχέση με τις μέσες θερμοκρασίες της περιόδου 1951-1980, με το έτος 2020 να είναι στατιστικά ισότιμο με το 2016 ως το θερμότερο καταγεγραμμένο έτος [Ινστιτούτο Διαστημικών Μελετών Goddard της NASA, (GISS), 2024].

Με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1.5 °C, το 13.8% του παγκόσμιου πληθυσμού θα εκτίθεται σε σοβαρούς καύσωνες, τουλάχιστον μια φορά κάθε 5 χρόνια. Αυτό το ποσοστό θα γίνει σχεδόν τριπλάσιο (36.9%) με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 °C, δηλαδή μια διαφορά περίπου 1.7 δισεκατομμυρίων ανθρώπων. Σε περίπτωση που περιοριστεί η παγκόσμια θέρμανση στους 1.5 °C, περίπου 420 εκατομμύρια λιγότεροι άνθρωποι θα εκτίθενται σε ακραίους καύσωνες [Dosio et al., 2018]. Επιπλέον προβλέπεται αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας μεταξύ 2,6 και 4,8 °C μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα (2081-2100) σε σχέση με την περίοδο 1986-2005 [Pachauri et al., 2014].

Επιπτώσεις των καυσώνων στην υγεία

Όταν οι καύσωνες και οι υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες διαρκέσουν αρκετές ημέρες, ενδέχεται να έχουν σοβαρό αντίκτυπο στην κοινωνία και την υγεία. Οι καύσωνες είναι από τους πιο επικίνδυνους φυσικούς κινδύνους, αλλά δεν λαμβάνουν την απαραίτητα προσοχή καθώς ο αριθμός των νεκρών και οι καταστροφές τους δεν είναι πάντα άμεσα εμφανής. Μπορεί να επιδεινώσει τις υποκείμενες ασθένειες, όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις, ο διαβήτης, η ψυχική υγεία, το άσθμα και να αυξήσει τον κίνδυνο μετάδοσης ορισμένων μολυσματικών ασθενειών. Το θερμικό στρες είναι η πιο διαδεδομένη αιτία θανάτου. Η κλιματική αλλαγή έχει οδηγήσει σε εκθετική αύξηση των ανθρώπων που βιώνουν υπερβολική ζέστη σε όλες τις περιοχές του πλανήτη. Μεταξύ του 2000 και 2016, περίπου 125 εκατομμύρια άνθρωποι υπήρξαν θύματα καύσωνα

[WHO, 2024]. Η Ευρώπη, έχει υποφέρει από μια σειρά έντονων κυμάτων καύσωνα από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα. Στη νοτιοανατολική Ευρώπη, διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των καυσώνων στην περιοχή έχει αυξηθεί περίπου 8 φορές από το 1960 έως το 2010 [Kuglitsch et al. 2010], ενώ η ανατολική Μεσόγειος μπορεί να εκτεθεί σε καύσωνες με εντάσεις αυξημένες κατά 6-10 °C και διάρκεια 40 ημέρες [Zittis et al. 2016]. Από το 2000 έως το 2019 περίπου 489.000 άνθρωποι πέθαναν λόγω ζέστης, με το 45% αυτών να είναι στην Ασία και το 36% στην Ευρώπη, ενώ περισσότεροι από 70.000 απεβίωσαν κατά την διάρκεια του καύσωνα το 2003 στην Ευρώπη [WHO, 2024]. Οι κλιματικές προβλέψεις προβλέπουν πιο έντονα, συχνά και παρατεταμένα ακραία θερμικά φαινόμενα στην Ευρώπη τον 21ο αιώνα, με μεγαλύτερο αντίκτυπο στην Ιβηρική Χερσόνησο και στις περιοχές της Μεσογείου [Lorenzo et al., 2021].

Τέλος, εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, οι καύσωνες συμβάλλουν και σε έμμεσες επιβαρύνσεις, όπως η αυξημένη πίεση στις υπηρεσίες υγείας και έκτακτης ανάγκης, στις μεταφορές αλλά και στην ασφάλεια των τροφίμων, των καλλιεργειών και του νερού [WHO, 2024].

1.3.6 Καταστροφή Οικοσυστημάτων

Οικοσύστημα ονομάζεται το σύνολο των φυτών, ζώων και άλλων ζωντανών οργανισμών που μοιράζονται τους πόρους μια συγκεκριμένης περιοχής. Η καταστροφή των οικοσυστημάτων αναφέρεται στην επιδείνωσή τους μέσω της εξάντλησης των φυσικών πόρων, όπως οι υδάτινοι πόροι, τη; Ατμόσφαιρας και τους εδάφους. Οποιαδήποτε μεταβολή ή διαταραχή στο περιβάλλον που είναι επιβλαβής και ανεπιθύμητη, θεωρείται επίσης καταστροφή του οικοσυστήματος [Johnson et al., 1997].

Η ανεξέλεγκτη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, η ρύπανση, η κατασκευή υποδομών μέσα στο φυσικό περιβάλλον, η καταστροφή βιοτόπων από γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες, η λαθροθηρία ζώων και η αποψίλωση δασών, είναι κάποιες από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις που έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και τα οικοσυστήματα. Αυτές οι ενέργειες προκαλούν μακροχρόνιες αλλαγές στο περιβάλλον, οι οποίες μπορεί να έχουν σοβαρές και ανεπανόρθωτες επιπτώσεις τόσο στη φύση όσο και στην ανθρώπινη ζωή. Η συντριπτική πλειοψηφία των οικοσυστημάτων να παρουσιάζει κάποιο βαθμό υποβάθμισης ή τροποποίησης που οφείλεται στον άνθρωπο [Vitousek et al., 1997], όπως αλλαγές στη συμπεριφορά και τη μορφολογία, αλλαγές στην κατανομή των ειδών και γεωγραφικές μετατοπίσεις [Weiskopf et al., 2020]. Σε ένα οικοσύστημα κάθε οργανισμός εξυπηρετεί έναν συγκεκριμένο σκοπό, οπότε η διατάραξη της ισορροπίας μπορεί να επιφέρει καταστροφικές συνέπειες για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς που εξαρτώνται από αυτό.

Μελέτες έχουν διαπιστώσει πως, αν έως το 2036 και το 2100 η θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα αυξηθεί κατά 3.6 με 4.05 °C , θα υπάρξει εξάλειψη των περισσότερων ευαίσθητων στην θερμοκρασία ειδών [Mora et al., 2013]. Με άνοδο της θερμοκρασίας πάνω από 2 °C θα υπάρξουν απώλειες σε ποσοστό 18% των 19.848 εντόμων, στο

8% των 12.429 ειδών σπονδυλωτών και στο 16% των 73.224 ειδών φυτών που μελετήθηκαν [Warren et al., 2018a]. Με θέρμανση 1.5 °C, αυτά τα ποσοστά μειώνονται στο 16% εντόμων, στο 4% των σπονδυλωτών και στο 8% των φυτών. Επίσης, προβλέπεται πως τα επόμενα 30 χρόνια θα εξαφανιστεί το 60% των κοραλλιογενών υφάλων της Γης, ενώ το 25% του έχει ήδη χαθεί.

Θαλάσσια οικοσυστήματα

Παρά το γεγονός ότι καλύπτει μόλις το 0.82% της επιφάνειας των ωκεανών, η Μεσόγειος Θάλασσα φιλοξενεί εξαιρετικά υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένων περίπου 18% όλων των γνωστών θαλάσσιων ειδών (περίπου 17.000 είδη) [Bianchi et al., 2000; Coll et al., 2010]. Οι κυριότεροι κίνδυνοι για τα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι η αύξηση της θερμοκρασίας και της αλατότητας των υδάτων (Calvo et al. 2011), η θερμική στρωμάτωση (Coma et al., 2009; Powley et al., 2016), που μπορεί να αυξήσει τον ευτροφισμό και την κατανάλωση οξυγόνου (O₂) λόγω αυξημένης συγκέντρωσης οργανικού άνθρακα (DOC) (Ferreira et al., 2011; Santinelli et al., 2013; Ngatia et al., 2019) και η οξίνιση των ωκεανών (μείωση pH) [He et al., 2019].

Παράκτια οικοσυστήματα

Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η παγκόσμια θέρμανση και οι αλλαγές στα πρότυπα των βροχοπτώσεων αναμένεται να τροποποιήσουν σημαντικά τα παράκτια οικοσυστήματα. Με την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, για παράδειγμα, θα επηρεαστούν τα παράκτια υγροτόπια και τα οικοσυστήματα που ζουν σε εκβολές ποταμών. Επιπλέον η μείωση των βροχοπτώσεων θα μειώσει το νερό στους ποταμούς και στις λεκάνες απορροής (Merheb et al. 2016) και έτσι πολλές ακτές θα υποχωρήσουν ή θα διαβρωθούν [MedECC, 2020].

Χερσαία οικοσυστήματα

Τα χερσαία οικοσυστήματα αντιμετωπίζουν και αυτά πολλούς κινδύνους. Κάποιοι από αυτούς είναι η αστικοποίηση, η εντατικοποίηση της γεωργίας [Myers et al., 2000], οι χρήσεις γης όπως η αποψίλωση δέντρων ή η εξόρυξη φυσικών πόρων, η έκθεση σε ρύπους και η υπερεκμετάλλευση της βιοποικιλότητας από ανθρώπους [WHO, 2021]. Όλα αυτά διαταράσσουν τις οικολογικές ισορροπίες, με αποτέλεσμα πολλά ζώα να αναγκάζονται να εγκαταλείψουν τα καταφύγια τους. Επιπλέον, η μετατροπή σε γεωργικές εκτάσεις, η βόσκηση σε δάση και οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές έχουν οδηγήσει σε σταδιακή μείωση της κάλυψης της βλάστησης της Ευρώπης [MedECC, 2020].

1.3.7 Επιπτώσεις στην γεωργία

Ο γεωργικός τομέας είναι ευαίσθητος στην κλιματική αλλαγή [Masud et al., 2017]. Η κλιματική κρίση έχει προκαλέσει ήδη αρνητικές επιπτώσεις στην γεωργία και θα συνεχίσει να προκαλεί όσο αυξάνεται το φαινόμενο. Μπορεί να επηρεάσει τις καλλιέργειες, το ζωικό κεφάλαιο, τους εδαφικούς και υδάτινους πόρους, τις αγροτικές κοινότητες και τους εργαζόμενους στη γεωργία. Σε όλη την διάρκεια του 21ου αιώνα στην Ευρώπη, υπήρξαν σημαντικές απώλειες στη γεωργική παραγωγή και μείωση των κατάλληλων εκτάσεων για καλλιέργεια, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, της ξηρασίας, πλημμυρών και πυρκαγιών και της φθίνουσας υγείας του εδάφους [European Commission, 2024]. Οι νότιες περιοχές της Ευρώπης, και ειδικότερα οι περιοχές της Μεσογείου, θα πληγούν περισσότερο, λόγω του θερμότερου κλίματός τους και της λειψυδρίας, από την οποία ήδη βασανίζονται.

Επιπλέον, η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση των καλλιεργειών είναι ανησυχητική. Η κακή ποιότητα και η έλλειψη νερού, μπορεί να προκαλέσει ασθένειες που μεταδίδονται μέσω αυτού, αλλά και καταστροφές στις καλλιέργειες, μειώνοντας έτσι την αγροτική παραγωγή [Etteieb et al. 2017]. Συμπερασματικά, δεδομένου ότι η κλιματική αλλαγή και η γεωργία συνδέονται άρρηκτα, οι απότομες μεταβολές στις κλιματικές συνθήκες απειλούν την επισιτιστική ασφάλεια [Agora, 2019].

1.3.8 Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις υποδομές και τα κτίρια είναι ιδιαίτερα σημαντική, εξαιτίας του υψηλού κόστους τους κατασκευής τους αλλά και του κρίσιμου ρόλου που διαδραματίζουν στην εύρυθμη λειτουργία των κοινωνιών.

Η ευαισθησία και ο κίνδυνος που διατρέχουν οι υποδομές μπορεί να διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, κυρίως λόγω των χαρακτηριστικών του σχεδιασμού τους (ανεπαρκείς αντοχή σε ακραία καιρικά) ή της θέσης τους (σε περιοχές εκτεθειμένες σε πλημμύρες, τυφώνες, χιονοστιβάδες). Οι αστικές περιοχές συχνά βρίσκονται σε επικίνδυνες θέσεις (κατά μήκος των ακτών), όπου τα οικονομικά αγαθά και οι κάτοικοι διατρέχουν ολοένα και μεγαλύτερο κίνδυνο από κλιματικά σχετιζόμενα γεγονότα [Gasper et al., 2011]. Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στο δομημένο περιβάλλον περιλαμβάνουν την καταστροφή υποδομών, όπως γέφυρες και κτίρια, την αδυναμία διανομής υπηρεσιών και αγαθών όπως ενέργεια, νερό, υγειονομική περίθαλψη και μεταφορές, την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων και την οικονομική επιβάρυνση για την επανόρθωση των καταστροφών [EPA, 2024].

1.4 Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στην υγεία

Παρά την γενική αντίληψη ότι η κλιματική αλλαγή συνδέεται κυρίως με αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον, οι επιπτώσεις της στην ανθρώπινη υγεία είναι εξίσου σοβαρές και ποικίλες. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, το 1946, όρισε την υγεία ως μία κατάσταση κατά την οποία το άτομο απολαμβάνει πλήρη σωματική, ψυχική και κοινωνική ευεξία και δεν περιορίζεται μόνο στην έλλειψη ασθενειών ή αναπηριών [WHO,1946]. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω είναι αναγκαίο να επικρατούν κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η κλιματική κρίση θέτει σε κίνδυνο την υγεία των ανθρώπων, επηρεάζοντας κάθε πτυχή της ζωής τους, όπως οι κοινωνικοί, οικονομικοί και υγειονομικοί τομείς. Οι επιπτώσεις που προκαλεί είναι είτε άμεσες λόγω της αύξησης των ακραίων φαινομένων, όπως καύσωνες, πλημμύρες, πυρκαγιές, τυφώνες τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό ή απώλεια ζωής, είτε έμμεσες με την πρόκληση καρδιαγγειακών ή αναπνευστικών προβλημάτων και διάφορων υδατογενών και μολυσματικών ασθενειών.

Σύμφωνα με τις υγειονομικές αρχές των Ηνωμένων Πολιτειών, υπάρχουν 11 βασικές κατηγορίες κινδύνων για την υγεία, που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή [CDC, 2009]:

1. Αναπνευστικές παθήσεις, άσθμα, αλλεργίες λόγω ατμοσφαιρικής ρύπανσης
2. Καρκινικές και μη καρκινικές νεοπλασίες
3. Καρδιοαναπνευστικά προβλήματα και εμφράγματα
4. Ασθένειες και λοιμώξεις από μολυσμένα τρόφιμα
5. Νοσηρότητα και θνησιμότητα λόγω ζέστης
6. Επιπλοκές στην ανάπτυξη των παιδιών
7. Ψυχικές διαταραχές και άγχος
8. Νευρολογικές διαταραχές
9. Ασθένειες που μεταδίδονται από φορείς, όπως έντομα
10. Ασθένειες που προκαλούνται από ακατάλληλο νερό
11. Νοσηρότητα και θνησιμότητα από ακραία καιρικά φαινόμενα

Υπάρχουν ομάδες της κοινωνίας οι οποίες λόγω κάποιον χαρακτηριστικών τους έχουν περιορισμένη ικανότητα να ανταπεξέλθουν και να αντέξουν τις δυσμενείς συνθήκες που προκαλεί η κλιματική αλλαγή. Οι ομάδες αυτές είναι:

- Οι ηλικιωμένοι επηρεάζονται διαφορετικά από τον υπόλοιπο πληθυσμό λόγω μειωμένης κινητικότητας ή άλλων προβλημάτων υγείας, με αποτέλεσμα να είναι πιο εύάλωτοι στα ακραία φυσικά φαινόμενα, όπως οι καύσωνες
- Οι κάτοικοι περιοχών χαμηλού εισοδήματος, είναι ευάλωτα στις κλιματικές επιπτώσεις καθώς αδυνατούν να επενδύσουν σε ανθεκτικές υποδομές για τις φυσικές καταστροφές ή σε συστήματα για την ανεκτικότητα του καύσωνα (όπως κλιματισμό).

- Ο πληθυσμός που ζει σε περιοχές που είναι επιρρεπείς σε φυσικές καταστροφές ή που επηρεάζονται παραπάνω από την κλιματική αλλαγή, όπως για παράδειγμα η περιοχή της Μεσογείου.
- Τα άτομα με αναπηρίες, τα οποία έχουν μεγαλύτερες δυσκολίες στη μετακίνηση άρα και σε πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Επίσης η δυσκολία στη μετακίνηση για την προστασία τους από ακραία φυσικά φαινόμενα τα καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτα.
- Τέλος, άτομα με χρόνιες ή άλλες παθήσεις όπως καρδιολογικές ή αναπνευστικές ασθένειες επηρεάζονται περισσότερο, λόγω του οι ακραίες συνθήκες, όπως καύσωνες, παγετώνες ή ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να επιδεινώσουν την ήδη επιβαρυνόμενη υγεία τους.

1.4.1 Ασθένειες από ατμοσφαιρική ρύπανση

Η ατμοσφαιρική ρύπανση αναφέρεται σε οποιαδήποτε φυσική, χημική ή βιολογική αλλαγή στον αέρα. Είναι υπεύθυνη για περίπου 7 εκατομμύρια θανάτους ετησίως σε όλο τον κόσμο, κυρίως λόγω πρόκλησης εγκεφαλικών επεισοδίων, καρδιακών παθήσεων, χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας, καρκίνου του πνεύμονα και οξέων λοιμώξεων του κατώτερου αναπνευστικού στα παιδιά [WHO, 2024]. Επιπλέον, περίπου το 90% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε περιοχές όπου ατμοσφαιρική ρύπανση ξεπερνά τα όρια που έχει θέσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας. Η αναπνοή αποτελεί την κύρια οδό μέσω της οποίας εκτίθεται κανείς στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι σημαντικότεροι ρύποι που ευθύνονται για την ατμοσφαιρική ρύπανση περιλαμβάνουν τα αιωρούμενα σωματίδια (PM), το μονοξειδίο και διοξείδιο του άνθρακα (CO, CO₂), το όζον (O₃), το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) και το διοξείδιο του θείου (SO₂). Με την έκθεση σε αυτούς τους ρύπους, είτε βραχυπρόθεσμη είτε μακροπρόθεσμη, μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα υγείας [WHO, 2024].

Παρόλο που η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, συμπεριλαμβανομένων των θανάτων, οι περισσότερες επιπτώσεις γίνονται εμφανείς μακροπρόθεσμα και δεν αναγνωρίζονται εύκολα. Για αυτό τον λόγο περιγράφεται συχνά ως ο «αόρατος δολοφόνος».

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ατμοσφαιρική ρύπανση ευθύνεται για:

- 29% των θανάτων από καρκίνο του πνεύμονα
- 17% των θανάτων από οξεία λοίμωξη του κατώτερου αναπνευστικού
- 24% των θανάτων από εγκεφαλικό επεισόδιο
- 25% των θανάτων από ισχαιμική καρδιοπάθεια
- 43% των θανάτων από χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), [WHO, 2024]

Οι επιπτώσεις της στην υγεία περιλαμβάνουν:

- Πρόωρη θνησιμότητα
- Ανεπιθύμητα αποτελέσματα εγκυμοσύνης, όπως χαμηλό βάρος γέννησης και θνησιγένεια
- Βρογχίτιδα
- Χρόνιες πνευμονικές νόσους, εκ των οποίων το 43% οφείλονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση
- Καρκίνοι
- Καρδιαγγειακές παθήσεις όπως αθηροσκλήρωση
- Επιδείνωση του άσθματος και άλλων αλλεργικών αναπνευστικών νόσων
- Απώλεια παραγωγικότητας και απουσία από την εργασία
- Οφθαλμολογικές καταστάσεις όπως εκφύλιση της ωχράς κηλίδας και καταρράκτης
- Ερεθισμός του δέρματος, της μύτης, του λαιμού και των ματιών [ClimaHealth, 2024]

Τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι, οι εγκυμονούσες, άτομα με προϋπάρχουσες αναπνευστικές και καρδιαγγειακές παθήσεις και εργαζόμενοι που εκτίθενται σε ρυπασμένο αέρα είναι πιο επιρρεπείς στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στις συνέπειες της.

1.4.2 Αναπνευστικές αλλεργίες – Αλλεργιογόνα

Η αλλεργία είναι μια ασθένεια που συνδέεται με μεταβολές στο κλίμα και την θερμοκρασία και έχει αρνητικές επιπτώσεις σε περίπου 500 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως. Οι θερμότερες συνθήκες που επικρατούν και τα αυξανόμενα επίπεδα CO₂ συμβάλλουν στην αύξηση και απελευθέρωση αλλεργιογόνων αέρα, όπως η γύρη, επιδεινώνοντας τις αλλεργίες [ClimaHealth, 2024]. Οι κλιματικές αλλαγές κατά την περίοδο της ανθοφορίας των φυτών μπορούν να προκαλέσουν μεταβολές στις εποχές της γύρης και έτσι να παραταθεί ο χρόνος έκθεσης των ανθρώπων σε αυτή. Μια μελέτη έδειξε πως στη Βόρεια Αμερική από το 1990 έως το 2018 υπήρξε αύξηση στις συγκεντρώσεις της και μεγαλύτερες εποχές γύρης [Anderegg et al., 2021].

Η γύρη αποτελεί σημαντική αιτία εποχιακών αλλεργιών και έχει σημαντική επίδραση στην επιδείνωση των συμπτωμάτων του άσθματος. Εκτιμάται ότι το 10-30% του παγκόσμιου πληθυσμού πάσχει από εποχιακή αλλεργική ρινίτιδα [Martikainen et al., 2023]. Η αλλεργία στη γύρη υπάρχει στο 80-90% των παιδιών με άσθμα και στο 40-50% των ενηλίκων [Taylor et al., 2007].

Τα αλλεργιογόνα, όπως η γύρη έχουν αρκετές επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα, με τα συμπτώματα να περιλαμβάνουν:

- Δερματίτιδα και έκζεμα
- Αλλεργική ρινίτιδα ή καταρροή
- Αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης άσθματος, επιδείνωση συμπτωμάτων και επεισοδίων άσθματος, κρίσεις άσθματος

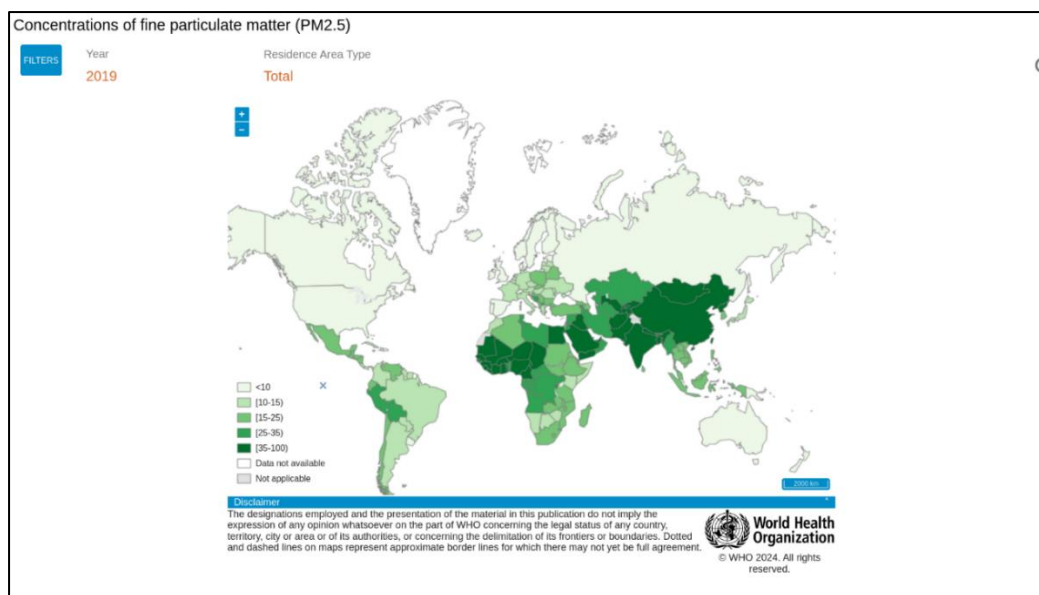
- Λοιμώξεις ανώτερου αναπνευστικού συστήματος
- Επιπεφυκίτιδα
- Διαταραχές στον ύπνο και μείωση της παραγωγικότητας
- Επιπτώσεις στην ψυχική υγεία, όπως κατάθλιψη [ClimaHealth, 2024]

Οι αλλεργίες από την γύρη μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα ζωής των ατόμων, περιορίζοντας την ικανότητα συμμετοχής σε υπαίθριες δραστηριότητες κατά την διάρκεια περιόδων αυξημένης συγκέντρωσης.

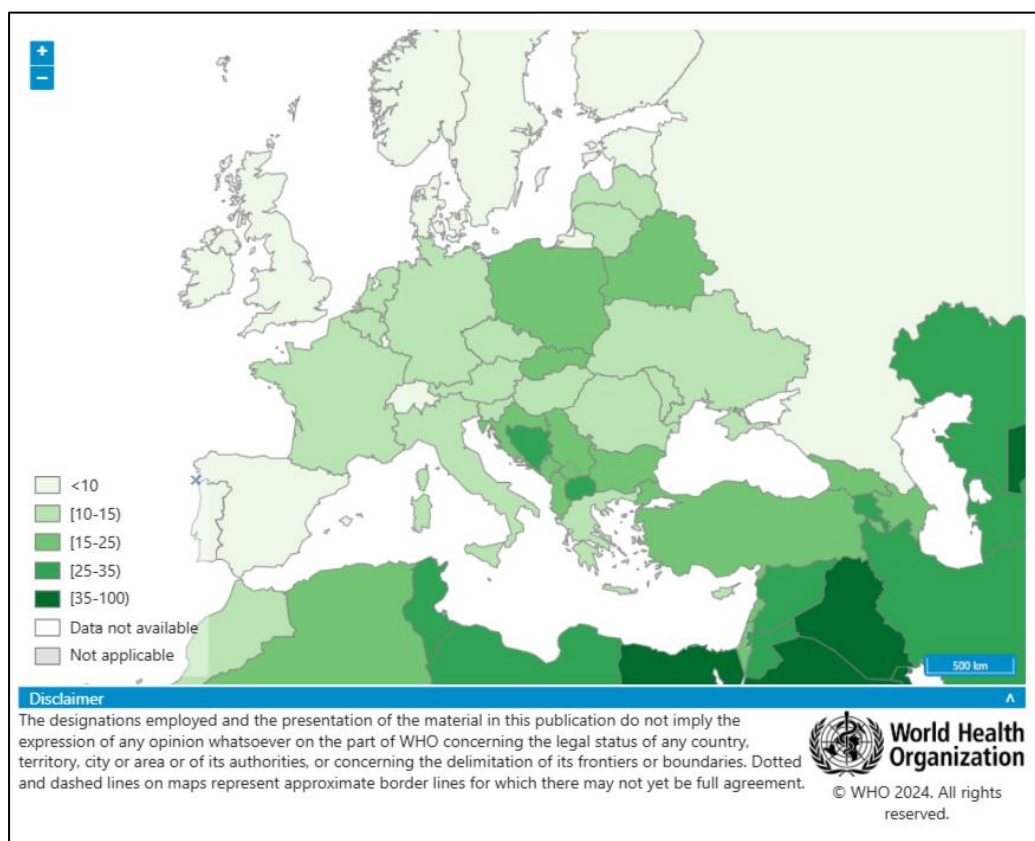
1.4.3 Άσθμα και Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια

Το άσθμα και η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), είναι οι πιο συχνές παθήσεις των αεραγωγών [Morissette et al., 2022], και επηρεάζονται συχνά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια είναι μια πνευμονική νόσος που χαρακτηρίζεται από συνεχή περιορισμό της ροής αέρα στους πνεύμονες και δυσκολία πλήρους εκπνοής. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν βήχα, βλέννα, δύσπνοια και κόπωση. Το κάπνισμα, η ατμοσφαιρική ρύπανση, ο καπνός από τις πυρκαγιές, η έκθεση σε χημικά και αλλεργιογόνα είναι οι βασικές αιτίες που προκαλούν ΧΑΠ. Συχνά αναφέρεται ως εμφύσημα ή χρόνια βρογχίτιδα [WHO, 2023]. Από την άλλη, το άσθμα είναι αποτέλεσμα φλεγμονής και στένωσης των αεραγωγών, που χαρακτηρίζεται επεισόδια αναπνευστικών δυσκολιών, όπως βήχας, συριγμός, δύσπνοια και σφίξιμο στο στήθος. Προκαλείται από αλλεργιογόνα, αναθυμιάσεις από χημικά και από αναπνευστικές λοιμώξεις. Το 2019, το άσθμα επηρέασε περίπου 262 εκατομμύρια ανθρώπους και προκάλεσε 455.000 θανάτους [WHO, 2024], ενώ η ΧΑΠ προκάλεσε 3.23 εκατομμύρια θανάτους [WHO, 2023]. Οι αυξημένες θερμοκρασίες [Almetwally et al., 2020] και τα υψηλά επίπεδα υγρασίας [Chen et al., 2021] έχουν συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο επιδείνωσης των συμπτωμάτων της ΧΑΠ και άσθματος.

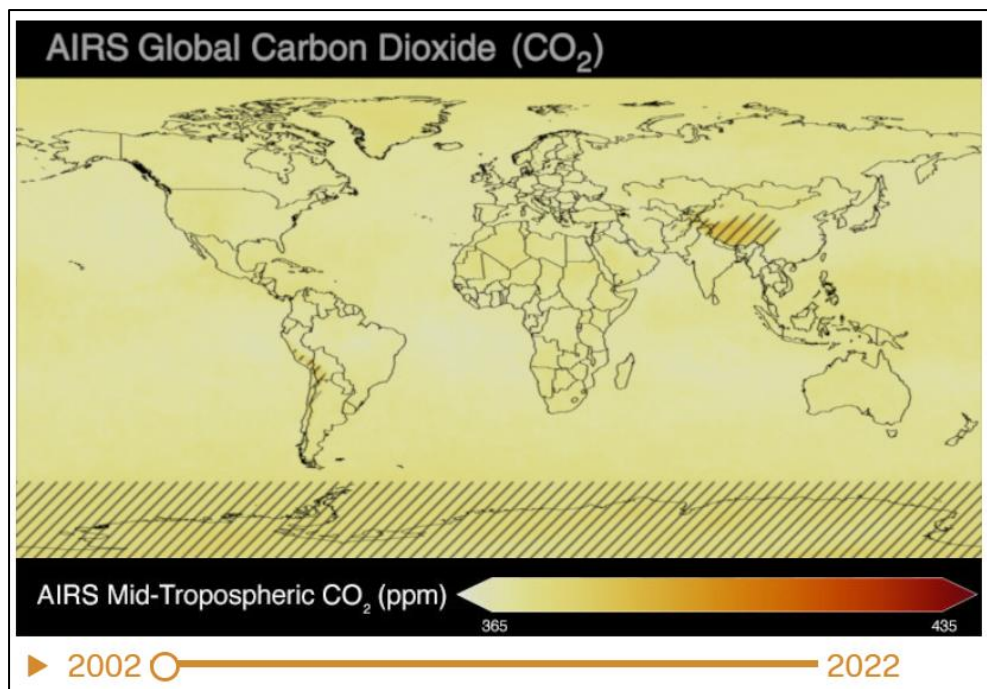
Παρακάτω, στις εικόνες 1.7 και 1,8 απεικονίζεται η παγκόσμια κατανομή αιωρούμενων σωματιδίων με διάμετρο ίση ή μικρότερη από 2.5 μm (PM_{2,5}), για το 2019, τα οποία προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες που σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων. Αυτά τα σωματίδια είναι επιβλαβή για την υγεία καθώς λόγω του μικρού μεγέθους τους εισχωρούν στους πνεύμονες, προκαλώντας διαταραχές στην αναπνευστική και καρδιαγγειακή λειτουργία. Η έκθεση σε αυτά τα σωματίδια (PM_{2.5}) έχει συσχετιστεί με αύξηση της νοσηρότητας και θνησιμότητας παγκοσμίως [Krittanawong et al., 2023].



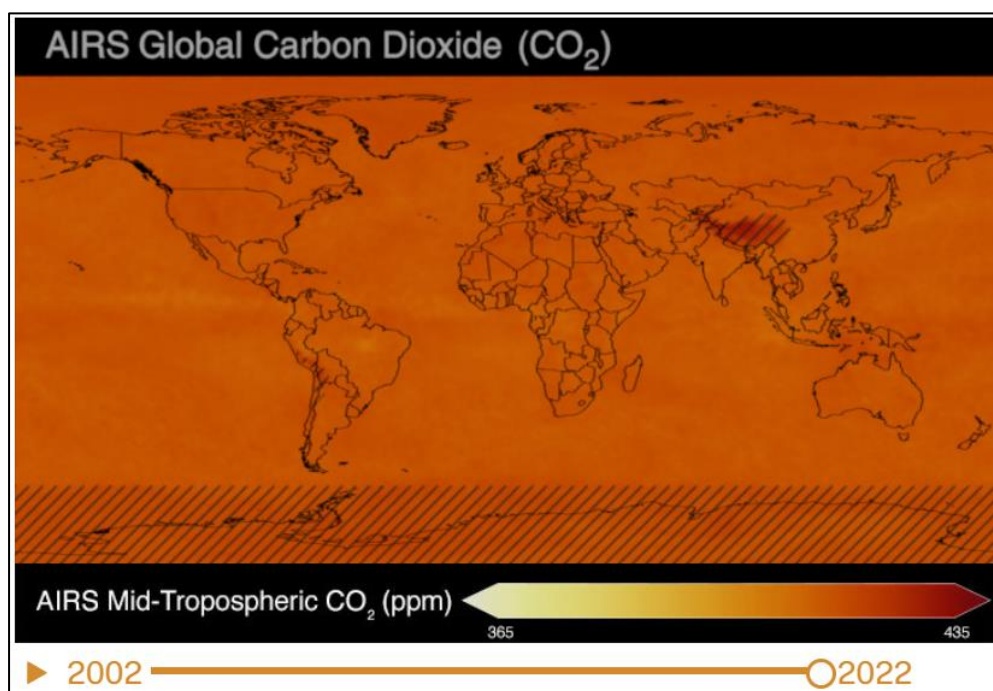
Εικόνα 1.7: Συγκέντρωση των λεπτών αιωρούμενων σωματιδίων (PM_{2.5}) στον αέρα παγκοσμίως, [Πηγή: WHO, 2024]



Εικόνα 1.8: Συγκέντρωση των λεπτών αιωρούμενων σωματιδίων (PM_{2.5}) στον αέρα στην Ευρώπη, [Πηγή: WHO, 2024]



Εικόνα 1.9: Παγκόσμια συγκέντρωση CO₂ σε ppm το 2002, [NASA, 2022]



Εικόνα 1.10: Παγκόσμια συγκέντρωση CO₂ σε ppm το 2022, [NASA, 2022]

Οι δύο παραπάνω εικόνες (1.9 και 1.10) δείχνουν τις αλλαγές της παγκόσμιας συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα με τη πάροδο του χρόνου. Στην πρώτη εικόνα, το 2002, η συγκέντρωση του CO₂ είναι 365 ppm, ενώ στην δεύτερη εικόνα, το 2022, έχει αυξηθεί αρκετά φτάνοντας τα 420 ppm. Η ταχεία αύξηση αυτών των συγκεντρώσεων θα έχει δυσμενείς συνέπειες στην ποιότητα του αέρα, άρα και στην υγεία των ανθρώπων.

1.4.4 Νοσήματα που μεταδίδονται μέσω φορέων

Τα νοσήματα που μεταδίδονται μέσω φορέων (κουνούπια, μύγες, τσιμπούρια, παράσιτα) επηρεάζονται σημαντικά από τις κλιματικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία, οι βροχοπτώσεις και η υγρασία. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες ευνοούν την αναπαραγωγή και την επιβίωση των οργανισμών αυτών και επιπλέον επεκτείνεται η εμβέλειά τους σε περιοχές που προηγουμένως ήταν αρκετά ψυχρές για την επιβίωσή τους. Αυτά τα νοσήματα είναι η ελονοσία, η σχιστοσωμίαση, ο δάγκειος πυρετός, η αφρικανική τρυπανοσωμίαση, η λεϊσμανίαση, η νόσος Chagas, ο κίτρινος πυρετός, ιός του Δυτικού Νείλου και η ιογενής εγκεφαλίτιδα της Ιαπωνίας. Αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 17% όλων των λοιμωδών νοσημάτων και προκαλούν περισσότερους από 700.000 θανάτους ετησίως. Τα τελευταία χρόνια έχουν ξεσπάσει μεγάλες επιδημίες αναδυόμενων νοσημάτων, όπως ο ιός Zika, ο ιός Chikungunya και ο δάγκειος πυρετός, που έχουν μολύνει εκατομμύρια ανθρώπους [ClimaHealth, 2024].

Οι επιπτώσεις αυτών στην ανθρώπινη υγεία είναι εκτενείς και κάποιες από αυτές είναι [ClimaHealth, 2024]:

- Θάνατος
- Αναπηρία
- Πυρετός και ρίγη
- Κόπωση
- Ναυτία και εμετός
- Πόνος στους μύες και στις αρθρώσεις
- Δερματικά εξανθήματα
- Λεμφοίδημα
- Τύφλωση
- Παράλυση

1.4.5 Νοσήματα που μεταδίδονται μέσω του νερού

Τα νοσήματα που μεταδίδονται μέσω του νερού είναι η χολέρα, ο τύφος, η δυσεντερία, η ηπατίτιδα Α, η γαστρεντερίτιδα, λοιμώξεις από *Giardia lamblia* και *Cryptosporidium*. Αυτά τα νοσήματα μπορούν να εξαπλωθούν μέσω του πόσιμου νερού ή μέσω επαφής με επιφανειακό νερό και νερό από πλημμύρες, που μπορεί να έχουν μολυνθεί από απορρίμματα και περιττώματα. Τα άτομα που ζουν σε φτωχές κοινωνίες ή σε υποβαθμισμένες συνθήκες διαβίωσης και τα παιδιά κάτω των 5 ετών αντιμετωπίζουν το μεγαλύτερο κίνδυνο. Κάθε χρόνο πάνω από 3.4 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν εξαιτίας αυτών των ασθενειών [ClimaHealth, 2024].

Τα συμπτώματα που προκαλούν είναι:

- Διάρροια
- Διάρροια με αίμα

- Ίκτερος και κόπωση
- Αναπνευστικά προβλήματα
- Πυρετός, εμετός και κοιλιακοί πόνοι
- Ερεθισμός δέρματος και ματιών
-

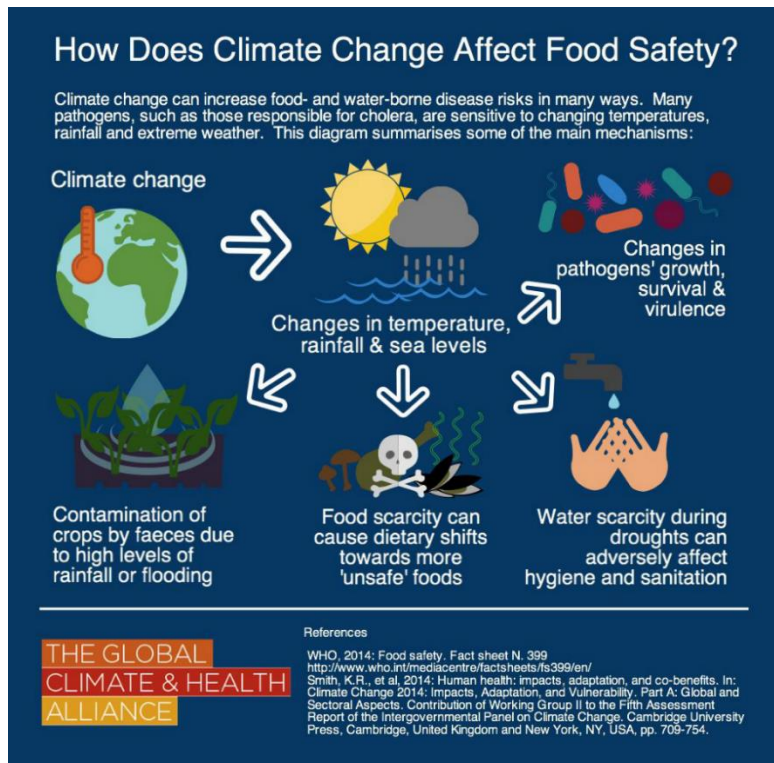
1.4.6 Ασθένειες που μεταδίδονται μέσω της τροφής

Τα νοσήματα που μεταδίδονται μέσω της τροφής μπορούν να προκληθούν από την κατανάλωση τροφής ή ποτών, που είναι μολυσμένα από μικροοργανισμούς, όπως βακτήρια και ιούς . Κάθε χρόνο 600 εκατομμύρια άνθρωποι νοσούν από τέτοιες ασθένειες λόγω κατανάλωσης μολυσμένης τροφής και 420.000 πεθαίνουν παγκοσμίως [WHO, 2024].

Η μόλυνση της τροφής μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο από τη παραγωγή και τη μεταφορά έως την κατανάλωση, λόγω περιβαλλοντικής ρύπανσης, κακών υγειονομικών συνθηκών και ακατάλληλης αποθήκευσης σε μολυσμένους χώρους με υψηλές θερμοκρασίες. Η ακατάλληλη τροφή που περιέχει βακτήρια, ιούς, παράσιτα, χημικές ουσίες ή έχει αλλοιωθεί λόγω υψηλών θερμοκρασιών, είναι ικανή να προκαλέσει πάνω από 200 διαφορετικές ασθένειες, με τις λοιμώξεις που προκαλούν διάρροια να είναι οι πιο κοινές [WHO,2024]. Όπως συμβαίνει και με τις υδατογενείς ασθένειες, έτσι και οι τροφιμογενείς, απειλούν περισσότερο τους κατοίκους των αναπτυσσόμενων χωρών.

Τα συμπτώματα των τροφιμογενών ασθενειών μπορεί να περιλαμβάνουν τα εξής

- Γαστρεντερικά προβλήματα όπως διάρροια, εμετός και κοιλιακό άλγος
- Αποβολές και θάνατο νεογνών
- Ανοσολογικά προβλήματα, όπως το σύνδρομο Guillain-Barre
- Σήψη
- Ανεπάρκεια οργάνων
- Επιληψία
- Χρόνια κόπωση
- Καρκίνος
- Καρδιοαγγειακές παθήσεις
- Αντιδραστική αρθρίτιδα
- Καθυστέρηση φυσικής και πνευματικής ανάπτυξης, ειδικά σε κακοποιημένα παιδιά [ClimaHealth, 2024].



Εικόνα 1.11: Τρόποι με τους οποίους η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την ασφάλεια των τροφίμων [The Global Climate and Health Alliance, 2015]

1.4.7 Επιπτώσεις στην ψυχική υγεία

Εκτός από τα σωματικά προβλήματα που προκαλεί η κλιματική αλλαγή, υπάρχουν σημαντικές ψυχικές συνέπειες που πρέπει να ληφθούν υπόψη και δεν πρέπει να αγνοούνται.

Ένα άτομο μπορεί να βιώσει ένα τραυματικό γεγονός απευθείας μέσω άμεσης έκθεσης σε κάποιο φυσικό φαινόμενο (όπως έντονες βροχοπτώσεις, πλημμύρες, πυρκαγιές), ή μέσω χρόνιας κλιματικής έκθεσης (όπως αύξηση της στάθμης της θάλασσας και παρατεταμένες ξηρασίες). Επιπλέον η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει έμμεσα την ψυχική υγεία των ανθρώπων μέσω των κοινωνικοοικονομικών αλλαγών που επιφέρει, όπως η μείωση της γεωργικής παραγωγής κατά την διάρκεια φυσικών καταστροφών και η αναγκαστική μετανάστευση [Clayton, 2021], ή μέσω της παρατήρησης των γεγονότων και των μεταβολών στο περιβάλλον και την κοινωνία που σχετίζονται με αυτή [Ma et al., 2022]. Όλα αυτά δημιουργούν αρνητικά συναισθήματα, όπως άγχος, απελπισία, θυμό και θλίψη [Clayton, 2020].

Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι αιτίες και οι κίνδυνοι της κλιματικής κρίσης που αναλύθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια.

ΑΙΤΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ
<u>Ανθρωπογενή αίτια</u>	Πυρκαγιές
Καύση ορυκτών καυσίμων	Πλημμύρες
Παραγωγή Ενέργειας	Ξηρασίες
Κατασκευή προϊόντων - Βιομηχανία	Καύσωνες
Αποψίλωση δασών	Καταστροφή οικοσυστημάτων
Μεταφορές (Μέσα μεταφοράς)	Επιπτώσεις στη γεωργία
Παραγωγή τροφίμων-Γεωργία-Βόσκηση	Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος
Υπερβολική κατανάλωση ενέργειας- ορυκτών καυσίμων	Επιπτώσεις στην υγεία
<u>Φυσικά αίτια</u>	Επιπτώσεις από ατμοσφαιρική ρύπανση
Ενέργεια του Ήλιου	Αναπνευστικές αλλεργίες
Αλλαγές στη τροχιά της Γης	Άσθμα και Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια
Αλλαγές στα ωκεάνια Ρεύματα	Νοσήματα που μεταδίδονται μέσω φορέων
Ηφαιστειακές εκρήξεις	Υδατογενείς ασθένειες
Μεταβολές στη φυτοκάλυψη	Τροφιμογενείς ασθένειες
Πτώσεις μετεωριτών	Επιπτώσεις στην ψυχική υγεία

Πίνακας 1.1: Αίτια και κίνδυνοι κλιματικής κρίσης

2. Μεθοδολογία

2.1 Μεθοδολογία έρευνας

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε αφορούσε τον εντοπισμό και την κατάταξη των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από τέσσερις κατηγορίες φορέων (δημόσιος τομέας, ιδιωτικός τομέας, έρευνα/ ακαδημαϊκός τομέας, μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ)/συλλογικότητες πολιτών), σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας. Για την διεξαγωγή της μελέτης, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο (Παράρτημα 1), το οποίο στάλθηκε στους φορείς. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και τους σχετικούς επηρεαζόμενους τομείς, όπως υγεία του ανθρώπου, φυσικό περιβάλλον και δομημένο περιβάλλον. Έτσι ζητήθηκε από τους φορείς να βαθμολογήσουν τις επιπτώσεις, με βάση την σοβαρότητα και την πιθανότητα εμφάνισής τους.

2.1.1 Περιοχές Μελέτης

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη λεκάνη της Μεσογείου, με ιδιαίτερη έμφαση να δίνεται στην Ελλάδα.

Για την διεξαγωγή της έρευνας, επιλέχθηκαν διάφορες πόλεις της Ελλάδας με βάση τις απαντήσεις των φορέων που συμμετείχαν στην έρευνα συμπληρώνοντας το ερωτηματολόγιο. Οι περιοχές αυτές είναι πόλεις από τις περιοχές της Αθήνας, της Πελοποννήσου, της Θεσσαλονίκης, τα νησιά του βορείου Αιγαίου και της Κρήτης. Οι περιοχές αυτές επιλέχθηκαν λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών τους (γεωγραφικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά, πληθυσμός, μετεωρολογικά δεδομένα, ανθρωπογενείς δραστηριότητα) και στις ενδεχόμενες διαφοροποιήσεις τους ως προς την ευπάθεια τους στη κλιματική αλλαγή.

- Αθήνα:

Για παράδειγμα, η Αθήνα ως η πολυπληθέστερη πόλη της χώρας και με μεγάλο αστικό πληθυσμό παρουσιάζει ιδιαίτερη ευπάθεια. Το κλίμα της Αθήνας χαρακτηρίζεται Μεσογειακό με τον Ιούλιο να είναι ο θερμότερος μήνας και ο Αύγουστος να ακολουθεί [Founda et al., 2004]. Η επιταχυνόμενη βιομηχανοποίηση και αστικοποίηση τις τελευταίες δεκαετίες έχουν προκαλέσει το φαινόμενο της αστικής νησίδας. Η εμφάνιση του φαινομένου συνδέεται με τους περιορισμένους χώρους πρασίνου που διαθέτει η περιοχή και τις υψηλές θερμοχωρητικότητες των οικοδομικών υλικών, που συμβάλουν στις υψηλές θερμοκρασίες [Kourtidis et al., 2015].

- Πελοπόννησος:

Η Πελοπόννησος είναι η μεγαλύτερη χερσόνησός της Ελλάδας και το κλίμα της χαρακτηρίζεται μεσογειακό, με μεγάλες ξηρασίες το καλοκαίρι και ήπιους χειμώνες. Ωστόσο, υπάρχουν διακυμάνσεις του κλίματος ανάλογα με την περιοχή [Angra et al., 2019]. Στη δυτική Πελοπόννησο επικρατούν έντονες βροχοπτώσεις, στη κεντρική το κλίμα είναι ορεινό και τέλος στην ανατολική οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες και το κλίμα ημι-ξηρό [Zografou et al., 2012c]. Με βάση στοιχεία από το meteoblue, επιβεβαιώνουμε πως οι θερμότεροι μήνες έχουν αυξηθεί σε σχέση με τους ψυχρότερους από το 1980 έως το 2024, γεγονός που αντικατοπτρίζει την παγκόσμια υπερθέρμανση [Meteoblue, 2024].

- Θεσσαλονίκη:

Η Θεσσαλονίκη βρίσκεται στη Μακεδονία και είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας. Όπως και στην Πελοπόννησο οι θερμότεροι μήνες έχουν αυξηθεί και στη περιοχή της Θεσσαλονίκης [Meteoblue, 2024]. Ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω ή ίση με 35 °C αυξήθηκε από 56 το 1983 με 1992, σε 141 το 2003 έως 2012 [Slini et al., 2016].

- Νησιά Βορείου Αιγαίου:

Το κλίμα στα νησιά του βορείου Αιγαίου χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και σύντομους χειμώνες. Ήδη η έλλειψη νερού αποτελεί σοβαρό

πρόβλημα καθώς οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί κατά 25% τα τελευταία 10 έτη [Kizos et al., 2009].

- Κρήτη:

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο και πολυπληθέστερο νησί της χώρας και βρίσκεται στο νότιο τμήμα της. Οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί και οι ξηρασίες προβλέπεται ότι θα αυξηθούν, αυξάνοντας τις πιέσεις στους φυσικούς πόρους [Koutroulis et al., 2010, Koutroulis et al., 2011, Tsanis et al., 2011]. Καθώς η Κρήτη βρίσκεται νότια και κοντά στην ήπειρο της Αφρικής πρόκειται να αντιμετωπίσει πιο θερμές μέρες σε συνδυασμό με αφρικανική σκόνη, προκαλώντας αναπνευστικά προβλήματα σε πολλούς κατοίκους της.

2.1.2 Κατηγορίες φορέων

Για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου με στόχο την αξιολόγηση των εντοπισμένων κινδύνων, χρειάστηκε η συμβολή τεσσάρων κατηγοριών που εξειδικεύονται με θέματα και προβλήματα που σχετίζονται με το περιβάλλον. Οι τέσσερις κατηγορίες είναι:

- Οντότητες από δημόσιο τομέα ή Τοπική Αυτοδιοίκηση,
- Έρευνα και ακαδημαϊκός τομέας
- Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις και Ομάδες πολιτών
- Ιδιωτικός τομέας (επιχειρήσεις σχετικές με το αντικείμενο)

Κάθε κατηγορία συμβάλλει με ξεχωριστό τρόπο στην διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος, καθώς μπορεί να λάβει διαφορετικές στρατηγικές αντιμετώπισης των προβλημάτων, ανάλογα με τις αρμοδιότητές της

Οι παραπάνω κατηγορίες φορέων επιλέχθηκαν για τους εξής λόγους:

- Δημόσιος τομέας/Τοπική Αυτοδιοίκηση: Ο δημόσιος τομέας και η τοπική αυτοδιοίκηση είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση των αστικών περιοχών και την υλοποίηση προγραμμάτων που αφορούν την ανάπτυξη και την προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές. Έτσι έχουν κεντρικό ρόλο στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής κρίσης, καθώς διαθέτουν την αρμοδιότητα για εφαρμογή πολιτικών και μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος. Η τριβή με τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πόλεις και οι αρμοδιότητες τους του καθιστούν ιδανικούς για την αξιολόγηση.
- Έρευνα και Ακαδημαϊκές κοινότητες: Οι ακαδημαϊκοί φορείς (Πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα), διαθέτουν την τεχνογνωσία και τις απαραίτητες γνώσεις πάνω στην κλιματική αλλαγή και στις επιπτώσεις της και έτσι είναι οι καταλληλότεροι για την αξιολόγηση τους. Επιλέχθηκαν ακαδημαϊκοί οι οποίοι ειδικεύονται στον τομέα

της κλιματικής αλλαγής, του περιβάλλοντος και όλα τα σχετικά θέματα γύρω από αυτό.

- Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, ομάδες πολιτών: Οι ΜΚΟ και οι ομάδες πολιτών προωθούν τα συμφέροντα της κοινωνίας και εκφράζουν τις ανησυχίες των πολιτών για διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα. Επιπλέον αναλαμβάνουν δράσεις και προσφέρουν κοινωφελές έργο με στόχο την βελτίωση και την επίλυση των προβλημάτων που αφορούν το περιβάλλον. Άρα, συνδέονται με το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή έχοντας άποψη πάνω σε αυτό.
- Ιδιωτικός τομέας: Στον ιδιωτικό τομέα επιλέχθηκαν επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα του περιβάλλοντος και της κλιματικής αλλαγής, άρα οι υπεύθυνοι που επικοινωνήσαν, διαθέτουν εμπειρία και γνώσεις για την σωστή αξιολόγηση των επιπτώσεων στο ερωτηματολόγιο. Επιπλέον μπορούν να προσφέρουν λύσεις, να επενδύσουν στην έρευνα αλλά και σε διάφορες νέες τεχνολογίες για την αντιμετώπιση του φαινομένου.

Η συνεργασία αυτών των φορέων είναι σημαντική για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση των περιβαλλοντικών κινδύνων και τη λήψη αποτελεσματικών μέτρων αντιμετώπισης.

2.2 Μέθοδος Operational Risk Management

Η μέθοδος του Operational Risk Management – ORM (Διαχείριση Λειτουργικού Κινδύνου) [Hatzisymeon et al., 2019], είναι μια διαδικασία που επικεντρώνεται στον εντοπισμό, την αξιολόγηση κινδύνων, την λήψη αποφάσεων, την εφαρμογή ελέγχων και την παρακολούθηση των αλλαγών, με σκοπό την ελαχιστοποίηση ή την αποφυγή των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων που προκαλεί μια κατάσταση.

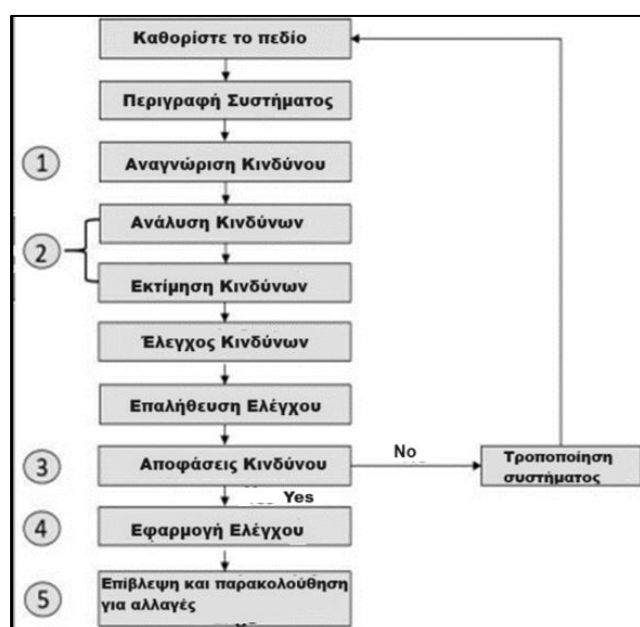
Τα πέντε βήματα του Operational Risk Management είναι τα ακόλουθα [Smaragdakis et al., 2020] (Εικόνα 2.1):

1. Να εντοπίζει τους κινδύνους και τις πηγές τους *(εντοπίζει και καταγράφει πιθανούς κινδύνους που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή)*
2. Να αξιολογεί τους κινδύνους *(πόσο σοβαρός είναι ένας κίνδυνος και την πιθανότητα να συμβεί)*
3. Να λαμβάνει αποφάσεις για τους κινδύνους *(αποφάσεις σχετικά με τον αν είναι αποδεκτή ή όχι)*
4. Να εφαρμόζει ελέγχους *(έλεγχοι για την εξάλειψη των κινδύνων)*
5. Να επιβλέπει και να παρακολουθεί τις αλλαγές *(για την διασφάλιση της ακρίβειας της αξιολόγησης και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας των ελέγχων)*

Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε για την διαχείριση κινδύνου της κλιματικής αλλαγής, καθώς θεωρείται ένα δυναμικό εργαλείο για την εκτίμηση και κατάταξη των επιπτώσεων, την παροχή βασικών διαδικασιών διαχείρισης και την ελαχιστοποίηση των κινδύνων.



Εικόνα 2.1: Τα πέντε βήματα του Operational Risk Management [Kamenopoulos, 2015]



Εικόνα 2.2: Βήματα αξιολόγησης του λειτουργικού κινδύνου [Smaragdakis et al., 2020]

Αναλυτικότερα τα βήματα:

1. Εντοπισμός των κινδύνων της κλιματικής αλλαγής μέσω της βιβλιογραφικής έρευνας: αποτελεί το αρχικό βήμα της μεθόδου που εφαρμόζεται για να εκτιμηθεί αν κάποια δεδομένη συνθήκη, αντικείμενο, πράγμα κ.λπ. έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει βλάβη. Γενικά, ο στόχος της αναγνώρισης είναι να εντοπιστούν και να καταγραφούν οι πιθανοί κίνδυνοι που μπορεί να σχετίζονται με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, μέσω της βιβλιογραφίας.
2. Αξιολόγηση κινδύνων από σχετιζόμενους φορείς: περιλαμβάνει την εξέταση των πιθανών συνεπειών της έκθεσης σε έναν από τους κινδύνους που εντοπίστηκαν και την πιθανότητα να συμβεί αυτό, με όρους πιθανότητας και σοβαρότητας (δηλαδή πόσο σοβαρός/επικίνδυνος και πόσο πιθανός).

3. Λήψη αποφάσεων για τους κινδύνους: το τρίτο βήμα είναι αυτό της λήψης αποφάσεων για τους κινδύνους, στοχεύει στον διαχειρίσιμο κίνδυνο, δηλαδή σε έναν κίνδυνο που μπορεί να διαχειριστεί με σχετική ευκολία. Σε αυτό το βήμα αποφασίζεται αν ο κίνδυνος είναι αποδεκτός ή μη αποδεκτός. Ο αρμόδιος για τις αποφάσεις καθορίζει τα ζητήματα, εξετάζει τις επιλογές και εφαρμόζει την απόφαση.
4. Εφαρμογή μέτρων ελέγχου: το τέταρτο βήμα του ORM περιλαμβάνει την εφαρμογή μέτρων ελέγχου, δηλαδή την μείωση ή την εξάλειψη των επιπτώσεων που έχουν εντοπιστεί προηγουμένως, με την εφαρμογή μηχανικών ή διοικητικών ελέγχων. Αυτοί οι έλεγχοι περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνολογιών που στοχεύουν στη πρόληψη ή στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων, αλλά και στην ανάπτυξη και εφαρμογή πολιτικών δράσεων και διαδικασιών αντίστοιχα.
5. Συμπεράσματα – τελικός έλεγχος: το τελικό βήμα του ORM, περιλαμβάνει την διαδικασία εποπτείας, όπου θα πρέπει να εξασφαλίζεται η ακρίβεια της αξιολόγησης και να επιβεβαιώνεται αν οι έλεγχοι και τα μέτρα που εφαρμόστηκαν είναι αποτελεσματικά [Smaragdakis et al., 2020].

Επικεντρωθήκαμε αποκλειστικά στα δύο πρώτα στάδια του Operational Risk Management (ORM), δηλαδή τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των κινδύνων. Τα υπόλοιπα τρία στάδια της διαδικασίας να μπορούσαν να αναλυθούν σε μελλοντική έρευνα.

Οι Κώδικες Εκτίμησης Επικινδυνότητας (Risk Assessment Codes – RACs) αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την διαδικασία διαχείρισης λειτουργικού κινδύνου (ORM), συμβάλλοντας στην κατάταξη των προτεραιοτήτων ελέγχου μέσω του επιπέδου κινδύνου που συνεπάγεται κάθε εντοπισμένος κίνδυνος [Smaragdakis et al., 2020].

Οι RACs μπορούν να συμβάλουν στην ιεράρχηση των προτεραιοτήτων ελέγχου προσδιορίζοντας το επίπεδο κινδύνου με τη χρήση των εξής τιμών:

1. Καταστροφικό
2. Κρίσιμο
3. Μέτριο
4. Ελάχιστο
5. Αμελητέο

Για τους σκοπούς αυτής της μελέτης, η σοβαρότητα κινδύνου ορίζεται ως η εκτίμηση της χειρότερης πιθανής συνέπειας που προκαλεί η κλιματική αλλαγή, η οποία προσδιορίζεται από τον βαθμό βλάβης στην ανθρώπινη υγεία, στο φυσικό και δομημένο περιβάλλον.

Χρησιμοποιούνται τέσσερα επίπεδα για την αξιολόγηση της σοβαρότητας κινδύνου:

- A. Καταστροφικό: Μπορεί να προκαλέσει μόνιμη καταστροφή στο περιβάλλον ή θάνατο ανθρώπων.
- B. Κρίσιμο: Μπορεί να προκαλέσει σοβαρές καταστροφές αστικών υποδομών, περιβάλλοντος ή προβλήματα στην υγεία.
- C. Οριακό: Μπορεί να προκαλέσει προβλήματα μέτριας σοβαρότητας στο περιβάλλον ή στην υγεία.
- D. Αμελητέο: Πιθανώς δεν θα επηρεάσει την δημόσια υγεία, το περιβάλλον ή τις πόλεις.

Η πιθανότητα να συμβεί ορίζεται ως η πιθανότητα ότι ένας κίνδυνος θα οδηγήσει σε αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον και τους ανθρώπους. Τέσσερα επίπεδα χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της πιθανότητας:

- I. Πιθανό να συμβεί άμεσα
- II. Πιθανό να συμβεί τα επόμενα 5-10 χρόνια
- III. Πιθανό να συμβεί σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα - μακροπρόθεσμα
- IV. Απίθανο να συμβεί

2.3 Προσδιορισμός Επικινδυνότητας

Ο προσδιορισμός των επιπτώσεων που προκαλεί η κλιματική αλλαγή είναι μια διαδικασία η οποία απαιτεί την εκτεταμένη έρευνα και ανάλυση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και των δεδομένων. Ο εντοπισμός των επιπτώσεων σχετίζεται με δύο ξεχωριστές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία σχετίζεται με την πηγή των κινδύνων (ανθρωπογενείς κίνδυνοι, φυσικοί κίνδυνοι), ενώ η δεύτερη με το αποτέλεσμα κάθε κινδύνου (κίνδυνοι για τον άνθρωπο, κίνδυνοι για το φυσικό περιβάλλον και κίνδυνοι για το δομημένο περιβάλλον).

Για αυτό τον λόγο, μετά την ολοκλήρωση συλλογής των απαραίτητων δεδομένων και την εύρεση της κατάλληλης βιβλιογραφίας, διαχωρίστηκαν οι κίνδυνοι που αναμένεται να έχουν σοβαρότερες συνέπειες ξεχωριστά για τον άνθρωπο, το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον. Έτσι, στο επόμενο βήμα, αφού ολοκληρωθεί η αξιολόγησή τους θα είναι εφικτός ο προσδιορισμός της σοβαρότερης επίπτωσης με την μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης για κάθε μία από τις τρεις κατηγορίες.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που βρέθηκαν, οι κατηγορίες που επηρεάζονται από τους κινδύνους (άνθρωπος, φυσικό περιβάλλον, δομημένο περιβάλλον) και η σχετική βιβλιογραφία.

Επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης - υπερθέρμανσης	Κίνδυνοι για:	Επιπτώσεις σε:	Βιβλιογραφία
Μείωση τουρισμού	Οικονομία	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[25],[74]
Οικονομική κρίση	Οικονομία, ψυχολογία	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[88]
Αύξηση ανεργίας	Άνθρωπο, οικονομία, κοινωνία	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[57]
Αύξηση φτώχειας	Άνθρωπο, οικονομία, ψυχολογία, κοινωνία	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[28],[38]
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	Άνθρωπο, ψυχολογία	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[71]
Πλημμύρες	Άνθρωπο, περιβάλλον	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον	[7],[11],[12],[14],[16],[20],[21],[26],[41],[44],[54],[86],[117]
Πυρκαγιές	Άνθρωπο, περιβάλλον	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον	[1],[15],[24],[77],[78],[98],[99],[102]
Καύσωνες	Άνθρωπο, περιβάλλον	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον	[2],[27],[53],[58],[72],[92],[100],[104],[106],[117]
Ποιότητα αέρα	Άνθρωπο, περιβάλλον	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον	[76],[97],[106],[117]
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών	Άνθρωπο, ψυχολογία	Άνθρωπο	[3],[5],[18],[19],[52],[61],[67],[83],[97],[117]
Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	Άνθρωπο, οικονομία	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[4]
Καταστροφή οικοσυστημάτων	Πόλη, ψυχολογία, περιβάλλον	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον	[13],[17],[22],[23],[29],[37],[43],[63],[65],[66],[68],[69],[70],[75],[79],[87],[89],[90]
Καταστροφή αστικού περoβάλλοντος	Άνθρωπο, ψυχολογία, περιβάλλον	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[32],[115]
Λειψυδρία - Ξηρασία	Άνθρωπο, περιβάλλον	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον	[8],[34],[42],[48],[49],[50],[55],[59],[64],[73],[84],[91],[100]
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	Άνθρωπο, οικονομία, ψυχολογία	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον	[80]

Πίνακας 2.1: Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης και η σχετική βιβλιογραφία τους

2.4 Αξιολόγηση επικινδυνότητας

Στο πλαίσιο της έρευνας, διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο παρατίθενται στα παραρτήματα. Ζητήθηκε από μία ομάδα εμπειρογνομόνων που σχετίζονται με ζητήματα του περιβάλλοντος, όπως η κλιματική αλλαγή, να αξιολογήσουν την πιθανότητα, την σοβαρότητα των επιπτώσεων. Σε όλους του εμπειρογνώμονες δόθηκαν οδηγίες συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου. Οι οδηγίες περιλάμβαναν δύο βήματα, την βαθμολόγηση της σοβαρότητας και την βαθμολόγηση της πιθανότητας να συμβεί με βάση τα επίπεδα αξιολόγησης.

Επιλέχθηκαν πολύ προσεκτικά δώδεκα (12) εμπειρογνώμονες και φορείς σχετικοί με το αντικείμενο της κλιματικής αλλαγής και κρίσης.

Οι απαντήσεις δόθηκαν μεταξύ Φεβρουαρίου και Απριλίου 2024.

Το ερωτηματολόγιο ήταν σε μορφή πίνακα και αποτελούνταν από διάφορες στήλες με τους κινδύνους της κλιματικής κρίσης που εντοπίστηκαν, τις κατηγορίες στις οποίες επιφέρει επιπτώσεις, όπως τον άνθρωπο, το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον, την σχετική βιβλιογραφία και την σοβαρότητα των επιπτώσεων και την πιθανότητα που έχουν να συμβούν. Οι φορείς καλούνταν να συμπληρώσουν δίπλα από κάθε επίπτωση την βαθμολογία που έκριναν σωστή, για την σοβαρότητα και την πιθανότητά τους, στις δύο τελευταίες κενές στήλες.

- Η 1^η στήλη περιείχε τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης που εντοπίστηκαν από την βιβλιογραφία, όπως πυρκαγιές, καύσωνες, καταστροφή οικοσυστημάτων, ξηρασία, μείωση τουρισμού, κ.α.
- Η 2^η στήλη περιλάμβανε τους τομείς για τους οποίους ελλοχεύει κίνδυνος και μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά από τις επιπτώσεις, όπως όπως ο άνθρωπος, το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον.
- Η 3^η στήλη περιείχε την σχετική βιβλιογραφία.
- Η 4^η στήλη και η 5^η στήλη είχαν να κάνουν με την σοβαρότητα των επιπτώσεων και με την πιθανότητα εμφάνισης τους αντίστοιχα. Σε αυτές τις στήλες οι φορείς κλήθηκαν να βαθμολογήσουν τους κινδύνους, χρησιμοποιώντας τα τέσσερα επίπεδα για την αξιολόγηση σοβαρότητας (Α,Β,Γ,Δ) και τα τέσσερα επίπεδα για την αξιολόγηση της πιθανότητας (Ι,ΙΙ,ΙΙΙ,ΙV), όπως εκείνοι έκριναν.

Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης	Δημόσιος τομέας/Τοπική αυτοδιοίκηση			Έρευνα/Ακαδημαϊκή κοινότητα			ΜΚΟ,Ομάδες Πολιτών			Ιδιωτικός τομέας, επιχειρήσεις		
	Φορέας 1	Φορέας 2	Φορέας 3	Φορέας 4	Φορέας 5	Φορέας 6	Φορέας 7	Φορέας 8	Φορέας 9	Φορέας 10	Φορέας 11	Φορέας 12
Μείωση τουρισμού	Β	Α	Β	Β	Β	Γ	Γ	Β	Α	Γ	Β	Β
Οικονομική κρίση	Β	Α	Β	Γ	Β	Α	Α	Α	Α	Γ	Β	Γ
Αύξηση ανεργίας	Β	Α	Γ	Γ	Γ	Β	Β	Β	Α	Γ	Β	Δ
Αύξηση φτώχειας	Β	Β	Β	Β	Δ	Β	Γ	Α	Α	Β	Γ	Γ
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών	Α	Γ	Β	Δ	Δ	Γ	Δ	Β	Α	Γ	Γ	Β
Πλημμύρες	Α	Α	Β	Β	Β	Β	Α	Α	Α	Α	Α	Β
Πυρκαγιές	Α	Α	Β	Β	Α	Β	Α	Α	Α	Α	Α	Β
Καύσωνες	Β	Β	Β	Α	Α	Β	Α	Β	Α	Α	Γ	Β
Ποιότητα αέρα	Β	Γ	Β	Γ	Γ	Γ	Α	Β	Α	Α	Γ	Γ
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων	Β	Α	Β	Β	Β	Γ	Β	Β	Β	Β	Γ	Γ
Μείωση παραγωγικότητας της	Β	Γ	Γ	Δ	Δ	Γ	Γ	Β	Β	Γ	Γ	Β
Καταστροφή οικοσυστημάτων	Β	Α	Β	Α	Β	Β	Α	Α	Α	Α	Β	Β
Καταστροφή αστικού περσβάλλοντος	Α	Γ	Γ	Γ	Β	Γ	Β	Β	Β	Β	Γ	Β
Λειψυδρία - Ξηρασία	Β	Α	Β	Α	Α	Β	Α	Α	Β	Β	Β	Β
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	Α	Γ	Γ	Δ	Γ	Γ	Β	Γ	Β	Γ	Γ	Γ

Πίνακας 2.2: Βαθμολογία επιπτώσεων κλιματικής κρίσης με βάση τη σοβαρότητα τους

Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης	Δημόσιος τομέας/Τοπική αυτοδιοίκηση			Έρευνα/Ακαδημαϊκή κοινότητα			ΜΚΟ,Ομάδες Πολιτών			Ιδιωτικός τομέας, επιχειρήσεις		
	Φορέας 1	Φορέας 2	Φορέας 3	Φορέας 4	Φορέας 5	Φορέας 6	Φορέας 7	Φορέας 8	Φορέας 9	Φορέας 10	Φορέας 11	Φορέας 12
Μείωση τουρισμού	ΙΙΙ	ΙV	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ
Οικονομική κρίση	ΙΙΙ	Ι	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ
Αύξηση ανεργίας	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ	ΙV
Αύξηση φτώχειας	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	Ι	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών	Ι	ΙΙ	ΙΙ	ΙV	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ
Πλημμύρες	Ι	Ι	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	Ι	Ι
Πυρκαγιές	Ι	Ι	ΙΙ	ΙΙ	Ι	ΙΙ	ΙΙ	Ι	ΙΙ	Ι	Ι	Ι
Καύσωνες	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	Ι	Ι	Ι
Ποιότητα αέρα	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙV	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	Ι	ΙΙ
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	Ι	ΙΙΙ
Μείωση παραγωγικότητας της	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ
Καταστροφή οικοσυστημάτων	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ
Καταστροφή αστικού περσβάλλοντος	Ι	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ
Λειψυδρία - Ξηρασία	ΙΙ	Ι	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	Ι	Ι
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	Ι	ΙΙ	ΙΙ	Ι	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙ	ΙΙΙ

Πίνακας 2.3: Βαθμολογία επιπτώσεων κλιματικής κρίσης με βάση τη πιθανότητα να συμβούν

Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης	Δημόσιος τομέας/Τοπική αυτοδιοίκηση			Έρευνα/Ακαδημαϊκή κοινότητα			ΜΚΟ,Ομάδες Πολιτών			Ίδιωτικός τομέας, επιχειρήσεις			Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
	ΦΟΡΕΑΣ 1	ΦΟΡΕΑΣ 2	ΦΟΡΕΑΣ 3	ΦΟΡΕΑΣ 4	ΦΟΡΕΑΣ 5	ΦΟΡΕΑΣ 6	ΦΟΡΕΑΣ 7	ΦΟΡΕΑΣ 8	ΦΟΡΕΑΣ 9	ΦΟΡΕΑΣ 10	ΦΟΡΕΑΣ 11	ΦΟΡΕΑΣ 12		
Μείωση τουρισμού	3	3	2	3	2	3	4	2	1	4	2	3	2.67	0.89
Οικονομική κρίση	3	1	2	3	2	1	2	1	1	3	3	4	2.17	1.03
Αύξηση ανεργίας	3	1	3	3	4	2	2	2	1	4	3	5	2.75	1.22
Αύξηση φτώχειας	3	2	2	1	5	2	3	1	1	2	4	4	2.50	1.31
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών	1	3	2	5	5	3	4	3	1	3	4	3	3.08	1.31
Πλημμύρες	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1.42	0.51
Πυρκαγιές	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1.25	0.45
Καύσωνες	2	2	2	1	1	3	2	2	1	1	3	1	1.75	0.75
Ποιότητα αέρα	3	3	2	3	3	5	1	2	1	1	3	3	2.50	1.17
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων	3	1	2	3	3	3	2	2	3	2	3	4	2.58	0.79
Μείωση παραγωγικότητας της ε	3	3	3	5	5	3	3	3	2	4	4	2	3.33	0.98
Καταστροφή οικοσυστημάτων	2	1	2	1	2	3	2	1	1	1	2	2	1.67	0.65
Καταστροφή αστικού περιβάλλον	1	3	3	4	2	3	2	2	2	2	5	2	2.58	1.08
Λειψυδρία - Ξηρασία	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1.42	0.51
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	1	3	3	3	4	3	2	4	2	3	3	4	2.92	0.90

Πίνακας 2.4: Κώδικες εκτίμησης επικινδυνότητας (RACs) και μέση βαθμολογία επιπτώσεων (Μέσος Όρος)

Με βάση τις απαντήσεις για την σοβαρότητα και την πιθανότητα στους πίνακες 2.2 και 2.3 και με την χρήση του πίνακα 2.5 εξήγαμε αποτελέσματα σχετικά με το επίπεδο κινδύνου κάθε επίπτωσης.

Πιθανότητα	Σοβαρότητα			
↓	A	B	C	D
I	1	1	2	3
II	1	2	3	4
III	2	3	4	5
IV	3	4	5	5

Πίνακας 2.5: Κώδικες Εκτίμησης Επικινδυνότητας [Smaragdakis et al., 2020]

Με τους RACs (Κώδικες Εκτίμησης Επικινδυνότητας) βρίσκουμε το επίπεδο κινδύνου για κάθε μία από τις επιπτώσεις. Έτσι με αυτές τις τιμές υπολογίζουμε την μέση βαθμολογία των επιπτώσεων, η οποία παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα.

Η τελική βαθμολογία για κάθε επίπτωση υπολογίστηκε ως ο μέσος όρος όλων των απαντήσεων των εμπειρογνομόνων.

Η μέση βαθμολογία για κάθε επίπτωση υπολογίστηκε με τον εξής τρόπο:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_n}{n} \tag{1}$$

Όπου:

- $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$: η βαθμολογία του κάθε εμπειρογνώμονα που προέκυψε από τους RACs (Κώδικες Εκτίμησης Επικινδυνότητας)
- n : το σύνολο των εμπειρογνομόνων ($n=12$)

Έστω η βαθμολογία για τον κίνδυνο της μείωσης του τουρισμού:

$$\begin{aligned}
 \text{Μέση Βαθμολογία} &= \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{12}}{12} \\
 &= \frac{\text{Βαθμολογία Φορέα 1} + \text{Βαθμολογία Φορέα 2} + \text{Βαθμολογία Φορέα 3} + \dots + \text{Βαθμολογία φορέα 12}}{12} \\
 &= \frac{3 + 3 + 2 + 3 + 2 + 3 + 4 + 2 + 1 + 4 + 2 + 3}{12} = 2.67
 \end{aligned}$$

Η τυπική απόκλιση υπολογίστηκε με τον τύπο: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$

Όπου:

- $n=12$
- x : Οι απαντήσεις κάθε επιπτώσεις από τους 12 εμπειρογνώμονες
- \bar{x} : Η μέση βαθμολογία όλων των απαντήσεων για κάθε επίπτωση

Ο υπολογισμός της μέσης βαθμολογίας για κάθε επίπτωση και η τυπική απόκλιση πραγματοποιήθηκε με την χρήση του προγράμματος Excel.

Τέλος, οι απαντήσεις από τις τέσσερις κατηγορίες των φορέων που αναφέρθηκαν διαχωρίστηκαν σε τέσσερις ξεχωριστούς πίνακες με στόχο την εξατομικευμένη ανάλυση και τον εντοπισμό της σημαντικότερης επίπτωσης που θεωρεί η κάθε κατηγορία.

Με αυτόν τον τρόπο οι φορείς μπορούν να προσαρμόσουν τις στρατηγικές και δράσεις, προσαρμόζοντας τες στην βασική ανάγκη, με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.

3. Αποτελέσματα

Για την διεξαγωγή της έρευνας συμπληρώθηκαν 12 ερωτηματολόγια από 4 κατηγορίες εμπειρογνομώνων. Όλες οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης βαθμολογήθηκαν από το Α έως το D για την σοβαρότητα και από το I έως το IV για την πιθανότητα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι κώδικες εκτίμησης επικινδυνότητας (RACs), από τους οποίους προκύπτει η μέση βαθμολογία κάθε επίπτωσης.

Πιθανότητα	Σοβαρότητα			
↓	A	B	C	D
I	1	1	2	3
II	1	2	3	4
III	2	3	4	5
IV	3	4	5	5

Η τελική βαθμολογία πρέπει να κυμαίνεται από το 1 έως το 5 (Καταστροφικό, Κρίσιμο, Μέτριο, Ελάχιστο, Αμελητέο), και το καλύτερο σενάριο με τον χαμηλότερο κίνδυνο πρέπει να κυμαίνεται από το 4 έως 5. Οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι της κλιματικής αλλαγής με βάση την γνώμη των εμπειρογνομόνων έχουν μέση βαθμολογία 1 έως 2.

Στο διάγραμμα 3.1 παρουσιάζεται η κατάταξη και η βαθμολογία των επιπτώσεων από την πιο σοβαρή (κόκκινο χρώμα) προς την λιγότερο σοβαρή (πράσινο χρώμα)

Τα επίπεδα κινδύνου από τα οποία προκύπτει η τελική αξιολόγηση των επιπτώσεων είναι: **1.** Καταστροφικό, **2.** Κρίσιμο, **3.** Μέτριο, **4.** Ελάχιστο, **5.** Αμελητέο

Η αξιολόγηση όλων των κατηγοριών των φορέων, ανέδειξε τις πυρκαγιές ως τη σοβαρότερη επίπτωση της κλιματικής κρίσης με μέση βαθμολογία 1.25. Ακολουθούν οι πλημμύρες και η λειψυδρία με βαθμολογία 1.42, η καταστροφή των οικοσυστημάτων με 1.67 και τέλος οι καύσωνες με βαθμολογία 1.75.



Διάγραμμα 3.1: Μέση βαθμολογία επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης με βάση τις απαντήσεις των φορέων

Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης– Προσδιορισμός των κινδύνων	Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Πυρκαγιές	1.25	0.45
Πλημμύρες	1.42	0.51
Λειψυδρία - Ξηρασία	1.42	0.51
Καταστροφή οικοσυστημάτων	1.67	0.65
Καύσωνες	1.75	0.75
Οικονομική κρίση	2.17	1.03

Ποιότητα αέρα	2.50	1.17
Αύξηση φτώχειας	2.50	1.31
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών ασθενειών/αναπνευστικών προβλημάτων/αύξηση κλίσεων έκτακτης ανάγκης	2.58	0.79
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	2.58	1.08
Μείωση τουρισμού	2.67	0.89
Αύξηση ανεργίας	2.75	1.22
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	2.92	0.90
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	3.08	1.31
Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	3.33	0.98

Πίνακας 3.1: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία, με βάση τις απαντήσεις των φορέων, από την κρισιμότερη προς την λιγότερο κρισιμη

3.1 Κατάταξη επιπτώσεων ανά κατηγορία φορέα

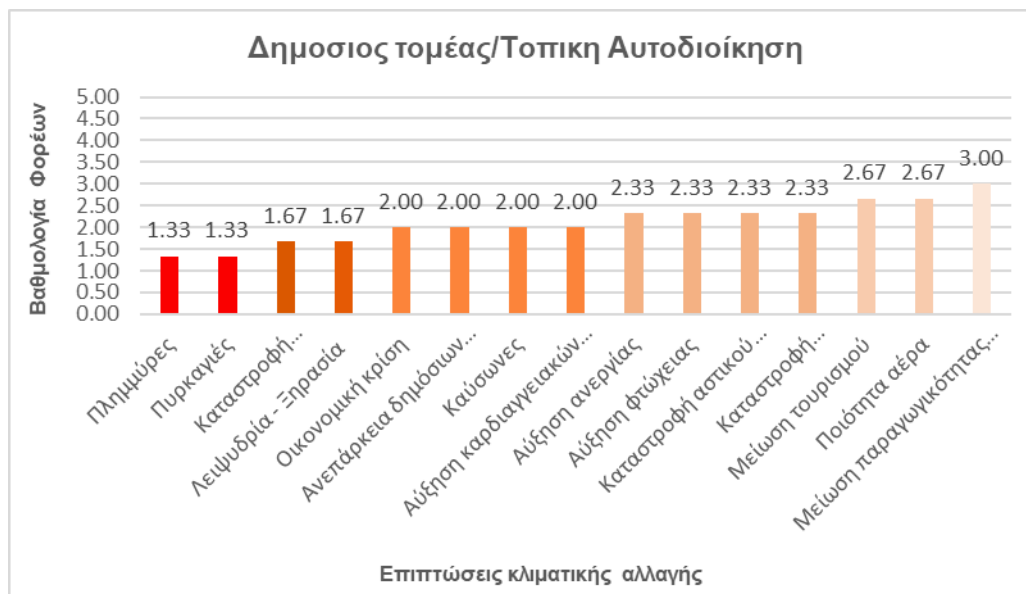
➤ Πρώτη κατηγορία: Δημόσιος τομέας/Τοπική Αυτοδιοίκηση

Τα άτομα που επιλέχθηκαν από τον δημόσιο τομέα κατέταξαν τις πλημμύρες και τις πυρκαγιές στη πρώτη θέση, με μέση βαθμολογία 1.33. Στη δεύτερη θέση βρίσκονται η καταστροφή οικοσυστημάτων και η λειψυδρία με 1.67, ενώ στην τρίτη η οικονομική κρίση, η ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών, οι καύσωνες και η αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων ή θνησιμότητα με μέση βαθμολογία 2.00.

Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης	Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Πλημμύρες	1.33	0.58
Πυρκαγιές	1.33	0.58
Καταστροφή οικοσυστημάτων	1.67	0.58
Λειψυδρία - Ξηρασία	1.67	0.58
Οικονομική κρίση	2.00	0.00
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	2.00	1.00
Καύσωνες	2.00	1.00
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών ασθενειών/αναπνευστικών προβλημάτων/αύξηση κλίσεων έκτακτης ανάγκης	2.00	1.00
Αύξηση ανεργίας	2.33	0.58
Αύξηση φτώχειας	2.33	1.15
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	2.33	1.15
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	2.33	1.15
Μείωση τουρισμού	2.67	0.58
Ποιότητα αέρα	2.67	0.58

Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	3.00	0.00
-------------------------------------	------	------

Πίνακας 3.2: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από τους φορείς του δημοσίου τομέα



Διάγραμμα 3.2: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από τον δημόσιο τομέα

Στο διάγραμμα 3.2 παρουσιάζεται η κατάταξη και η βαθμολογία των επιπτώσεων από την πιο σοβαρή (κόκκινο χρώμα) προς την λιγότερο σοβαρή (πράσινο χρώμα)

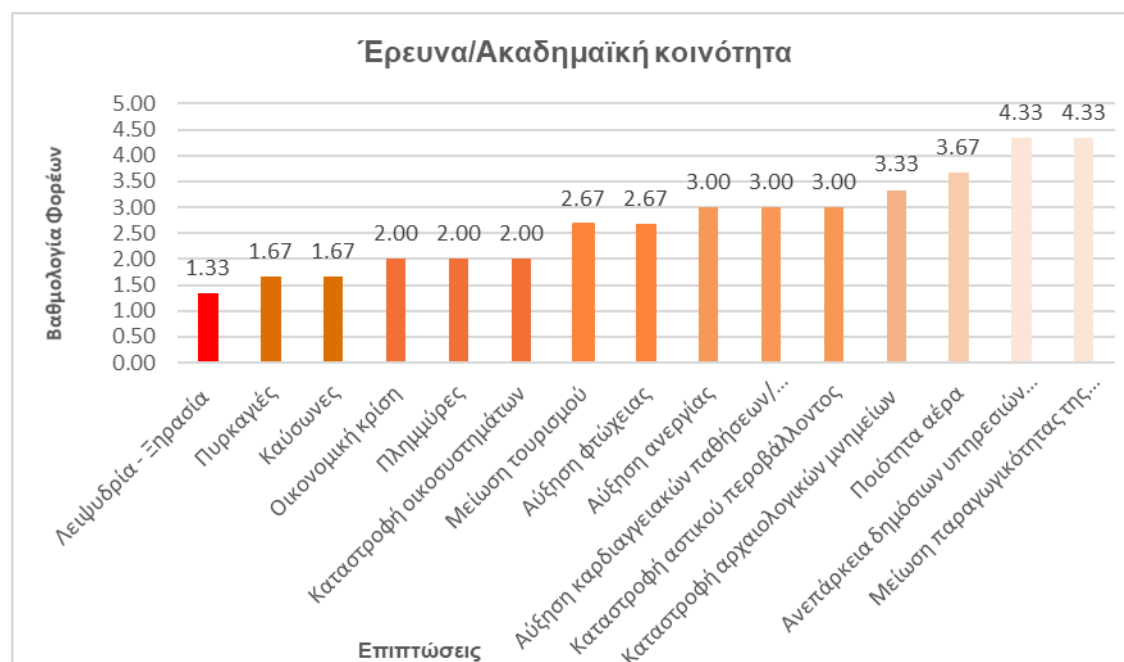
Τα επίπεδα κινδύνου από τα οποία προκύπτει η τελική αξιολόγηση των επιπτώσεων είναι: **1.** Καταστροφικό, **2.** Κρίσιμο, **3.** Μέτριο, **4.** Ελάχιστο, **5.** Αμελητέο

➤ **Δεύτερη κατηγορία: Έρευνα/Ακαδημαϊκή κοινότητα σχετικά με το αντικείμενο**

Όπως φαίνεται στην πίνακα 3.3 οι ακαδημαϊκοί και άτομα της έρευνας έβαλαν στη πρώτη θέση την λειψυδρία με μέση βαθμολογία 1.33, στην δεύτερη θέση τις πυρκαγιές και τους καύσωνες με βαθμολογία 1.67. Την τρίτη έλαβαν οι πλημμύρες, η καταστροφή των οικοσυστημάτων και η οικονομική κρίση με βαθμολογία 2.00.

Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης	Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Λειψυδρία - Ξηρασία	1.33	0.58
Πυρκαγιές	1.67	0.58
Καύσωνες	1.67	1.15
Πλημμύρες	2.00	0.00
Οικονομική κρίση	2.00	1.00
Καταστροφή οικοσυστημάτων	2.00	1.00
Μείωση τουρισμού	2.67	0.58
Αύξηση φτώχειας	2.67	2.08
Αύξηση ανεργίας	3.00	0.00
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών ασθενειών/αναπνευστικών προβλημάτων/αύξηση κλίσεων έκτακτης ανάγκης	3.00	1.00
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	3.00	1.00
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	3.33	0.58
Ποιότητα αέρα	3.67	1.15
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	4.33	1.15
Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	4.33	1.15

Πίνακας 3.3: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από φορείς της ακαδημαϊκής κοινότητας/ έρευνας



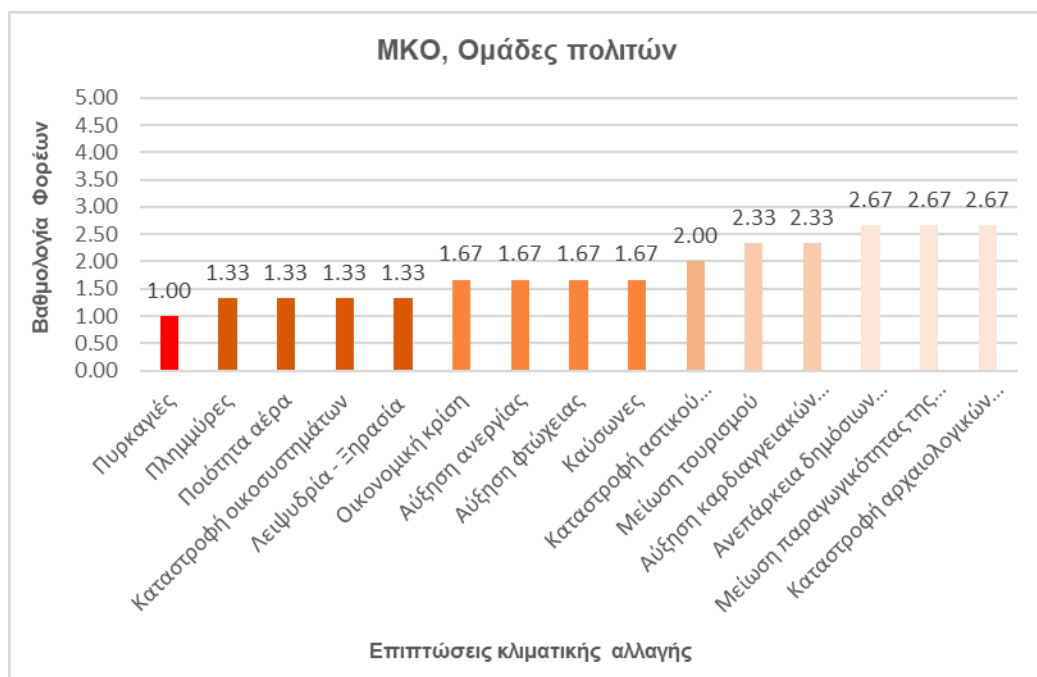
Διάγραμμα 3.3: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από φορείς της ακαδημαϊκής κοινότητας/ έρευνας

➤ **Τρίτη κατηγορία: Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, Ομάδες πολιτών**

Οι ΜΚΟ και οι ομάδες πολιτών βαθμολόγησαν τις πυρκαγιές ως την κρισιμότερη επίπτωση με μέση βαθμολογία 1.00. Στη δεύτερη θέση βρίσκονται οι πλημμύρες, η υποβάθμιση ποιότητας του αέρα, η καταστροφή των οικοσυστημάτων και η λειψυδρία, με μέση βαθμολογία 1.33. Οι καύσωνες, η οικονομική κρίση, η αύξηση φτώχειας και ανεργίας ακολουθούν στη τρίτη θέση με βαθμολογία 1.67 και η καταστροφή αστικού περιβάλλοντος στην τέταρτη θέση με 2.00.

Επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης	Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Πυρκαγιές	1.00	0.00
Πλημμύρες	1.33	0.58
Ποιότητα αέρα	1.33	0.58
Καταστροφή οικοσυστημάτων	1.33	0.58
Λειψυδρία - Ξηρασία	1.33	0.58
Οικονομική κρίση	1.67	0.58
Αύξηση ανεργίας	1.67	0.58
Αύξηση φτώχειας	1.67	1.15
Καύσωνες	1.67	0.58
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	2.00	0.00
Μείωση τουρισμού	2.33	1.53
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών ασθενειών/αναπνευστικών προβλημάτων/αύξηση κλίσεων έκτακτης ανάγκης	2.33	0.58
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	2.67	1.53
Μείωση παραγωγικότητας εργασίας	2.67	0.58
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	2.67	1.15

Πίνακας 3.4: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από ΜΚΟ και ομάδες πολιτών



Διάγραμμα 3.4: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από ΜΚΟ και ομάδες πολιτών

➤ **Τέταρτη κατηγορία: Ιδιωτικός τομέας (επιχειρήσεις σχετικές με το αντικείμενο)**

Οι επιχειρήσεις που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο θεώρησαν τις πλημμύρες και τις πυρκαγιές τις πιο σημαντικές επιπτώσεις και τις βαθμολόγησαν με 1. Στη συνέχεια ακολουθεί η λειψυδρία με 1.33 και οι καύσωνες μαζί με την καταστροφή οικοσυστημάτων με βαθμολογία 1.67.

Επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης	Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Πλημμύρες	1.00	0.00
Πυρκαγιές	1.00	0.00
Ξηρασία	1.33	0.58
Καύσωνες	1.67	1.15
Καταστροφή οικοσυστημάτων	1.67	0.58
Ποιότητα αέρα	2.33	1.15
Μείωση τουρισμού	3.00	1.00
Ποιότητα αέρα	3.00	1.00
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών ασθενειών/αναπνευστικών προβλημάτων/αύξηση κλίσεων έκτακτης ανάγκης	3.00	1.73
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	3.33	0.58
Οικονομική κρίση	3.33	1.15
Αύξηση φτώχειας	3.33	0.58

Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	3.33	1.15
Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	3.33	0.58
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	4.00	1.00
Αύξηση ανεργίας	4.00	1.00

Πίνακας 3.5: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης και μέση βαθμολογία από επιχειρήσεις στον ιδιωτικό τομέα



Διάγραμμα 3.5: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης από επιχειρήσεις του ιδιωτικού τομέα

3.2 Κατάταξη επιπτώσεων για άνθρωπο, φυσικό περιβάλλον, δομημένο περιβάλλον

Αναλύουμε τα αποτελέσματα σε σχέση με τον άνθρωπο, φυσικό περιβάλλον, δομημένο περιβάλλον. Αρχικά διαχωρίσαμε τις επιπτώσεις που είχαμε εντοπίσει εξ αρχής, με βάση το ποιες επηρεάζουν τον άνθρωπο, το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον.

3.2.1. Επιπτώσεις για τον άνθρωπο

Οι πλημμύρες αναδείχθηκαν από τους εμπειρογνώμονες ως η σοβαρότερη επίπτωση για τον άνθρωπο με μέση βαθμολογία το 1.25. Στη συνέχεια ακολουθούν οι πυρκαγιές και η λειψυδρία με βαθμολογία 1.42, η καταστροφή των οικοσυστημάτων με 1.67 και οι καύσωνες με 1.75

Επιπτώσεις κλιματικής κρίσης	Μέση βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Πυρκαγιές	1.25	0.45
Πλημμύρες	1.42	0.51
Λειψυδρία - Ξηρασία	1.42	0.51
Καταστροφή οικοσυστημάτων	1.67	0.65
Καύσωνες	1.75	0.75
Οικονομική κρίση	2.17	1.03
Αύξηση φτώχειας	2.50	1.31
Αύξηση ανεργίας	2.50	1.17
Ποιότητα αέρα	2.58	0.79
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	2.58	1.08
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	2.67	0.89
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών ασθενειών/αναπνευστικών προβλημάτων/αύξηση κλίσεων έκτακτης ανάγκης	2.75	1.22
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	2.92	0.90
Μείωση τουρισμού	3.08	1.31
Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	3.33	0.98

Πίνακας 3.6: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης για τον άνθρωπο και μέση βαθμολογία



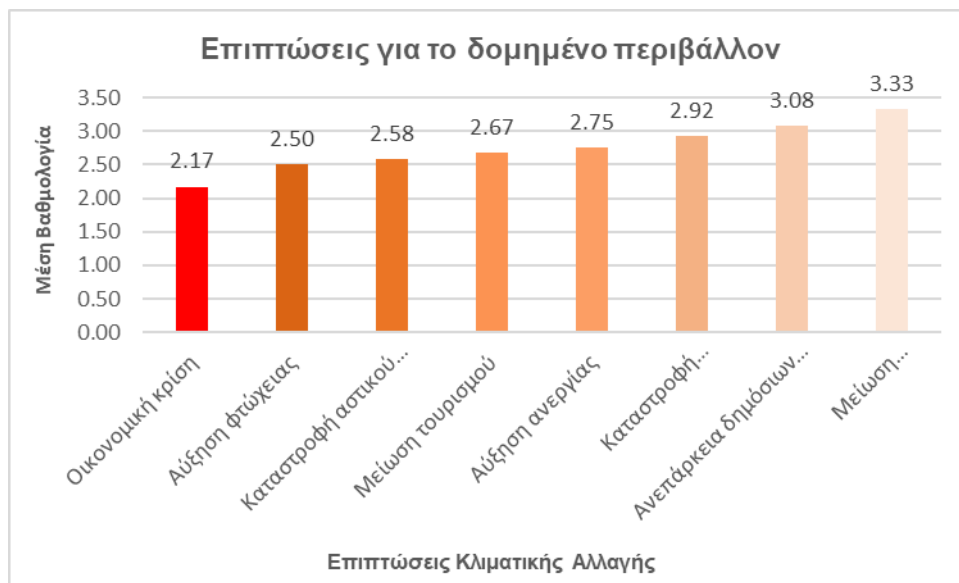
Διάγραμμα 3.6: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης για τον άνθρωπο

3.2.2 Επιπτώσεις για το δομημένο περιβάλλον

Η οικονομική κρίση αξιολογήθηκε ως η πιο κρίσιμη επίπτωση της κλιματικής αλλαγής για το δομημένο περιβάλλον, με βαθμολογία 2.17, ακολουθούμενη από την αύξηση της φτώχειας (2.50) , την καταστροφή του αστικού περιβάλλοντος (2.58) και την μείωση του τουρισμού (2.67).

Επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης	Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Οικονομική κρίση	2.17	1.03
Αύξηση φτώχειας	2.50	1.31
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	2.58	1.08
Μείωση τουρισμού	2.67	0.89
Αύξηση ανεργίας	2.75	1.22
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	2.92	0.90
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	3.08	1.31
Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	3.33	0.98

Πίνακας 3.7: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης για το δομημένο περιβάλλον και μέση βαθμολογία



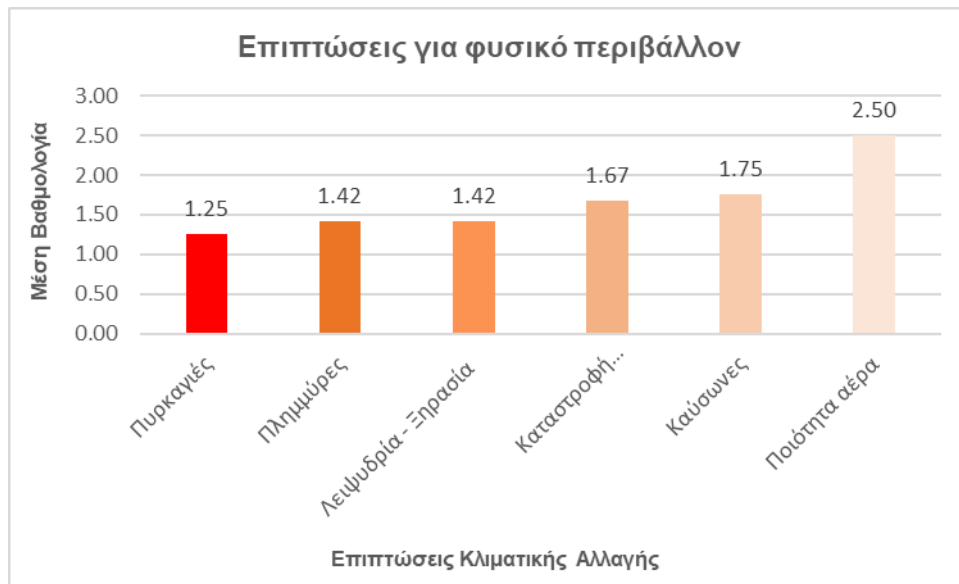
Διάγραμμα 3.7: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης για το δομημένο περιβάλλον

3.2.3 Επιπτώσεις για το φυσικό περιβάλλον

Οι πυρκαγιές αξιολογήθηκαν από τους εμπειρογνώμονες ως η σοβαρότερη επίπτωση για το φυσικό περιβάλλον με βαθμολογία 1.25. Έπειτα ακολουθούν οι πλημμύρες και η λειψυδρία με βαθμολογία 1.42, η καταστροφή του των οικοσυστημάτων με 1.67 και οι καύσωνες με 1.75 .

Επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης	Μέση Βαθμολογία	Τυπική Απόκλιση
Πυρκαγιές	1.25	0.45
Πλημμύρες	1.42	0.51
Λειψυδρία - Ξηρασία	1.42	0.51
Καταστροφή οικοσυστημάτων	1.67	0.65
Καύσωνες	1.75	0.75
Ποιότητα αέρα	2.50	1.17

Πίνακας 3.8: Κατάταξη επιπτώσεων κλιματικής κρίσης για το φυσικό περιβάλλον και μέση βαθμολογία



Διάγραμμα 3.8: Διάγραμμα με τη μέση βαθμολογία των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης για το φυσικό περιβάλλον

4. Συζήτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν, συνολικά και οι τέσσερις κατηγορίες φορέων κατέταξαν τις πυρκαγιές στην πρώτη θέση, ως τον σοβαρότερο κίνδυνο της κλιματικής κρίσης, με μέση βαθμολογία 1.25 (σε κλίμακα 1 έως 5 από το πιο κρίσιμο έως το λιγότερο). Αυτή η υψηλή βαθμολογία αντικατοπτρίζει τις καταστροφικές επιπτώσεις των πυρκαγιών στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Ιδιαίτερα η Ελλάδα έχει αντιμετωπίσει αρκετές φορές δασικές πυρκαγιές, οι οποίες όχι μόνο έχουν προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα και τραυματισμούς όπως εγκαύματα, αλλά έχουν επίσης αφαιρέσει πολλές ανθρώπινες ζωές. Ταυτόχρονα έχουν καταστρέψει περιουσίες και έχουν κάψει αμέτρητες δασικές εκτάσεις με αποτέλεσμα τις απώλειες αθώων και την διατάραξη των οικοσυστημάτων. Αυτή η διαπίστωση συνάδει με τα ευρήματα προηγούμενων μελετών που τονίζουν τον υψηλό κίνδυνο πυρκαγιών στη Μεσόγειο λόγω της κλιματικής κρίσης [Ruffault et al., 2020].

Στη δεύτερη θέση κατέταξαν την ξηρασία και τις πλημμύρες, με βαθμολογία 1.42. Πολλές περιοχές της Ελλάδας έχουν βιώσει το φαινόμενο της λειψυδρίας και ξηρασίας, καθώς η έντονη ζέστη σε συνδυασμό με την τις μειωμένες βροχοπτώσεις τον χειμώνα, μειώνουν τη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων. Έτσι περισσότεροι άνθρωποι ενδέχεται να έρθουν αντιμέτωποι με αυτό τον κίνδυνο. Αυτό επιβεβαιώνεται από πολλές μελέτες όπως αυτή των Ludwig et al. (2011). Επιπλέον, οι έντονες και ξαφνικές βροχοπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν υπερχειλίσσεις ποταμών άρα και πλημμύρες. Πράγματι, η αύξηση των συχνοτήτων των πλημμυρών στην νότια Ευρώπη και στη Μεσόγειο αυξάνεται, σύμφωνα με τον Barredo (2007).

Στη συνέχεια, για τη τρίτη θέση η καταστροφή των οικοσυστημάτων βαθμολογήθηκε με 1.67, υπογραμμίζοντας τη σημαντικότητα της διατήρησής τους και των κινδύνων που αντιμετωπίζουν. Η διατήρηση των οικοσυστημάτων έχει σημασία καθώς η διατάραξη της ισορροπίας θα έχει ανεπανάρθωτες συνέπειες σε όλους τους οργανισμούς της Γης.

Τέλος, οι καύσωνες βαθμολογήθηκαν με 1.75 και κατέλαβαν την τέταρτη θέση για τις πιο σοβαρές επιπτώσεις. Λόγω της αυξανόμενης συχνότητάς τους και τους κινδύνους για την δημόσια υγεία, αποτελούν σοβαρό ζήτημα. Για την αύξηση των καυσώνων κάνουν λόγο οι Kuglitsch et al. (2010), ενώ για την καταστροφή οικοσυστημάτων και την εξάλειψη ειδών, οι Mora et al. (2013) και Warren et al. (2018a).

Αντίθετα, η μείωση παραγωγικότητας της εργασίας αξιολογήθηκε ως η λιγότερο σοβαρή επίπτωση, με μέση βαθμολογία 3.33. Η ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών βαθμολογήθηκε με 3.08 και η καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων με 2.92. Παρόλο που η κλιματική κρίση επηρεάζει την εργασιακή αποδοτικότητα, γεγονός που μπορεί να επιφέρει οικονομικά προβλήματα, δεν θεωρήθηκε τόσο σημαντικός κίνδυνος όσο οι υπόλοιποι. Το ίδιο ισχύει και για τις δημόσιες υπηρεσίες, όπως οι υποδομές υγείας που είναι ζωτικής σημασίας για τον άνθρωπο, καθώς και για την καταστροφή των αρχαιολογικών μνημείων και της πολιτιστικής κληρονομιάς. Ωστόσο, αυτές οι επιπτώσεις παραμένουν σημαντικές λόγω των μακροπρόθεσμων συνεπειών τους και της επιρροής τους στην ευημερία των ανθρώπων, όπως αναφέρουν οι Amoade et al. (2023), Oven et al. (2012) και Sitzia et al. (2022) αντίστοιχα.

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση των επιπτώσεων ανά κατηγορία φορέα. Η πρώτη κατηγορία φορέων, δηλαδή ο δημόσιος τομέας, κατέταξε τις πλημμύρες και τις πυρκαγιές στην πρώτη θέση, με μέση βαθμολογία το 1.33. Ακολουθούν η καταστροφή των οικοσυστημάτων και η ξηρασία με κοινή βαθμολογία 1.67 και τέλος στη τρίτη θέση η αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων, οι καύσωνες, η οικονομική κρίση και η ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών. Από την πλευρά της έρευνας και των ακαδημαϊκών, η ξηρασία βαθμολογήθηκε με 1.33, καθιστώντας την την πιο σημαντική επίπτωση. Οι πυρκαγιές και οι καύσωνες βαθμολογήθηκαν με 1.67, ενώ οι πλημμύρες, η καταστροφή οικοσυστημάτων και η οικονομική κρίση, βαθμολογήθηκαν με 2.00. Οι ΜΚΟ και οι συλλογικοί πολίτες βαθμολόγησαν τις πυρκαγιές με 1.00, αναδεικνύοντας τις καταστροφικές συνέπειές τους. Στη δεύτερη θέση βρίσκονται οι πλημμύρες, η υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα, οι ξηρασίες και η καταστροφή οικοσυστημάτων με 1.33. Στη συνέχεια ακολουθούν οι καύσωνες, η οικονομική κρίση, η αύξηση φτώχειας και ανεργίας με μέση βαθμολογία το 1.67 και τέλος η καταστροφή του αστικού περιβάλλοντος με 2.00. Τέλος, οι επιχειρήσεις που επιλέχθηκαν από τον ιδιωτικό τομέα αξιολόγησαν τις πλημμύρες και τις πυρκαγιές ως κρισιμότερες, με μέση βαθμολογία 1.00. Στη συνέχεια οι ξηρασίες βαθμολογήθηκαν με 1.33 και οι καύσωνες και η καταστροφή οικοσυστημάτων με 1.67.

Για τον άνθρωπο, οι πυρκαγιές θεωρήθηκαν ως η σημαντικότερη επίπτωση της κλιματικής αλλαγής, με μέση βαθμολογία 1.25. Ακολούθησαν οι πλημμύρες και η ξηρασία με βαθμολογία 1.42, ενώ η καταστροφή των οικοσυστημάτων και οι καύσωνες κατατάχθηκαν ως οι επόμενες μεγάλες απειλές, με μέση βαθμολογία 1.67 και 1.75 αντίστοιχα. Αυτοί οι πέντε κίνδυνοι είναι σημαντικοί καθώς μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς, θάνατο, εξάπλωση ασθενειών, προβλήματα υγείας, έλλειψη καθαρού

νερού και τροφής και απώλεια περιουσίας. Όσον αφορά το φυσικό περιβάλλον, οι πυρκαγιές αναδείχθηκαν και πάλι η πιο επικίνδυνη απειλή, με βαθμολογία 1.25. Στη συνέχεια, οι πλημμύρες και η ξηρασία έλαβαν βαθμολογία 1.42, η καταστροφή οικοσυστημάτων 1.67 και οι καύσωνες 1.75. Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να προκαλέσουν καταστροφικές και ανεπανόρθωτες ζημιές στο περιβάλλον. Τέλος για το δομημένο περιβάλλον, η οικονομική κρίση βαθμολογήθηκε με 2.17, η αύξηση της φτώχειας με 2.50 και τέλος η καταστροφή του αστικού περιβάλλοντος με 2.58. Όλοι αυτοί οι παράγοντες αναμένεται να επιφέρουν υποβαθμίσεις στην ποιότητα ζωής.

Είναι προφανές ότι υπάρχει μία σχετική ομοιομορφία στην τελική κατάταξη από τις τέσσερις κατηγορίες φορέων, καθώς όλες οι κατηγορίες συμπεριέλαβαν στις πέντε πιο σημαντικές επιπτώσεις, τους ίδιους κινδύνους, δηλαδή τις πλημμύρες, τις πυρκαγιές, την ξηρασία, τους καύσωνες και την καταστροφή των οικοσυστημάτων. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι υπήρξαν και κάποιες αποκλίσεις στις βαθμολογίες των εμπειρογνομόνων, καθώς κάποιοι από αυτούς αξιολόγησαν ορισμένες επιπτώσεις με υψηλότερο βαθμό, ενώ άλλοι με χαμηλότερο. Συγκεκριμένα, θεώρησαν κάποιες επιπτώσεις καταστροφικές, ενώ άλλοι τις εκτίμησαν ως οριακές ή αμελητέες.

Επιπλέον παρατηρούνται διαφορές στις προτεραιότητες που θέτει κάθε μία κατηγορία ξεχωριστά. Για παράδειγμα, ενώ οι πλημμύρες κατατάσσονται συνήθως στην πρώτη ή στη δεύτερη θέση για τις περισσότερες κατηγορίες, οι φορείς της έρευνας τις κατέταξαν στην τρίτη θέση με μέση βαθμολογία 2, δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στην ξηρασία. Επιπλέον, οι φορείς του δημοσίου τομέα και οι ΜΚΟ θεώρησαν ως σοβαρή απειλή και την οικονομική κρίση και τα συναφή αποτελέσματα της όπως φτώχεια και ανεργία, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες δύο κατηγορίες που την βαθμολόγησαν με μεγαλύτερη τιμή, υποδεικνύοντας ότι την θεωρούν λιγότερο κρίσιμη.

Συνοψίζοντας, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, αποδείχθηκε αποτελεσματική για την αξιολόγηση των κινδύνων, καθώς οι πέντε σοβαρότερες επιπτώσεις που αναδείχθηκαν, έχουν αναλυθεί σε αρκετές προγενέστερες μελέτες, ως κίνδυνοι με υψηλή πιθανότητα να συμβούν.

5. Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη εργασία εστιάζει στον εντοπισμό και την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης, στον άνθρωπο, το φυσικό και το δομημένο περιβάλλον, εστιάζοντας σε διάφορες ελληνικές πόλεις. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Operational Risk Management (ORM – Διαχείριση Λειτουργικού Κινδύνου). Επιλέχθηκαν δώδεκα εμπειρογνώμονες (τέσσερις ξεχωριστές κατηγορίες) για την συμπλήρωση ερωτηματολογίου και για την βαθμολόγηση των επιπτώσεων που είχαν εντοπιστεί. Στη συνέχεια βάση των βαθμολογιών τους, έγινε η κατάταξη των επιπτώσεων συνολικά και ως προς τον άνθρωπο, το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον.

Τα κύρια ευρήματα αποκάλυψαν πως οι πλημμύρες, οι πυρκαγιές, η ξηρασία, οι καύσωνες και η καταστροφή των οικοσυστημάτων είναι από τους πιο σοβαρούς

κινδύνους της κλιματικής κρίσης, σύμφωνα με την γνώμη των ειδικών που επιλέχθηκαν. Τα παραπάνω φαινόμενα έχουν τόσο περιβαλλοντικές όσο και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις.

Επιπλέον, η ανάλυση ανά κατηγορία φορέων, έδειξε πως οι πλημμύρες και οι πυρκαγιές θεωρούνται από τους φορείς του δημοσίου τομέα και τον ιδιωτικό τομέα, ο μεγαλύτερος κίνδυνος της κλιματικής κρίσης. Οι ΜΚΟ και οι συλλογικότητες θεώρησαν επίσης τις πυρκαγιές ως τον μεγαλύτερο κίνδυνο. Τέλος, τα άτομα από τον ακαδημαϊκό τομέα κατέταξαν την ξηρασία στην πρώτη θέση, ως την σοβαρότερη επίπτωση. Παρατηρείται μια γενική ομοιομορφία στην κατάταξη, καθώς όλες οι κατηγορίες, εκτός από τα άτομα του ακαδημαϊκού τομέα, ανέδειξαν τις πυρκαγιές και τις πλημμύρες τις επιπτώσεις με τον μεγαλύτερο κίνδυνο και πιθανότητα να συμβούν.

Οι εμπειρογνώμονες αξιολόγησαν τις πυρκαγιές ως τη σημαντικότερη επίπτωση της κλιματικής αλλαγής για τον άνθρωπο. Όσον αφορά το φυσικό περιβάλλον, οι πυρκαγιές αναδείχθηκαν και πάλι η πιο επικίνδυνη απειλή και τέλος για το δομημένο περιβάλλον, η οικονομική κρίση βαθμολογήθηκε ως ο σοβαρότερος κίνδυνος.

Αναγνωρίζοντας τους πέντε σημαντικότερους κινδύνους της κλιματικής κρίσης που προκύπτουν από την έρευνά μας – δηλαδή, τις πλημμύρες, τις πυρκαγιές, την ξηρασία, τους καύσωνες και την καταστροφή των οικοσυστημάτων – είναι κρίσιμο να εξετάσουμε κάποια από τα μέτρα για την αντιμετώπισή τους.

Η αποτελεσματική αντιμετώπιση των πλημμυρών απαιτεί από τους δημόσιους φορείς και τη τοπική αυτοδιοίκηση την εφαρμογή στρατηγικών όπως η κατασκευή φραγμάτων που συγκρατούν το νερό από ποτάμια και ρέματα και αποτρέπουν την υπερχείλιση. Επιπλέον, η ευθυγράμμιση και εκβάθυνση των ποταμών βελτιώνουν τη ροή του νερού, αποφεύγοντας τη συσσώρευση του και τη πρόκληση πλημμυρών. Τέλος, η εγκατάσταση υπερχειλιστών εκτροπής βοηθά στη μεταφορά του νερού από περιοχές που κινδυνεύουν σε ασφαλέστερα σημεία του ποταμού. Αυτές οι ενέργειες συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου πλημμυρών και στην προστασία των κατοίκων και των περιουσιών τους.

Για την διαχείριση των πυρκαγιών, είναι απαραίτητο η τοπική αυτοδιοίκηση και οι πολίτες να αναλάβουν δράση για τον καθαρισμό της ξηρής βλάστησης γύρω από κατοικημένες περιοχές και δάση, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και σε περιοχές υψηλού κινδύνου δασικών πυρκαγιών. Παράλληλα, πρέπει να βελτιωθεί η οργάνωση του συστήματος με την ανάπτυξη λεπτομερών σχεδίων έκτακτης ανάγκης και διαδικασιών εκκένωσης, σε περιπτώσεις πυρκαγιών που να περιλαμβάνουν σαφείς ρόλους και ευθύνες για όλους τους εμπλεκόμενους. Τέλος, για την αποτελεσματική παρακολούθηση των πυρκαγιών, απαιτείται η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως δορυφορικές κάμερες για την έγκαιρη ανίχνευση τους.

Όσον αφορά την ξηρασία, τα μέτρα θα περιλαμβάνουν τη βελτίωση της διαχείρισης των υδάτινων πόρων μέσω τεχνολογιών ανακύκλωσης νερού, καθώς και με την συλλογή, αποθήκευση και αξιοποίηση των ομβρίων και υπόγειων υδάτων, για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιόδους έλλειψης νερού. Ακόμα, προτείνεται η εφαρμογή νέων τεχνικών άρδευσης για την ελαχιστοποίηση της σπατάλης νερού.

Στις αστικές περιοχές που πλήττονται από καύσωνες, η δημιουργία πράσινων χώρων είναι κρίσιμης σημασίας, καθώς τα φυτά μειώνουν την εμφάνιση του φαινομένου της

αστικής νησίδας, που παρατηρείται σε πόλεις με πυκνή δόμηση. Αυτοί οι χώροι βοηθούν στη μείωση των θερμικών φορτίων που συγκρατούνται λόγω των δομικών επιφανειών. Παράλληλα, οι δημόσιες αρχές χρειάζεται να ενημερώνουν και να προειδοποιούν τους πολίτες για την ανάγκη παραμονής σε εσωτερικούς χώρους, έτσι ώστε να προληφθεί η θερμοπληξία και άλλες επιπτώσεις στην υγεία που σχετίζονται με την υψηλή ζέστη.

Τέλος, για την προστασία της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων, προτείνονται προγράμματα αποκατάστασης περιοχών που έχουν υποστεί βλάβες από τα φαινόμενα της κλιματικής κρίσης, όπως πυρκαγιές και επιπλέον η απαγόρευση δραστηριοτήτων ή χρήση χημικών ουσιών που μπορούν να βλάψουν συγκεκριμένα οικοσυστήματα.

Διάφορες επιχειρήσεις μπορούν να χρηματοδοτήσουν τέτοιες ενέργειες ώστε να συμβάλλουν στην υλοποίηση των παραπάνω μέτρων. Οι εταιρείες μπορούν να συμμετέχουν με ποικιλία τρόπων προσφέροντας πολύτιμους πόρους για την κατασκευή υποδομών ή την ανάπτυξη τεχνολογιών.

5.1 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η μεθοδολογία της μελέτης παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς, όπως ο μικρός αριθμός απαντήσεων στα ερωτηματολόγια, γεγονός που μπορεί να επηρεάζει την αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων. Η χρήση και συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, αν και παρείχε σημαντικά δεδομένα από τους εμπειρογνώμονες σχετικά με την κλιματική κρίση, δεν αντικατοπτρίζει πλήρως τις ανησυχίες και τις ανάγκες κάθε περιοχής, καθώς εμπεριείχε δείγματα από μόνο δώδεκα άτομα. Για αυτό τον λόγο χρειάζεται να διεξαχθούν έρευνες με μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων από περισσότερες πόλεις της Ελλάδας, ή ακόμα και από άλλες χώρες τις Μεσογείου, οι οποίες θα αναδεικνύουν τα προβλήματα με καλύτερη ακρίβεια και θα παρέχουν πληρέστερη εικόνα των συνθηκών που επικρατούν.

Τέλος, σε αυτή την διπλωματική ασχοληθήκαμε μόνο με τα δύο πρώτα βήματα του Operational Risk Management (εντοπισμός κινδύνων και αξιολόγηση τους). Τα επόμενα 3 βήματα είναι ο καθορισμός του επιπέδου κινδύνου, δηλαδή αν είναι διαχειρίσιμος ή όχι και η λήψη αποφάσεων, η εφαρμογή μέτρων ελέγχου με στόχο την αντιμετώπιση των κινδύνων με τη χρήση τεχνολογιών και τέλος η επίβλεψη και παρακολούθηση των μέτρων που εφαρμόστηκαν. Τα παραπάνω μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικής έρευνας και να προσφέρουν χρήσιμα ευρήματα για την ολοκληρωμένη διαχείριση των κλιματικών κινδύνων.

6. Βιβλιογραφία

- [1] Ali, E., Cramer, W., Carnicer, J., Georgopoulou, E., Hilmi, N.J.M., Le Cozannet, G., & Lionello, P. (2022). Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean Region. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. *Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA*, pp. 2233–2272. doi: 10.1017/9781009325844.021
- [2] Allen, M.R., Dube, O.P., Solecki, W., Aragón-Durand, F., Cramer, W., Humphreys, S., Kainuma, M., Kala, J., Mahowald, N., Mulugetta, Y., Perez, R., Wairiu, M., & Zickfeld, K. (2018). Framing and Context. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield, T. (eds.)]. *Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA*, pp. 49-92. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.003>
- [3] Almetwally, A.A., Bin-Jumah, M., & Allam, A.A. (2020). Ambient air pollution and its influence on human health and welfare: an overview. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, pp. 24815–24830. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09042-2>
- [4] Amoadu, M., Ansah, E. W., Sarfo, J. O., & Hormenu, T. (2023). Impact of climate change and heat stress on workers' health and productivity: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*, 12, 100249. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2023.100249>
- [5] Anderegg, W.R.L., Abatzoglou, J.T., Anderegg, L.D.L., Bielory, L., Kinney, P.L., & Ziska, L. (2021). Anthropogenic climate change is worsening North American pollen seasons. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118 (7). doi: 10.1073/pnas.2013284118
- [6] Angra, D., & Sapountzaki, K. (2019). Climate change impacts in three regions of Greece: interconnections with regional public perceptions and planning policies.
- [7] Antonioli, F., Anzidei, M., Amorosi, A., Lo Presti, V., Mastronuzzi, G., Deiana, G., De Falco, G., Fontana, A., Fontolan, G., Lisco, S., Marsico, A., Moretti, M., Orrù, P.E., Sannino, G.M., & Serpelloni, E. (2017). Sea-level rise and potential drowning of the Italian coastal plains: flooding risk scenarios for 2100. *Quaternary Science Review*, 158, pp. 29–43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.12.021>

- [8] Arnell, W., van Vuuren, D. P., & Isaac, M. (2011). The implications of climate policy for the impacts of climate change on global water resources. *Global Environmental Change*, 21(2), pp. 592-603. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.015>
- [9] Arora, N. K. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*, 2, pp. 95-96. <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00078-w>
- [10] Asunción, J., (2007). *Climate change in the Mediterranean*, IEMed, [Climate Change in the Mediterranean: IEMed](#)
- [11] Azevedo de Almeida, B., & Mostafavi, A. (2016). Resilience of infrastructure systems to sea-level rise in coastal areas: Impacts, adaptation measures, and implementation challenges. *Sustainability*, 8(11), 1115. doi: <https://doi.org/10.3390/su8111115>
- [12] Barredo, J. I. (2007). Major flood disasters in Europe: 1950–2005. *Natural Hazards*, 42, pp. 125-148. doi: 10.1007/s11069-006-9065-2
- [13] Bianchi, C.N., Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40(5), pp. 367–376. doi: 10.1016/S0025-326X(00)00027-8
- [14] Bindoff, N.L., Willebrand, J., Artale, V., Cazenave, A., Gregory, J.M., Gulev, S., Hanawa, K., Le Quere, C., Levitus, S., Nojiri, Y., Shum, C.K., Talley, L.D., Unnikrishnan, A.S., Josey, S.A., Tamisiea, M., Tsimplis, M., & Woodworth, P. (2007). Observations: oceanic climate change and sea level. In: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press, New York*, pp. 385-428.
- [15] Bond, W. J., Keeley, J. E. (2005). Fire as a global herbivore: the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 20 (7), pp. 387-394. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.025>
- [16] Bull, L.J., Kirby, M.J., Shannon, J., & Hooke, J.M. (1999). The impact of rainstorms on floods in ephemeral channels in southeast Spain. *Catena*, 38(3), pp. 191–209. doi: [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00071-5)
- [17] Calvo, E. M., Simó, R., Coma, R., Ribes, M., Pascual, J. (2011). Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: The case of the Catalan Sea, *Climate Research*, 50, pp. 1–29. <https://doi.org/10.3354/cr01040>
- [18] Centers for Disease Control and Prevention (2009). Human Health Perspective on Climate Change: A Report Outlining the Research Needs on the Human Health Effects of Climate Change. The Interagency Working Group on Climate Change and Health, (IWGCCCH). https://www.cdc.gov/climatehealth/media/pdfs/HHCC_Final_508.pdf

- [19] Chen, S., Liu, C., Lin, G., et al. (2021). The role of absolute humidity in respiratory mortality in Guangzhou, a hot and wet city of South China, *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26 (109). doi: <https://doi.org/10.1186/s12199-021-01030-3>
- [20] Church, J. A., Gregory, J. M., Huybrechts, P., Kuhn, M., Lambeck, K., Nhuan, M. T., Qin, D., & Woodworth, P. L. (2001). Changes in Sea Level. In: J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. Van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.): *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, pp. 639–693.
- [21] Church, J.A., Clark, P.U., Cazenave, A., Gregory, J. M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M. A., Milne, G. A., Nerem, R. S., Nunn, P. D., Payne, A. J., Pfeffer, W. T., Stammer, D., & Unnikrishnan, A. S. (2013): Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [22] Coll, M., Kaschner, K., Piroddi, C., Steenbeek, J., Ben Rais Lasram, F., et al. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats, *PLoS One*, 5, pp. e11842. doi: 10.1371/journal.pone.0011842
- [23] Coma, R., Jiménez, E., Ribes, M., Salat, J., Serrano, E. (2009). Global warming enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(15), pp. 6176–6181. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805801106>
- [24] Cunningham, C. X., Williamson, G. J., Bowman, D. M. J. (2024). Increasing frequency and intensity of the most extreme wildfires on Earth. *Nature Ecology and Evolution*, 8, pp. 1420-1425. doi: <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02452-2>
- [25] Damm, A., Greuell, W., Landgren, O., & Prettenthaler, F. (2017). Impacts of +2 °C global warming on winter tourism demand in Europe. *Climate Services*, 7, pp. 31-46.
- [26] Diakakis, M., Deligiannakis, G. (2017). Flood fatalities in Greece: 1970–2010. *Journal of Flood Risk Management*, 10(1), pp. 115-123. doi: 10.1111/jfr3.12166
- [27] Dosio, A., Mentaschi, L., Fischer, E., Wyser, K. (2018). Extreme heat waves under 1.5 °C and 2 °C global warming. *Environmental Research Letters*, 13. doi:10.1088/1748-9326/aab827
- [28] Etteieb, S., Cherif, S., Tarhouni, J. (2017). Hydrochemical assessment of water quality for irrigation: a case study of the Medjerda River in Tunisia. *Applied Water Science*, 7, pp. 469–480. doi: 10.1007/s13201-015-0265-3

- [29] Ferreira, J.G., Andersen, J.H., Borja, Á., Bricker, S.B., Camp, J., et al. (2011). Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93, pp. 117–131. doi: 10.1016/J.ECSS.2011.03.014
- [30] Forster, P. M., Smith, C. J., Walsh, T., Lamb, W. F., Lamboll, R., Hauser, M., Ribes, A., Rosen, D., Gillett, N., Palmer, M. D., Rogelj, J., von Schuckmann, K., Seneviratne, S. I., Trewin, B., Zhang, X., Allen, M., Andrew, R., Birt, A., Borger, A., Boyer, T., Broersma, J. A., Cheng, L., Dentener, F., Friedlingstein, P., Gutiérrez, J. M., Gütschow, J., Hall, B., Ishii, M., Jenkins, S., Lan, X., Lee, J.-Y., Morice, C., Kadow, C., Kennedy, J., Killick, R., Minx, J. C., Naik, V., Peters, G. P., Pirani, A., Pongratz, J., Schleussner, C.-F., Szopa, S., Thorne, P., Rohde, R., Rojas Corradi, M., Schumacher, D., Vose, R., Zickfeld, K., Masson-Delmotte, V., Zhai, P. (2023). Indicators of Global Climate Change 2022: Annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth System Science Data*, 15(7), pp. 2295–2327. doi: <https://doi.org/10.5194/essd-15-2295-2023>
- [31] Founda, D., Papadopoulos, K.H., Petrakis, M., Giannakopoulos, C., Good, P. (2004). Analysis of mean, maximum and minimum temperature in Athens from 1897 to 2001 with emphasis on the last decade: trends, warm events, and cold events. *Global and Planetary Change*, 44(1-4), pp. 27-38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2004.06.003>
- [32] Gasper, R., Blohm, A., & Ruth, M. (2011). Social and economic impacts of climate change on the urban environment. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3), pp. 150-157.
- [33] Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33, L08707. doi: <https://doi.org/10.1029/2006gl025734>
- [34] Guha-Sapir, D., Hoyois, P., Wallemacq, P., Below, R. (2016). Annual disaster statistical review 2016: The numbers and trends. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Institute of Health and Society (IRSS), Université catholique de Louvain – Brussels, Belgium.
- [35] Guiot, J., Cramer, W., & Marini, K. (2021). *Is the Mediterranean Basin really a hotspot of environmental change?* [Article]. *The Conversation*. <https://theconversation.com/is-the-mediterranean-basin-really-a-hotspot-of-environmental-change-153092>
- [36] Hatzisymeon, M., Kamenopoulos, S., & Tsoutsos, T. (2019). Risk assessment of the life-cycle of the used cooking oil-to-biodiesel supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 217, 836-843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.106>
- [37] He, Q., & Silliman, B.R. (2019). Climate change, human impacts, and coastal ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology*, 29(19), pp. 1021–1035. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.042>

- [38] Hertel, T. W., Burke, M. B., & Lobell, D. B. (2010). The poverty implications of climate-induced crop yield changes by 2030. *Global Environmental Change*, 20(4), 577-585. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.07.001>
- [39] IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In: Climate change 2021: The physical science basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2021: The Physical Science Basis | Climate Change 2021: The Physical Science Basis (ipcc.ch)
- [40] IPCC. (2022). Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33. doi:10.1017/9781009325844.001
- [41] Jakubicka, T., Guha-Sapir, D., Vos, F., Phalkey, R., & Marx, M. (2010). Health impacts of floods in Europe: data gaps and information needs from a spatial perspective.
- [42] Jin, J.L., Wei, Y.M., Zou, L.L., Liu, L., & Fu, J. (2012). Risk evaluation of China's natural disaster systems: an approach based on triangular fuzzy numbers and stochastic simulation. *Natural Hazards*, 62(1), pp. 129-139. doi: 10.1007/s11069-011-000
- [43] Johnson, D. L., Ambrose, S. H., Bassett, T. J., Bowen, M. L., Crummey, D. E., Isaacson, J. S., Johnson, D. N., Lamb, P., Saul, M., & Winter-Nelson, A. E. (1997). Meanings of environmental terms. *Journal of Environmental Quality*, 26(3), pp. 581–589. <https://doi.org/10.2134/jeq1997.00472425002600030002x>
- [44] Jonkman, S.N. (2005). Global Perspectives on Loss of Human Life Caused by Floods. *Natural Hazards*, 34, pp.151-175. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-004-8891-3>
- [45] Kamenopoulos, S.N., & Tsoutsos, T. (2015). Assessment of the safe operation and maintenance of photovoltaic systems. *Energy*, 93(2), pp. 1633-1638. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.10.037>
- [46] Kizos, T., Spilanis, I., & Mehmood, A. (2009). Climate Change Vulnerability: Planning Challenges for Small Islands. *Planning for Climate Change*, pp. 94-104.
- [47] Kourtidis, K., Georgoulas, A.K., Rapsomanikis, S., Amiridis, V., Keramitsoglou, I., Hooyberghs, H., Maiheu, B., Melas, D. (2015). A study of the hourly variability of the urban heat island effect in the Greater Athens Area during summer. *Science of The Total Environment*, 517, pp. 162- 177. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.062>

- [48] Koutroulis, A.G., Tsanis, I.K., & Daliakopoulos, I.N. (2010). Seasonality of floods and their hydrometeorologic characteristics in the island of Crete. *Journal of Hydrometeorology*, 394(1-2), pp. 90-100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.04.025>
- [49] Koutroulis, A.G., Tsanis, I.K., Daliakopoulos, I.N., & Jacob, D. (2013). Impact of climate change on water resources status: A case study for Crete Island, Greece. *Journal of Hydrology*, 479, pp. 146-158. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.11.055>
- [50] Koutroulis, A.G., Vrochidou, A., & Tsanis, I.K. (2011). Spatial and temporal characteristics of droughts for the island of Crete. *Journal of Hydrometeorology*, 12(2), pp. 206-226. doi: 10.1175/2010JHM1252.1
- [51] Koutroulis, A.G., Grillakis, M.G., Daliakopoulos, I.N., Tsanis, I.K., & Jacob, D. (2016). Cross sectoral impacts on water availability at +2 degrees C and +3 degrees C for east Mediterranean island states: The case of Crete. *Journal of Hydrology*, 532, pp. 16–28. doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.11.015
- [52] Krittanawong, C., Qadeer, Y.K., Hayes, R.B., Wang, Z., Thurston, G.D., Virani, S., & Lavie, C.J. (2023). PM2.5 and cardiovascular diseases: State-of-the-Art review. *International Journal of Cardiology Cardiovascular Risk and Prevention*, 19, 200217. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcrp.2023.200217>
- [53] Kuglitsch, F.G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P.M., Zerefos, C.S., Türkeş, M., & Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37, pp. L04802. doi:10.1029/2009GL041841
- [54] Lana, X., Martínez, M.D., Serra, C., & Burgueño, A. (2004), Spatial and Temporal Variability of the Daily Rainfall Regime in Catalonia (Northeastern Spain), 1950-2000. *International Journal of Climatology*, 24, pp. 613-641. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.1020>
- [55] Lare, Y., Sambiani, K., Amega, K., & Kabe, M. (2021), Modelling of the global daily horizontal solar radiation data over Togo. *Energy and Power Engineering*, 13(12), pp. 403–412. <https://doi.org/10.1007/s00703-021-00856-4>
- [56] Lionello, P., & Scarascia, L. (2018), The relation between climate change in the Mediterranean region and global warming. *Regional Environmental Change*, 18(5), pp. 1481-1493. doi:10.1007/S10113-018-1290-1
- [57] Liu, T.-Y., & Lin, Y. (2023). Does global warming affect unemployment? International evidence. *Economic Analysis and Policy*, 80, pp. 991-1005.
- [58] Lorenzo, N., Díaz-Poso, A., & Roye, D. (2021), Heatwave intensity on the Iberian Peninsula: future climate projections. *Atmospheric Research*, 258, 105655. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105655>

- [59] Ludwig, R., Roson, R., Zografos, C., & Kallis, G. (2011), Towards an interdisciplinary research agenda on climate change, water and security in Southern Europe and neighboring countries. *Environmental Science and Policy*, 14(7), pp. 794-803. doi: 10.1016/j.envsci.2011.04.003
- [60] Ma, T., Moore, J., & Cleary, A. (2022), Climate change impacts on the mental health and wellbeing of young people: A scoping review of risk and protective factors. *Social Science & Medicine*, 301, 114888. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.114888>
- [61] Martikainen, M.V., Tossavainen, T., Hannukka, N., & Roponen, M. (2023), Pollen, respiratory viruses, and climate change: Synergistic effects on human health. *Environmental Research*, 219, 115149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115149>
- [62] Masud, M.M., Nurul Azam, M., Mohiuddin, M., Banna H. Akhtar, R., Alam, F., & Begum, H. (2017), Adaptation barriers and strategies towards climate change: Challenges in the agricultural sector. *Journal of Cleaner Production*, 156, pp. 698-706. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.060>
- [63] MedECC, (2020), Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer, W., Guiot, J., & Marini, K. (eds.)]. Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, 632 pp., ISBN: 978-2-9577416-0-1, doi:10.5281/zenodo.4768833
- [64] Mehdipour, S., Nakhaee, N., & Khankeh, H., Haghdoost, A.A. (2022), Impacts of drought on health: A qualitative case study from Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 76, 103007. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103007>
- [65] Merheb, M., Moussa, R., Abdallah, C., Colin, F., Perrin, C., & others. (2016), Hydrological response characteristics of Mediterranean catchments at different time scales: a meta-analysis. *Hydrological Science Journal*, 61, pp. 2520–2539. doi: 10.1080/02626667.2016.1140174
- [66] Mora, C., Frazier, A.G., Longman, R.J., Dacks, R.S., Walton, M.M., Tong, E.J., Sanchez, J. J., Kaiser, L.R., Stender, Y.O., & Anderson, J.M. (2013), The projected timing of climate departure from recent variability. *Nature*, 502, pp. 183–187. doi: <https://doi.org/10.1038/nature12540>
- [67] Morissette, M., Godbout, K., Cote, A., & Boulet, L.-P. (2022), Asthma COPD overlap: insights into cellular and molecular mechanisms. *Molecular Aspects of Medicine*, 85, 101021.
- [68] Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., & Kent, J. (2000), Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, pp. 853–858.

- [69] Nature, biodiversity and health: an overview of interconnections, Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Nature, Biodiversity and health: an overview of interconnections (who.int)
- [70] Ngatia, L., Grace III, J.M., Moriasi, D., Taylor, R., (2019) Nitrogen and phosphorus eutrophication in marine ecosystems, in Monitoring of Marine Pollution. doi: 10.5772/intechopen.81869
- [71] Oven, K.J., Curtis, S.E., Reaney, S., Riva, M., Stewart, M.G., Ohlemüller, R., Dunn, C.E., Nodwell, S., Dominelli, L., & Holden, R., (2012), Climate change and health and social care: Defining future hazard, vulnerability and risk for infrastructure systems supporting older people's health care in England, *Applied Geography*, 33, pp. 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.08.002>
- [72] Pachauri, R.K., et al., (2014), AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014., Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva
- [73] Paull, S. H., Horton, D. E., Ashfaq, M., Rastogi, D., Kramer, L. D., Diffenbaugh, N. S., & Kilpatrick, A. M. (2017). Drought and immunity determine the intensity of West Nile virus epidemics and climate change impacts. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1848). <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2078>
- [74] Peric, J., Smolcic Jurdana, D., & Sverko Grdic, Z. (2013). Croatian tourism sector's adjustment to climate change. *Tourism Management Perspectives*, 6, pp. 23-27.
- [75] Powley, H.R., Krom, M.D., & Van Cappellen, P., (2016), Circulation and oxygen cycling in the Mediterranean Sea: Sensitivity to future climate change, *JGR Oceans*, 121, pp. 8230–8247. <https://doi.org/10.1002/2016JC012224>
- [76] Reid, C.E., Brauer, M., Johnston, F.H., Jerrett, M., Balmes, J.R. et al., (2016), Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure, *Environmental Health Perspectives*, 124 (9), pp. 1334–1343. doi: 10.1289/ehp.1409277
- [77] Ruffault, J., Curt, T., Moron, V., Trigo, R.M., Mouillot, F., Koutsias, N., Belhadj Khedher, C., (2020), Increased likelihood of heat-induced large wildfires in the Mediterranean Basin, *Scientific Reports*, 10, 13790. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70069-z>
- [78] Samborska, V., Ritchie, H., (2024), Wildfires, Published online at Our World in Data, <https://ourworldindata.org/wildfires>, [8/2024]
- [79] Santinelli, C., Hansell, D.A., Ribera d'Alcalà, M., (2013), Influence of stratification on marine dissolved organic carbon (DOC) dynamics: The Mediterranean Sea case, *Progress in Oceanography*, 119, pp. 68–77. doi: 10.1016/j.pocean.2013.06.001

- [80] Sitzia, F., Peters, M.J.H., & Lisci, C., (2022), Climate change and its outcome on the archaeological areas and their building materials: The case study of Tharros (Italy), *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 25, e00226. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2022.e00226>
- [81] Slini, T., Papakostas, K.T., (2016), 30 Years Air Temperature Data Analysis in Athens and Thessaloniki, Greece, *Energy, Transportation and Global Warming*, pp. 21-33. doi: 10.1007/978-3-319-30127-3_3
- [82] Smaragdakis, A., Kamenopoulos, S., Tsoutsos, T., (2020), How risky is the introduction of fuel cell electric vehicles in a Mediterranean town, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45 (35), pp. 18075-18088. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.04.22>
- [83] Taylor, P.E., Jacobson, K.W., House, J.M., Glover, M.M., (2007), Links between pollen, atopy and the asthma epidemic, *International Archives of Allergy and Immunology*, 144 (2), pp. 162-170. doi: 10.1159/000103230
- [84] Tsanis, I.K., Koutroulis, A.G., Daliakopoulos, I.N. et al., (2011), Severe climate induced water shortage and extremes in Crete, *Climatic Change*, 106, pp. 667–677. doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0048-2>
- [85] United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), (2022), Drought in numbers 2022: Restoration for readiness and resilience, COP-15 Côte d'Ivoire. Drought in Numbers.pdf
- [86] Vinet, F., Bigot, V., Petrucci, O., Papagiannaki, K., Llasat, M.C., Kotroni, V., Boissier, L., Aceto, L., Grimalt, M., Llasat-Botija, M., et al., (2019), Mapping Flood-Related Mortality in the Mediterranean Basin. Results from the MEFF v2.0 DB, *Water*, 11 (10), 2196. Doi: <https://doi.org/10.3390/w11102196>
- [87] Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., Melillo, J.M., (1997), Human domination of Earth's ecosystems, *Science*, 277 (5325), pp. 494-499. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_1
- [88] Wade, K., Jennings, M., The impact of climate change on the global economy. *Schroders*, <https://mybrand.schroders.com/m/01053abe732aa4a1/original/The-impact-of-climate-change.pdf>, [8/2024]
- [89] Warren, R., Price, J., Graham, E., Forstenhaeusler, N., VanDerWal, J., (2018a), The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C, *Science*, 360(6390), pp. 791–795. doi:10.1126/science.aar3646.
- [90] Weiskopf, S.R., Rubenstein, M.A., Crozier, L.G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J.E., Hyde, K.J.W., Morelli, T.L., Morissette, J.T., Muñoz, R.C., Pershing, A.J., Peterson, D.L., Poudel, R., Staudinger, M.D., Sutton-Grier, A.E., Thompson, L., Vose, J., Weltzin, J.F., & Whyte, K.P., (2020), Climate change effects on biodiversity, ecosystems,

ecosystem services, and natural resource management in the United States, Science of The Total Environment, 733, 137782. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>

[91] Wilhelmi, O.V., Wilhite, D.A., (2002), Assessing vulnerability to agricultural drought: a Nebraska case study, Natural Hazards, 25 (1), pp. 37-58. doi: 10.1023/A:1013388814894

[92] Zittis, G., Hadjinicolaou, P., Fnais, M., Lelieveld, J., (2016), Projected changes in heat wave characteristics in the eastern Mediterranean and the Middle East, Regional Environmental Change, 16 (7), pp. 1863-1876. doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0753-2>

[93] Zografou, K., Kaleva, N., Korakaki, E., Kordopatou, P., Liarikos, K., and Maragos, P., (2012c), Greece then and now: Timeless Mapping of Land Covers 1987-200

Ιστοσελίδες

[94] Byjus, <https://byjus.com/biology/air-pollution-control/> [8/2024]

[95] British Geological Survey (GBS), [What causes the Earth's climate to change? - British Geological Survey \(bgs.ac.uk\)](https://www.bgs.ac.uk/what-causes-the-earths-climate-to-change/) , [8/2024]

[96] Cambridge Dictionary, [CLIMATE CRISIS | English meaning - Cambridge Dictionary](https://dictionary.cambridge.org/en/dictionary/climate-crisis) , [7/2024]

[97] ClimaHealth, <https://climahealth.info/>, [7/2024]

[98] ClimateBook, [Πάνω από 5.000 στρέμματα επηρεάστηκαν από τις πυρκαγιές στα τέλη Ιουνίου 2024 στην Αττική - climatebook](https://climatebook.gr/2024/07/05/panw-apo-5000-strema-epihreasithkan-apo-tis-pyrkanies-sta-teli-iouliou-2024-stin-attiki/), [7/2024]

[99] Copernicus, <https://www.copernicus.eu/en/earth-observation-services/emergency-management/wildfires> [7/2024]

[100] European Commission, https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_el, https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_el, [6/2024]

[101] Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Heating and cooling degree days - statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Heating_and_cooling_degree_days_-_statistics) , [6/2024]

[102] EFFIS, <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/> , [7/2024]

[103] IPCC, [IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change](https://www.ipcc.ch/). [6/2024]

[104] IFRC, [10-HEAT-WAVE-HR.pdf \(ifrc.org\)](https://www.ifrc.org/publications/10-HEAT-WAVE-HR.pdf), [8/2024]

[105] Naftemporiki, <https://www.naftemporiki.gr/green/climate/1457648/ayxisi-ton-chlorofthoranthrakon-poy-katastrefoyn-to-ozon/>, [7/2024]

- [106] NASA, <https://science.nasa.gov/climate-change/>, [6/2024]
- [107] NASA, <https://science.nasa.gov/climate-change/causes/> , [6/2024]
- [108] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/2023-was-warmest-year-modern-temperature-record> , [8/2024]
- [109] Meteoblue, https://www.meteoblue.com/en/climate-change/peloponnese_greece_6697807, https://www.meteoblue.com/en/climate-change/thessaloniki_greece_734077, [8/2024]
- [110] Oceana USA, <https://usa.oceana.org/our-work-climate-energy-climate-change-learn-act-the-greenhouse-effect/>, [7/2024]
- [111] Study Smarter, [Flood Management: Strategies & Examples | StudySmarter](#), [8/2024]
- [112] The Global Climate and Health Alliance,
<https://climateandhealthalliance.org/uncategorized/climate-change-and-food-safety/> , [8/2024]
- [113] United Nations, [United Nations | Peace, dignity and equality on a healthy planet](#), [6/2024]
- [114] UK Department for Transport,
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60992fe1e90e0735799d7ed3/transport-and-environment-statistics-2021.pdf>, [6/2024]
- [115] US EPA, [Climate Change Impacts on the Built Environment | US EPA](#), [7/2024]
- [116] U.S. Geological Survey, [Volcano Watch — Which produces more CO2, volcanic or human activity? | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#) , [8/2024]
- [117] World Health Organization, [World Health Organization \(WHO\)](#), [6/2024]

7. Παράρτημα 1

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Σοβαρότητα: Ως σοβαρότητα κινδύνου αξιολογείται η χειρότερη πιθανή συνέπεια που προκαλεί η κλιματική αλλαγή στις πόλεις, στους ανθρώπους και στο περιβάλλον.

Βαθμολογήστε την σοβαρότητα των επιπτώσεων στην αντίστοιχη στήλη του ερωτηματολογίου, από το Α έως το D (στήλη 4):

A - Καταστροφική: Μπορεί να προκαλέσει μόνιμη καταστροφή στο περιβάλλον, στη λειτουργία της περιοχής/πόλης ή θάνατο ανθρώπων

B - Κρίσιμη: Μπορεί να προκαλέσει σοβαρές καταστροφές αστικών υποδομών, περιβάλλοντος ή προβλήματα στην υγεία

C - Οριακό: Μπορεί να προκαλέσει προβλήματα μέτριας σοβαρότητας στο περιβάλλον ή στην υγεία

D - Αμελητέα: Πιθανώς δεν θα επηρεάσει την δημόσια υγεία, την πόλη/χώρα/περιοχή και το περιβάλλον

Πιθανότητα να συμβεί: Ορίζεται ως η πιθανότητα ότι ένας κίνδυνος θα οδηγήσει σε αρνητικές συνέπειες για τους ανθρώπους, τις πόλεις και το περιβάλλον.

Βαθμολογήστε την πιθανότητα που έχουν οι επιπτώσεις να συμβούν στην αντίστοιχη στήλη του ερωτηματολογίου, από το I έως το IV (στήλη 5):

I - Πιθανό να συμβεί άμεσα

II - Πιθανό να συμβεί τα επόμενα 5-10 χρόνια

III - Πιθανό να συμβεί σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα – μακροπρόθεσμα

IV - Απίθανο να συμβεί

Επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης - υπερθέρμανσης	Επιπτώσεις σε:	Βιβλιογραφία	Σοβαρότητα (A-D)	Πιθανότητα να συμβεί (I-IV)
Μείωση τουρισμού	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			
Οικονομική κρίση	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			
Αύξηση ανεργίας	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			
Αύξηση φτώχειας	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			
Ανεπάρκεια δημόσιων υπηρεσιών (π.χ. υποδομές υγείας)	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			
Πλημμύρες	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον			
Πυρκαγιές	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον			
Καύσωνες	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον			
Ποιότητα αέρα	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον			
Αύξηση καρδιαγγειακών παθήσεων/ θνησιμότητας/ψυχικών ασθενειών/αναπνευστικών προβλημάτων/αύξηση κλίσεων έκτακτης ανάγκης	Άνθρωπο			
Μείωση παραγωγικότητας της εργασίας	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			
Καταστροφή οικοσυστημάτων	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον			
Καταστροφή αστικού περιβάλλοντος	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			
Λειψυδρία - Ξηρασία	Άνθρωπο, Φυσικό περιβάλλον			
Καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων	Άνθρωπο, Δομημένο περιβάλλον			

