

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Κλιματική κρίση και φυσικές καταστροφές. Μελέτη περίπτωσης: τα φαινόμενα
“Daniel” και “Elias” στο Δήμο Παλαμά»**

Ξάνθης Β. Ιωάννης

ΒΟΛΟΣ 2024

UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT AND
DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION



JOINT POSTGRADUATE PROGRAMME
«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT»

JOINT POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

**«Climate crisis and natural disasters. Case study: the phenomena “Daniel” and
“Elias” in municipality of Palamas»**

Xanthis V. Ioannis

VOLOS 2024

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	4
Κεφάλαιο 2: Κλιματική Κρίση	7
2.1 Οι αιτίες της κλιματικής κρίσης	7
2.1.1 Ανθρωπογενείς Παράγοντες.....	7
2.1.2 Φυσικοί Παράγοντες	12
2.2 Περιοχές που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή	14
2.3 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής	19
2.4 Τρόποι μετριασμού και προσαρμογής της κλιματικής αλλαγής	22
Κεφάλαιο 3: Φυσικές Καταστροφές.....	25
3.1 Είδη φυσικών καταστροφών	25
3.2 Πώς οι φυσικές καταστροφές επηρεάζουν τον άνθρωπο	28
3.3 Κλιματική αλλαγή και πλημμύρες	31
3.4 Κλιματική αλλαγή, φυσικές καταστροφές και μετανάστευση	34
Κεφάλαιο 4: Μελέτη περίπτωσης	37
4.1 Το φαινόμενο Daniel.....	37
4.2 Το φαινόμενο Elias	41
4.3 Επιπτώσεις των φαινομένων στο Δήμο Παλαμά	43
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα.....	45
Βιβλιογραφία.....	50

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η εμφάνιση και η ένταση της κλιματικής κρίσης αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον, με αποτέλεσμα δυσμενείς επιπτώσεις σε κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές. Ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής απαιτεί την έρευνα σχετικά με τις αιτίες που την προκαλούν. Η κατανόηση των αιτιών της κλιματικής αλλαγής είναι επωφέλης για την ανάπτυξη θεωρητικών μελετών, διαδικασιών ανατροφοδότησης, προσομοιώσεων μοντέλων και ευαισθητοποίησης του κοινού. Επιπλέον, είναι ωφέλιμο να διαδοθούν πληροφορίες σε υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και εμπειρογνώμονες σχετικά με στρατηγικές προσαρμογής και μετριασμού που είναι ωφέλιμες και εφαρμόσιμες. Στην παρούσα εργασία μελετάται η κλιματική κρίση και οι φυσικές καταστροφές, ως αποτέλεσμα των αλλαγών του κλίματος σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ ως μελέτη περίπτωσης παρουσιάζονται τα φαινόμενα Daniel και Elias στο Δήμο Παλαμά.

Οι αιτίες της κλιματικής κρίσης διακρίνονται σε ανθρωπογενείς και φυσικές. Στα ανθρωπογενή αίτια, κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζουν τα αέρια από την καύση ορυκτών καυσίμων, καθώς CO₂, CH₄, N₂O κ.α. έχουν ως αποτέλεσμα την επανεκπομπή της θερμότητας στη Γη (IPCC, 2020). Πέραν της καύσης ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών, οι αλλαγές στη χρήση της Γης και η αστικοποίηση, περιλαμβάνονται στα κυριότερα αίτια της κλιματικής αλλαγής (Negar & Jean, 2014). Ωστόσο, πέραν των ανθρωπογενών αιτιών, σημαντικό αντίκτυπο στις μεταβολές του κλίματος έχουν και φυσικά αίτια, όπως η μεταβολή στην ηλίκιακή δραστηριότητα και την ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη. Επιπλέον, στα φυσικά αίτια περιλαμβάνονται οι ηφαιστειακές εκρήξεις αλλά και οι μεταβολές στα ωκεάνια ρεύματα (David, 2018).

Έρευνες σχετικά με τις περιοχές που επηρεάζονται από την κλιματική κρίση δείχνουν ότι πρόκειται για τις χώρες με χαμηλό ΑΕΠ, δηλαδή τις χώρες του Παγκόσμιου Νότου (Fortgang, 2021). Στις περιοχές αυτές, μεγάλο ποσοστό πληθυσμού υποστηρίζει ότι αναμένει να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, σχετική έρευνα υποστηρίζει ότι αυτό ισχύει και για τις χώρες με υψηλό ΑΕΠ που αναμένεται να επιδείξουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή. Έτσι, χώρες όπως η Δανία, που ηγούνται των προσπαθειών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και καθιέρωσης της «πράσινης» ενέργειας, φαίνεται να υποστηρίζουν επίσης ότι η ζωή των κατοίκων θα επηρεαστεί δυσμενώς από την κλιματική κρίση (Fortgang, 2021). Για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης, πέραν των κυβερνητικών

αποφάσεων, ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στην εκπαίδευση. Σκοπός της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι η εγκατάλειψη προτύπων διαβίωσης μέσω των οποίων επιβλήθηκε ο καταναλωτισμός, με άμεσες αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον και στα οικοσυστήματα (Anderson, 2012) και η στροφή σε περισσότερο φιλικές και λιγότερο επιβλαβείς για το περιβάλλον λύσεις, σε όλο το εύρος της ανθρώπινης ζωής, τη διατροφή, τις μεταφορές, τα αγαθά. Η συλλογική προσπάθεια αναμένεται να επιφέρει τα πιο θετικά αποτελέσματα σχετικά με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος (Wouterse et al., 2022).

Οι φυσικές καταστροφές που προκαλούνται από μετεωρολογικά συστήματα είναι δυνατόν να προβλεφθούν. Η πρόβλεψη σφοδρών καιρικών φαινομένων είναι δυνατό να βοηθήσει στην προστασία των κατοίκων της περιοχής που αναμένεται να πληγεί, προκειμένου να μειώνονται κατά το ελάχιστο οι απώλειες σε ανθρώπινες ζωές. Ωστόσο, φυσικές καταστροφές όπως οι σεισμοί, επί του παρόντος δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν. Έτσι, σεισμοί μεγάλου μεγέθους έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια ανθρώπινων ζωών, πέραν των υλικών καταστροφών και των ζημιών στις υποδομές. Πέραν των σεισμών, αρνητικές επιπτώσεις αναφέρονται σε όλα τα είδη φυσικών καταστροφών, ενώ η αύξηση της ανθεκτικότητας και η αποκατάσταση των ζημιών σε συνδυασμό με τη φροντίδα των πληγέντων, συνιστούν μια δύσκολη εξίσωση που απαιτεί υψηλά κονδύλια και τη συνεργασία φορέων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η κλιματική αλλαγή προκαλεί λειψυδρία, μείωση της αγροτικής, γεωργικής και κτηνοτροφικής παραγωγής, ενώ αυξάνονται οι κίνδυνοι για την υγεία λόγω έλλειψης πόσιμου νερού. Οι έντονες βροχοπτώσεις και οι έντονες πλημμύρες προκαλούν θανάτους, καταστροφές και οικονομικές επιβαρύνσεις. Μεταξύ 1980 και 2021, οι πλημμύρες στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκάλεσαν 5600 θανάτους και απώλειες 250 δισεκατομμυρίων ευρώ. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες του νερού επιταχύνουν την ανάπτυξη ασθενειών, ενώ ως συνέπεια των παραπάνω επιβαρύνεται και η ψυχική υγεία. Με περίπου 170.000 Ευρωπαίους που εκτίθενται σε κίνδυνο πλημμύρας ετησίως, η Ευρωπαϊκή Ένωση υποστηρίζει τις προσπάθειες για την αντιμετώπιση των απειλών για το νερό. Ιταλία και Δανία, ήδη έχουν εφαρμόσει φυσικές λύσεις για την πρόληψη των πλημμυρών και των επιπτώσεών τους στην υγεία. Η αποκατάσταση των συνόρων των ποταμών, τα παλιρροϊκά πάρκα, τα συστήματα αποθήκευσης όμβριων υδάτων συνιστούν μέτρα αποφυγής των πλημμυρών. Επίσης, έργα για τη βελτίωση των τοπικών συστημάτων διαχείρισης του νερού, μειώνουν τον

κίνδυνο πλημμύρας, αντιμετωπίζουν τη λειψυδρία και αναβαθμίζουν τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

Ο Θεσσαλικός κάμπος στη Στερεά Ελλάδα και η Βόρεια Εύβοια ήταν οι κύριες περιοχές που επλήγησαν από τα δύο καιρικά φαινόμενα, τον Daniel και Elias. Στις 5 Σεπτεμβρίου, στην ηπειρωτική Ελλάδα, στα νησιά του Ιονίου, καθώς και στην Εύβοια, σημειώθηκαν καταρρακτώδεις βροχοπτώσεις για τέσσερις συνεχόμενες ημέρες ως αποτέλεσμα της καταιγίδας Daniel. Η Θεσσαλία γνώρισε τις περισσότερες βροχοπτώσεις, όπου ο μετεωρολογικός σταθμός στο χωριό Ζαγορά, στο Πήλιο, κατέγραψε βροχόπτωση 750 mm σε 24 ώρες, που ισοδυναμεί με βροχοπτώσεις περίπου 18 μηνών. Σε αρκετούς σταθμούς της Θεσσαλίας σημειώθηκε 24ωρη βροχόπτωση 400-600 mm. Η Θεσσαλία πλημμύρισε σε πολλές περιοχές ως συνέπεια των ακραίων βροχοπτώσεων. Οι δημόσιες υποδομές, συμπεριλαμβανομένου του σιδηροδρομικού δικτύου και των δρόμων, καταστράφηκαν εν μέρει και καταστράφηκαν καλλιέργειες και σοδειές. Επιπλέον, σπίτια βυθίστηκαν στο νερό και στη λάσπη. Επιπλέον, οι ακραίες καιρικές συνθήκες που καταγράφηκαν με το φαινόμενο Daniel είχαν ως αποτέλεσμα τον θάνατο 17 ατόμων. Λίγες ημέρες αργότερα, το φαινόμενο Elias, έπληξε εκ νέου τις περιοχές αυτές, με αποτέλεσμα να παρατηρηθούν και πάλι πλημμυρικά φαινόμενα και σοβαρά προβλήματα σε υδροδότηση, ηλεκτροδότηση, στο οδικό δίκτυο, στις κατοικίες και στις δημόσιες υποδομές.

Η εργασία περιλαμβάνει πέντε κεφάλαια. Πέραν του παρόντος εισαγωγικού κεφαλαίου, στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι ανθρωπογενείς και φυσικές αιτίες που επιδρούν στο κλίμα και επηρεάζουν τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην εκάστοτε περιοχή επί σειρά αιώνων. Στη δεύτερη ενότητα του δεύτερου κεφαλαίου, γίνεται αναφορά στις χώρες που επηρεάζονται περισσότερο από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις φυσικές καταστροφές. Ο όρος «φυσική καταστροφή» αναφέρεται σε ανεμοστρόβιλους, τυφώνες, πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές, ξηρασία, σεισμούς, ηφαιστειακές εκρήξεις ενώ στις φυσικές καταστροφές περιλαμβάνονται και τα τσουνάμι. Στο τέταρτο κεφάλαιο μελετώνται τα φαινόμενα Daniel και Elias. Πρόκειται για δύο καταστροφικά καιρικά φαινόμενα, τα οποία σημειώθηκαν τον Σεπτέμβριο 2023 ενώ η εργασία ολοκληρώνεται με το κεφάλαιο των συμπερασμάτων.

Κεφάλαιο 2: Κλιματική Κρίση

2.1 Οι αιτίες της κλιματικής κρίσης

2.1.1 Ανθρωπογενείς Παράγοντες

Η κλιματική κρίση ως όρος αναφέρεται στις ουσιαστικές αλλαγές στη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και τα μοτίβα του ανέμου που έχουν ως αποτέλεσμα μεταβολές στο κλίμα μιας περιοχής (IPCC, 2007). Ο όρος «κλιματική αλλαγή» αναφέρεται αποκλειστικά στην αλλαγή που επιφέρει το κλίμα και οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή σε δραστηριότητες που εκτελούνται από ανθρώπους. Οι επιστήμονες μελετούν ιστορικά αρχεία, προκειμένου να διαπιστώσουν τις μεταβολές στο κλίμα και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν επί αιώνες σε μια περιοχή. Οι μεταβολές αυτές απορρέουν από ανθρωπογενή και φυσικά αίτια (Abel et al., 2019). Το φαινόμενο της κλιματικής κρίσης συνιστά ένα επίκαιρο και πειστικό ζήτημα που έχει επί του παρόντος αντίκτυπο παγκοσμίως (Adger et al., 2014).

Η Γη υφίσταται ουσιαστικούς μετασχηματισμούς, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται η αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών και της ατμόσφαιρας. Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η οποία ανέρχεται λόγω της εκτεταμένης τήξης του χιονιού και των πάγων (NRC, 2011; EPA, 2010; Carmin et al., 2015). Η κλιματική κρίση συνιστά έναν κρίσιμο παράγοντα που προκαλεί ανησυχία καθώς συνδέεται με την εκδήλωση έντονων και σφοδρών καιρικών φαινομένων. Τα έντονα καιρικά φαινόμενα έχουν ως αποτέλεσμα την αποψίλωση των δασών, τη διάβρωση του εδάφους, ενώ η επίδραση στη γεωργία είναι αρνητική όπως και στη ζωική και φυτική παραγωγή (EPA, 2010; MoA, 2011; Ciplet et al., 2015).

Η ανακατανομή της ενέργειας εντός της ατμόσφαιρας και μεταξύ της ατμόσφαιρας, της γης και των ωκεανών, καθώς και οποιοσδήποτε παράγοντας που μεταβάλλει την ακτινοβολία που λαμβάνεται από τον Ήλιο ή χάνεται στο διάστημα, μπορεί να συμβάλει στην κλιματική αλλαγή (Houghton, 1990; EPA, 2010; Abel et al., 2019). Είναι γενικά αποδεκτό, ότι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες ευθύνονται για την πλειονότητα της κλιματικής αλλαγής. Από την προβιομηχανική εποχή, οι ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έχουν αυξηθεί, κυρίως λόγω της οικονομικής και πληθυσμιακής αύξησης και βρίσκονται επί του παρόντος στο υψηλότερο επίπεδό τους (IPCC, 2014). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (CO₂, CH₄, N₂O κ.λπ.), των οποίων η αύξηση της συγκέντρωσης «παγιδεύει» τη θερμότητα και προκαλεί την αύξηση στη

θερμοκρασία της Γης. Επιπλέον, η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου μειώνει την αποτελεσματικότητα με την οποία η Γη αποβάλλει θερμότητα στο διάστημα (IPCC, 2020). Παρά την αυξανόμενη επικράτηση των πολιτικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, οι συνολικές ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παρέμειναν στάσιμες από το 1970 έως το 2010, με τις μεγαλύτερες απόλυτες αυξήσεις να σημειώνονται κατά τη δεκαετία 2000 - 2010. Οι μεταβολές του κλίματος που προκαλούνται από τον άνθρωπο τίθενται σε ένα υπόβαθρο φυσικών κλιματικών παραλλαγών που εμφανίζονται σε ένα ευρύ φάσμα χωρικών και χρονικών διαστάσεων (IPCC, 2014a). Αλλαγές στον εξαναγκασμό του κλιματικού συστήματος, όπως τα αερολύματα που προέρχονται από ηφαιστειακές εκρήξεις, μπορούν να οδηγήσουν σε φυσική μεταβλητότητα του κλίματος.

Η διακύμανση στην υγρασία του εδάφους, τη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία δεν είναι συνεπής σε όλο τον κόσμο (USGCRP, 2009; Houghton, 1996; Ciple et al., 2015). Ωστόσο, η ικανότητα της επιστημονικής κοινότητας να ποσοτικοποιεί την ανθρώπινη επίδραση στο παγκόσμιο κλίμα είναι επί του παρόντος περιορισμένη λόγω μη δυνατότητας προσδιορισμού ή ποσοτικοποίησης κρίσιμων παραγόντων (Houghton, 1996; Braman, 2010; Carmin et al., 2015). Το μέγεθος και τα πρότυπα της μακροπρόθεσμης φυσικής μεταβλητότητας, καθώς και το διαχρονικά εξελισσόμενο μοτίβο απόκρισης στις μεταβολές των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου και των αερολυμάτων, καθώς και στις αλλαγές στην επιφάνεια της γης, είναι μεταξύ αυτών (Houghton, 1996; NRC, 2011).

Οι Curtis & Bergmans (2018) υποστηρίζουν ότι μια ποικιλία παραγόντων, τόσο φυσικοί όσο και ανθρωπογενείς, μπορούν να συμβάλλουν σε αλλαγές στο ενεργειακό ισοζύγιο και κλίμα της Γης. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν διακυμάνσεις στην ενέργεια του ήλιου που φτάνει στη Γη, αλλαγές στην ανακλαστικότητα της ατμόσφαιρας και της επιφάνειας της Γης και αλλαγές στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο επηρεάζει την ποσότητα της θερμότητας που κατακρατείται από την ατμόσφαιρα της Γης.

Η σύνθεση της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας της Γης έχει αλλοιωθεί και συνεχίζει να αλλοιώνεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (IPCC, 2007). Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνουν την καταστροφή δασών, την καύση ορυκτών καυσίμων και την παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον με σκοπό την ανάπτυξη των πόλεων, της γεωργίας

και του οδικού δικτύου. Όλες αυτές οι δραστηριότητες έχουν ως αποτέλεσμα την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (EPA, 2010;Dietz et al., 2020).

Ένας από τους ανθρωπογενείς παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα είναι η αποψίλωση των δασών. Τα δάση συμβάλλουν στη σταθερότητα του κλιματικού συστήματος της Γης. Είναι υψίστης σημασίας για τον μετριασμό της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής καθώς δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και το μετατρέπουν σε ζωντανή βιομάζα μέσω της φωτοσύνθεσης, έτσι λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα διοξειδίου του άνθρακα (Negar & Jean, 2014). Η θερμοκρασία του αέρα και της επιφάνειας ρυθμίζεται από τη δασική κάλυψη και η μείωση των δασικών εκτάσεων έχει ως αποτέλεσμα σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας (Yuksel, 2014).

Η μείωση της θερμοκρασίας είναι συνέπεια της αυξημένης εξάτμισης - διαπνοής σε τροπικές περιοχές με αύξηση της δασικής κάλυψης. Το ισοζύγιο άνθρακα – οξυγόνου διαταράσσεται όταν τα δάση καταστρέφονται λόγω πυρκαγιάς ή αποψίλωσης, η οποία συνδέεται με αστικοποίηση, δημιουργία καλλιεργήσιμων εκτάσεων κ.λπ.. Η αποψίλωση των δασών έχει επίσης ως αποτέλεσμα την απόρριψη του αποθέματος άνθρακα που συσσωρεύεται στο δασικό έδαφος και στα δέντρα (David, 2018). Η αποψίλωση των δασών με τον σημερινό ρυθμό έχει οδηγήσει σε άνευ προηγουμένου αύξηση των επιπέδων CO₂ της ατμόσφαιρας τα τελευταία χρόνια (Adnan et al., 2011). Η θερμοκρασία της επιφάνειας της γης επηρεάζεται άμεσα από τις διακυμάνσεις της δασικής κάλυψης μέσω της ανταλλαγής ενέργειας και νερού. Η μείωση της δασικής κάλυψης έχει σημαντικό αντίκτυπο στα παγκόσμια και περιφερειακά κλιματικά πρότυπα, με αποτέλεσμα παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας που ακολουθούνται από καταστροφικές βροχοπτώσεις και πλημμυρικά φαινόμενα (Strasser et al., 2014).

Πέραν της αποψίλωσης των δασών, στους ανθρωπογενείς παράγοντες που επηρεάζουν τον καιρό και το κλίμα περιλαμβάνεται η αλλαγή στη χρήση της Γης. Η ερημοποίηση και η υποβάθμιση της γης έχουν επιδεινωθεί από την αλλαγή χρήσης γης και την εντατικοποίηση χρήσης αυτής (IPCC, 2020). Η ανακλαστικότητα των επιφανειών της Γης, η οποία επηρεάζει την ποσότητα του ηλιακού φωτός που αντανακλάται πίσω στο διάστημα και η ποσότητα υγρασίας σε μια περιοχή μπορεί να προκαλέσει τοπικά φαινόμενα θέρμανσης και ψύξης ως αποτέλεσμα αλλαγών στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τη γη, καθώς οι μεταβλητές σχετίζονται με το αν μία έκταση είναι δασική, αγροτική ή αστική (Adnan et al., 2011; David, 2018). Οι αρνητικές οικονομικές συνέπειες της μη βιώσιμης διαχείρισης γης και

χρήσης αυτής έχουν επιδεινωθεί από την κλιματική αλλαγή (IPCC, 2020). Η αλλαγή χρήσης της γης, η οποία περιλαμβάνει τη μετατροπή των δασών και των τυρφώνων σε περιοχές γεωργικής παραγωγής, απελευθερώνει επίσης άνθρακα που έχει αποθεθεί στη βιομάζα και το έδαφος. Αυτή η διαδικασία συνεισφέρει επιπλέον 10 έως 15 τοις εκατό στη συνολική ποσότητα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) (FAO, 2011).

Λόγω της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία του αέρα στην επιφάνεια της γης έχει αυξηθεί σχεδόν δύο φορές περισσότερο από την παγκόσμια μέση θερμοκρασία σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο (IPCC, 2007; IPCC, 2020). Από το 1900, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία επιφάνειας έχει αυξηθεί κατά περίπου 0,6°C. Είναι πιθανό ότι αυτή η θέρμανση είναι πιο σημαντική από οποιονδήποτε αιώνα από το 200 μ.Χ. ενώ υπολογίζεται ότι η δεκαετία του 1990 ήταν η θερμότερη δεκαετία της τελευταίας χιλιετίας. Η έκταση της υπερθέρμανσης του πλανήτη ποικίλλει μεταξύ των περιοχών, αλλά είναι σταθερή τα τελευταία 25 χρόνια (IPCC, 2018; Yuksel, 2014). Τα υδρομετεωρολογικά γεγονότα και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας προκαλούνται από τη συνεχή εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες (Adnan et al., 2011; Yuksel, 2014). Ταυτόχρονα, η οικονομική και πληθυσμιακή αύξηση παρέμειναν οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν τις παγκόσμιες αυξήσεις στις εκπομπές CO₂ που προκύπτουν από την καύση ορυκτών καυσίμων (EPA, 2010; IPCC, 2014).

Στα παραπάνω πρέπει να προστεθεί και η καύση των ορυκτών καυσίμων. Το 2011, ο FAO ανέφερε ότι ο παγκόσμιος τομέας γεωργικών τροφίμων εξέπεμπε περίπου το 22% των συνολικών ανθρωπογενών αερίων θερμοκηπίου και κατανάλωνε πάνω από το 30% της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας, η οποία καλύπτεται κυρίως από πηγές ορυκτών καυσίμων (FAO, 2011). Η καύση ορυκτών καυσίμων οδηγεί σε αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου, όπως CO₂, N₂O, CH₄ και υδρατμών, με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό της θερμότητας και την αύξηση της θερμοκρασίας (NRC, 2011). Η ποσότητα αυτών των αερίων στην ατμόσφαιρα αυξάνεται καθώς αυξάνεται η χρήση ορυκτών καυσίμων. Η καύση ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, καθώς και η παραγωγή κονιαμάτων συμβάλλουν στην αύξηση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα. Από τα αέρια του θερμοκηπίου, το διοξείδιο του άνθρακα συνιστά το αέριο με τη μεγαλύτερη συμβολή στην αύξηση της θερμοκρασίας (IPCC, 2018).

Τα αερολύματα, τα οποία είναι μικρά σταγονίδια ή σωματίδια που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα, παράγονται από ορισμένες βιομηχανικές και γεωργικές διεργασίες

που εκπέμπουν ρύπους, πέραν των αερίων του θερμοκηπίου (IPCC, 2020). Ο σχηματισμός νεφών επηρεάζεται επίσης από ορισμένα αερολύματα, τα οποία μπορεί να έχουν είτε θερμαντική είτε ψυκτική επίδραση, ανάλογα με τον τύπο και τη θέση τους. Γενικά, η επίδραση της θέρμανσης των σωματιδίων του μαύρου άνθρακα ή της αιθάλης οφείλεται στην ικανότητά τους να απορροφούν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, η οποία παράγεται όταν καίγονται ορυκτά καύσιμα ή βλάστηση (USGCRP, 2009). F-αέρια, τα αέρια που περιέχουν φθόριο, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC), υδροφθοράνθρακες (HFC), υπερφθοράνθρακες (PFCs) και εξαφθοριούχο θείο (SF₆), χρησιμοποιούνται συχνά σε προωθητικά αεροζόλ, πυροσβεστήρες, διαλύτες και φυτοφάρμακα (IPCC, 2013). Αυτά τα φθοριούχα αέρια έχουν μεγάλη ατμοσφαιρική διάρκεια, σε αντίθεση με τους υδρατμούς και το όζον και ορισμένες από αυτές τις εκπομπές έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο κλίμα (USGCRP, 2014). Οι αλογονάνθρακες, χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά και επιβραδυντικά πυρκαγιάς, είναι επίσης δυνητικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή και έχουν τη δυνατότητα να βλάψουν το στρώμα του όζοντος, ενώ περιλαμβάνουν και χλωροφθοράνθρακες (CFCs).

Από τους παράγοντες που συνεισφέρουν στην κλιματική αλλαγή δεν μπορεί να εξαιρεθεί η αστικοποίηση. Η μη προγραμματισμένη αστικοποίηση ενδέχεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Στις αρνητικές επιπτώσεις της αστικοποίησης περιλαμβάνονται οι αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομία, η περιβαλλοντική υποβάθμιση, η αποψίλωση των δασών, γεγονός τα οποία συμβάλλουν στην επιτάχυνση της υπερθέρμανσης του πλανήτη με συνέπεια την επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής (Zhang et al., 2017). Επιπλέον, η ανάπτυξη αστικών περιοχών μπορεί να συμβάλλει στη θέρμανση των πόλεων και των περιχώρων τους, πρόκειται για το φαινόμενο της θερμικής αστικής νήσου, κατά το οποίο παρατηρείται σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας του αστικού ιστού, η οποία δεν ελαττώνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυξημένη αστικοποίηση μπορεί επίσης να επιδεινώσει τα φαινόμενα ακραίων βροχοπτώσεων στις πόλεις ή προς την κατεύθυνση των αστικών περιοχών, γεγονός που αυξάνει τις πιθανότητες καταστροφικών πλημμυρών (IPCC, 2020).

Τέλος, στους ανθρωπογενείς παράγοντες περιλαμβάνεται και η αγροτική επέκταση. Οι συγκεντρώσεις του οξειδίου του αζώτου (N₂O) στον αέρα αυξάνονται από γεωργικές δραστηριότητες, όπως η χρήση λιπασμάτων με βάση το άζωτο, που έχει

ως αποτέλεσμα την κλιματική αλλαγή (MoA, 2011). Στο ίδιο πνεύμα, οι ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της καλλιέργειας ρυζιού, της πλήρωσης χώρων υγειονομικής ταφής και της χρήσης φυσικού αερίου, οδηγούν κυρίως στην αύξηση του μεθανίου (CH_4), που συμβάλλει σημαντικά στην κλιματική αλλαγή. Τα μηρυκαστικά, ιδιαίτερα οι αγελάδες, απελευθερώνουν ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες μεθανίου (Dunlap & Brulle, 2015). Η συγκέντρωση μεθανίου έχει αυξηθεί τον 20ο αιώνα ως αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και επί του παρόντος είναι υπερδιπλάσιες σε σχέση με το προβιομηχανικό επίπεδο (EPA, 2010). Ταυτόχρονα, η επέκταση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων οδηγεί σε μεγαλύτερη μείωση της βιοποικιλότητας (MoA, 2011; IPCC, 2020).

2.1.2 Φυσικοί Παράγοντες

Παρά το γεγονός ότι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες της κλιματικής αλλαγής, υπάρχουν αρκετοί σημαντικοί φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν το κλιματικό σύστημα (EPA, 2010; IPCC, 2013). Ο πρώτος από αυτούς του παράγοντες είναι η ένταση του ήλιου. Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης επηρεάζεται από φυσικές αλλαγές που πραγματοποιούνται στον ήλιο (EPA, 2010; IPCC, 2018). Επίσης, η ποσότητα θερμικής ενέργειας που λαμβάνει μια τοποθεσία στον πλανήτη επηρεάζεται άμεσα από τη γωνία του Ήλιου (Khavrus & Shelevytsky, 2010; Elliott & Howell, 2017).

Έχει προταθεί ότι οι διακυμάνσεις στην ηλιακή παραγωγή θα μπορούσαν δυνητικά να επηρεάσουν το κλίμα με δύο τρόπους: άμεσα αλλάζοντας τον ρυθμό ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη και στην ατμόσφαιρα και έμμεσα αλλάζοντας τις διαδικασίες σχηματισμού νεφών. Η ένταση του ηλιακού φωτός μπορεί να οδηγήσει είτε σε θέρμανση, κατά τη διάρκεια περιόδων ισχυρότερης ηλιακής έντασης, είτε σε ψύξη, κατά τη διάρκεια περιόδων εξασθενημένης ηλιακής έντασης (USGCRP, 2014; IPCC, 2018).

Επίσης, το κλίμα της Γης επηρεάζεται από μια ποικιλία παραγόντων που σχετίζονται με τη Γη στο σύνολό της, καθώς και από τη θέση της στο διάστημα σε σχέση με τον ήλιο (Rutgers University, 2018). Παράγοντες που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή, περιλαμβάνουν την εκκεντρότητα της τροχιάς της Γης, δηλαδή το βαθμό κυκλικότητας ή ελλειπτικότητας της τροχιάς της Γης, τη γωνία της αξονικής κλίσης της Γης και τη θέση της Γης στο χρόνο κατά τη διάρκεια της μετάπτωσης του

ηλιοστασίου και των ισημεριών, με μεταβαλλόμενες αποστάσεις Γης-Ήλιου κατά τη διάρκεια κάθε δεδομένης εποχής (William, 2007).

Επιπλέον, οι γεωλόγοι και οι ωκεανογράφοι συγκεντρώνουν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι η αλλαγή στην κυκλοφορία των ωκεάνιων ρευμάτων είναι ένας κρίσιμος παράγοντας στην ανάπτυξη της κλιματικής αλλαγής από τη δεκαετία του 1950 και στη συνέχεια (Cunningham, 2005; Tierney et al., 2013; Sealey-Huggins, 2017). Ένα ωκεάνιο ρεύμα είναι μια συνεχής, κατευθυνόμενη κίνηση του θαλασσινού νερού που παράγεται από μια ποικιλία δυνάμεων που λειτουργούν στο νερό, όπως ο άνεμος, τα κύματα και οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και της αλατότητας (England et al., 2014). Η κυκλοφορία του ωκεάνιου ρεύματος είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση του παγκόσμιου κλίματος και τη διατήρηση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Duteil et al., 2014). Η κυκλοφορία ανατροπής του Ατλαντικού Μεσημβρινού, σύμφωνα με τους Bryden & Imawaki (2001), μεταφέρει τα θερμά ανώτερα νερά σε μακρινά βόρεια γεωγραφικά πλάτη και αντιστρέφει τη ροή των παγωμένων βαθέων υδάτων νότια κατά μήκος του Ισημερινού. Η μείωση της ανατροπής της κυκλοφορίας θα είχε σημαντικές επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή, καθώς η μεταφορά θερμότητας συμβάλλει σημαντικά στη διατήρηση των κλιματικών χαρακτηριστικών σε πολλές περιοχές, ηπειρωτικές και παραθαλάσσιες.

Στην κλιματική αλλαγή συμβάλλουν φυσικά και οι ηφαιστειακές εκρήξεις. Το κλίμα επηρεάζεται από τα αέρια, τις στάχτες και τα σωματίδια του εδάφους που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κατά τις ηφαιστειακές εκρήξεις. Ο πλανήτης ψύχεται από την πλειονότητα των σωματιδίων που εκπέμπονται από τα ηφαίστεια, καθώς τα σωματίδια αυτά εμποδίζουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία (Hyde & Crowley, 2000). Όταν τα ηφαίστεια εκρήγνυνται, απελευθερώνουν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και υδρατμούς με αποτέλεσμα οι παραπάνω ενώσεις να προστίθενται σε αυτές που παράγονται από ανθρωπογενείς αιτίες (IPCC, 2012).

Η αύξηση της θερμοκρασίας και ο παγκόσμιος κύκλος του νερού έχουν επηρεαστεί από ανθρωπογενείς επιρροές από το 1960, γεγονός που συνέβαλε στην υποχώρηση των παγετώνων από τη δεκαετία του 1960 και στην αυξημένη επιφανειακή τήξη του στρώματος πάγου της Γροιλανδίας από το 1993 (Peterson et al., 2013). Από το 1979, έχει προκληθεί σημαντική αύξηση της παγκόσμιας θερμικής περιεκτικότητας των άνω ωκεανών (0–700 m), η οποία έχει συμβάλει στην απώλεια του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής. Από τη δεκαετία του 1970, υπήρξε μια παγκόσμια αύξηση της

μέσης στάθμης της θάλασσας (You & Ringler, 2010; IPCC, 2014). Ο κύριος όγκος των στρωμάτων πάγου της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής μειώνεται από το 1992 έως και σήμερα, ενώ οι παγετώνες συνέχισαν να μειώνονται σε παγκόσμια κλίμακα (You & Ringler, 2010). Επιπλέον, η ποσότητα του χιονιού και του πάγου έχει μειωθεί, ενώ η ατμόσφαιρα και οι ωκεανοί έχουν θερμανθεί (IPCC, 2012). Οι παγετώνες αναμένεται να συνεχίσουν να συρρικνώνονται σε μέγεθος, ενώ ο ρυθμός τήξης αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται, συμβάλλοντας έτσι στην άνοδο του επιπέδου της θάλασσας (Savage et al., 2015). Η ποσότητα χιονιού υποχωρεί σχεδόν σε κάθε περιοχή του πλανήτη, όπως οι Άλπεις, τα Ιμαλάια, οι Άνδεις, τα Βραχώδη Όρη, η Αλάσκα και οι ορεινές περιοχές της Αφρικής (NRC, 2011). Από το 2002 και έπειτα, η Ανταρκτική και η Γροιλανδία χάνουν περίπου 134 και 287 γιγατόνους πάγου ετησίως, αντίστοιχα, σύμφωνα με τους Peterson et al. (2013).

Η θερμική διαστολή των ωκεανών και το λιώσιμο των παγετώνων και των σχηματισμών πάγου αναμένεται να συμβάλουν στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας (Peterson et al., 2013). Η θερμική επέκταση και η απώλεια των παγετώνων της ξηράς είναι οι κύριες αιτίες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Η θέρμανση των ωκεανών είναι η αιτία της θερμικής διαστολής, καθώς το νερό διαστέλλεται λόγω θέρμανσης (Hansen, 2016). Η θερμική διαστολή του νερού των ωκεανών και η τήξη του πάγου έχουν προκαλέσει την άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά περίπου 17 cm (παγκόσμιος μέσος όρος) από το 1900 (Peterson et al., 2013; Hansen, 2016). Ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας έχει αυξηθεί από 1 mm ετησίως πριν από 100 χρόνια, σε 3 mm ετησίως σήμερα.

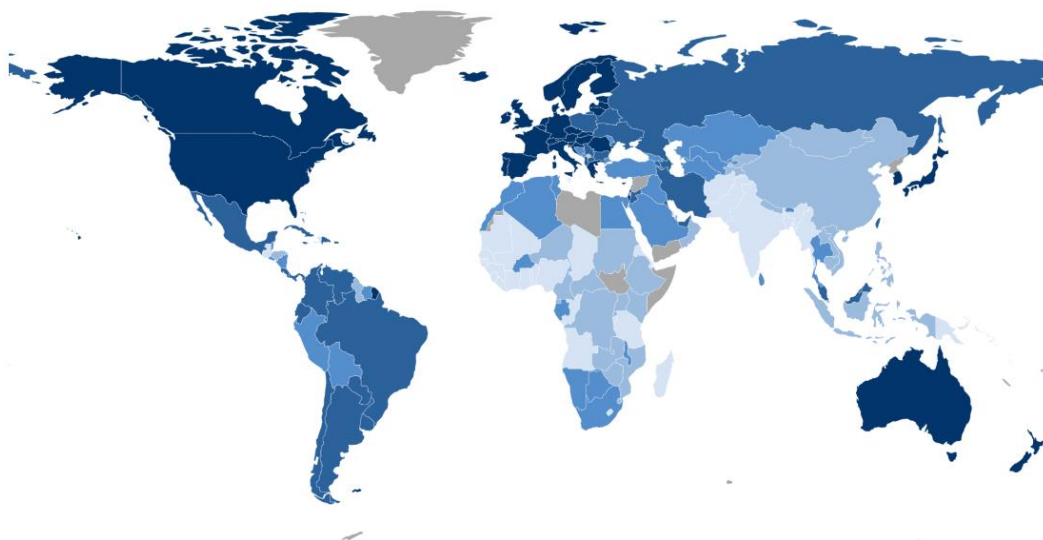
Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η κλιματική αλλαγή τόσο από ανθρωπογενείς όσο και από φυσικές αιτίες, είναι παρούσα, ενώ οδηγεί με ταχείς ρυθμούς σε αλλαγές στις οποίες τα οικοσυστήματα και οι άνθρωποι πρέπει να αντιμετωπίσουν προκειμένου να μετριαστούν οι απώλειες.

2.2 Περιοχές που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή

Ο όρος «ΜΑΡΑ» (Most Affected People and Areas) χρησιμοποιείται για να προσδιοριστούν τα άτομα και οι περιοχές που πλήττονται περισσότερο από την κλιματική κρίση. Η κλιματική κρίση και οι επιπτώσεις της αφορούν χώρες, κοινότητες ή μεμονωμένες ομάδες που οι συνθήκες διαβίωσής τους επηρεάζονται από τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Έγχρωμες κοινότητες χαμηλού εισοδήματος στις Ηνωμένες Πολιτείες, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το

ακατάλληλο πόσιμο νερό, η κακή ποιότητα αέρα και η εγγύτητα σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Στην ίδια κατηγορία εντάσσονται οι Ρομά, καθώς και μεγάλο μέρος του πληθυσμού σε χώρες της Ασίας και της Αφρικής. Οι άνθρωποι αυτοί διαβιούν σε οικίες που κατασκευάζονται πρόχειρα ενώ δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό. Πέραν των συγκεκριμένων ομάδων, οι χώρες που αντιμετωπίζουν μεγαλύτερες προκλήσεις είναι αυτές του Παγκόσμιου Νότου. Το Climate Impact Lab έχει προσδιορίσει αυτή την περιοχή ως την πιο ευάλωτη στην απώλεια οικονομικής ευημερίας, περιουσίας και ζωών ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Η πρόσφατη έρευνα της Διεθνούς Δημόσιας Γνώμης για την Κλιματική Αλλαγή (YPCCC/FB) περιλάμβανε 31 χώρες και περιοχές (Fortgang, 2021).

Ο Δείκτης Περιβαλλοντικής Απόδοσης 2020 του Κέντρου για το Περιβαλλοντικό Δίκαιο και Πολιτική του Yale (Εικόνα 1) αποδίδει μια κατάταξη σε κάθε έθνος με βάση τις περιβαλλοντικές του επιδόσεις και, ως εκ τούτου, τις δυνατότητές του για ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή. Στη λίστα κυριαρχούν οι βιομηχανικές χώρες με υψηλό ΑΕΠ, ενώ τα έθνη που πέφτουν στις χαμηλότερες θέσεις έχουν λιγότερους οικονομικούς πόρους για να επενδύσουν στην προσαρμογή και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια αδύναμη και άνιση απόδοση βιωσιμότητας. Η Εικόνα 1 δείχνει ότι οι χώρες με χαμηλές βαθμολογίες του Δείκτη Περιβαλλοντικής Απόδοσης (Environmental Performance Index, EPI) αντιστοιχούν συχνά στον Παγκόσμιο Νότο (Fortgang, 2021).



Εικόνα 1:

Δείκτης Περιβαλλοντικής Απόδοσης (EPI). Οι χώρες με πιο σκούρα χρώματα έχουν υψηλότερη βαθμολογία EPI (μεγαλύτερες δυνατότητες ανθεκτικότητας στο κλίμα). Ο δείκτης κυμαίνεται από 22,6 έως 82,5. Πηγή: Fortgang, 2021.

Όταν ο δείκτης EPI έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της έρευνας ΥΡCCC/FB, τα άτομα που κατοικούν σε περιοχές με χαμηλότερη κατάταξη EPI, δηλαδή σε περιοχές με αυξημένο κίνδυνο είναι επίσης πιο διατεθειμένα να πιστεύουν ότι η κλιματική αλλαγή θα έχει προσωπικό αντίκτυπο σε αυτούς. 14 από τις 31 χώρες και περιοχές που συμμετείχαν στην έρευνα ξεπερνούν τα 50 κράτη με τις υψηλότερες επιδόσεις EPI, ενώ 17 υπολείπονται. Η κατάταξη EPI κάθε χώρας ή επικράτειας που ερευνήθηκε συγκρίνεται στον κατακόρυφο άξονα με το ποσοστό των ατόμων σε αυτή τη χώρα που υποστηρίζουν ότι η κλιματική κρίση θα τους επηρεάσει "πολύ" (Fortgang, 2021).

Countries and Territories Most Affected by Climate Change Also More Likely to Believe it to Be Personally Harmful

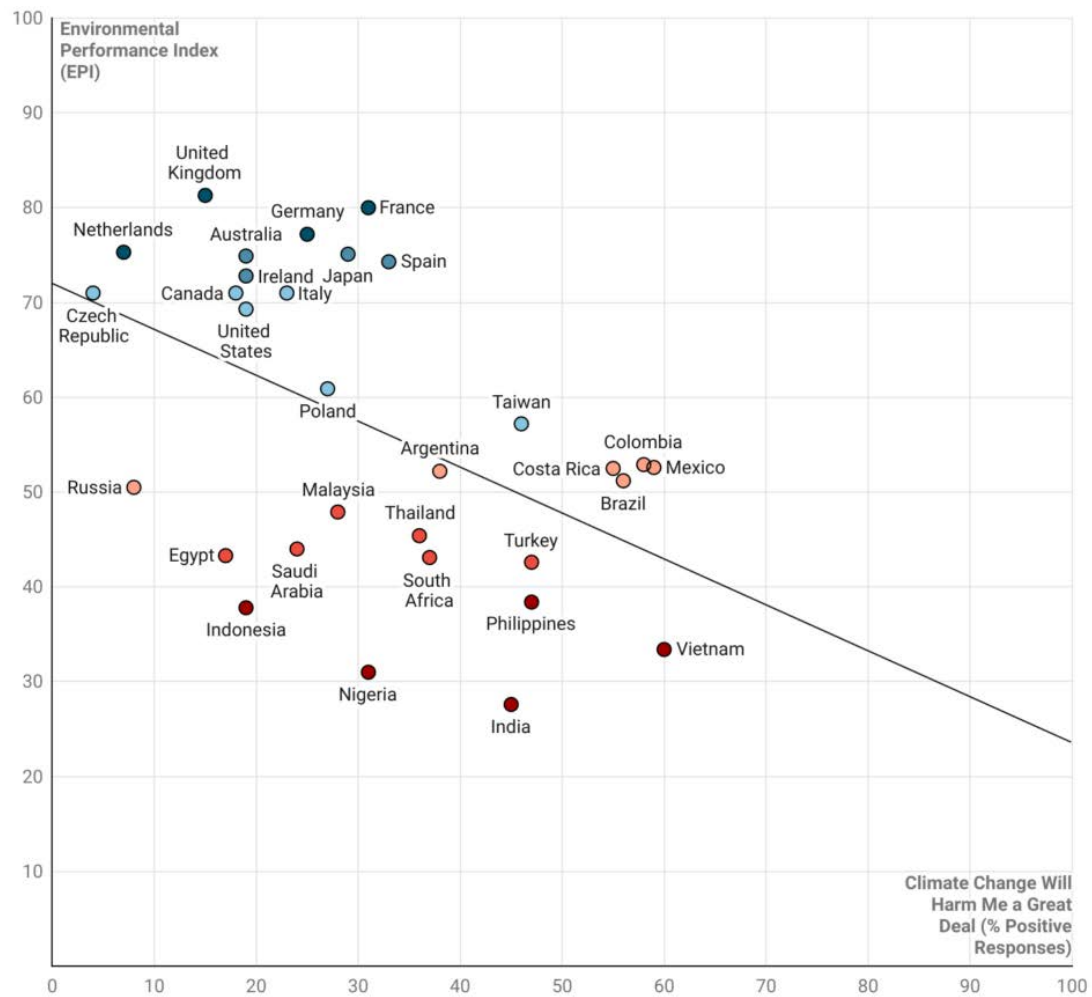


Chart: A. Fortgang • Source: Yale Program on Climate Change Communication • Created with Datawrapper

Εικόνα 2:

Διεθνής Δημόσια Γνώμη για την Έκθεση για την Κλιματική Αλλαγή 2021 έναντι του Κέντρου Yale για το Περιβαλλοντικό Δίκαιο και την Πολιτική - Περιβαλλοντικός Δείκτης Επιδόσεων 2020 (Fortgang, 2021).

Εντός των 14 μπλε, υψηλών χωρών EPI (εκτός MAPA):

Κατά μέσο όρο, το 57% των ερωτηθέντων αναμένει ότι η κλιματική κρίση θα έχει αντίκτυπο, το οποίο θα τους επηρεάσει σε προσωπικό επίπεδο, είτε σε σημαντικό βαθμό, είτε μέτρια, ενώ μόνο το 22% των ατόμων αναμένει ότι η κλιματική κρίση θα έχει σημαντικό αντίκτυπο σε αυτούς (Fortgang, 2021).

Στις 17 «βυσσινί», χαμηλές χώρες και εδάφη EPI (MAPA):

Περίπου το 65% των συμμετεχόντων στην έρευνα αναμένει ότι η κλιματική κρίση θα έχει προσωπικό αντίκτυπο σε αυτούς, είτε σε σημαντικό βαθμό είτε σε μέτριο. Αυτή είναι μια απόκλιση 8% από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων που δεν ανήκουν στην περιοχή που ορίζεται ως MAPA (Fortgang, 2021).

Κατά μέσο όρο το 39% των ατόμων αναμένει ότι η κλιματική κρίση θα έχει σημαντικό αντίκτυπο σε αυτά.

Στις 16 χώρες και εδάφη που υφίστανται τη μεγαλύτερη βλάβη (Εικόνα 2), 12 στις 16, ή 75%, είναι MAPA, ενώ μόνο 5 στις 13, ή 38%, αφορούν χώρες οι οποίες αναμένεται να μην επηρεαστούν σημαντικά από την κλιματική κρίση και τις επιπτώσεις της. Οι επτά κορυφαίες χώρες και εδάφη που αναμένουν σημαντικές αρνητικές συνέπειες ως αποτέλεσμα της κλιματικής κρίσης ανήκουν όλες στις χώρες που χαρακτηρίζονται ως MAPA (Fortgang, 2021).

Τα αποτελέσματα της έρευνας YPCCC/FB δείχνουν ότι τα άτομα στις περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο φαίνεται να κατανοούν ότι είναι πιο ευαίσθητα στις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης. Ωστόσο, οι ερωτηθέντες στα εύπορα έθνη του Παγκόσμιου Βορρά είναι λιγότερο διατεθειμένοι να εκφράσουν ανησυχία σχετικά με τις πιθανές συνέπειες. Αυτή η νοοτροπία έχει τη δυνατότητα να είναι επιζήμια, καθώς η κοινή γνώμη επηρεάζει συχνά την πολιτική (Fortgang, 2021). Εάν ένας μικρότερος αριθμός ατόμων σε πλουσιότερες χώρες πιστεύει ότι η κλιματική αλλαγή θα τους βλάψει προσωπικά, ενδέχεται να υπάρξει μικρότερη πίεση στις χώρες αυτές να εφαρμόσουν νομοθεσία για να επενδύσουν στην κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, τα στοιχεία του EPI δείχνουν ότι αυτό δεν συμβαίνει. Η Δανία και άλλες ευρωπαϊκές χώρες έχουν αναγνωριστεί ως ηγέτες στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της δράσης για το κλίμα, αν και πρόκειται για οικονομικά εύρωστες χώρες.

Δυστυχώς, πολλές χώρες που αναμένουν σημαντικές απώλειες από την κλιματική αλλαγή διαθέτουν επίσης λιγότερους πόρους για την αντιμετώπισή της. Οι πόροι που διαθέτει μια χώρα και οι απόψεις των πολιτών της είναι πιθανό να επηρεάσουν τον βαθμό δράσης που αναλαμβάνει για το κλίμα. Η παγκόσμια κοινότητα πρέπει να συνεργαστεί για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Οι χώρες MAPA έχουν δημόσια υποστήριξη για δράση, αλλά χρειάζονται οικονομική και τεχνική βοήθεια για να επενδύσουν στην προσαρμογή και τον μετριασμό του κλίματος. Η παγκόσμια κλιματική δικαιοσύνη γίνεται ολοένα και πιο κρίσιμη καθώς η υπερθέρμανση του πλανήτη γίνεται πιο σοβαρή και τα εύπορα έθνη συνεχίζουν να

εφαρμόζουν περισσότερα μέτρα. Προκειμένου να επιτευχθεί η κλιματική δικαιοσύνη, είναι επιτακτική ανάγκη να υποστηριχθούν τα έθνη που κινδυνεύουν περισσότερο (Fortgang, 2021).

2.3 Συνέπειες της κλιματικής κρίσης

Η κλιματική κρίση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας και την αύξηση της συχνότητας των ακραίων υψηλών θερμοκρασιών, συμπεριλαμβανομένων των περιόδων καύσωνα. Αυξημένη θνησιμότητα, μειωμένη παραγωγικότητα και ζημιές στις υποδομές αναμένεται να προκύψουν από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον, αναμένεται ότι η γεωγραφική κατανομή των κλιματικών ζωνών να αλλάξει ως αποτέλεσμα των αυξημένων θερμοκρασιών (Lindsey & Dahlman, 2022). Η κατανομή και η αφθονία πολυάριθμων φυτικών και ζωικών ειδών επηρεάζονται από αυτές τις αλλαγές, ενώ πολλά είδη βρίσκονται ήδη υπό πίεση λόγω της απώλειας οικοτόπων και της ρύπανσης (Doney et al., 2020).

Η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να επηρεάσει τη συμπεριφορά αλλά και τον κύκλο ζωής ζώων και φυτών. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε υψηλότερο επιπολασμό συγκεκριμένων ανθρώπινων ασθενειών και αύξηση του αριθμού των χοροκατακτητικών ειδών και παρασίτων. Στο μεσοδιάστημα, η βιωσιμότητα και οι αποδόσεις της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, καθώς και η ικανότητα των οικοσυστημάτων να παρέχουν βασικές υπηρεσίες και αγαθά, όπως η παροχή καθαρού πόσιμου νερού ενδέχεται να τεθούν σε κίνδυνο. Επιπρόσθετα, η αύξηση της θερμοκρασίας συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο σοβαρής ξηρασίας, λόγω απουσίας βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων (Doney et al., 2020).

Η Ευρώπη ενδέχεται να αντιμετωπίσει μείωση της συχνότητας των ακραίων χαμηλών θερμοκρασιών, όπως οι ημέρες παγετού και οι ψυχρές περίοδοι. Ωστόσο, η προβλεψιμότητα των γεγονότων και, κατά συνέπεια, η ικανότητα αποτελεσματικής ανταπόκρισης επηρεάζονται από την υπερθέρμανση του πλανήτη (Lindsey & Dahlman, 2022).

Πολλές ευρωπαϊκές περιοχές αντιμετωπίζουν ήδη πιο συχνές, σοβαρές και μακροχρόνιες ξηρασίες ως αποτέλεσμα των υψηλών θερμοκρασιών. Η ξηρασία, μια παροδική και άτυπη έλλειψη διαθεσιμότητας νερού που είναι αποτέλεσμα ενός συνδυασμού υπερβολικής εξάτμισης και ανεπαρκούς βροχόπτωσης, και προκαλείται από υψηλές θερμοκρασίες, αναμένεται να πλήξει ολοένα και περισσότερες περιοχές (Thomas et al., 2013). Καθώς, η εξάτμιση αυξάνεται, οι παγετώνες λιώνουν, η στάθμη

της θάλασσας ανεβαίνει και οι βροχοπτώσεις μεταβάλλονται όσον αφορά τη συχνότητα αλλά και την ποσότητα ύδατος, ενώ το κλίμα θερμαίνεται. Η διαθεσιμότητα καθαρού πόσιμου νερού επηρεάζεται από όλους τους παραπάνω παράγοντες (Swain et al., 2020).

Η ποιότητα του νερού αναμένεται να επηρεαστεί ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας του νερού και της εμφάνισης συχνότερων και έντονων ξηρασιών. Το θέμα της λειψυδρίας, που προκαλείται από την ανθρώπινη δραστηριότητα και την εξάντληση των υδάτινων πόρων, θα επιδεινωθεί από την ανάπτυξη τοξικών φυκών και βακτηρίων υπό τις νέες συνθήκες (Pech et al., 2017).

Η ποιότητα και η ποσότητα του διαθέσιμου γλυκού νερού είναι επίσης πιθανό να επηρεαστεί από αιφνίδιες ακραίες βροχοπτώσεις, καθώς νερό από καταιγίδες μπορεί να επιτρέψει στα ακαθάριστα λύματα να εισέλθουν στα επιφανειακά ύδατα. Οι Άλπεις, πηγή του 40% του πόσιμου νερού της Ευρώπης καθώς και η πλειονότητα των ποταμών της Ευρώπης που πηγάζουν από ορεινές περιοχές, αναμένεται να επηρεαστούν αρνητικά. Ωστόσο, παροδικές ελλείψεις νερού μπορεί να εμφανιστούν σε όλη την Ευρώπη ως αποτέλεσμα των αλλαγών στη δυναμική του χιονιού και των παγετώνων, καθώς και των μορφών βροχοπτώσεων (Swain et al., 2020).

Οι υποδομές μεταφορών, η γεωργία, η δασοκομία, το νερό και η βιοποικιλότητα είναι μεταξύ των πολυάριθμων συνεπειών της ξηρασίας. Η ξηρασία εμποδίζει την ανάπτυξη δέντρων και καλλιεργειών, αυξάνει τις επιθέσεις παρασίτων, μειώνει τα επίπεδα των υδάτων στα ποτάμια και τα υπόγεια ύδατα και επιδεινώνει τις πυρκαγιές (Lindsey & Dahlman, 2022). Οι τομείς της γεωργίας, της ενέργειας και της δημόσιας ύδρευσης αποτελούν την πλειοψηφία των περίπου 9 δισεκατομμυρίων ευρώ ετήσιων απωλειών που προκύπτουν από την ξηρασία στην Ευρώπη. Η συχνότητα των ακραίων ξηρασιών στην Ευρώπη αυξάνεται και η έκταση των επιπτώσεών τους αυξάνεται επίσης (Rousi et al., 2022).

Οι περιοχές της Μεσογείου και του Ατλαντικού αναμένεται να αντιμετωπίσουν τις πιο σοβαρές συνέπειες. Στις περιοχές αυτές η ξηρασία αναμένεται να εμφανίζεται με διπλάσια συχνότητα ενώ οι απόλυτες ετήσιες απώλειες στην Ευρώπη αναμένεται να προσεγγίσουν τα 40 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως, ως αποτέλεσμα της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 3°C (Doney et al., 2020). Η διάρκεια και η βαρύτητα της περιόδου των πυρκαγιών θα επιδεινωθεί, ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου, από την εμφάνιση συχνότερων και έντονων περιόδων ξηρασίας. Η περιοχή που κινδυνεύει από τις πυρκαγιές επεκτείνεται επίσης ως αποτέλεσμα της κλιματικής

αλλαγής. Οι περιοχές που δεν είναι επί του παρόντος επιρρεπείς σε πυρκαγιές ενδέχεται να εξελιχθούν σε ζώνες κινδύνου (Hekmatzadeh et al., 2020).

Από την άλλη πλευρά αναμένεται ότι οι βροχοπτώσεις θα αυξηθούν σε πολλές περιοχές ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Οι πλημμύρες είναι η πρωταρχική συνέπεια της παρατεταμένης βροχόπτωσης, ενώ προκαλούνται και από ακραίες βροχοπτώσεις σύντομης διάρκειας. Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, οι πλημμύρες ποταμών ήταν μια συχνή φυσική καταστροφή στην Ευρώπη, με αποτέλεσμα ανθρώπινες απώλειες αλλά και σοβαρές υλικές ζημιές. Η συχνότητα των πλημμυρών στην Ευρώπη αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής (Thomas et al., 2013). Οι αιφνίδιες πλημμύρες αναμένεται να πλήξουν ολοένα και περισσότερες περιοχές στην Ευρώπη ως αποτέλεσμα της αύξησης της συχνότητας αλλά και της αύξησης της θερμοκρασίας, η οποία αναμένεται να οδηγήσει σε μεγαλύτερη συχνότητα και ένταση ισχυρών βροχοπτώσεων. Σε ορισμένες περιοχές, ο βραχυπρόθεσμος κίνδυνος πλημμυρών στις αρχές της άνοιξης μπορεί να μειωθεί λόγω μειωμένων χιονοπτώσεων το χειμώνα. Ωστόσο, οι μεσοπρόθεσμες επιπτώσεις μπορεί να αντισταθμιστούν από τον αυξημένο κίνδυνο αιφνίδιων πλημμυρών σε ορεινές περιοχές, οι οποίες θα μπορούσαν να επιβαρύνουν υπερβολικά το ποτάμιο σύστημα (Lindsey & Dahlman, 2022).

Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, η στάθμη της θάλασσας αυξήθηκε. Η κύρια αιτία της αύξησης είναι η θερμική διαστολή των ωκεανών ως αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Ωστόσο, η αποστράγγιση του πάγου από τους παγετώνες και το στρώμα πάγου της Ανταρκτικής είναι επίσης ένας παράγοντας. Αναμένεται ότι η Ευρώπη θα παρουσιάσει άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 60 έως 80 cm έως το τέλος του αιώνα, με τον ρυθμό τήξης του στρώματος πάγου της Ανταρκτικής να είναι ο πρωταρχικός παράγοντας (Doney et al., 2020). Περίπου το ένα τρίτο του πληθυσμού χωρών της Ευρώπης κατοικεί σε απόσταση 50 χιλιομέτρων από τις ακτές και οι περιοχές αυτές συνεισφέρουν περισσότερο από το 30% του συνολικού ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ πρόκειται για περιοχές που αναμένεται να πλήττονται με μεγάλη συχνότητα (Doney et al., 2020).

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, σε συνδυασμό με άλλες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, θα αυξήσει την πιθανότητα διάβρωσης, ενώ τα πλημμυρικά φαινόμενα θα ενταθούν στις παράκτιες περιοχές, οι οποίες θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, τις επιχειρήσεις, τις υποδομές και τους κατοίκους αυτών των περιοχών (Swain et al., 2020).

Επιπρόσθετα, αναμένεται ότι η ποσότητα του γλυκού νερού που είναι διαθέσιμο θα μειωθεί ως αποτέλεσμα της αύξησης της στάθμης της θάλασσας, καθώς το θαλασσινό νερό εισέρχεται περαιτέρω στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες. Αυτό αναμένεται επίσης να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση της διείσδυσης αλμυρού νερού σε γλυκά υδάτινα σώματα, με αποτέλεσμα την έλλειψη νερού για τη γεωργία και την κτηνοτροφία (Swain et al., 2020).

Τέλος, πολλά είδη φυτών και ζώων αντιμετωπίζουν δυσκολίες προσαρμογής στον ταχύ ρυθμό της κλιματικής αλλαγής. Είναι προφανές ότι η βιοποικιλότητα προσαρμόζεται ήδη στην κλιματική αλλαγή. Οι αλλαγές στη συμπεριφορά και στον κύκλο ζωής των ζωικών και φυτικών ειδών, η αφθονία και η κατανομή των ειδών, η σύνθεση της κοινότητας, η δομή των οικοτόπων και οι διαδικασίες του οικοσυστήματος περιλαμβάνονται στις άμεσες επιπτώσεις. Στις έμμεσες επιπτώσεις περιλαμβάνονται επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα, οι οποίες συμβαίνουν επίσης ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, η οποία επηρεάζει τη χρήση της γης και άλλων πόρων. Το μέγεθος, το εύρος και η ταχύτητα αυτών των γεγονότων μπορεί να τα καταστήσουν πιο επιζήμια από τις άμεσες επιπτώσεις (Pech et al., 2017). Οι έμμεσες συνέπειες περιλαμβάνουν εξάπλωση χωροκατακτητικών ειδών, ρύπανση του αέρα, του νερού και των ιζημάτων, κατακερματισμός και απώλεια οικοτόπων και υπερεκμετάλλευση. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα μειώσουν περαιτέρω την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή και την ικανότητά τους να παρέχουν βασικές υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένης της ρύθμισης του κλίματος, της παροχής τροφίμων, του καθαρισμού του αέρα και του νερού και της πρόληψης πλημμυρών ή διάβρωσης (Pech et al., 2017).

2.4 Τρόποι μετριασμού και προσαρμογής στην κλιματική κρίση

Οι τρόποι μετριασμού της κλιματικής κρίσης περιλαμβάνουν ένα σύνολο μέτρων που αποσκοπούν στη μείωση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις δεν αναμένεται να μειωθούν άμεσα. Η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή έχει αναγνωρίσει τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η εκπαίδευση στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής από το 1992 και στη συνέχεια. Αυτό τονίστηκε περαιτέρω από τη Διακήρυξη της Βόννης και άλλα σχετικά έγγραφα, ενώ οι τρόποι αντιμετώπισης και ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής προωθείται μέσα από τις προσπάθειες πολυάριθμων διεθνών

οργανισμών. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η τεχνική και οικονομική υποστήριξη είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των αλλαγών που αναμένεται να επιφέρει η ταχεία μεταβολή του κλίματος. Το κλίμα, καθώς και οι ευρύτερες συμπεριφορικές, πολιτισμικές και ιδεολογικές αλλαγές, είναι ιδιαίτερα κρίσιμες (Carrico et al., 2015).

Υπό αυτό το πρίσμα, η πιο αποτελεσματική προσέγγιση για την αντιμετώπιση των κλιματικών ζητημάτων, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της προσαρμογής και του μετριασμού, είναι η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης σχετικά με την κλιματική κρίση και τις επιπτώσεις αυτής, στα εκπαιδευτικά συστήματα, τόσο επίσημα όσο και άτυπα (Mochizuki & Bryan, 2015). Προκειμένου να προωθηθεί η βιωσιμότητα, η εκπαίδευση οφείλει να ενσωματώσει στρατηγικές και μεθόδους μέσα από τις οποίες οι μαθητές και αυριανοί πολίτες, θα αποκτήσουν γνώση σχετικά με την προστασία και τον μετριασμό αλλά και τους τρόπους προστασίας από τις δυσμενείς επιπτώσεις, όπως η αύξηση της θερμοκρασίας, η διεύρυνση των περιόδων καύσωνα, το ενδεχόμενο πλημμυρών, οι ακραίες βροχοπτώσεις, κ.α.. Ούτως ή άλλως, σκοπός του εκπαιδευτικού συστήματος είναι η ανατροφή υπεύθυνων πολιτών και συνειδητοποιημένων καταναλωτών που πρέπει να απομακρυνθούν από καταναλωτικά πρότυπα, που επιβλήθηκαν στο πλαίσιο του «δυτικού» τρόπου ζωής, πρότυπα τα οποία υιοθετήθηκαν πριν αρκετές δεκαετίες και έχουν ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με προϊόντα άνθρακα (Anderson, 2012). Επιπλέον, η εκπαίδευση συνιστά ένα κρίσιμο στοιχείο της προσαρμοστικής ικανότητας, εκτός από την κρίσιμη λειτουργία της στην αλλαγή της ατομικής συμπεριφοράς, για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητο να συμπεριλάβει στόχους μετριασμού της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης (Wouterse et al., 2022). Η εκπαίδευση ενισχύει τη γενική ικανότητα προσαρμογής μειώνοντας την ευαλωτότητα και αυξάνοντας την ανθεκτικότητα παρέχοντας στα άτομα τις απαραίτητες δεξιότητες για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με την προσαρμογή των ατόμων, των κοινωνικών και οικονομικών συστημάτων, καθώς και παρέχοντας γνώσεις για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων κλιματικών κρίσεων (Anderson, 2012). Επιπλέον, το πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα της εκπαίδευσης συμβάλλει στην ανάπτυξη λύσεων για την κλιματική κρίση, την οποία ακόμα και τα ισχυρότερα κράτη αδυνατούν να αντιμετωπίσουν. Η επίδραση του πολλαπλασιαστή της εκπαίδευσης υποδηλώνει ότι τα νοικοκυριά και οι κοινότητες μπορούν επίσης να επωφεληθούν από την περιβαλλοντική παιδεία και την κλιματική και περιβαλλοντική ικανότητα. Η εκπαίδευση, επομένως, δημιουργεί μια άπειρη προσφορά τοπικών δυνατοτήτων και λύσεων, καθώς οι πληροφορίες και η γνώση που αποκτούν τα άτομα σχετικά με τον

μετριασμό και την προσαρμογή της κλιματικής αλλαγής μπορούν να διαδοθούν σε έναν ευρύτερο πληθυσμό καθώς και στις επόμενες γενιές (Mochizuki & Bryan, 2015).

Οι μετασχηματισμοί σε διάφορα επίπεδα, τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο, χρησιμεύουν ως το θεμέλιο για την εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή. Κατά συνέπεια, η κύρια έμφαση δίνεται στον ρόλο των προσωπικών και συλλογικών ενεργειών στην αντιμετώπιση κλιματικών ζητημάτων, που κυμαίνονται από πολιτιστικές και ιδεολογικές προσαρμογές έως αλλαγές συμπεριφοράς. Τα άτομα μπορούν να εφοδιαστούν με τις γνώσεις, τις δεξιότητες και την αίσθηση του επείγοντος που απαιτούνται για να αναλάβουν δράση και να δημιουργήσουν θετικό αντίκτυπο στις κοινότητές τους και τις κοινωνίες τους μέσω της εκπαίδευσης για την κλιματική αλλαγή (Mochizuki & Bryan, 2015). Οι δράσεις σε ατομικό επίπεδο περιλαμβάνουν την υιοθέτηση βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον συνηθειών και καταναλωτικών προτύπων, όπως η χρήση ενεργειακά αποδοτικών οικιακών συσκευών, η χρήση δημόσιων συγκοινωνιών, η ανακύκλωση προϊόντων. Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών αυτής περιλαμβάνει πολυδιάστατη συνεργασία σε συλλογικό επίπεδο για να διασφαλιστεί ότι οι παραγωγοί, οι καταναλωτές και οι κυβερνήσεις αναλαμβάνουν μεγαλύτερο βαθμό ευθύνης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Allcott & Mullainathan, 2010).

Η απλή κατοχή περιβαλλοντικής γνώσης και επίγνωσης δεν οδηγεί εγγενώς σε φιλοπεριβαλλοντική συμπεριφορά. Πρέπει επίσης να ληφθούν αποφάσεις, κατά των δημοσιεύσεων, των κριτικών και της άσκησης πίεσης με γνώμονα τα κέρδη που αμφισβητούν την κλιματική αλλαγή, καθώς και τις ψευδείς ειδήσεις και την παραπληροφόρηση των μέσων ενημέρωσης. Προκειμένου να ενθαρρυνθεί η αλλαγή συμπεριφοράς, είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν εννοιολογικές αλλαγές στον τομέα της εκπαίδευσης για την κλιματική αλλαγή. Η εκπαίδευση για την αλλαγή του κλίματος θα πρέπει να προχωρήσει πέρα από την αποκλειστική εστίαση στη γνωστική και επιστημονική γνώση και να εμπλέκει τους μαθητές στη συναισθηματική πτυχή του ζητήματος (Brownlee et al., 2013; Trott, 2022).

Η εκπαίδευση για την αλλαγή του κλίματος θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις τρέχουσες πεποιθήσεις και προοπτικές του πληθυσμού-στόχου, προκειμένου να δημιουργηθούν συναισθηματικές συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών εμπειριών και πληροφοριών σχετικά με την κλιματική αλλαγή, υποκινώντας έτσι την αλλαγή συμπεριφοράς που προκαλείται από τις επιπτώσεις, αντί να περιορίζεται σε αυτά που ήδη τα άτομα γνωρίζουν ή αγνοούν (Thaler, 2018).

Κεφάλαιο 3: Φυσικές Καταστροφές

3.1 Είδη φυσικών καταστροφών

Ο όρος «φυσική καταστροφή» αναφέρεται στο αποτέλεσμα ενός φυσικού φαινομένου, στο οποίο δεν υφίσταται ανθρώπινη παρέμβαση. Στις φυσικές καταστροφές περιλαμβάνονται οι ανεμοστρόβιλοι, οι τυφώνες, οι πλημμύρες, οι δασικές πυρκαγιές, η ξηρασία, οι σεισμοί, οι ηφαιστειακές εκρήξεις και τα τσουνάμι.

Οι ανεμοστρόβιλοι προηγούνται έντονων καταιγίδων που εκδηλώνονται ως σύννεφα σε σχήμα χοάνης που περιστρέφονται. Βίαιοι άνεμοι, 30 μιλίων/ώρα έως 70 μιλίων/ώρα, οδηγούν σε έντονες καταιγίδες. Οι ανεμοστρόβιλοι στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν συνήθως διάμετρο 500 πόδια και ταξιδεύουν στο έδαφος για πέντε μίλια, εκπέμποντας ένα εκκωφαντικό βρυχηθμό. Οι ανεμοστρόβιλοι και οι ισχυροί κυκλώνες, από τους οποίους δημιουργούνται, αποτελούν απειλή για όλα τα κράτη. Αυτοί οι ίδιοι καταστροφικοί κυκλώνες, πέραν των ισχυρών ανέμων, έχουν επίσης ως αποτέλεσμα πλημμύρες και κεραυνούς (Bankoff et al., 2003).

Οι ανεμοστρόβιλοι μπορούν να εκδηλωθούν αιφνίδια και χωρίς προειδοποίηση. Έτσι, όσοι βρίσκονται στην πληγείσα περιοχή ενδέχεται να μην έχουν τη δυνατότητα αναζήτησης καταφυγίου. Είναι σύνηθες για τα άτομα να βιώνουν συναισθηματική δυσφορία λόγω της απρόβλεπτης φύσης των σοβαρών κυκλώνων και ανεμοστρόβιλων (Bankoff et al., 2003).

Εκτός από τους ανεμοστρόβιλους, φυσικές καταστροφές προκαλούνται και από τυφώνες. Οι τυφώνες είναι τροπικοί κυκλώνες που πλήττουν τον νότιο Ατλαντικό Ωκεανό, την Καραϊβική Θάλασσα, τον Κόλπο του Μεξικού και τον Ανατολικό Ειρηνικό Ωκεανό. Κάθε χρόνο, οι τυφώνες έχουν αντίκτυπο σε εκατομμύρια άτομα που κατοικούν κατά μήκος των ακτών του Ατλαντικού και του Κόλπου του Μεξικού. Σφοδρές καιρικές συνθήκες, όπως κυκλώνες, πλημμύρες και ισχυροί άνεμοι, μπορεί επίσης να εμφανιστούν σε ορισμένες περιοχές των Νοτιοδυτικών Ηνωμένων Πολιτειών και της ακτής του Ειρηνικού κατά τη διάρκεια τυφώνων (Gould et al., 2016).

Οι πλημμύρες είναι από τους πιο διαδεδομένους κινδύνους που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα επί του παρόντος και στο μέλλον, ενώ πρόκειται για το αποτέλεσμα ποικίλων γεγονότων, όπως τυφώνες, τροπικοί κυκλώνες, καιρικά συστήματα με έντονες βροχοπτώσεις, φράγματα ή αναχώματα, τα οποία δεν έχουν κατασκευαστεί σωστά. Οι πλημμύρες μπορεί να συμβούν σε οποιαδήποτε τοποθεσία

και μπορεί να διαφέρουν ως προς το μέγεθος και τη διάρκεια, αν και οι παράκτιες περιοχές χαρακτηρίζονται ως περιοχές με μεγαλύτερη ευαισθησία (Gould et al., 2016). Η έκταση της φυσικής καταστροφής που προκαλείται από μια πλημμύρα είναι απρόβλεπτη. Ολοένα και πιο συχνά, άνθρωποι και κοινότητες βιώνουν απώλειες από καταστροφικές πλημμύρες, οι οποίες παρασέρνουν τα πάντα στην πορεία τους. Ως αποτέλεσμα, καταγράφονται απώλειες σε ανθρώπινες ζωές αλλά και σοβαρές ζημιές σε οικίες, κτίρια, υποδομές, οδικά δίκτυα (Gould et al., 2016).

Στις φυσικές καταστροφές εντάσσονται και οι πυρκαγιές, οι οποίες δύνανται να ξεκινήσουν από κεραυνούς, ατυχήματα ή εμπρησμούς. Η φωτιά σε δασικές εκτάσεις είναι ιδιαίτερα καταστροφικές, ενώ πέραν της καταστροφής των δασικών εκτάσεων, προκαλούνται ζημιές σε αγροτικές περιοχές καθώς και σε αστικές περιοχές, αφού η πυρκαγιά επεκτείνεται και σε περιπτώσεις ισχυρών ανέμων τίθεται εκτός ελέγχου (DeWeerd, 2020).

Η ξηρασία είναι ένα επαναλαμβανόμενο μετεωρολογικό φαινόμενο που μπορεί να διαφέρει σε ένταση και διάρκεια ανάλογα με την περιοχή ακόμα και την τοποθεσία μέσα σε ένα κράτος. Η ξηρασία χαρακτηρίζεται από μια παρατεταμένη περίοδο βροχόπτωσης κάτω του μέσου όρου, συνήθως μια εποχή ή περισσότερο. Άλλες πιθανές αιτίες ξηρασίας περιλαμβάνουν τον προγραμματισμό των βροχοπτώσεων σε σχέση με την ανάπτυξη των καλλιεργειών ή την καθυστέρηση της περιόδου των βροχών (Brando et al., 2019).

Στα παραπάνω πρέπει να προστεθεί και ο σεισμός. Οι σεισμοί είναι το αποτέλεσμα της κίνησης των τεκτονικών πλακών και συμβαίνουν σε συγκεκριμένες «σεισμικές ζώνες», περιοχές που βρίσκονται μεταξύ δύο τεκτονικών πλακών. Οι σεισμοί μπορούν να συμβούν οποιαδήποτε εποχή του χρόνου και χωρίς προηγούμενη ειδοποίηση, ενώ το αν θα είναι καταστροφικοί ή όχι, εξαρτάται από το μέγεθός τους και την ετοιμότητα των υποδομών του εκάστοτε κράτους. Έτσι, η Ιαπωνία, χώρα που καταγράφονται σεισμοί ιδιαίτερα μεγάλης έντασης, έχει επενδύσει σε υποδομές, οι οποίες εμφανίζουν ανθεκτικότητα στις μεγάλης έντασης σεισμικές δονήσεις που καταγράφονται. Ωστόσο, σεισμοί μεγάλης έντασης ευθύνονται για μεγάλες καταστροφές σε κτίρια και υποδομές, ενώ σε πολλές περιπτώσεις καταγράφονται ανθρώπινα θύματα (Pappas & Means, 2022).

Ένα τσουνάμι, γνωστό και ως σεισμικό κύμα της θάλασσας ή παλιρροϊκό κύμα, είναι μια ακολουθία κυμάτων σε ένα υδάτινο σώμα που παράγονται από τη μετατόπιση ενός σημαντικού όγκου νερού, συνήθως σε έναν ωκεανό ή μια μεγάλη λίμνη. Τα

τσουνάμι μπορεί να προκληθούν από υποθαλάσσιους σεισμούς, όπως το τσουνάμι της Boxing Day του 2004, κατολισθήσεις, όπως το γεγονός του 1958 στον κόλπο Lituya, στην Αλάσκα, ή ηφαιστειακές εκρήξεις, όπως η έκρηξη που πραγματοποιήθηκε στη Σαντορίνη. Ένα τσουνάμι σημειώθηκε κοντά στη Φουκουσίμα της Ιαπωνίας στις 11 Μαρτίου 2011 και εξαπλώθηκε σε όλο τον Ειρηνικό Ωκεανό (Pappas & Means, 2022)..

Τα ηφαίστεια μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένη καταστροφή και επακόλουθη καταστροφή. Η ίδια η ηφαιστειακή έκρηξη είναι ένας πιθανός κίνδυνος, καθώς η δύναμη της έκρηξης και η πτώση βράχων, που συνοδεύει την έκρηξη, ενδέχεται να προκαλέσουν σοβαρές απώλειες. Η λάβα μπορεί επίσης να εκκενωθεί κατά τη διάρκεια της έκρηξης ενός ηφαιστείου. Η υπερβολική ζέστη που παράγεται μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή κτιρίων, βλάστησης, απώλεια ζώων και ανθρώπινων ζώων. Επιπλέον, η ηφαιστειακή τέφρα μπορεί να συγκεντρωθεί σε πυκνές συγκεντρώσεις στην περιοχή μετά από ψύξη, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός νέφους. Αυτό παράγει ένα υλικό, το οποίο ομοιάζει με σκυρόδεμα όταν συνδυάζεται με νερό. Σε περίπτωση εισπνοής, ακόμη και ελάχιστης ποσότητας αυτής της ουσίας ενδέχεται να προκληθούν βλάβες στον άνθρωπο αλλά και στα ζώα. Η σύσταση της τέφρας είναι παρόμοια με αυτή του εσφυρισμένου γυαλιού και η εισπνοή της έχει ως αποτέλεσμα ρήξη των πνευμόνων και του λαιμού. Οι κινούμενες συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των κινητήρων, μπορεί επίσης να υποστούν ζημιά από τριβή ως αποτέλεσμα ηφαιστειακής τέφρας (Pappas & Means, 2022). Οι πυροκλαστικές ροές είναι η κύρια αιτία ανθρώπινων θανάτων σε άμεση γειτνίαση με ηφαιστειακή έκρηξη. Αυτές οι ροές χαρακτηρίζονται από ένα σύννεφο θερμαινόμενης τέφρας που συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα πάνω από το ηφαίστειο και κατεβαίνει στις πλαγιές όταν η έκρηξη δεν είναι σε θέση να συντηρήσει την ανύψωση αερίων. Η Πομπηία φέρεται να καταστράφηκε από πυροκλαστική ροή. Το «lahar» είναι η κατολίσθηση ηφαιστειακής λάσπης. Η καταστροφή του Tangiwai του 1953 και η τραγωδία Armero το 1985, που οδήγησε στην ταφή της πόλης Armero και στο θάνατο περίπου 23.000 ατόμων, συνέβησαν υπό αυτές τις συνθήκες (Pappas & Means, 2022).

Τα υπερηφαίστεια είναι ηφαίστεια που ταξινομούνται ως 8 στον Δείκτη Ηφαιστειακής Εκρηκτικότητας, λαμβάνουν δηλαδή τη μέγιστη βαθμολογία. Η θεωρία της καταστροφής Toba υποθέτει ότι μια υπερηφαιστειακή έκρηξη στη λίμνη Toba στη Σουμάτρα συνέβη μεταξύ 75.000 και 80.000 ετών, με αποτέλεσμα τη μείωση του ανθρώπινου πληθυσμού σε 10.000 ή και 1.000 αναπαραγωγικά ζεύγη. Αυτό το γεγονός δημιούργησε ένα εμπόδιο στην ανθρώπινη εξέλιξη και σκότωσε τα τρία τέταρτα του

συνόλου της φυτικής ζωής στο βόρειο ημισφαίριο. Ωστόσο, υπάρχει μια σημαντική διαφωνία σχετικά με την εγκυρότητα αυτής της θεωρίας (Pappas & Means, 2022). Η πρωταρχική απειλή που θέτει ένα υπερηφαίστειο είναι το τεράστιο λοφίο τέφρας, το οποίο έχει καταστροφικό παγκόσμιο αντίκτυπο στη θερμοκρασία και το κλίμα για μεγάλο χρονικό διάστημα (Pappas & Means, 2022).

3.2 Πώς οι φυσικές καταστροφές επηρεάζουν τον άνθρωπο

Οι φυσικές καταστροφές αποτελούσαν ανέκαθεν μια απειλή για τις κοινωνίες και τα συστήματα. Το 1960, καταγράφηκαν μόλις 33 φυσικές καταστροφές, ενώ το 2000 καταγράφηκαν 441, αριθμός ιδιαίτερα αυξημένος. Αρμόδιοι οργανισμοί καταγράφουν αύξηση του αριθμού των φυσικών καταστροφών, κυρίως όσον αφορά στις καταστροφικές πλημμύρες που προκαλούνται από ακραία μετεωρολογικά συστήματα (CRED/UNDRR, 2015). Η αύξηση των φαινομένων αυτών είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κλιματική κρίση. Τα τελευταία χρόνια, η ποσότητα, η ένταση και η μεταβλητότητα των κινδύνων όπως οι ημέρες ακραίων υψηλών ή χαμηλών θερμοκρασιών, η ξηρασία, οι πυρκαγιές, οι πλημμύρες και οι καταιγίδες έχουν αυξηθεί, ως αποτέλεσμα της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της κλιματικής κρίσης (Seneviratne et al., 2012). Μεταξύ 2000 και 2019, 6.681 φυσικές καταστροφές είχαν ως αποτέλεσμα 510.837 θανάτους ενώ υπολογίζεται ότι επηρεάστηκαν 3,9 δισεκατομμύρια άτομα (UN Office for Disaster Risk Reduction, 2020). Η συνεχής ευαισθησία των κοινοτήτων στους φυσικούς κινδύνους, ιδιαίτερα σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, υπογραμμίζεται από το αυξανόμενο ποσοστό θνησιμότητας που καταγράφεται στις περιοχές αυτές μετά από φυσικές καταστροφές, όπως ένας σεισμός ή έντονα καιρικά φαινόμενα. Σύμφωνα με τη Βάση Δεδομένων Ανάλυσης Επειγόντων Περιστατικών (EM-DAT), ο μέσος αριθμός θανάτων ανά καταστροφή σε χώρες χαμηλού εισοδήματος είναι περισσότερο από τρεις φορές υψηλότερος σε σχέση με τις χώρες υψηλού εισοδήματος (CRED/UNDRR, 2015). Επιπλέον, σημαντικές παρατηρήσεις προκύπτουν όταν οι χώρες χαμηλού και χαμηλότερου μεσαίου εισοδήματος συγκρίθηκαν με χώρες υψηλού και ανώτερου μεσαίου εισοδήματος. Συνολικά, οι χώρες υψηλότερου εισοδήματος βίωσαν το 56% των καταστροφών αλλά έχασαν το 32% του πληθυσμού τους, ενώ οι χώρες με χαμηλότερο εισόδημα βίωσαν το 44% των καταστροφών αλλά έχασαν το 68% του πληθυσμού τους (CRED/UNDRR, 2015).

Τα σύνολα δεδομένων καταστροφών παρέχουν συνήθως μια λεπτομερή περιγραφή του ανθρώπινου αντίκτυπου των καταστροφών, καθώς και του οικονομικού αντίκτυπου, που σχετίζεται κυρίως με υλικές ζημιές σε δημόσιο και ιδιωτικό επίπεδο. Έτσι, πέραν από τις ζημιές στα οδικά δίκτυα, τα κτήρια που στεγάζουν δημόσιες υπηρεσίες και εκπαιδευτικά ιδρύματα, οι ζημιές που καταγράφονται αφορούν και στην ιδιωτική περιουσία. Οι πιο διαδεδομένες βάσεις δεδομένων είναι η EM-DAT, η NatCatservice και η MunichRe (CRED/UNDRR, 2015). Ο ανθρώπινος αντίκτυπος των καταστροφών ποσοτικοποιείται σε διάφορες φυσικές μονάδες, όπως χαμένες ζωές, χαμένα έτη ζωής και έτη ζωής προσαρμοσμένα στην αναπηρία (DALY). Ωστόσο, οι οικονομικές ζημιές που απορρέουν από φυσικές καταστροφές ποσοτικοποιούνται με οικονομικούς όρους. Η αποτίμηση της ανθρώπινης ζωής σε χρηματικούς όρους δεν είναι εφικτή καθώς η ανθρώπινη ζωή είναι ανυπολόγιστης αξίας. Ωστόσο, οι οικονομικοί όροι έχουν ιδιαίτερη σημασία, καθώς αποτελούν ένα μέσον πίεσης και λήψης αποφάσεων σχετικά με την πρόληψη και την αναβάθμιση των υποδομών (OCHA, 2012).

Η μετατόπιση του πληθυσμού είναι μια από τις πιο άμεσες συνέπειες των φυσικών καταστροφών. Πλήθος ανθρώπων αναγκάζονται να εκκενώσουν τις κατοικίες τους και να αναζητήσουν καταφύγιο σε άλλες περιοχές λόγω φυσικών καταστροφών. Η προσβασιμότητα της υγειονομικής περίθαλψης και της εκπαίδευσης, καθώς και των προμηθειών τροφίμων και καθαρού νερού, μπορεί να διαταραχθεί από μια σημαντική εισροή προσφύγων, οι οποίοι μετακινούνται ως αποτέλεσμα απώλειας της κατοικίας τους (Bond, 1999).

Πέραν των προφανών επικείμενων κινδύνων που παρουσιάζουν οι φυσικές καταστροφές και αφορούν στην απώλεια της ανθρώπινης ζωής ή σε σοβαρούς τραυματισμούς, οι δευτερεύουσες επιπτώσεις μπορεί να είναι εξίσου επιζήμιες. Παράδειγμα δευτερογενών επιπτώσεων αποτελεί η αναπαραγωγή υδατογενών βακτηρίων και κουνουπιών που μεταφέρουν ελονοσία, η οποία διευκολύνεται από στάσιμα ύδατα που είναι αποτέλεσμα πλημμύρας. Ακόμη και μετά την παρέλευση του άμεσου κινδύνου, ο αριθμός των νεκρών μπορεί να συνεχίσει να αυξάνεται ελλείψει επείγουσας βοήθειας από διεθνείς οργανισμούς και άλλους φορείς (Fink & Redaelli, 2011).

Η ακαταλληλότητα του νερού συνδέεται και με έλλειψη τροφίμων. Τα τρόφιμα είναι συχνά σε έλλειψη μετά από φυσικές καταστροφές. Η καταστροφή των καλλιεργειών και η απώλεια γεωργικών εκτάσεων έχουν ως αποτέλεσμα την αδυναμία

πρόσβασης σε τροφή, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται χιλιάδες άνθρωποι, ανεξάρτητα από το αν η κατάσταση είναι αιφνίδια, όπως σε μια καταιγίδα, ή σταδιακή, όπως σε μια ξηρασία. Αυτό οδηγεί σε αύξηση των τιμών των τροφίμων, η οποία μειώνει την αγοραστική δύναμη των πολιτών και αυξάνει την πιθανότητα σοβαρού υποσιτισμού (CRED, 2015). Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της πείνας μετά από σεισμό, τυφώνα ή πλημμύρα μπορεί να είναι σοβαρές, με αποτέλεσμα μόνιμο τραυματισμό στην ανάπτυξη των παιδιών. Κατά τη διαδικασία ανάκαμψης από φυσικές καταστροφές, παρέχεται οικονομική βοήθεια στις αγροτικές περιοχές, προκειμένου να μετριαστούν οι απώλειες (Krin, et al., 2010).

Τα ζητήματα που προκύπτουν από μια φυσική καταστροφή είναι πιο πιθανό να έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Οι άμεσες αντιδράσεις σε φυσικές καταστροφές, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για να μετριάσουν τις επιπτώσεις της καταστροφής, είναι γνωστές στην πλειοψηφία του πληθυσμού. Προκειμένου να σταθεροποιηθεί ο πληθυσμός που επηρεάστηκε περισσότερο, απαιτείται μια ποικιλία από επείγουσες παρεμβάσεις (McLean, 2014). Ωστόσο, αναμένεται ότι οι άνθρωποι θα έρχονται αντιμέτωποι με φυσικές καταστροφές ολοένα και πιο συχνά, ως αποτέλεσμα της κλιματικής κρίσης. Η επακόλουθη φάση της ανάκαμψης αναφέρεται συχνά ως φάση ανάπλασης. Θέματα ψυχικής υγείας που προέκυψαν από το καταστροφικό γεγονός γίνονται εμφανή κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης. Η ίδια αρχή ισχύει και για τις μεταδοτικές ασθένειες (UNISDR, 2015).

Τα θέματα ψυχικής υγείας είναι από τις πιο διαδεδομένες μακροπρόθεσμες συνέπειες των φυσικών καταστροφών. Οι ζωές πολλών ατόμων μπορεί να επηρεαστούν σημαντικά από την απώλεια αγαπημένων προσώπων, κατοικιών και μέσων διαβίωσης. Αμέσως μετά από μια φυσική καταστροφή, οι άνθρωποι βιώνουν θλίψη και σοκ. Ωστόσο, οι επαγγελματίες ψυχικής υγείας είναι υποχρεωμένοι να αντιμετωπίσουν τις διαρκείς ψυχολογικές επιπτώσεις της καταστροφής όταν τα άτομα δεν είναι σε θέση να αποκαταστήσουν την αίσθηση της κανονικότητας (Benali et al., 2018).

Επιπλέον, η έρευνα δείχνει ότι η συχνότητα μόλυνσης και τοξικότητας αυξάνεται μετά από μια φυσική καταστροφή. Οι άνθρωποι με χρόνιες παθήσεις διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξουν περαιτέρω ιατρικές επιπλοκές. Στον απόηχο του τυφώνα Κατρίνα, το 14% των επισκέψεων στα τμήματα επειγόντων περιστατικών αποδόθηκε στη διαχείριση μιας χρόνιας ιατρικής πάθησης που βρισκόταν σε έξαρση μετά την καταστροφή. Το ποσοστό των ασθενών που

χρειάστηκαν άμεση εισαγωγή και επείγουσα περίθαλψη ήταν σχεδόν 30%, το οποίο είναι σημαντικά υψηλότερο από τον μέσο όρο.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι οι φυσικές καταστροφές επιφέρουν πλήθος αρνητικών επιπτώσεων, καθώς πέραν των ζημιών που καταγράφονται στις υποδομές, τη γεωργία, την κτηνοτροφία και τις ιδιωτικές περιουσίες, ευθύνονται για ανθρώπινες απώλειες, τραυματισμούς, παροδικούς ή μόνιμους, καθώς και χρόνιες ψυχολογικές και ψυχικές βλάβες. Επιπλέον, πλήθος κατοίκων αναγκάζονται να εγκαταλείψουν τον τόπο διαμονής τους, οδηγώντας σε ένα φαινόμενο «εσωτερικής» μετανάστευσης. Τα κράτη επιφορτίζονται με την εύρεση λύσεων και την κατά το μέγιστο αποκατάσταση των ζημιών. Τέλος, ολοένα και πιο συχνά οι άνθρωποι αναμένεται να έρχονται αντιμέτωποι με φυσικές καταστροφές, ως απόρροια της κλιματικής κρίσης, η οποία οδηγεί σε ακραία καιρικά φαινόμενα. Η κλιματική κρίση αποτελεί μια διαρκή πρόκληση καθώς οι αρμόδιοι καλούνται να αντιμετωπίσουν απρόβλεπτες καταστάσεις με ταχύτητα και αποτελεσματικότητα.

3.3 Κλιματική αλλαγή και πλημμύρες

Η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε μείωση των υδάτινων αποδεκτών, με αποτέλεσμα τη μείωση της αγροτικής και κτηνοτροφικής παραγωγής. Οι νέες συνθήκες θα θέσουν σε κίνδυνο την υγεία του πληθυσμού από την έλλειψη πόσιμου νερού σε περιοχές όπου το νερό είναι ήδη ελλιπές. Η κλιματική κρίση έχει επίσης ως αποτέλεσμα ακραίες πλημμύρες και ισχυρότερες βροχοπτώσεις σε άλλες περιοχές, καθώς ο θερμότερος αέρας μπορεί να περιέχει περισσότερους υδρατμούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια ζώων, την καταστροφή κατοικιών και υποδομών και τη σημαντική οικονομική επιβάρυνση των κοινωνιών (Sharma et al., 2014).

Μεταξύ 1980 και 2021, οι πλημμύρες είχαν ως αποτέλεσμα σχεδόν 5.600 θανάτους και πάνω από 250 δισεκατομμύρια ευρώ σε απώλειες στις χώρες της ΕΕ, σύμφωνα με εκτιμήσεις. Η ανάπτυξη των υδατογενών παθογόνων παραγόντων επιταχύνεται μετά από τις πλημμύρες, οι οποίες με τη σειρά τους προάγουν το ξέσπασμα και τον πολλαπλασιασμό θανατηφόρων ασθενειών λόγω των υψηλών θερμοκρασιών του νερού (Arnell & Gosling, 2016). Επιπλέον, το 75% των ατόμων που επηρεάζονται, αντιμετωπίζουν ζητήματα με την ψυχική τους υγεία, γεγονός που επιδεινώνει περαιτέρω τις δυσμενείς συνέπειες.

Ο πιθανός αντίκτυπος των πλημμυρών σε ολόκληρη την ευρωπαϊκή ήπειρο θα μπορούσε να είναι σημαντικός, δεδομένου ότι περίπου 170.000 άτομα στην Ευρώπη εκτίθενται σε κίνδυνο πλημμύρας ετησίως και ότι ο αριθμός αυτός αναμένεται να αυξηθεί σε 480.000 μέχρι το τέλος του αιώνα ως αποτέλεσμα της κλιματικής κρίσης. Ωστόσο, υπάρχουν διαθέσιμες λύσεις και η ΕΕ βοηθά τις εθνικές και τοπικές αρχές στις προσπάθειές τους να προστατεύσουν τη ζωή, την υγεία και την ευημερία των πολιτών τους εφαρμόζοντας μέτρα για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που θέτει το νερό σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα (Asadieh & Krakauer, 2017).

Οι ακραίες βροχοπτώσεις αναμένεται να γίνουν πιο έντονες στις περισσότερες περιοχές του κόσμου ως αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η συγκέντρωση των ατμοσφαιρικών υδρατμών, που οδηγούν σε βροχοπτώσεις, αναμένεται να αυξηθεί αναλογικά με τις συγκεντρώσεις κορεσμού σε ποσοστό περίπου 6–7% ανά βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας, σύμφωνα με το θερμοδυναμικό μοντέλο (Scheff & Frierson, 2012). Ωστόσο, τροποποιήσεις στην ατμοσφαιρική δυναμική, όπως η διαστολή προς τους πόλους και η δημιουργία τροπικών καταιγίδων, ενδέχεται να έχουν ως αποτέλεσμα την εντατικοποίηση των ακραίων βροχοπτώσεων. Η σχέση υγρασίας-θερμοκρασίας επηρεάζεται επίσης σημαντικά από τη διαθεσιμότητα νερού (Pfahl et al., 2017).

Οι διακυμάνσεις στην ακραία βροχόπτωση δεν είναι ομοιόμορφες στο χώρο ως αποτέλεσμα των διαφόρων αλληλεπιδρόντων παραγόντων και διαφοροποιούνται ανά περιοχή (Tabari et al., 2019). Η αυξημένη σύγκλιση της ατμοσφαιρικής υγρασίας μπορεί να επιδεινώσει τις επιπτώσεις των ακραίων βροχοπτώσεων. Ωστόσο, σε ξηρά περιβάλλοντα, η αύξηση της βροχόπτωσης μπορεί να μετριαστεί με την εξάτμιση (Held & Soden, 2006).

Η μέση ετήσια βροχόπτωση 30 ετών προσδιορίστηκε ότι επηρεάζεται από τη διαθεσιμότητα νερού. Είναι πιθανό ότι τα μέγιστα που συγκεντρώνονται στις άνυδρες και υγρές περιοχές του κόσμου θα αυξηθούν με αποτέλεσμα περιοχές που αντιμετωπίζουν ανυδρία και ξηρασία να αντιμετωπίζουν ολοένα και συχνότερα βροχοπτώσεις (Donat et al., 2016). Αναμένεται ότι η κλιματική αλλαγή θα έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στα γεγονότα καθώς θα κυριαρχήσει η κάθετη μεταφορά υγρασίας παρά η οριζόντια προσαγωγή υγρασίας (Norris et al., 2019).

Ένας θετικός ρυθμός κλιμάκωσης της ακραίας βροχόπτωσης με υψηλή θερμοκρασία το χειμώνα και ένας αρνητικός το καλοκαίρι έχει παρατηρηθεί στην Ευρώπη με χρήση πλέγματος παρατηρήσεων (Berg et al., 2009). Αυτό εγείρει το

ερώτημα εάν οι ακραίες διακυμάνσεις της βροχοπτώσης συσχετίζονται με τον εποχιακό κύκλο της διαθεσιμότητας νερού με τρόπο παρόμοιο με τη διαθεσιμότητα του περιφερειακού νερού. Η κατανόηση των συνδέσεων μεταξύ των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα ύδατα και των ακραίων γεγονότων είναι απαραίτητη, προκειμένου να διασφαλιστεί ένας μελλοντικός σχεδιασμός για την παγκόσμια αλλαγή σε διάφορα κλιματικά καθεστάτα. Θεωρείται βέβαιο ότι οι μεταβολές στις βροχοπτώσεις εντείνει την ανάγκη για βιώσιμη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη σε περιφερειακό επίπεδο (Sharma et al., 2018). Πέραν των βροχοπτώσεων, η στάθμη των υδάτων αλλά και τα επίπεδα υγρασίας εξαρτώνται από τις χιονοπτώσεις (Dankers et al., 2014).

Η βραβευμένη για το 2023 βραβείο LIFE για το κλίμα πρωτοβουλία LIFE Metro Adapt στο Μιλάνο της Ιταλίας, παρείχε στους τοπικούς φορείς κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή φυσικών λύσεων για την πρόληψη των πλημμυρών και των επιπτώσεών τους στην υγεία. Οι κατευθυντήριες γραμμές εφαρμόστηκαν άμεσα στη συγκεκριμένη περιοχή. Για παράδειγμα, ένας δημόσιος χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων μετασκευάστηκε με βιώσιμο σύστημα αποχέτευσης και αποκαταστάθηκε ένα δίκτυο καναλιών για να ενισχυθεί η ικανότητα συγκράτησης νερού (Kundzewicz et al., 2017).

Το Ρότερνταμ, μια πόλη με χαμηλό υψόμετρο στην Ολλανδία, είναι ιδιαίτερα επιρρεπής σε πλημμύρες. Μια άλλη πρωτοβουλία που χρηματοδοτείται από την ΕΕ είναι η χρήση φυσικών λύσεων για την προστασία του τοπικού πληθυσμού. Η πόλη έχει αποκαταστήσει τα ποτάμια σύνορά της, έχει δημιουργήσει παλιρροιακά πάρκα κατά μήκος στις όχθες και έχει εγκαταστήσει συστήματα αποθήκευσης βροχοπτώσεων ως μέρος της πρωτοβουλίας LIFE Urban Adapt (Taylor et al., 2012). Τα συστήματα αυτά αναμένεται να αποτρέψουν τις πλημμύρες συγκρατώντας το υπερβολικό νερό, επιτρέποντάς του να αποστραγγιστεί σταδιακά (Girvetz & Zganjar, 2014).

Στο μεταξύ, η πρωτοβουλία LIFE Dutch Dune Revival έχει αποκαταστήσει περίπου 190 εκτάρια αμμόλοφων στα νοτιοδυτικά της Ολλανδίας με τη βοήθεια της κοινοτικής χρηματοδότησης. Κατά συνέπεια, οι κάτοικοι της περιοχής μπορούν πλέον να βασίζονται σε μια φυσική άμυνα έναντι της απειλής της παράκτιας πλημμύρας, η οποία έχει επιδεινωθεί από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας (Tober et al., 2018).

Η βελτίωση των δημοτικών συστημάτων διαχείρισης νερού προστατεύει την υγεία του πληθυσμού στη Ναβάρρα της Ισπανίας, στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας LIFE NAdapta. Αρχικά, ο κίνδυνος πλημμύρας μετριάζεται με την αποκατάσταση των

συνόρων των ποταμών που έχουν υποστεί ζημιές, τη δημιουργία μηχανισμών έγκαιρης προειδοποίησης και την ενθάρρυνση των τοπικών αρχών να αναπτύξουν σχέδια αντιπλημμυρικής προστασίας (Rojas et al., 2012). Παράλληλα, η λειψυδρία θα αντιμετωπιστεί με αξιολόγηση της διαθεσιμότητας νερού στο περιφέρειας και την προσαρμογή των σχεδίων διαχείρισης της ζήτησης νερού όπως απαιτείται. Επιπλέον, για να αποτραπεί η διαρροή μολυσμένων νερών σε ποτάμια κατά τις περιόδους έντονων βροχοπτώσεων και πλημμυρών, θα αναβαθμιστούν οι τοπικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (Alferi et al., 2015).

3.4 Κλιματική κρίση, φυσικές καταστροφές και μετανάστευση

Ολοένα και περισσότεροι πολίτες αναγκάζονται να μεταναστεύσουν ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής και των φυσικών καταστροφών, εφόσον σε πολλές χώρες δεν εφαρμόζονται εναλλακτικές στρατηγικές μετριασμού και αναγκάζονται να μετεγκατασταθούν λόγω των δυσμενών συνθηκών και της ανάγκης προστασίας. Ως αποτέλεσμα, η διαχείριση καταστροφών απαιτεί μια ολοκληρωμένη στρατηγική που ενσωματώνει μηχανισμούς όπως η μετανάστευση, οι οικονομικοί πόροι και οι δημόσιες παρεμβάσεις (Gray & Mueller, 2012). Η ενισχυμένη διεθνής συνεργασία είναι απαραίτητη για τον μετριασμό του ανθρώπινου αντίκτυπου της κλιματικής αλλαγής, επιπλέον της βοήθειας των νοικοκυριών στην οικοδόμηση ανθεκτικότητας μέσω μέτρων όπως η επένδυση σε υποδομές σε ευάλωτες περιοχές, η παροχή κοινωνικής προστασίας και η γρήγορη και αποτελεσματική κατανομή της βοήθειας (Boustan et al., 2020).

Αναγνωρίζεται ότι κλιματική κρίση και φυσικές καταστροφές συνιστούν δύο από τους σημαντικότερους παγκόσμιους κινδύνους για την κοινωνικοοικονομική πρόοδο. Οι μηχανισμοί με τους οποίους οι κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν τη μετανάστευση δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητοί, παρά το γεγονός ότι η σχέση μεταξύ των δύο πιθανότατα υπήρχε πάντα. Είναι σημαντικό για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να κατανοήσουν τους παράγοντες που μπορούν είτε να ενθαρρύνουν είτε να εμποδίσουν τη μετανάστευση μετά από μια καταστροφή. Είναι επίσης σημαντικό να γίνει κατανοητή η σημασία της έντασης του «σοκ» και να εξακριβωθεί εάν η σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής, των φυσικών καταστροφών και της μετανάστευσης είναι άμεση ή επηρεάζεται από άλλους παράγοντες (Drabo & Mbaye, 2017). Επιπλέον, είναι απίθανο το κόστος και η οικονομική προσιτότητα της

μετεγκατάστασης, η πολιτική διαχείριση των μεταναστών ή η κλίμακα των μελλοντικών εμβασμάτων να επηρεαστούν εξίσου από τη γνώση του εάν τα άτομα εμπλέκονται σε εσωτερική μετανάστευση και όχι σε διεθνή μετανάστευση. Για αυτούς και άλλους λόγους, τα εμπειρικά στοιχεία είναι απαραίτητα για την παροχή πληροφοριών στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σχετικά με τις διάφορες αντιδράσεις στη μετανάστευση σε φυσικές καταστροφές και την κλιματική αλλαγή. Αυτό θα βοηθήσει στην ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών πολιτικών για την προστασία των πιο ευάλωτων πληθυσμών από τις επιπτώσεις των κλιματικών διαταραχών (Cattaneo & Peri, 2016).

Σε περίπτωση που καταστραφούν τα μέσα διαβίωσης, η μετακίνηση πληθυσμών είναι μια φυσική απάντηση στις κλιματικές αλλαγές. Η μετανάστευση μπορεί να θεωρηθεί ως στρατηγική προσαρμογής σε περίπτωση καταστροφών, καθώς συμβάλλει στον μετριασμό των αρνητικών συνεπειών των διαταραχών, προσφέροντας νέους πόρους και ευκαιρίες στον πληγέν πληθυσμό. Λειτουργεί επίσης ως μηχανισμός προσωρινής αποθήκευσης σε περίπτωση που άλλες λύσεις ήταν ανεπιτυχείς (Mahajan & Yang, 2020). Για παράδειγμα, σε περίπτωση ξηρασίας, πιθανές λύσεις, που μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να είναι στρατηγικές επιβίωσης, μπορεί να περιλαμβάνουν την αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων με τη μείωση του αριθμού των ημερήσιων γευμάτων, την πώληση περιουσιακών στοιχείων του νοικοκυριού, τη χρήση αποθεμάτων τροφίμων και τη μόχλευση της αλληλεγγύης μέσω δώρων, δανείων και βοήθειας. Η πιθανότητα μετανάστευσης ως αποτέλεσμα διαταραχών θα μειωθεί από τη διαθεσιμότητα πολυάριθμων πιθανών στρατηγικών αντιμετώπισης (Beine & Parsons, 2015).

Το 2020, οι αναπτυσσόμενες χώρες, στις περιλαμβάνονται χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος σύμφωνα με την ταξινόμηση της Παγκόσμιας Τράπεζας, ήταν υπεύθυνες για το 91,1% του παγκόσμιου εσωτερικού εκτοπισμού που προκλήθηκε από καταστροφές. Η πλειοψηφία των εκτοπισμών προέρχεται από χώρες μεσαίου εισοδήματος. Επιπλέον, υποστηρίζεται η άποψη ότι τα άτομα που βρίσκονται στο χαμηλότερο επίπεδο της κατανομής του εισοδήματος δεν μεταφέρονται απαραίτητα μετά από καταστροφές σε εθνικό επίπεδο (Ruohong et al., 2016). Τα φτωχότερα άτομα δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να μεταναστεύσουν, ενώ τα πλουσιότερα άτομα έχουν εναλλακτικές στρατηγικές μετριασμού, όπως η δυνατότητα να ανακτήσουν τα χαμένα περιουσιακά τους στοιχεία ή τη βελτιωμένη πρόσβαση σε αποτελεσματικές

υποδομές και κοινωνικές υπηρεσίες, που τους επιτρέπουν να διαχειρίζονται καταστροφές χωρίς μετεγκατάσταση. Ως αποτέλεσμα, τα άτομα που βρίσκονται στη μέση της κατανομής του εισοδήματος είναι αυτά που είναι σε θέση να αντέξουν οικονομικά το κόστος της μετανάστευσης και δεν έχουν πληθώρα επιλογών για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών (Gray & Mueller, 2012).

Ωστόσο, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα σχετικά χαμηλά ποσοστά μετανάστευσης που σχετίζονται με καταστροφές από χώρες χαμηλού και υψηλού εισοδήματος δεν συνεπάγονται απαραίτητα ότι τα πιο φτωχά και εύπορα άτομα σε μια δεδομένη χώρα δεν μεταναστεύουν. Η σχέση καταστροφών και μετανάστευσης επηρεάζεται από την ένταση και τη σοβαρότητα του σοκ, καθώς και από το επίπεδο ευαλωτότητας ενός ατόμου, κάτι που αποδεικνύεται από την ετερογένεια που παρατηρείται στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η έκθεση σε κραδασμούς, η εξαθλίωση, η κοινωνική δομή, η διαφοροποίηση των περιουσιακών στοιχείων και του εισοδήματος και η πολιτική κατάσταση είναι όλοι παράγοντες που σχετίζονται με την ευαλωτότητα. Για παράδειγμα, τα άτομα που κατοικούν σε ένα πολιτικά ασταθές περιβάλλον διαθέτουν σημαντικά λιγότερες στρατηγικές επιβίωσης από εκείνα που κατοικούν σε ένα ήρεμο περιβάλλον (Mahajan & Yang, 2020). Η βία των διαταραχών που σχετίζονται με την καταστροφή υποδηλώνεται με τον όρο «η ένταση». Η συχνότητα, η χρονική απόσταση και η χωρική κατανομή του συμβάντος, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αντιληπτό το σοκ από τα επηρεαζόμενα άτομα, χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της σοβαρότητας του σοκ. Ο αριθμός των γεγονότων σε μια δεδομένη περίοδο αντιπροσωπεύεται από τη συχνότητα των κραδασμών. Ο χρόνος που μεσολάβησε μεταξύ δύο γεγονότων ποσοτικοποιείται από τη χρονική απόσταση. Η έκταση του σοκ σε μια συγκεκριμένη περιοχή καθορίζεται από τη χωρική κατανομή. Για παράδειγμα, ένα συμβάν που περιορίζεται σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία είναι πιο διαχειρίσιμο από ένα συμβάν που επηρεάζει ολόκληρη τη χώρα. Τέλος, ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα αντιλαμβάνονται τις διαταραχές επηρεάζεται από τις προσδοκίες τους και τις εμπειρίες που είχαν στο παρελθόν (Hornbeck, 2012).

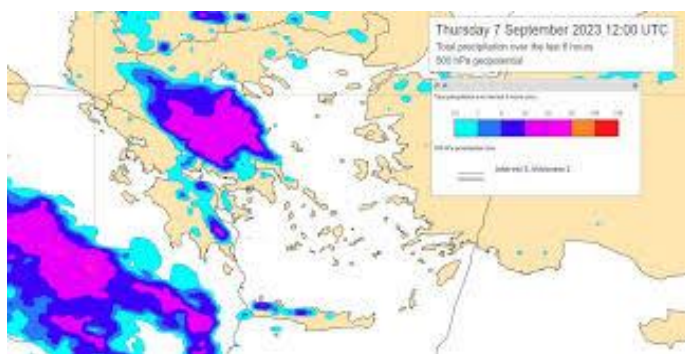
Η σημασία της ευπάθειας και της σοβαρότητας υπογραμμίζεται στο πλαίσιο του Μπαγκλαντές από το 1994 έως το 2010. Σε σύγκριση με τις λιγότερο σοβαρές πλημμύρες, οι μέτριες πλημμύρες αύξησαν την πιθανότητα ενός ατόμου να μετακινηθεί τοπικά, ενώ μείωσε την πιθανότητα μετανάστευσης σε μεγάλες αποστάσεις. Αυτό ίσχυε ιδιαίτερα για τις ευάλωτες ομάδες, όπως οι φτωχοί ή οι γυναίκες. Επιπλέον, τα νοικοκυριά που διέμεναν σε περιοχές με σοβαρή ανεπάρκεια των καλλιεργειών αλλά

δεν επηρεάστηκαν άμεσα από την πλημμύρα ήταν πιο διατεθειμένα να μετεγκατασταθούν (Boustan et al., 2020). Στον Παγκόσμιο Νότο, ο αντίκτυπος διαφόρων κατηγοριών φυσικών καταστροφών στη μετανάστευση δεν είναι ομοιόμορφος. Μεταξύ 2009 και 2018, οι πλημμύρες ήταν η κύρια αιτία εκτοπισμού λόγω καταστροφών, με αποτέλεσμα 18,1 εκατομμύρια εκτοπισμένα άτομα, τα οποία αντιπροσώπευαν το 85% του συνολικού εκτοπισμού που σχετίζεται με καταστροφές κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (Beine & Parsons, 2015).

Κεφάλαιο 4: Μελέτη περίπτωσης

4.1 Το φαινόμενο Daniel

Στην περιοχή της Μεσογείου εκδηλώθηκε ένα μετεωρολογικό φαινόμενο, το οποίο ονομάζεται «Ωμέγα μπλοκ» από τις αρχές Σεπτεμβρίου 2023, το οποίο οδήγησε σε πρωτοφανής πλημμύρες στην περιοχή της Στερεάς Ελλάδας. Ως αποτέλεσμα, υπήρξαν απώλειες σε ανθρώπινες ζωές, την κτηνοτροφία, την πτηνοτροφία, καταστράφηκαν καλλιέργειες ενώ σημειώθηκαν σοβαρές υλικές ζημιές σε κατοικίες, σε δημόσια κτίρια και στο οδικό δίκτυο. Το Ωμέγα μπλοκ είναι ένα μετεωρολογικό μοτίβο, το οποίο διακρίνεται από την ύπαρξη ενός συστήματος υψηλής πίεσης που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο συστήματα χαμηλής πίεσης (Stefanidis et al., 2022). Έτσι, δημιουργείται μια διαμόρφωση που «ομοιάζει» με το ελληνικό γράμμα ωμέγα. Ο συγκεκριμένος μετεωρολογικός σχηματισμός επέδειξε υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας για περισσότερο από μια εβδομάδα στην περιοχή, συγκεκριμένα από τη Δευτέρα 4 Σεπτεμβρίου μέχρι την Τετάρτη 13 Σεπτεμβρίου του 2023, ενώ προκάλεσε σφοδρές καταιγίδες και έντονη βροχόπτωση, στην περιοχή της Θεσσαλίας.



Εικόνα 3:Μετεωρολογικός χάρτης στον οποίο είναι ορατές οι περιοχές που επλήγησαν από τις σφοδρές καταιγίδες, Πέμπτη 7 Σεπτεμβρίου 2023.

Η καταιγίδα Daniel εμφανίστηκε αρχικά στο Ιόνιο Πέλαγος, αποδόθηκε στην ατμοσφαιρική διαμόρφωση «Ωμέγα», ενώ η ονομασία “Daniel” δόθηκε από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY). Οι σφοδρές καταιγίδες οδήγησαν στη συνέχεια σε καταστροφικές πλημμύρες, οι οποίες έπληξαν όλη την κεντρική και ανατολική Ελλάδα. Ο συνδυασμός ψυχρού άνω αέρα και ζεστού και υγρού αέρα στο κατώτερο μέρος του συστήματος, δημιούργησε ευνοϊκές συνθήκες αστάθειας με αποτέλεσμα την εκδήλωση ισχυρών καταιγίδων και βροχοπτώσεων στην περιοχή (Pisinaras et al., 2023).

Επιπλέον, η υγρασία που απαιτείται για την ένταση της καταιγίδας επηρεάστηκε από τη θερμοκρασία των θαλασσών της περιοχής τη συγκεκριμένη εποχή. Η καταιγίδα Daniel, η οποία κινήθηκε προς την ενδοχώρα πάνω από τα Βαλκάνια τη Δευτέρα 4 Σεπτεμβρίου 2023, προκάλεσε καταρρακτώδεις βροχές και καταιγίδες στην περιοχή. Τα πιο σημαντικά ημερήσια σύνολα βροχοπτώσεων στην περιοχή από το 2006 παρατηρήθηκαν στη Στερεά Ελλάδα, περιοχή που έφερε το μεγαλύτερο βάρος του καιρικού φαινομένου (Tegos et al., 2022).

Είναι αξιοσημείωτο ότι τουλάχιστον δύο αισθητήρες βροχής, στην περιφέρεια της Θεσσαλίας, κατέγραψαν πάνω από μισό μέτρο βροχόπτωσης σε λιγότερο από ένα 24ωρο. Στο σταθμό παρακολούθησης που βρίσκεται στον οικισμό της Ζαγοράς, καταγράφηκαν 750 χιλιοστά βροχής μέσα σε ένα 24ωρο. Πολυάριθμοι σταθμοί παρακολούθησης στη Θεσσαλία, την κεντρική αγροτική περιφέρεια της Ελλάδας, ανέφεραν ότι δέχθηκαν βροχοπτώσεις μεταξύ 400 και 600 χιλιοστών μέσα σε ένα 24ωρο. Οι οικονομικές επιπτώσεις αυτού του μετεωρολογικού γεγονότος υπήρξαν ιδιαίτερα σοβαρές, δεδομένης της αγροτικής σημασίας της Θεσσαλίας (Papagiannaki et al., 2022).

Το φαινόμενο Daniel προκάλεσε την απώλεια 17 ανθρώπων, σημαντικές βλάβες στις υποδομές, στο οδικό δίκτυο, περικοπές δρόμων, κατάρρευση γεφυρών και διακοπές στο τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Επιπλέον, είχε ως αποτέλεσμα τον εκτοπισμό περίπου 410 οικογενειών, που ισοδυναμεί με περίπου 2050 άτομα, επιπλέον των 35 οικογενειών που άλλαξαν τόπο μόνιμης κατοικίας, όπως αναφέρθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Μετανάστευσης στις 11 Σεπτεμβρίου 2023 (He et al., 2023).

Οι προαναφερθείσες μετεωρολογικές συνθήκες στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, οι πλημμύρες που ακολούθησαν και οι συνέπειές τους, μπορούσαν να βλάψουν τη δημόσια υγεία, με την εμφάνιση σποραδικών κρουσμάτων, εστιών και επιδημιών

μολυσματικών ασθενειών στην πληγείσα περιοχή. Αυτή η αρνητική επίπτωση έχει επίσης παρατηρηθεί σε ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες μετά την εμφάνιση πλημμυρών και άλλων υδρομετεωρολογικών κινδύνων (Mavrouli et al., 2017). Ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους που ανακύπτει με πλημμύρες αφορά στη δημογραφία των τρωκτικών, η οποία μπορεί να επηρεαστεί περαιτέρω από τις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον που προκύπτουν από τις έντονες βροχοπτώσεις, τις πλημμύρες και τις ενέργειες αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης και αποκατάστασης. Οι σοβαρές και διάχυτες πλημμύρες μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή προηγούμενων θέσεων φωλεοποίησης τρωκτικών και την υπερχειλίση των υπονόμων (Zhang et al., 2007).

Επιπρόσθετα, οι εκτεταμένες πλημμύρες στις κατοικίες οδηγούν, σε αναπνευστικά προβλήματα για άτομα που επέλεξαν να επιστρέψουν στις οικίες τους, εφόσον δεν υφίσταται εναλλακτική λύση. Η απελευθέρωση μυκητιακών σπορίων (μούχλας) και ενδοτοξινών στην ατμόσφαιρα συνέβη τόσο εντός όσο και εκτός των κατοικιών καθώς τα μολυσμένα ύδατα σταδιακά υποχώρησαν μέσω των διαδικασιών εξάτμισης και επαναλαμβανόμενης άντλησης (Rao et al., 2007). Οι άνθρωποι εμφανίζουν αναπνευστική φλεγμονή και αλλεργικές αντιδράσεις ως αποτέλεσμα της παρατεταμένης έκθεσης σε υψηλά επίπεδα μυκητιακών σπορίων. Συγκεκριμένα, η έκθεση σε αερομεταφερόμενες ενδοτοξίνες έχει ως αποτέλεσμα μια ποικιλία σοβαρών αναπνευστικών διαταραχών, όπως χρόνια βρογχίτιδα, πονοκεφάλους, συμπτώματα γρίπης και βήχα (Hoppe et al., 2012).

Για μεγάλο χρονικό διάστημα, πολλές τοποθεσίες στον Θεσσαλικό Κάμπο βυθίστηκαν στα νερά των πλημμυρών μέχρι να υποχωρήσει το φαινόμενο. Έπιπλα, χαλιά, τοίχοι και άλλα πορώδη υλικά επηρεάστηκαν από το νερό. Ένα πρόσφορο έδαφος για την περαιτέρω ανάπτυξη των σπορίων μούχλας παρείχε μια ποικιλία δομικών υλικών που περιείχαν οργανικές ενώσεις, συμπεριλαμβανομένου του ξύλου, της μόνωσης και των γυψοσανίδων (Mavrouli et al., 2023).

Αυτά τα σπόρια είναι επίσης ικανά να διασκορπιστούν σε μεγαλύτερες επιφάνειες με υψηλά επίπεδα υγρασίας και οργανικού υλικού και μπορούν να ταξιδέψουν μέσω του αέρα σε άλλα μέρη της οικίας όπου μπορούν να αναπτυχθούν όταν οι συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές. Η μούχλα παρουσιάζει κινδύνους για την υγεία των κατοίκων, των μαθητών και άλλων πληθυσμιακών ομάδων στην πληγείσα από τις πλημμύρες περιοχή σε πολυάριθμες κατασκευές, συμπεριλαμβανομένων κατοικιών και σχολείων, τόσο στις αστικές όσο και στις αγροτικές περιοχές της Θεσσαλίας (Mavrouli

et al., 2023). Αυτοί οι κίνδυνοι περιλάμβαναν αλλεργικές αντιδράσεις και αναπνευστικά προβλήματα. Στην πραγματικότητα, ο αντίκτυπος της μούχλας στην υγεία σε όσους επλήγησαν από την καταιγίδα Daniel θα μπορούσε να είναι πιο σοβαρός κατά τη φάση μετά την καταστροφή, η οποία ξεκίνησε στις αρχές Οκτωβρίου. Οι καιρικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία, μείωσαν την εξάτμιση από το εσωτερικό των κατασκευών, επιτρέποντας στη μούχλα να επιμένει και να διαστέλλεται (Mavrouli et al., 2023).

Ο Δήμος Παλαμά, που περιλαμβάνει τα χωριά Μεταμόρφωση, Βλοχός, Παλαμάς και Κοσκινάς, και ο Δήμος Φαρκαδόνας, που περιλαμβάνει τα χωριά Φαρκαδόνα, Γεωργανάδες και Κεραμίδι, είναι τα πιο συνηθισμένα παραδείγματα δήμων που πλημμύρισαν από πλημμύρες και αντιμετώπισαν κινδύνους για τη δημόσια υγεία από τα μυκητιακά σπορία. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις, οι κάτοικοι επέστρεψαν στα σπίτια τους που επλήγησαν από τις πλημμύρες πέντε μήνες μετά τα καταστροφικά γεγονότα (Mavrouli et al., 2023).

Το δίκτυο ηλεκτροδότησης επηρεάστηκε σημαντικά, καθώς κολώνες και καλώδια ηλεκτροδότησης υπέστησαν ζημιές όχι μόνο από την υπερχειλίση του νερού αλλά και από τη σοβαρή διάβρωση και τις κατολισθήσεις που σημειώθηκαν σε ορισμένες περιοχές των πλημμυρισμένων περιοχών (Lekkas et al., 2024). Η επικοινωνία, η παροχή πόσιμου νερού και η συντήρηση ευπαθών αγαθών, όπως τρόφιμα και φάρμακα, στα νοικοκυριά που επλήγησαν επηρεάστηκαν από τις διακοπές ρεύματος (Mavrouli et al., 2023).

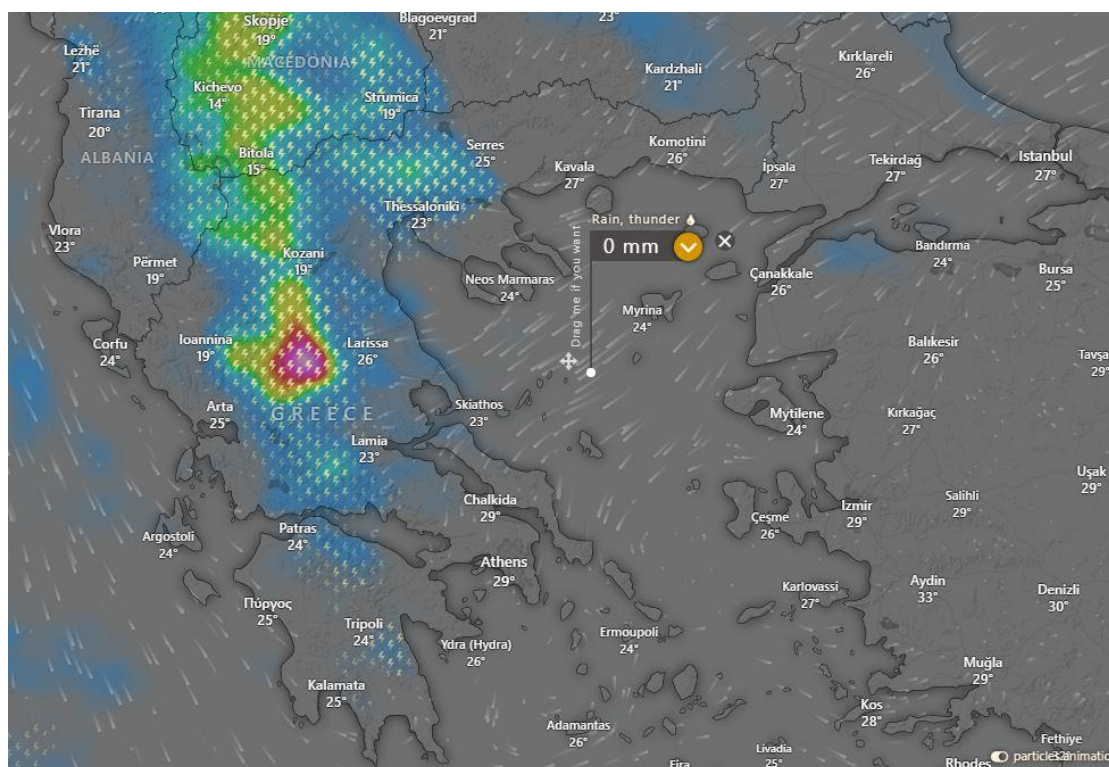
Ζημιές σημειώθηκαν και σε υποδομές υγειονομικής περίθαλψης, γεγονός που μπορεί να επιδεινώσει τις ασθένειες ή ακόμη και να οδηγήσει σε θανάτους, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την υγειονομική περίθαλψη. Τα πιο ευαίσθητα άτομα με μη μεταδοτικές ασθένειες είναι αυτά που υποβάλλονται σε θεραπεία για τον καρκίνο, καθώς και εκείνα που έχουν μη ελεγχόμενο διαβήτη, νεφρική νόσο και υποκείμενα αναπνευστικά και καρδιαγγειακά νοσήματα (Ryan et al., 2016).

Η ικανότητα αποκατάστασης της πληγείσας κοινότητας μειώνεται σημαντικά από όλες αυτές τις καταστροφές, ιδιαίτερα τις πρώτες ώρες, ημέρες και μήνες μετά την καταστροφή. Σε περιοχές που επηρεάζονται από υδρομετεωρολογικούς κινδύνους, όπως πλημμύρες (Mavrouli et al., 2017), καθώς και από γεωφυσικούς κινδύνους, όπως οι σεισμοί και τα συνοδευτικά ή πυροδοτούμενα φαινόμενα τους, οι καταγεγραμμένες ζημιές σε δίκτυα και υποδομές συμβάλλουν σε ανεπαρκή και ακατάλληλη υγιεινή, σίτιση και συνθήκες υγειονομικής περίθαλψης (Mavrouli et al., 2023).

Στις 10 Σεπτεμβρίου 2023, η καταιγίδα Daniel έφτασε στη Λιβύη, με αποτέλεσμα δυσμενείς μετεωρολογικές συνθήκες που χαρακτηρίστηκαν από έντονες βροχοπτώσεις και ισχυρούς ανέμους. Αυτές οι συνθήκες είχαν αντίκτυπο σε πολλές βορειοανατολικές περιοχές της Λιβύης, όπως η Βεγγάζη, το Τομπρούκ, η Τούκρα, η Ταλμείθα, η Αλμάρτζ, η Τακνές (Al Jabal Al Akhdar), η Al Owailia, η Bayada, η Albayda, η Shahhat, η Sousa και η Derna (Koutsoyiannis et al., 2023).

4.2 Το φαινόμενο Elias

Ένας κυκλώνας με το όνομα «Elias» έπληξε την Ελλάδα λίγες εβδομάδες μετά τον Daniel. Μέσα σε λίγες εβδομάδες, η ποσότητα της βροχόπτωσης που έπεσε στη Θεσσαλία ήταν ισοδύναμη με αυτή αρκετών μηνών. Κατά συνέπεια, η Θεσσαλία ήταν και πάλι μια περιοχή που βρέθηκε στο επίκεντρο του μετεωρολογικού φαινομένου. Οι περιοχές που είχαν ήδη καταστραφεί πλημμύρισαν για άλλη μια φορά. Η ελληνική πυροσβεστική ανέφερε ότι μετέφερε πάνω από 3.000 άτομα σε ασφαλείς τοποθεσίες. Το φαινόμενο έπληξε την περιοχή της Θεσσαλίας, όπου εκδηλώθηκαν βροχές και ισχυρές καταιγίδες ενώ επηρεάστηκαν περιοχές στη Δυτική Μακεδονία, τα δυτικά τμήματα της κεντρικής Μακεδονίας και την κεντρική Στερεά Ελλάδα (Lekkas et al., 2024a).



Εικόνα 4: Το φαινόμενο Elias, όπως αποτυπώθηκε στους μετεωρολογικούς χάρτες. Από την εικόνα είναι ορατή η εστίαση στην περιοχή της Θεσσαλίας.

Οι έντονες βροχοπτώσεις οδήγησαν εκ νέου σε πλημμύρες εντός μικρού χρονικού διαστήματος σε σχέση με το φαινόμενο Daniel, ενώ σε κεντρικό δρόμο οδηγοί εγκλωβίστηκαν αναζητώντας εξόδους διαφυγής. Στον οικισμό Τρίκκη, του Δήμου Τρικκαίων, κάτοικοι με τη συμβολή αρμόδιων αρχών κατέβαλαν προσπάθεια προκειμένου το νερό να μην περάσει εκ νέου εντός των οικιών. Για το λόγο αυτό τοποθετήθηκαν σάκοι με άμμο ενώ εκδόθηκε οδηγία, προκειμένου τα οχήματα ιδιωτικής χρήσης να μεταφερθούν σε υψηλότερα σημεία (Dimitriou et al., 2024).

Από την κακοκαιρία, προκλήθηκαν σοβαρά προβλήματα στο ορεινό επαρχιακό οδικό δίκτυο της Ηπείρου, ενώ οι ισχυρές βροχοπτώσεις σε συνδυασμό με το χαλάζι είχε ως αποτέλεσμα τις καταπτώσεις βράχων, τις κατολισθήσεις, τη μεταφορά φερτών υλικών, σημειώθηκαν σε περιοχές του Ανατολικού Ζαγορίου, του Μετσόβου, των Τζουμέρκων (Mavroulis et al., 2024). Η επέλαση της κακοκαιρίας Elias σε Θεσσαλία, Μαγνησία και Εύβοια οδήγησε σε δραματική κατάσταση, καθώς στις περιοχές σημειώθηκαν εξαιρετικά υψηλές βροχοπτώσεις. Η νύχτα ήταν άστατη, χωρίς έντονα καιρικά φαινόμενα. Τα νερά έχουν υποχωρήσει, αλλά παραμένει σημαντική ποσότητα λάσπης και αιωρούμενων συντριμμίων. Το άγχος για το μέλλον είναι ιδιαίτερα έντονο για τους καλλιεργητές και τους κτηνοτρόφους που αδυνατούν να έχουν πρόσβαση στα ακίνητά τους, καθώς οι πολίτες αξιολογούν τα τραύματά τους (Mavroulis et al., 2024). Ο Βόλος έχει γίνει για άλλη μια φορά κατολίσθηση λάσπης και η ηλεκτροδότηση και η παροχή νερού της πόλης αντιμετωπίζουν προβλήματα. Ο ποταμός Σοφαδίτης έχει υπερχειλίσει, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι στις κοινότητες του Παλαμά Καρδίτσας να βρίσκονται σε επιφυλακή. Ο όγκος του νερού που έπεσε στη Θεσσαλία, όπως αναφέρει το Meteo του Εθνικού Αστεροσκοπείου, ήταν σχεδόν πανομοιότυπος με αυτόν της πρόσφατης καταιγίδας Daniel (Mavroulis et al., 2024). Στην Εύβοια, σημαντικά υψηλότερα ήταν τα ύψη βροχής της καταιγίδας Elias, όπως καταγράφηκε από το Μαντούδι έως την Ιστιαία.

Ο Βόλος θυμίζει πόλη που έχει καταστραφεί. Παρά το γεγονός ότι το σωρευτικό νερό που έλαβε η ξηρά από την καταιγίδα Daniel ήταν μεγαλύτερο, η καταιγίδα Elias χαρακτηρίστηκε από πιο ραγδαίες και καταστροφικές βροχοπτώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Βόλος σημείωσε 100πλάσια αύξηση των βροχοπτώσεων φέτος τον Σεπτέμβριο, που ισοδυναμεί με το ύψος της βροχόπτωσης που γνώρισε η Αθήνα τα τελευταία δύομισι χρόνια. Η πόλη βυθίστηκε για άλλη μια φορά στα θολά νερά του ποταμού Κραυσίδωνα λόγω υπερχειλίσης. Το «Αχιλλοπούλειο» νοσοκομείο υπέστη

σημαντικές ζημιές και οχήματα παρασύρθηκαν, πεζοδρόμια υπέστησαν ζημιές και κεντρικοί δρόμοι μετατράπηκαν σε ποτάμια (Mavroulis et al., 2024).

Πολλές περιοχές παραμένουν βυθισμένες στο νερό και τη λάσπη, ενώ πολλοί δρόμοι είναι αδιάβατοι. Το οδικό δίκτυο της περιοχής υπέστη σημαντικές ζημιές από τις κακές καιρικές συνθήκες, κάτι που θα απαιτήσει σημαντικό χρόνο για να αποκατασταθεί. Κατά συνέπεια και ο Άνω Βόλος είναι απομονωμένος από τις συγκοινωνίες.

Σε ορισμένες τοποθεσίες σημειώθηκαν κατολισθήσεις, η ασφαλτος χωρίστηκε στα δύο και κολώνες της ΔΕΗ κατέρρευσαν. Το τελευταίο 24ωρο μόνο ο Βόλος έχει γίνει μάρτυρας σε περισσότερες από 312 διασώσεις. Σοβαρό τραυματισμό σε όλα τα προάστια του Βόλου με κατεύθυνση το παραλιακό Πήλιο προκάλεσε το «κατέβασμα» χιλιάδων τόνων νερού μέσω των ρεμάτων στη θάλασσα, που κατέστρεψε δρόμους και κάθε είδους υποδομή. Κάτοικοι της Αγιάς και των Αλυκών που παγιδεύτηκαν ανέβηκαν στις στέγες για να γλιτώσουν.

Ο Άναυρος υπερχείλισε στον περιμετρικό δρόμο της πόλης, που ενώνει τα χωριά του Πηλίου, Μακρυνίτσα, Πορταριά, με αποτέλεσμα να προκληθούν σημαντικές ζημιές στο οδικό δίκτυο. Το οδόστρωμα παρασύρθηκε από τα ορμητικά νερά, με αποτέλεσμα να «εξαφανιστούν» τμήματα των δρόμων, γεγονός που εμπόδιζε την επικοινωνία μεταξύ των τοπικών κοινωνιών. Κάτοικοι της περιοχής ενημερώθηκαν ότι παρατήρησαν ένα φαινόμενο πλημμυρών παρόμοιο με αυτό το 1954. Μοναδικός ενθαρρυντικός δείκτης είναι η αποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλές τοποθεσίες (Mavroulis et al., 2024).

4.3 Επιπτώσεις των φαινομένων στο Δήμο Παλαμά

Ο Δήμος Παλαμά αντιμετώπισε καταστροφικές πλημμύρες κατά τη διάρκεια της καταιγίδας Daniel, ενώ αντιμέτωποι με τις καταστροφικές συνέπειες της νέας κακοκαιρίας “Elias” ήρθαν για δεύτερη φορά οι κάτοικοι των Περιφερειακών Ενοτήτων Καρδίτσας και Τρικάλων, παρά το γεγονός ότι δεν έχουν ακόμη την ευκαιρία να επουλώσουν τις πληγές που άφησε πίσω τους. Νέες πλημμύρες απείλησαν τα χωριά του Δήμου Παλαμά ως συνέπεια των ισχυρών βροχοπτώσεων και καταιγίδων. Πιο συγκεκριμένα στον Δήμο Παλαμά και σε χωριά, όπως Μεταμόρφωση, Βλοχός,

Αστρίτσα, Μαραθέα, Ριζοβούνι, Μεταμόρφωση, και στην πόλη του Παλαμά, έχουν υποστεί ζημιές οικίες και δημόσιες υποδομές, ενώ πραγματοποιήθηκε επιχείρηση απεγκλωβισμού πολιτών (KarditsaLive.Net).

Σύμφωνα με δηλώσεις στο ΑΠΕ-ΜΠΕ του αντιπεριφερειάρχη Καρδίτσας, πλημμύρισε το χωριό Ορφανά του Δήμου Παλαμά, ενώ τα νερά κατέκλυσαν κάθε σημείο του χωριού. Όπως ανέφερε η ΕΡΤ, σε πολλά χωριά στον δήμο Παλαμά οι κάτοικοι βρίσκονται πάνω σε στέγες ή σε υψηλότερα σημεία ζητώντας βοήθεια. Προκειμένου να μην υπάρξουν τραυματισμοί και απώλειες σε ανθρώπινες ζωές, ζητήθηκε παρέμβαση από τις ένοπλες δυνάμεις και την ΕΜΑΚ, ενώ ζητούνται και ελικόπτερα για τον απεγκλωβισμό πολιτών. Ανέφερε ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας πραγματοποιήθηκαν παρεμβάσεις για την αποτροπή πλημμυρών σε άλλα χωριά, ωστόσο η διαρκής βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της ημέρας δημιούργησε ανησυχία σχετικά με τον αυξανόμενο όγκο νερών που πλησίαζαν σε κατοικημένα χωριά (KarditsaLive.Net). Προκειμένου να αποτραπεί η διέλευση υδάτων, από τους ποταμούς Εννιπέα Ιταλικό (Φαρσαλιώτη) και Σοφαδίτη προς τα χωριά του δήμου, που ενδέχεται να οδηγήσει σε πλημμύρες σε επιφυλακή παρέμεναν τα μηχανήματα της Περιφερειακής Ενότητας Καρδίτσας και του Δήμου Παλαμά (KarditsaLive.Net).



Τα νερά εισέβαλαν σε κατοικίες, οι κάτοικοι βρέθηκαν σε απόγνωση.

Κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών, εκκενώθηκε το χωριό Αμπελώνας του Δήμου Παλαμά, με μερικός επηρεασμένο τον Φύλο. Επιπλέον, το χωριό Ορφανά είχε αυξημένη στάθμη υδάτων. Οριακή ήταν η κατάσταση και σε άλλα χωριά, όπως στην πόλη του Παλαμά, όπου τα μηχανήματα πραγματοποιούν συνεχώς τεχνικές παρεμβάσεις για να εμποδίσουν τη ροή του νερού προς κατοικημένες περιοχές, ενώ προς την προστασία των πολιτών διεκόπη η κυκλοφορία. Περιοχές παρέμειναν χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να μην μπορούν να επικοινωνήσουν με τα οικεία τους πρόσωπα, ενώ ιδιαίτερα αυξημένες υπήρξαν οι ανάγκες σε πόσιμο νερό, φάρμακα και φαγητό (KarditsaLive.Net).

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Πλήθος παραγόντων, τόσο φυσικοί όσο και ανθρωπογενείς, συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το κύριο αέριο του θερμοκηπίου ευθύνεται για την υπερθέρμανση του πλανήτη. CO_2 απελευθερώνεται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για ενέργεια, μεταφορές και βιομηχανικές διεργασίες. Το μεθάνιο (CH_4) απελευθερώνεται κατά την παραγωγή και μεταφορά άνθρακα, υδρογονανθράκων και φυσικού αερίου, καθώς και από την κτηνοτροφία και άλλες γεωργικές πρακτικές. Το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) εκπέμπεται κατά την καύση βιομάζας και ορυκτών καυσίμων, καθώς και από γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες.

Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) είναι συνθετικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως προωθητικά αερολύματος, παράγοντες εμφύσησης αφρού και ψυκτικά μέσα. Αν και έχουν καταργηθεί σε μεγάλο βαθμό ως αποτέλεσμα των επιπτώσεών τους που καταστρέφουν το όζον, χρησιμεύουν επίσης ως ισχυρά αέρια του θερμοκηπίου. Στους ανθρωπογενείς παράγοντες περιλαμβάνονται η αποψίλωση και αλλαγές στη χρήση γης. Η μείωση των δασών για γεωργική χρήση ή αστική ανάπτυξη έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των δέντρων που μπορούν να απορροφήσουν CO_2 από την ατμόσφαιρα, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί σε υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικού CO_2 . Η μετατροπή των φυσικών τοπίων σε γεωργική γη και η αστικοποίηση του φυσικού περιβάλλοντος μεταβάλλει την επιφάνεια της Γης, με αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τον αντίκτυπο στην ανακλαστικότητα.

Επιπλέον, μεγάλες ποσότητες CO₂ και άλλων αερίων θερμοκηπίου απελευθερώνονται από συγκεκριμένες βιομηχανικές διεργασίες.

Ανθρωπογενείς και φυσικές αιτίες έχουν ως συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει σχεδόν κάθε περιοχή της Γης, με ποικίλες επιπτώσεις λόγω της γεωγραφίας, των οικοσυστημάτων και της ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι πολικές περιοχές παρουσιάζουν λιώσιμο των πάγων, οι παράκτιες περιοχές παρουσιάζουν άνοδο της στάθμης της θάλασσας, εντατικοποίηση των καταιγίδων και μείωση του pH των ωκεανών. Οι τροπικές περιοχές αντιμετωπίζουν καύσωνες, ξηρασίες και ερημοποίηση, ενώ οι εύκρατες περιοχές αντιμετωπίζουν γεωργικές μετατοπίσεις, δασικές πυρκαγιές και εξάπλωση παρασίτων και ασθενειών. Οι ορεινές περιοχές αντιμετωπίζουν υποχώρηση παγετώνων, χιονοστιβάδες και κατολισθήσεις. Οι αστικές περιοχές αντιμετωπίζουν υψηλότερες θερμοκρασίες λόγω των επιπτώσεων του φαινομένου της θερμικής αστικής νήσου, των πλημμυρών και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι νησιωτικές περιοχές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, η οποία απειλεί να βυθίσει ολόκληρες περιοχές και να εκτοπίσει πληθυσμούς.

Οι επιπτώσεις σε παγκόσμιο επίπεδο περιλαμβάνουν την επισιτιστική ασφάλεια, την ανθρώπινη υγεία, τη μετανάστευση και τον εκτοπισμό. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την παγκόσμια παραγωγή τροφίμων, αυξάνοντας τη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων ενώ ευθύνεται και για τη μεταβολή των περιόδων καλλιέργειας, οδηγώντας σε πιθανές ελλείψεις τροφίμων και υψηλότερες τιμές. Οι κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία περιλαμβάνουν ασθένειες που σχετίζονται με την αυξημένη θερμοκρασία, αναπνευστικά προβλήματα και μολυσματικές ασθένειες. Φαινόμενα που προκαλούνται από το κλίμα, όπως πλημμύρες, ξηρασίες και άνοδος της στάθμης της θάλασσας, αναγκάζουν τους ανθρώπους να μεταναστεύσουν, οδηγώντας σε πιθανές συγκρούσεις και ανθρωπιστικές προκλήσεις.

Καθώς μέτρα μετριασμού και ανθεκτικότητας αναμένεται να επιφέρουν αποτελέσματα με αργούς ρυθμούς, η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνει την εφαρμογή μέτρων για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεών της και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας. Τα βασικά μέτρα περιλαμβάνουν τη βελτιωμένη διαχείριση των υδάτων, τη γεωργία και την επισιτιστική ασφάλεια, τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τις υποδομές, την προστασία των ακτών, τη διατήρηση και αποκατάσταση των οικοσυστημάτων, τα μέτρα δημόσιας υγείας, τη μείωση του

κινδύνου καταστροφών, την οικονομική και κοινωνική προσαρμογή, την πολιτική και τη διακυβέρνηση, την έρευνα και την καινοτομία.

Η διαχείριση του νερού περιλαμβάνει αποτελεσματικές πρακτικές άρδευσης, συλλογή όμβριων υδάτων, μονάδες αφαλάτωσης και διαχείριση πλημμυρών. Η γεωργία και η επισιτιστική ασφάλεια περιλαμβάνουν την ανάπτυξη καλλιεργειών ανθεκτικών στο κλίμα, τη διαφοροποίηση των μέσων διαβίωσης και την εφαρμογή συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης. Ο αστικός σχεδιασμός και η υποδομή περιλαμβάνουν πράσινες υποδομές, κτίρια ανθεκτικά στο κλίμα, έξυπνες πόλεις, μετεγκατάσταση και διαχειριζόμενη υποχώρηση και προστασία των ακτών.

Η διατήρηση και αποκατάσταση των οικοσυστημάτων περιλαμβάνει την επέκταση των προστατευόμενων περιοχών, την αναδάσωση και τη διαχείριση της βιοποικιλότητας. Τα μέτρα δημόσιας υγείας περιλαμβάνουν σχέδια δράσης για τον καύσωνα, επιτήρηση ασθενειών και υποδομές ύδρευσης και αποχέτευσης. Η μείωση του κινδύνου καταστροφής περιλαμβάνει συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, προσαρμογή βάσει κοινότητας, ασφαλιστικά προγράμματα και προσαρμογή με βάση την κοινότητα.

Η οικονομική και κοινωνική προσαρμογή περιλαμβάνει την επέκταση των δικτύων κοινωνικής ασφάλειας, τις κλιματικές έξυπνες επενδύσεις και τα προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης. Η πολιτική και η διακυβέρνηση περιλαμβάνουν την ανάπτυξη και την εφαρμογή εθνικών σχεδίων προσαρμογής, διεθνούς συνεργασίας και ρυθμιστικών πλαισίων. Η έρευνα και η καινοτομία περιλαμβάνουν τη βελτίωση των κλιματικών μοντέλων, την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών και την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών. Αυτά τα μέτρα είναι απαραίτητα για τη μείωση της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή και για να διασφαλιστεί ότι οι κοινότητες, οι οικονομίες και τα οικοσυστήματα μπορούν να αντέξουν τις επιπτώσεις της.

Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνει την εφαρμογή μέτρων για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεών της και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας. Τα βασικά μέτρα περιλαμβάνουν τη βελτιωμένη διαχείριση των υδάτων, τη γεωργία και την επισιτιστική ασφάλεια, τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τις υποδομές, την προστασία των ακτών, τη διατήρηση και αποκατάσταση των οικοσυστημάτων, τα μέτρα δημόσιας υγείας, τη μείωση του κινδύνου καταστροφών, την οικονομική και κοινωνική προσαρμογή, την πολιτική και τη διακυβέρνηση και την έρευνα και την καινοτομία.

Οι φυσικές καταστροφές έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, την ψυχική ευημερία, την οικονομική σταθερότητα και τις κοινωνικές δομές. Μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα σωματικής υγείας και ασφάλειας, εστίες ασθενειών και υποσιτισμό. Οι επιζώντες συχνά βιώνουν ψυχολογικά τραύματα, συμπεριλαμβανομένου του μετατραυματικού στρες, του άγχους και της κατάθλιψης. Οι οικονομικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν απώλεια περιουσίας και βιοποριστικών πόρων, απώλειες θέσεων εργασίας, αυξημένη φτώχεια και σημαντικές οικονομικές επιβαρύνσεις για τις κυβερνήσεις και τις κοινότητες.

Οι κοινωνικές και κοινοτικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν τον εκτοπισμό και τη μετανάστευση, την αποδυνάμωση των κοινωνικών δικτύων και της εκπαίδευσης. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν την υποβάθμιση των φυσικών πόρων, τη ρύπανση και τις ζημιές στις υποδομές. Οι ζημιές στις υποδομές διαταράσσουν τις βασικές υπηρεσίες και εμποδίζουν τις προσπάθειες αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης και αποκατάστασης. Οι πολιτιστικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν απώλεια πολιτιστικής κληρονομιάς και διατάραξη παραδόσεων και πρακτικών.

Οι μακροπρόθεσμες προκλήσεις ανάκαμψης περιλαμβάνουν τη μακροχρόνια και επίπονη διαδικασία ανοικοδόμησης και αποκατάστασης, η οποία συχνά απαιτεί σημαντικούς οικονομικούς και ανθρώπινους πόρους. Οι περιθωριοποιημένες ομάδες αντιμετωπίζουν συχνά μεγαλύτερες προκλήσεις και οι κοινότητες μπορεί να είναι πιο ευάλωτες σε μελλοντικές καταστροφές εάν οι προσπάθειες ανάκαμψης είναι ανεπαρκείς ή η κλιματική αλλαγή επιδεινώσει τη συχνότητα και την ένταση των φυσικών καταστροφών. Συνολικά, οι φυσικές καταστροφές έχουν καταστροφικές συνέπειες για τον άνθρωπο, απαιτώντας σημαντική προσπάθεια και πόρους, με μακροπρόθεσμες συνέπειες που μπορεί να επιμείνουν για χρόνια ή και δεκαετίες.

Τον Σεπτέμβριο του 2023, η περιοχή της Θεσσαλίας της Ελλάδας καταστράφηκε από την ακραία πλημμύρα που προκλήθηκε από τις καταιγίδες Daniel και Elias. Η καταιγίδα Daniel έπληξε την Ελλάδα στις αρχές Σεπτεμβρίου 2023, με τη Θεσσαλία να επηρεάζεται σημαντικά μεταξύ 5 και 7 Σεπτεμβρίου. Η Θεσσαλία γνώρισε σφοδρή πλημμύρα ως αποτέλεσμα των καταρρακτωδών βροχοπτώσεων που έφερε αυτή η μεσογειακή καταιγίδα. Σε ορισμένες περιοχές, η καταιγίδα οδήγησε σε άνευ προηγουμένου βροχοπτώσεις, με ορισμένες αναφορές να αναφέρουν ότι πάνω από 700 mm βροχοπτώσεων σημειώθηκαν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ο Daniel είχε ως αποτέλεσμα τον θάνατο 17 ανθρώπων. Οι αγροτικές εκτάσεις καταστράφηκαν, χιλιάδες σπίτια και υποδομές βυθίστηκαν, το οδικό δίκτυο υπέστη σοβαρές ζημιές. Οι

πλημμύρες παγίδευσαν πολλούς κατοίκους για μέρες και ολόκληρα χωριά απομονώθηκαν. Οι δήμοι κοντά στην Καρδίτσα και τα Τρίκαλα, καθώς και η πόλη του Βόλου, ήταν από τους πιο σοβαρά πληγέντες. Ο αγροτικός τομέας της Θεσσαλίας επηρεάστηκε σημαντικά από την καταιγίδα, καθώς η περιοχή είναι ένας από τους βασικούς αγροτικούς κόμβους της Ελλάδας. Καλλιέργειες, ζώα και βασικές υποδομές καταστράφηκαν από τα νερά της πλημμύρας.

Η καταιγίδα Elias έπληξε την περιοχή στα τέλη Σεπτεμβρίου 2023, περίπου από τις 26 Σεπτεμβρίου έως τις 28 Σεπτεμβρίου, λίγες μόλις εβδομάδες μετά τον Daniel. Παρά το γεγονός ότι η καταιγίδα Elias δεν ήταν τόσο θανατηφόρα όσο η καταιγίδα Daniel, η ζημιά επιδεινώθηκε από την επανάληψη των πλημμυρών σε περιοχές που είχαν ήδη πληγεί σοβαρά. Η αντιπλημμυρική άμυνα, η οποία είχε τεθεί σε κίνδυνο από την καταστροφή του Daniel, δεν μπόρεσε να αντέξει τη νέα εισροή όμβριων υδάτων, με αποτέλεσμα πρόσθετες καταστροφές, ιδιαίτερα σε ορισμένες περιοχές της Θεσσαλίας και του νησιού της Εύβοιας. Η καταιγίδα Elias κατέστρεψε υποδομές, επιχειρήσεις και κατοικίες που μόλις και μετά βίας είχαν επιβιώσει από τον αρχικό κυκλώνα. Οι συνθήκες των περιοχών που ήταν ήδη απομονωμένες επιδεινώθηκαν, με αποτέλεσμα να απαιτηθούν νέες εκκενώσεις και επείγουσες παρεμβάσεις.

Η ελληνική κυβέρνηση κήρυξε κατάσταση έκτακτης ανάγκης στις πληγείσες περιοχές και ζήτησε τη βοήθεια της ΕΕ για προσπάθειες ανακούφισης και ανοικοδόμησης. Ωστόσο, η έκταση της ζημιάς κατέστησε αναγκαία μια παρατεταμένη διαδικασία αποκατάστασης. Η περιοχή της Θεσσαλίας υπέστη σημαντική οικονομική αναταραχή και κακουχίες ως αποτέλεσμα αυτών των καταιγίδων και οι επιπτώσεις τους θα είναι αισθητές για τα επόμενα χρόνια. Η αυξανόμενη συχνότητα και ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων στη Μεσόγειο ως απάντηση στην κλιματική αλλαγή υπογραμμίστηκε από αυτούς τους κυκλώνες. Η σφοδρότητα των κυκλώνων αποδόθηκε από μετεωρολόγους και περιβαλλοντικούς επιστήμονες σε αλλαγές στα καιρικά μοτίβα που οφείλονται στο κλίμα.

Οι κύριες μέθοδοι για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνουν την άσκηση επιρροής σε κυβερνητικές και εταιρικές οντότητες. Οι μέθοδοι προτείνουν τη μείωση εξαγωγής ορυκτών καυσίμων, καθώς, η αυξημένη εξαγωγή και καύση τους επιδεινώνει την κλιματική κρίση. Όλα τα έθνη πρέπει να επενδύσουν σε ενέργεια, η οποία αποδεδειγμένα αποδίδει από τα ορυκτά καύσιμα. Η μετάβαση των πηγών πρωτογενούς ενέργειας σε καθαρές και ανανεώσιμες εναλλακτικές είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την εξάλειψη της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων (Alferi et al., 2015).

Αυτές περιλαμβάνουν τεχνολογίες όπως η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, η κυματική, η παλιρροιακή και η γεωθερμική ενέργεια (Boustan et al., 2020).

Επιπλέον, προβλέπεται ενίσχυση των γεωργικών πρακτικών και προώθηση της διατροφής με βάση τα φυτικά προϊόντα. Μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους για τον μετριασμό της κλιματικής κρίσης είναι η μείωση της πρόσληψης κρέατος και γαλακτοκομικών ή η υιοθέτηση μιας εντελώς vegan διατροφής. Επίσης, είναι απαραίτητη η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων για ενίσχυση της δέσμευσης άνθρακα. Το φυσικό περιβάλλον μετριάξει αποτελεσματικά τις εκπομπές άνθρακα. Ωστόσο, απαιτείται διαχείριση. Η στρατηγική φύτευσης δέντρων ή η επαναφορά της γης στη φυσική της κατάσταση μέσω πρωτοβουλιών επαναφοράς είναι ένα αποτελεσματικό σημείο εκκίνησης. Τα δάση είναι απαραίτητα για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και η διατήρησή τους αποτελεί σημαντική στρατηγική για το κλίμα. Πέραν των δασικών εκτάσεων, οι ωκεανοί απορροφούν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας στην κλιματική σταθερότητα. Η προστασία των ωκεανών και των κατοίκων τους είναι ουσιαστικά ένα μέσο θωράκισης από την κλιματική αλλαγή (Elliott & Howell, 2017).

Βιβλιογραφία

Abel G.J., Brottrager M., Cuaresma J.C., Muttarak R., (2019). Climate, conflict and forced migration. *Glob. Environ. Change* 54:239–49.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.12.003>

Adnan A.T., Pierre C., Yves A., Luc N. and Bashir A., (2011). Modeling snowmelt-runoff under climate scenarios in the Hunza River basin, Karakoram Range, Northern Pakistan. *Journal of Hydrology* (409) 1–2, pp. 104–117

Adger WN, Pulhin JM, Barnett J, Dabelko GD, Hovelsrud GK et al. **2014**. Human security. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* CB Field, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea et al. 755–91 New York: Cambridge Univ. Press

Alferi, L., Burek, P., Feyen, L. & Forzieri, G. (2015). Global warming increases the frequency of river foods in Europe. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 19, pp. 2247–2260.

- Allcott, H., and Mullainathan, S. (2010). Behavior and energy policy. *Science* 327, pp. 1204–1205.
- Anderson, A.H. (2012). Climate change education for mitigation and adaptation. *J. Edu. Sustain. Dev.* 6, pp.191–206.
- Arnell, N. W. & Gosling, S. N., (2016). The impacts of climate change on river food risk at the global scale. *Clim. Change* 134(3), pp.387–401
- Asadieh, B. & Krakauer, N. Y. (2017). Global change in streamflow extremes under climate change over the 21st century. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21(11), pp.5863–5874
- Bankoff G.; Frerks G.; Hilhorst, D. eds. (2003). *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. Routledge. ISBN 1-85383-964-7
- Beine, M., Parsons, C., (2015). "Climatic factors as determinants of international migration" *The Scandinavian Journal of Economics* 117:2, pp. 723–767.
- Benali, N., Abdelkafi, I., Feki R., (2018). Natural-disaster shocks and government's behavior: evidence from middle-income countries, *Int. J. Disaster Risk Reduc.* 27, pp. 1–6, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.12.014>.
- Berg, P. et al., (2009). Seasonal characteristics of the relationship between daily precipitation intensity and surface temperature. *J. Geophys. Res.* 114, D18102. <https://doi.org/10.1029/2009JD012008>.
- Blöschl, G. et al., (2017). Changing climate shifts timing of European floods. *Science* 357(6351), 588–590
- Bond, 1999. Mitigation emerges as major strategy for reducing losses caused by natural disasters. *Board of Natural Disasters*. *Science* (New York, NY) 284 (5422), pp.1943–1947
- Boustan, L. P., Kahn, M. E., Rhode, P. W., Yanguas, M. L. (2020). "The effect of natural disasters on economic activity in US counties: A century of data" *Journal of Urban Economics* 118:103257.
- Brando, Paulo M.; Paolucci, Lucas; Ummenhofer, Caroline C.; Ordway, Elsa M.; Hartmann, Henrik; Cattau, Megan E.; Rattis, Ludmila; Medjibe, Vincent; Coe, Michael T.; Balch, Jennifer (2019). "Droughts, Wildfires, and Forest Carbon Cycling: A Pantropical Synthesis". *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 47 (1), pp. 555–581. Bibcode:2019AREPS..47..555B. doi:10.1146/annurev-earth-082517-010235

- Bryden, H. L. and Imawaki, S. (2001). In Ocean Circulation and Climate (Eds Siedler, G., Church, J. and Gould, J.) Ch. 6.2 455–474 (Academic, London, 2001)
- Brownlee, M.T.J., Powell, R.B., and Hallo, J.C. (2013). A review of the foundational processes that influence beliefs in climate change: opportunities for environmental education research. *Environ. Educ. Res.* 19, pp.1–20.
- Carmin J., Tierney K., Chu E., Hunter L.M., Roberts J.M., Shi L., (2015). Adaptation to climate change. See Dunlap & Brulle 2015 164–98
- Carrico, A.R., Vandenbergh, M.P., Stern, P.C., and Dietz, T. (2015). US climate policy needs behavioural science. *Nat. Clim. Change* 5, pp. 177–179.
- Cattaneo, C., Peri, G., (2016). "The migration response to increasing temperatures" *Journal of Development Economics* 122, pp. 127–146.
- Centre For Research On The Epidemiology Of Disasters – CRED (2015) “The human cost of natural disasters” – 2015: A global perspective. CRED: Brussels
- CRED/UNDRR. *The Human Cost of Natural Disasters 2015: A Global Perspective*. Centre for Research on the Epidemiology of Disaster (CRED); Brussels, Belgium: 2015.
- Ciplet D., Roberts J.T., Khan M.R., (2015). *Power in a Warming World: The New Global Politics of Climate Change and the Remaking of Environmental Inequality* Cambridge, MA: MIT Press
- Cunningham, S. A. (2005). RRS Discovery Cruise 279 (04 Apr–10 May 2004): A Transatlantic Hydrography Section at 24.5° N Cruise Report 54, 1–199, Southampton Oceanography Centre, Southampton, 2005. <http://eprints.soton.ac.uk/17527/>
- Curtis K.J. & Bergmans R.S., (2018). Estimating the population impacts of sea level rise. *Routledge Handbook of Environmental Displacement and Migration* R McLeman, F Gemenne 106–16 New York: Routledge
- David E. (2018). Forests and Water; Background analytical study prepared for the thirteenth session of the United Nations Forum on Forests, April 2018.
- DeWeerd, S. (2020). "Humans cause 96% of wildfires that threaten homes in the U.S." *Anthropocene*.
- Dankers, R. et al., (2014). First look at changes in food hazard in the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project ensemble. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 111(9), pp. 3257–3261.
- Dietz T., Shwom R., Whitley C., (2020). Sociology and the climate emergency. *Annu. Rev. Sociol.* 46:625–48, doi:[10.1146/annurev-soc-121919-054614](https://doi.org/10.1146/annurev-soc-121919-054614)

- Dimitriou, E.; Efstratiadis, A.; Zotou, I.; Papadopoulos, A.; Iliopoulou, T.; Sakki, G.-K.; Mazi, K.; Rozos, E.; Koukouvinos, A.; Koussis, A.D.; et al., (2024). Post-Analysis of Daniel Extreme Flood Event in Thessaly, Central Greece: Practical Lessons and the Value of State-of-the-Art Water-Monitoring Networks. *Water*, 16, 980.
- Donat, M. G., Lowry, A. L., Alexander, L. V., O’Gorman, P. A. & Maher, N., (2016). More extreme precipitation in the world’s dry and wet regions. *Nat. Clim. Change* 6, pp. 508–513.
- Doney, C. S.; Busch, D. S.; Cooley, R. S.; Kroeker, J. K. (2020). "The Impacts of Ocean Acidification on Marine Ecosystems and Reliant Human Communities". *Annual Review of Environment and Resources*. 45 (1): 83–112. doi:10.1146/annurev-environ-012320-083019.
- Drabo, A., Mbaye, L. M., (2017). "Natural Disasters and Poverty Reduction: Do Remittances Matter?" *CESifo Economic Studies* 63:4, pp. 481–499.
- Dunlap R.E.& Brulle R.J., (2015). *Climate Change and Society: Sociological Perspectives* Oxford, UK: Oxford Univ. Press
- Duteil O., Böning C. W. & Oschlies A. (2014). Variability in Subtropical-Tropical Cells Drives Oxygen Levels in the Tropical Pacific Ocean. *Geophysical Research Letters*, 41 (24). pp. 8926- 8934.
- Elliott J.R. & Howell L. (2017). Beyond disasters: a longitudinal analysis of natural hazards’ unequal impacts on residential instability. *Soc. Forces* 95:31181–207
- England M. H., McGregor S., Spence P., Meehl G. A., Timmermann A., Cai W., Sen Gupta A., Mcphaden M. J., Purich A. And Santoso A. (2014). Recent Intensification of Wind-Driven Circulation in the Pacific and the Ongoing Warming Hiatus. *Nature Climate Change*, 4, pp. 222-227.
- Fink, G., Redaelli, S., (2011). Determinants of international emergency aidhumanitarian need only? *World Dev.* 39 (5), pp.741–757
- Fortgang A. (2021). *Countries and Territories Most Affected by Climate Change Also More Likely to Believe it to Be Personally Harmful*
<https://climatecommunication.yale.edu/news-events/countries-and-territories-most-affected-by-climate-change-also-more-likely-to-believe-it-to-be-personally-harmful/>
- Girvetz, E. H. & Zganjar, C., (2014). Dissecting indices of aridity for assessing the impacts of global climate change. *Clim. Change* 126(3–4), pp. 469–483
- Gould, Kevin A.; Garcia, M. Magdalena; Remes, Jacob A.C. (1 December 2016). "Beyond 'natural-disasters-are-not-natural': the work of state and nature after the

- 2010 earthquake in Chile". *Journal of Political Ecology*. **23** (1): 93. doi:10.2458/v23i1.20181
- Gray, C. L. & Mueller, V., (2012). "Natural disasters and population mobility in Bangladesh" *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109:16, pp. 6000–6005.
- Hansen J. (2016). Ice Melt, Sea Level Rise and Super storms: Evidence from Paleo climate Data, Climate Modeling, and Modern Observations that 2°C Global Warming Could Be Dangerous. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(6), pp. 3761–3812.
- He, K., Yang, Q., Shen, X., Dimitriou, E., Mentzafou, A., Papadaki, C., Stoumboudi, M., Anagnostou, E.N., (2023). Brief communication: Storm Daniel Flood Impact in Greece 2023: Mapping Crop and Livestock Exposure from SAR. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss*, preprint.
- Hekmatzadeh, A.A., Kaboli, S. and Torabi Haghighi, A. (2020) New indices for assessing changes in seasons and in timing characteristics of air temperature. *Theoretical and Applied Climatology*, 140, pp.1247–1261. doi:10.1007/s00704-020-03156-w
- Held, I. M. & Soden, B. J., (2006). Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *J. Clim.* 19, pp.5686–5699.
- Hoppe, K.A.; Metwali, N.; Perry, S.S.; Hart, T.; Kostle, P.A.; Thorne, P.S., (2012). Assessment of airborne exposures and health in flooded homes undergoing renovation. *Indoor Air*, 22, pp. 446–456.
- Hornbeck, R., (2012). "The Enduring Impact of the American Dust Bowl: Short- and Long-Run Adjustments to Environmental Catastrophe" *American Economic Review* 102:4, pp. 1477–1507.
- Houghton J.T., Meira Filho, L.G., Callander B.A., Harris N., Kattenberg A. and Maskell K., (1996). *The Science of Climate Change*. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Hyde W.T, Crowley T.J (2000). Probability of future climatically significant volcanic eruptions. *J Clim* 2000, 13, pp.1445–1450
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013). *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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014a). Summary for policymakers, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). Summary for Policymakers. 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., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. 1 Global Journal of Science Frontier Research Volume XX Issue ersion I V II Year 2020 11 (H) © 2020 Global Journals Causes of Climate Change: Review Article Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2020). *Climate Change and Land*. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems; Summary for Policymakers

Khavrus, V. & Shelevytsky, I. (2010). Introduction to solar motion geometry on the basis of a simple model. *Physics Education*. 45 (6), p. 641. Bibcode: 2010PhyEd.45.641K. doi:10.1088/0031-9120/45/6/010

Koutsoyiannis, D., Iliopoulou, T., Koukouvinos, A., Malamos, N., Mamassis, N., Dimitriadis, P., Tepetidis, N., Markantonis, D., (2023). *Production of Maps with Updated Parameters of the Ombrian Curves at Country Level (Implementation of the EU Directive 2007/60/EC in Greece)*, Technical Report; Department of Water Resources and Environmental Engineering—National Technical University of Athens: Athens, Greece; Available online: <https://www.itia.ntua.gr/2273/>

Krin, C.S., Giannou, C., Seppelt, I.M., Walker, S., Mattox, K.L., Wigle, R.L., Crippen, D., (2010). Appropriate response to humanitarian crises. *Br. Med. J.* 340.

Kundzewicz, Z. W. et al., (2017). Differences in food hazard projections in Europe—their causes and consequences for decision making. *Hydrol. Sci. J.* 62(1), pp.1–14.

Lekkas, E.; Diakakis, M.; Mavroulis, S.; Filis, C.; Bantekas, Y.; Gogou, M.; Katsetsiadou, K.-N.; Mavrouli, M.; Giannopoulos, V.; Sarantopoulou, A.; et al., (2024) The Early September 2023 Daniel Storm in Thessaly Region (Central Greece). Newsletter of Environmental, Disaster and Crises Management Strategies. Available online: https://edcm.edu.gr/images/docs/newsletters/Newsletter_30_2024_Daniel_Thessaly.pdf.

Lekkas, E.; Diakakis, M.; Mavroulis, S.; Filis, C.; Bantekas, Y.; Gogou, M.; Katsetsiadou, K.-N.; Mavrouli, M.; Giannopoulos, V.; Sarantopoulou, A.; et al., (2024a). The Early September 2023 Daniel Storm in Thessaly Region (Central Greece). Newsletter of Environmental, Disaster and Crises Management Strategies. 2024. Available online: https://edcm.edu.gr/images/docs/newsletters/Newsletter_30_2024_Daniel_Thessaly.pdf

Lindsey, R.; Dahlman, L. (2022). "Climate Change: Global Temperature". *climate.gov*. National Oceanic and Atmospheric Administration.

Mahajan, P. & Yang, Y., (2020). "Taken by Storm: Hurricanes, Migrant Networks, and US Immigration" *American Economic Journal: Applied Economics* 12:2, pp. 250–277.

McClean D. (2014). “China celebrates the Hyogo Framework for Action”. United Nations Office for Disaster Risk Reduction - Regional Office for Asia and Pacific (UNISDR AP). <http://www.unisdr.org/archive/38302>

Mavrouli, M.; Mavroulis, S.; Lekkas, E.; Tsakris, A., (2017) Potential infectious diseases following floods induced by extreme precipitation events. In Proceedings of the 27th European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, Vienna, Austria, 22–25; p. 3545.

Mavrouli, M.; Mavroulis, S.; Lekkas, E.; Tsakris, A., (2023). The Impact of Earthquakes on Public Health: A Narrative Review of Infectious Diseases in the Post-Disaster Period Aiming to Disaster Risk Reduction. *Microorganisms*, 11, p.419.

Mavroulis, S.; Mavrouli, M.; Lekkas, E.; Tsakris, A., (2024). Impact of the September 2023 Storm Daniel and Subsequent Flooding in Thessaly (Greece) on the Natural and Built Environment and on Infectious Disease Emergence. *Environments*, 11, 163. <https://doi.org/10.3390/environments11080163>

- Norris, J., Chen, G. & Neelin, J. D., (2019). Thermodynamic versus dynamic controls on extreme precipitation in a warming climate from the community earth system model large ensemble. *J. Clim.* 32, pp.1025–1045.
- Ministry of Agriculture (2011). *Agriculture Sector Programme of Plan on Adaptation to Climate Change*. Addis Ababa, Ethiopia
- Mochizuki, Y., and Bryan, A. (2015). Climate change education in the context of education for sustainable development: rationale and principles. *J. Educ. Sustain. Dev.* 9, pp. 4–26.
- National Research Council (NRC) (2011). *Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations, and Impacts over Decades to Millennia*. The National Academies Press, Washington, DC, USA
- Negar H. & Jean P. B., (2014). Geomorphological analysis of the drainage system on the growing Makranaccretionary wedge, *Geomorphology* (209), pp. 111–132.
- OCHA, 2012. Humanitarian Financing – Overview (Homepage of United Nations) <http://www.unocha.org/what-we-do/coordination/response/overview>
- Papagiannaki, K., Petrucci, O., Diakakis, M., Kotroni, V., Aceto, L., Bianchi, C., Brázdil, R., Gelabert, M.G., Inbar, M., Kahraman, A., et al., (2022). Developing a large-scale dataset of flood fatalities for territories in the Euro-Mediterranean region, FFEM-DB. *Sci. Data*, 9, 166.
- Pappas, S.; Means, T. (2022). "Top 11 Deadliest Natural Disasters in History". *livescience.com*.
- Pecl, T. G.; Araújo, B. M.; Bell, D. J.; Blanchard, J.; Bonebrake, C. T.; Chen, I-Ching; Clark, D. T.; Colwell, K. R.; Danielsen, F.; Evengård, B.; Falconi, L.; Ferrier, S.; Frusher, S.; Garcia, A.R.; Griffis, B. R.; Hobday, J.A.; Janion-Scheepers, C.; Jarzyna, A.M.; Jennings, S.; Lenoir, J.; Linnetved, I. H.; Martin, Y.V.; McCormack, C.P.; McDonald, J.; Mitchell, J.N.; Mustonen, T.; Pandolfi, M.J.; Pettorelli, N.; Popova, E.; Robinson, A.S.; Scheffers, R.B.; Shaw, D.J.; Sorte, J.B.C.; Strugnell, M.J.; Sunday, M.J.; Tuanmu, M.; Vergés, A.; Villanueva, C.; Wernberg, T.; Wapstra, E.; Williams, E. S. (2017). "Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being". *Science*. 355 (6332): eaa19214. doi:10.1126/science.aai9214
- Peterson, Hoerling, Stott & Herring (2013). Explaining extreme events of 2012 from a climate perspective," *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94 (9), pp. S1–S74.

Pisinaras, V., Herrmann, F., Panagopoulos, A., Tziritis, E., McNamara, I., Wendland, F., (2023). Fully Distributed Water Balance Modelling in Large Agricultural Areas—The Pinios River Basin (Greece) Case Study. *Sustainability*, 15, 4343.

Pfahl, S., O’Gorman, P. A. & Fischer, E. M., (2017). Understanding the regional pattern of projected future changes in extreme precipitation. *Nat. Clim. Change* 7, pp. 423–427

Rao, C.Y.; Riggs, M.A.; Chew, G.L.; Muilenberg, M.K.; Thorne, P.S.; Sickel, D.V.; Dunn, K.H.; Brown, C., (2007). Characterization of airborne molds, endotoxins, and glucans in homes in New Orleans after Hurricanes Katrina and Rita. *Appl. Environ. Microbiol.*, 73, pp.1630–1634.

Ryan, B.J.; Franklin, R.C.; Burkle, F.M., Jr.; Aitken, P.; Smith, E.; Watt, K.; Leggat, P., (2016). Reducing Disaster Exacerbated Non-Communicable Diseases Through Public Health Infrastructure Resilience: Perspectives of Australian Disaster Service Providers. *PLoS Curr.*, 8, pp.1–26.

Rojas, R., Feyen, L., Bianchi, A. & Dosio, A., (2012). Assessment of future food hazard in Europe using a large ensemble of bias-corrected regional climate simulations. *J. Geophys. Res. Atmos.* 117, D17109.

Rousi, E.; Kornhuber, K.; Beobide-Arsuaga, G.; Luo, F.; Coumou, D. (2022). "Accelerated western European heatwave trends linked to more-persistent double jets over Eurasia". *Nature Communications*. 13 (1), p. 3851. doi:10.1038/s41467-022-31432-y

Ruohong, C., Shuaizhang, F., Oppenheimer, M., Pytlikova, M. (2016). "Climate variability and international migration: The importance of the agricultural linkage" *Journal of Environmental Economics and Management* 79, pp. 135–151.

Rutgers University (2018). Earth's orbital changes have influenced climate, life forms for at least 215 million years: Gravity of Jupiter and Venus elongates Earth's orbit every 405,000 years, Rutgers-led study confirms. *Science Daily*. www.sciencedaily.com/releases/2018/05/180507153109.htm

Savage M., Mujica A., Chiappe F and Ross I. (2015). Climate Finance and Water Security: Bangladesh Case Study, *Oxford Policy Management Limited*, Oxford, UK.

Sharma, A., Wasko, C. & Lettenmaier, D. P., (2018). If precipitation extremes are increasing, why aren’t foods?. *Water Resour. Res.* 54(11), pp.8545–8551

Schef, J. & Frierson, D. M. W., (2012). Robust future precipitation declines in CMIP5 largely reflect the poleward expansion of model subtropical dry zones. *Geophys. Res. Lett.* 39, L18704

- Seneviratne S., Nicholls N., Easterling D., Goodess C., Kanae S., Kossin J., Luo Y., Marengo J., McInnes K., Rahimi M., et al. (2012). *Changes in Climate Extremes and Their Impacts on the Natural Physical Environment: An Overview of the IPCC SREX Report* Cambridge University Press; Cambridge, UK: New York, NY, USA. p. 12566.
- Sparks, T.H. and Menzel, A. (2002) Observed changes in seasons: an overview. *International Journal of Climatology*, 22, pp.1715–1725.
- Strasser U., Vilsmaier F., Prettenhaler T., Marke R., Steiger A., Damm F., Hanzer R., Wilcke J. & Stötter J., (2014). Coupled component modeling for inter- and trans-disciplinary climate change impact research: Dimensions of integration and examples of interface design. *Environmental Modeling and Software*, 60, pp.180–187.
- Stefanidis, S., Alexandridis, V., Theodoridou, T., (2022). Flood Exposure of Residential Areas and Infrastructure in Greece. *Hydrology* 9, p.145.
- Tabari, H., Hosseinzadehtalaei, P., AghaKouchak, A. & Willems, P., (2019). Latitudinal heterogeneity and hotspots of uncertainty in projected extreme precipitation. *Environ. Res. Lett.* 14, 124032.
- Taylor, K. E., Stoufer, R. J. & Meehl, G. A., (2012). An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 93, pp.485–498.
- Tegos, A., Ziogas, A., Bellos, V., Tzimas, A., (2022). Forensic Hydrology: A Complete Reconstruction of an Extreme Flood Event in Data-Scarce Area. *Hydrology* 9, 93
- Thaler, R.H. (2018). From cashews to nudges: the evolution of behavioral economics. *Am. Econ. Rev.* 108, pp.1265–1287.
- Tober, S. et al., (2018). Multi-model ensemble projections of European river floods and high flows at 1.5, 2, and 3 degrees global warming. *Environ. Res. Lett.* 13(1), 014003.
- Wouterse, F., Andrijevic, M., and Schaeffer, M. (2022). The microeconomics of adaptation: Evidence from smallholders in Ethiopia and Niger. *World Dev.* 154, 105884.
- Sealey-Huggins L., (2017). ‘1.5°C to stay alive’: climate change, imperialism and justice for the Caribbean. *Third World Q* 38:112444–63
- Swain, L.D.; Singh, D.; Touma, D.; Diffenbaugh, S. N. (2020). "Attributing Extreme Events to Climate Change: A New Frontier in a Warming World". *One Earth*. 2 (6), pp. 522–527. doi:10.1016/j.oneear.2020.05.011
- Thomas R. K.; Jerry M. M.; Thomas C. P. (2013). "Global Climate Change". *Global Climate Change Impacts in the United States* (PDF). pp. 22–24.

- Tierney J. E., Smerdon J. E., Anchukaitis K. J. Anchukaitis & Seager R. (2013). Multidecadal variability in East African hydroclimate controlled by the Indian Ocean. *Nature*, 493 (7432), pp. 389–392.
- Trott, C.D. (2022). Climate change education for transformation: exploring the affective and attitudinal dimensions of children’s learning and action. *Environ. Educ. Res.* 28, pp. 1023–1042.
- United States Global Change Research Program (USGCRP) (2009). *Global Climate Change Impacts in the United States*. Thomas R. Karl, Jerry M. Melillo & Thomas C. Peterson (eds.). Cambridge University Press, New York, NY, USA
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (2010). Climate Change Science Facts. www.epa.gov/climatechange.
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (2010). *Climate Change Science Facts*. www.epa.gov/climatechange
- United Nations Food and Agricultural Organization (FAO) (2011). ‘Energy-Smart’ Food for People and Climate. Issue paper. Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/3/i2454e/i2454e00.pdf>
- United States Global Change Research Program (USGCRP) (2014). Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment. [Melillo, Jerry M., Terese (T.C.) Richmond, and Gary W. Yohe, Eds.] 39. William F. Ruddiman (2007)
- UNISDR (2015). Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Geneva, Switzerland: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR).
- UN Office for Disaster Risk Reduction, (2020). *The Human Cost of Disasters: An Overview of the Last 20 Years (2000–2019)* UN Office for Disaster Risk Reduction Geneva; Geneva, Switzerland.
- William F. R. (2007). *Earth's Climate: Past and Future* (2nd Edition)
- You G. J. Y. & Ringler C. (2010). Hydro-Economic Modeling of Climate Change Impacts in Ethiopia (No. 960), International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Yuksel G. (2014). Sea surface temperature anomalies at the Mediterranean Coast of Turkey (Period: 1968–2010). *Procedia–Social and Behavioral Sciences*, 31, pp. 476–486.
- Zhang, N., Yu, K. & Chen, Z. (2017). ‘How does urbanization affect carbon dioxide emissions? A cross country panel data analysis’, *Energy Policy*, Vol. 107, pp. 678–687

Zhang, L.; Yu, J.; Pan, H.; Hu, P.; Hao, Y.; Cai, W.; Zhu, H.; Yu, A.D.; Xie, X.; Ma, D.; et al., (2007). Small molecule regulators of autophagy identified by an image-based high-throughput screen. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 104, pp. 19023–19028

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Έτος 2024. Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και

το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.