

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΡΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΚΟΥΛΑΚΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2021

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΤΟΛΙΚΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΑ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ
ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

ΣΚΟΥΛΑΚΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

ΚΑΒΑΛΑ, 2021

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΤΟΛΙΚΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στις επιπτώσεις που έχουν προκαλέσει ή δύναται να προκαλέσουν οι αλλαγές του κλίματος τα επόμενα χρόνια στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου. Ο ρυθμός αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας κατά τον επόμενο αιώνα θα είναι περίπου $0,3^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία (με εύρος αβεβαιότητας από $0,2^{\circ}\text{C}$ έως $0,5^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία). Αυτό θα οδηγήσει σε πιθανή αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας περίπου 1°C πάνω από την τρέχουσα τιμή έως το 2025 και 3°C πριν από το τέλος του τρέχοντος αιώνα (IPCC, 2018). Όπως σημειώνεται από τη Διακυβερνητική επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), αυτές οι αλλαγές στην παγκόσμια μέση θερμοκρασία έχουν έντονες επιπτώσεις σε παγκόσμιο, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, όπως: την άνοδο της στάθμης και της θερμοκρασίας της θάλασσας, τις βροχοπτώσεις και την απορροή ποταμών, την ξηρασία, την ερημοποίηση και τις πυρκαγιές. Η πιθανή κλιματική αλλαγή έχει σημαντικό αντίκτυπο στους πόρους της γης, τη γεωγραφία, τον πληθυσμό και τις δραστηριότητες στις χώρες της Μεσογείου. Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής θα διαφέρουν ανά τόπο και μερικές φορές ανά εποχή.

Σε πολλές περιπτώσεις, οι συνέπειες θα είναι αρνητικές. Η υγεία, η ευημερία και ο σύγχρονος τρόπος ζωής του ανθρώπου είναι πιθανό να κλονιστούν. Το περιβάλλον σε κάθε περιοχή θα υποστεί αλλαγές, κυρίως όσον αφορά τα δάση, τους υδροβιότοπους, τα ωκεάνια και τα δελταϊκά περιβάλλοντα, και ως εκ τούτου η χλωρίδα και η πανίδα θα πρέπει να προσαρμοστούν στις νέες κλιματικές συνθήκες. Ωστόσο, ορισμένες περιοχές ενδέχεται να ανταπεξέλθουν πιο εύκολα σε κάποιες από τις αλλαγές, κυρίως όταν αυτές είναι ήσσονος σημασίας.

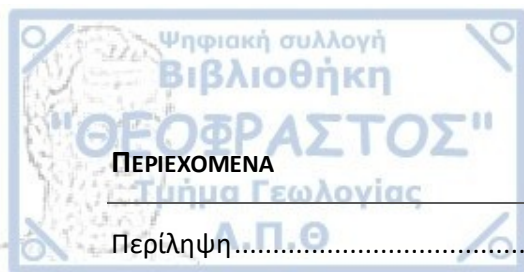
Ο μετριασμός των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής και η προσαρμογή στις αναπόφευκτες επιπτώσεις της απαιτούν από την επιστημονική κοινότητα, την πολιτική ηγεσία και την βιομηχανία να επιδείξουν ετοιμότητα, προσαρμοστικότητα και τεχνογνωσία απέναντι στα νέα δεδομένα, ώστε να διαφυλάξουν τον άνθρωπο, την χερσαία και θαλάσσια μορφολογία, τη βιοποικιλότητα, την οικονομική ανάπτυξη, την τουριστική δραστηριότητα και την πολιτισμική κληρονομιά της λεκάνης της Μεσογείου.

ABSTRACT

This dissertation focuses on the expected effects that climate change has had or may have on the coming years in the Mediterranean coastal areas. The rate of increase of the global mean temperature during the next century is expected to be about 0.3°C per decade (with an uncertainty range of 0.2°C to 0.5°C per decade). This is likely to result in an increase of the global mean temperature to about 1°C above the present value by 2025, and roughly 3°C before the end of the next century (IPCC, 2018). As noted by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), these changes in the global average temperature have a wide range of impacts at global, regional, and local levels, such as: sea level rise, temperature, rainfall and river runoff, drought, desertification and fires. The climate change is going to heavily affect the earth's resources and have a serious impact on the Mediterranean terrain, population and their activities as well.

The effects will vary by region and sometimes by season. Human health, well-being and modern lifestyle is likely to be shaken. The environment in each region will change, especially in forests, wetlands, oceans and deltaic environments, and therefore the flora and fauna will have to adapt to the new climatic conditions. In most cases the effects will be detrimental, however, some areas may be able to cope with the climatic changes, provided they remain relatively small.

Mitigating the effects of climate change and adapting to its inevitable outcomes, require for the scientific community, political leadership and industry to cooperate and adapt to the new data, in order to preserve the terrestrial and marine morphology, biodiversity, economic development, tourist activity and cultural heritage of the Mediterranean basin.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Τμήμα Γεωλογίας

Α.Π.Θ.

Περίληψη	2
Περιεχόμενα	4
Ευχαριστίες	7
1 Εισαγωγή.....	8
1.1 Γενικά	8
1.2 Στόχος της εργασίας.....	9
2 Η Μεσόγειος.....	10
2.1 Οικονομικές Δραστηριότητες στην Μεσόγειο	10
2.2 Γεωλογία.....	11
2.3 Ωκεανογραφία.....	12
2.4 Τεκτονική.....	13
2.5 Μεσογειακό κλίμα	14
3 Κλιματική Αλλαγή.....	16
3.1 Ανασκόπηση επιστημονικού πεδίου	16
3.2 Αποτελέσματα της κλιματικής Αλλαγής.....	21
3.2.1 Άνοδος της θερμοκρασίας.....	21
3.2.2 Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	23
3.2.3 Άνοδος της θερμοκρασίας της θάλασσας	25
3.2.4 Ερημοποίηση	26
3.2.5 Ισχυρές βροχοπτώσεις.....	27
3.2.6 Ξηρασία	28
3.2.7 Πυρκαγιές	29
4 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην μεσόγειο	29
4.1 Υγεία.....	31
4.1.1 Καταιγίδες σκόνης (Dust storms).....	31
4.1.2 Καύσωνες.....	32
4.2 Επιπτώσεις στους Υδάτινους πόρους και το νερό άρδευσης	32
4.3 Επιπτώσεις στους πόρους τροφίμων.....	36
4.4 Παράκτια συστήματα και παράκτια διάβρωση	36
4.5 Κοινωνικοοικονομική κατάσταση.....	38
4.6 Επιδράσεις στα είδη.....	39
4.7 Επιδράσεις στη βιοποικιλότητα των δασών	40

4.8	Επιδράσεις στους Υγροβιότοπους	41
4.9	Επιδράσεις στα συστήματα ωκεανού	42
4.10	Επιδράσεις στα δελταϊκά περιβάλλοντα	43
4.10.1	Το παράδειγμα του Δέλτα του Έβρου	44
4.11	Επιδράσεις στις Υποδομές.....	44
4.12	Κλιματική Μετανάστευση	45
4.13	Επιδράσεις στον τουρισμό	46
4.14	Παγκόσμια κληρονομιά / τόποι αρχαιολογικού ενδιαφέροντος	48
4.14.1	Το Παράδειγμα της Βενετίας	49
5	Συμπεράσματα - Προτάσεις	50
5.1	Ευρωπαϊκή στρατηγική	50
5.2	Βιωσιμότητα – Πρασινη οικονομία	51
5.3	Προτάσεις.....	52
6	Βιβλιογραφία	54

Σχήμα 1 Πληθυσμιακή πυκνότητα και αστικά κέντρα στην Μεσόγειο Θάλασσα, 2008 (GRID-Arendal, 2013)..... 10

Σχήμα 2: Γεωτεκτονικός χάρτης της περιοχής της Μεσογείου. Τα πετρώματα ταξινομούνται ως (I) Ηφαιστειακά και μεταμορφωμένα πετρώματα. (II) Ιζηματογενή πετρώματα (πηλός, ιλύς, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, μάργες) · (III) ασβεστόλιθοι, αλλουβιακές και προσχωσιγενείς αποθέσεις). (IV) Εβαποριτικά πετρώματα (Dürr et al. 2005) 11

Σχήμα 3: Τεκτονικός χάρτης της περιοχής της Μεσογείου. Πηγή: Wikimedia commons)..... 14

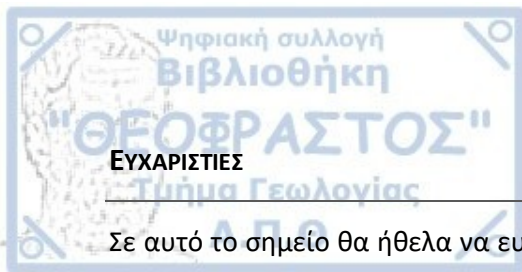
Σχήμα 4: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του ατμοσφαιρικού θερμοκηπίου και του ισοζυγίου της ηλιακής και γήινης ακτινοβολίας, ΥΠΕΠΘ – Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΕΠΕΑΕΚ Ι, Αθήνα 2000. 18

Σχήμα 5: Ατμοσφαιρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα τα τελευταία 10 000 χρόνια (μεγάλο πάνελ) και από το 1750 (ένθετο πάνελ). Οι μετρήσεις εμφανίζονται από πυρήνες πάγου (σύμβολα με διαφορετικά χρώματα για διαφορετικές μελέτες) και ατμοσφαιρικά δείγματα (κόκκινες γραμμές). Η αντίστοιχη δύναμη ακτινοβολίας εμφανίζεται στους δεξιούς άξονες του μεγάλου πλαισίου (IPCC, 2007a)..... 19

Σχήμα 6: Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω των αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως CO₂ και υδρατμών (Seim & Olsen, 2020)..... 20

Σχήμα 7: Άνοδος της Θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας (ανωμαλίες μέσης ετήσιας θερμοκρασίας σε σχέση με την περίοδο 1880-1899), στη λεκάνη της Μεσογείου (μπλε γραμμές, με και χωρίς

εξομάλυνση) και για τον πλανήτη (πράσινη γραμμή). Στην περιοχή της Μεσογείου, οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες είναι τώρα περίπου 1,5 ° C υψηλότερες από ό, τι κατά την περίοδο 1880-1899, πολύ πάνω από τις τρέχουσες τάσεις υπερθέρμανσης του πλανήτη ((MedECC, 2019)	23
Σχήμα 8: Άνοδος της στάθμης της θάλασσας (πηγή: nasa.gov).....	25
Σχήμα 9: Αναμενόμενες ελάχιστες και μέγιστες αλλαγές στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας για την περίοδο 2070-2099 (έναντι 1961-1990). (MedECC, 2019)	26
Σχήμα 10: Η ευπάθεια της περιοχής της Μεσογείου στην ερημοποίηση. Κίτρινο: έρημος, Υποκίτρινο: ημι-έρημος, Πορτοκαλί σκούρο: σοβαρή ευαλωτότητα ερημοποίησης, Πορτοκαλί ανοιχτό: μέτρια ευαλωτότητα ερημοποίησης (MedECC, 2019)	27
Σχήμα 11: Εκτίμηση κινδύνου στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου. Πράσινο σκούρο: πολύ χαμηλή, Πράσινο: χαμηλή, Κίτρινο: μέτρια, Πορτοκαλί: υψηλή, Κόκκινο: Πολύ υψηλή (Satta, Puddu, Venturini, & Giurponi, 2017)	30
Σχήμα 12: Ετήσιοι φυσικοί ανανεώσιμοι υδάτινοι πόροι κατά κεφαλήν στις κύριες λεκάνες απορροής της Μεσογείου, εκφραζόμενοι ως επίπεδα έλλειψης για ανθρώπινη χρήση (MedECC, 2019)	33
Σχήμα 13: Αναμενόμενη διακύμανση της ετήσιας βροχόπτωσης (σε mm ανά έτος-1) στη Μεσόγειο για την περίοδο 2000-2050 (Πηγή: Saadi et al., 2014).....	35
Σχήμα 14: Παράκτια διάβρωση και ευαίσθητα οικοσυστήματα στην Μεσόγειο. Κόκκινο: ακτές σε διάβρωση, Μπλε: σταθεροποιημένες, Κίτρινο: ακτές σε εμπλουτισμό, Πράσινο: χωρίς δεδομένα.(Πηγή: State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment, Cartographer: GRID-Arendal)	38
Σχήμα 15: Υποδομές παράκτιων μεταφορών στη Μεσόγειο. (Πηγή: State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment, Cartographer: GRID-Arendal).....	45
Σχήμα 16: Απειλούμενα μνημεία παγκόσμιας κληρονομιάς της Μεσογείου. Πηγή: βάση δεδομένων Esri, DeLorme, NAVTEQ	48



Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους στάθηκαν δίπλα μου καθ' όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου σταδιοδρομίας, καθώς η παράδοση της πτυχιακής αυτής εργασίας σηματοδοτεί και το πέρας των σπουδών μου στο τμήμα Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Πρωτίστως, θα ήθελα να αποδώσω ιδιαίτερες ευχαριστίες στην καθηγήτρια κα. Τολίκα Κωνσταντία για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την αφοσίωση και το αδιάκοπο ενδιαφέρον που υπέδειξε για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας

Επιπλέον, ευχαριστίες πρέπει να αποδοθούν στα πρόσωπα που απαρτίζουν το ανθρώπινο δυναμικό του Τμήματος, που με ζήλο και υπομονή μεταλαμπαδεύουν τις γνώσεις του και τις εμπειρίες τους στους φοιτητές, καταρτίζοντας έτσι μελλοντικούς μηχανικούς.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, οι οποία στάθηκε στυλοβάτης στην περάτωση των σπουδών μου, καθώς με αυταπάρνηση στήριξαν κάθε επιλογή μου τόσο σε αυτόν τον αγώνα της ακαδημαϊκής μου κατάρτισης, όσο και αμφότερα, παρά τις οικονομικές συγκυρίες της εποχής μας.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η κλιματική αλλαγή είναι πλέον ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός. Η ύπαρξη της έννοιας της κλιματικής αλλαγής συνδέεται άρρηκτα με πληθώρα αρνητικών επιπτώσεων στο σύνολο της ανθρωπότητας, της οικονομίας, του οικοσυστήματος και του φυσικού περιβάλλοντος. Η επιστημονική κοινότητα προειδοποιεί εδώ και χρόνια το ευρύ κοινό για την έκταση που τείνει να εμφανίσει το φαινόμενο αυτό, καθώς και τις συνέπειες του. Το περιβάλλον είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζεται από την μεγέθυνση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Οι επιδράσεις στη δομή και την κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος δημιουργούν νέα δεδομένα για το πολιτικό, κοινωνικό, οικονομικό και βιομηχανικό τοπίο του παγκόσμιου χάρτη και, επομένως, για την περιοχή της Μεσογείου (Γεωργάκη & Τόκα, 2017)

Η Μεσόγειος παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για την επιστημονική κοινότητα λόγω του γεωλογικού της παρελθόντος, του ημι-άνυδρου περιβάλλοντος της, με κλίμα που είναι εγγενώς διαφορετικό από εκείνο των εύκρατων ζωνών. Παρά το ότι η χερσαία επιφάνεια της αντιπροσωπεύει μόνο το 1,5 τοις εκατό της επιφάνειας της γης, η Μεσόγειος φιλοξενεί ποικίλλα φυσικά φαινόμενα και καταστροφές (Thiébault & Moatti, 2016).

Σ' αυτά περιλαμβάνονται η υπερθέρμανση του πλανήτη, οι αλλαγές στον κύκλο του νερού, οι αλλαγές στις λειτουργίες του εδάφους και της βλάστησης, οι τροποποιήσεις στη βιοποικιλότητα, η άνιση κατανομή των πόρων και η διαχείριση των πολιτικών, οικονομικών και κοινωνικών σχέσεων μεταξύ Βορρά και Νότου, που οδηγεί σε συγκρούσεις, μετανάστευση μεγάλης κλίμακας, ταχεία αστικοποίηση και παράκτια ανάπτυξη (Thiébault & Moatti, 2016).

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κυριότερος στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και παρουσίαση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον, την κοινωνία, την οικονομία, τη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής της Μεσογείου. Η επιστημονική κοινότητα καθώς και πληθώρα οργανισμών προσπαθούν να εκτιμήσουν εδώ και πολλά χρόνια την πορεία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος εν μέσω της κλιματικής αλλαγής, καθώς και να αντιμετωπίσουν τις διαφοροποιήσεις που θα επέλθουν από τα αποτελέσματα της, τα οποία ο άνθρωπος θα κληθεί να αντιμετωπίσει στο σύντομο μέλλον.

Για τον σκοπό αυτό, η πτυχιακή αυτή εργασία δομείται καταλλήλως σε 5 κεφάλαια.

Στην εισαγωγή, περιγράφεται η γενική εικόνα του θέματος της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, του επιδιωκόμενου στόχου και της δομής της διατριβής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η περιοχή της Μεσογείου. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται μια γεωγραφική – γεωλογική τοποθέτηση της περιοχής ενδιαφέροντος, καθώς και όλων των δραστηριοτήτων και ανθρωποκεντρικών στοιχείων που την διατρέχουν.

Το τρίτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στο επιστημονικό υπόβαθρο της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου αυτού δίνονται οι πιο βασικοί όροι – σημεία αναφοράς, βάσει ορισμών που έχουν δοθεί από διεθνείς επιστημονικούς οργανισμούς, όπως το κλίμα, η κλιματική αλλαγή κ.α. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα κύρια αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής που αναμένονται σε παγκόσμιο επίπεδο.

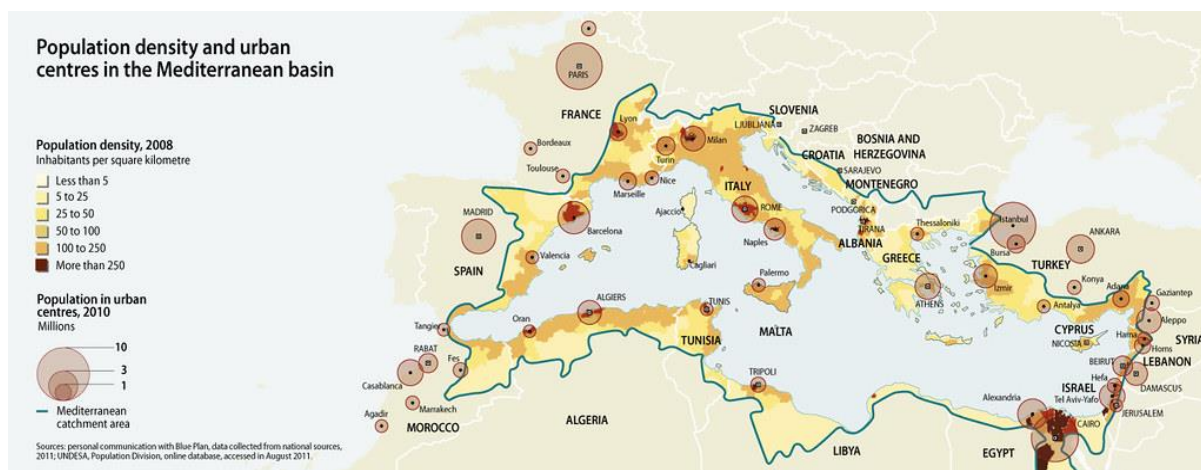
Στο τέταρτο κεφάλαιο η εργασία προβάλλει τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, βασισμένες σε έρευνες που έχουν λάβει χώρα τα τελευταία χρόνια. Ψηφιακοί χάρτες της περιοχής συνοδεύουν το γραπτό κείμενο και υποδεικνύουν κατάλληλα τις εκάστοτε πληγείσες περιοχές.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας, συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση της κλιματικής αλλαγής και των αποτελεσμάτων που φέρνει και εκτιμάται ότι θα φέρει μελλοντικά, καθώς και προτάσεις – συστάσεις που μπορεί να βοηθήσουν στην επιβράδυνση του φαινομένου και την αποφυγή ρίσκου των περιοχών που βρίσκονται σε κίνδυνο.

2 Η ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ

Η περιοχή της Μεσογείου περιβάλλεται από 22 χώρες, τις οποίες ενώνει μια κοινή ακτογραμμή 46.000 χλμ, και αποτελεί την μεγαλύτερη από τις ημι-κλειστές ευρωπαϊκές θάλασσες. Επίσης στην περιοχή κατοικούν περίπου 480 εκατομμύρια άνθρωποι, οι οποίοι μοιράζονται σε τρεις ηπείρους: Αφρική, Ασία και Ευρώπη. Περίπου το ένα τρίτο του πληθυσμού που διαμένει στη Μεσόγειο συγκεντρώνεται κατά μήκος των παράκτιων περιοχών της. Γενικά, περίπου 250 εκατομμύρια άνθρωποι (ή 55% του συνολικού πληθυσμού της) διαμένουν σε παράκτιες υδρολογικές λεκάνες, ενώ συγκεκριμένα στη νότια περιοχή της Μεσογείου, το 65% του πληθυσμού (περίπου 120 εκατομμύρια κάτοικοι) συγκεντρώνεται σε παράκτιες υδρολογικές λεκάνες, όπου οι περιβαλλοντικές πιέσεις έχουν αυξηθεί. (ΕΕΑ, 2020)

Η Μεσόγειος αποτελεί σημαντικό τουριστικό προορισμό στις παράκτιες περιοχές της, με περίπου 171 – 341 εκατομμύρια τουρίστες να την επισκέπτονται ετησίως. Προκύπτει έτσι αρκετά μεγάλη ζήτηση για την δημιουργία υποδομών σε κτίρια, δρόμους και τουριστικά δρώμενα (Σχήμα 1)



Σχήμα 1 Πληθυσμιακή πυκνότητα και αστικά κέντρα στην Μεσόγειο Θάλασσα, 2008 (GRID-Arendal, 2013)

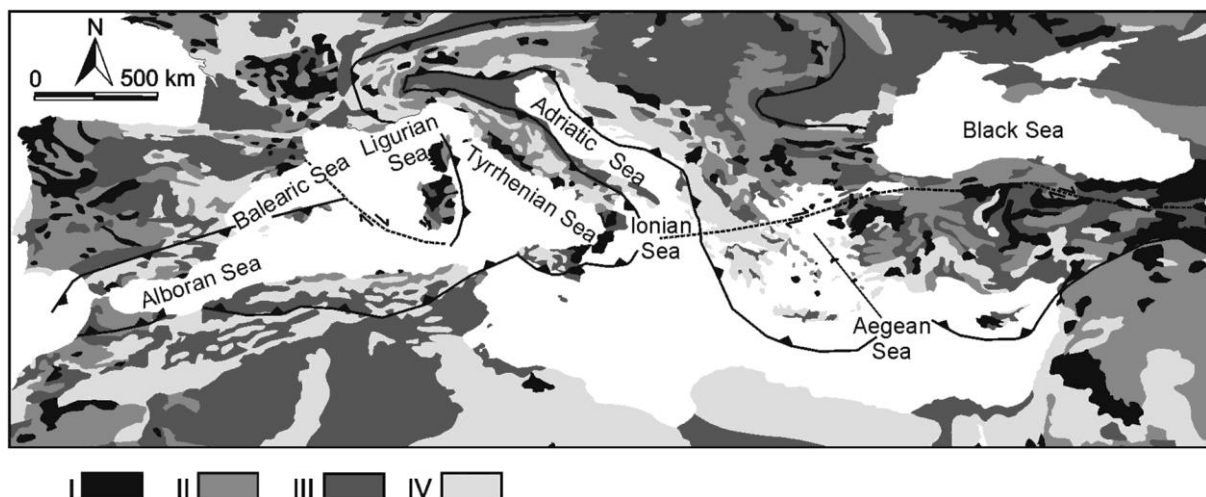
2.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

Ο τουρισμός, η αλιεία, η εμπορική ναυτιλία και η γεωργία είναι από τις πιο ανεπτυγμένες δραστηριότητες στις περιοχές της Μεσογείου. Από τις αρχές του 21ου αιώνα, περισσότεροι από 400 εκατομμύρια τουρίστες έχουν επισκεφτεί αυτές τις περιοχές, αντιπροσωπεύοντας περισσότερο από το 30% του συνόλου του διεθνούς τουρισμού (Ρουίλος, 2020).

Η γεωργική παραγωγή στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου είναι υψηλή και ανέρχεται σε ~100 Mt/y, με δημητριακά (~ 33%), ρύζι, φρέσκα λαχανικά και φρούτα (~40% και ~14%, αντίστοιχα), σταφύλια, σταφίδες και ελιές (MEDSTAT, 2009). Επιπλέον, η ετήσια αλιευτική παραγωγή στη Μεσόγειο υπερβαίνει τον 1 Mt. (το 1993) σε ~1,2 Mt. (το 2013), σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO, 2016). Ακόμη, η Μεσόγειος Θάλασσα είναι μια από τις πιο πολυσύχναστες πλωτές οδούς παγκοσμίως, αντιπροσωπεύοντας το ~15% της παγκόσμιας θαλάσσιας δραστηριότητας, εμφανίζοντας μια γενικώς αυξανόμενη τάση τις τελευταίες δεκαετίες (Poulos, 2020)

2.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Από γεωλογικής άποψης, οι παράκτιες περιοχές της Μεσογείου καταλαμβάνονται από περίπου 54% βραχώδεις σχηματισμούς και 46% ιζηματογενείς αποθέσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Οι περιοχές οι οποίες αποτελούνται κυρίως ή εξ ολοκλήρου από ιζηματογενή πετρώματα και αποθέσεις, καθίστανται πιο ευάλωτες στα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής. Τα έντονα καιρικά φαινόμενα, τα οποία λαμβάνουν χώρα κυρίως το φθινόπωρο, το χειμώνα και την άνοιξη, μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές καταστροφές υπό τις κατάλληλες συνθήκες. (Nicholls & Hoozemansb, 1996)



Σχήμα 2: Γεωτεκτονικός χάρτης της περιοχής της Μεσογείου. Τα πετρώματα ταξινομούνται ως (I) Ηφαιστειακά και μεταμορφωμένα πετρώματα. (II) Ιζηματογενή πετρώματα (πηλός, ιλύς, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, μάργες) · (III) ασβεστόλιθοι, αλλουβιακές και προσχωσιγενείς αποθέσεις). (IV) Εβαποριτικά πετρώματα (Dürr et al. 2005)

Οι σύγχρονες θαλάσσιες λεκάνες της Μεσογείου έχουν ποικίλο δάπεδο αποτελούμενο από:

- (i) Κομμάτια του ωκεάνιου φλοιού της Τηθύος (Ιόνιο και Λιβυκό Πέλαγος, Ανατολική Μεσόγειος)
- (ii) Ωκεάνια κρούστα του Νεογενούς (λεκάνη Αλγερό-Προβηγκίας και Τυρρηνική Θάλασσα)
- (iii) Εκτεταμένη ηπειρωτική λιθόσφαιρα (Θάλασσα του Αλμποράν, Ιβηρική Θάλασσα, Αιγαίο Πέλαγος)
- (iv) Παχιά ηπειρωτική λιθόσφαιρα (Αδριατική Θάλασσα).

Στο Ιόνιο-Λιβυκό Πέλαγος και στην ανατολική Μεσόγειο, τα γεωφυσικά στοιχεία (χαμηλές τιμές ροής θερμότητας και παχύς λιθοσφαιρικός μανδύας) υποδεικνύουν την παρουσία ενός παλιού ωκεάνιου φλοιού (πιθανώς της εποχής του Περμίου) κάτω από έναν παχύ σωρό από μεσοζωικά και καινοζωικά ιζήματα που καθιστά αδύνατη την δειγματοληψία, και ως εκ τούτου την χρονολόγηση. Αυτοί οι δύο ωκεάνιοι τομείς είναι σήμερα θαμμένοι κάτω από το έδαφος της νότιας Ιταλίας και τα τόξα Κρήτης-Κύπρου, αντίστοιχα (Cavazza & Wezel, 2003).

Όπως υποδηλώνεται από παλαιομαγνητικά δεδομένα, αλλά και από την υποχώρηση των περιθωρίων της, η ωκεάνια λεκάνη της Αλγερίας-Προβηγκίας άνοιξε στο Βουρδινγάλιο (16-20 Ma) (Cavazza & Wezel, 2003). Η διάνοιξη της περιοχής αυτής, ξεκίνησε ήδη από την αρχή του Ολιγόκαινου και αποτέλεσε την δημιουργία μιας σειράς από τάφρους στη νότια Γαλλία και τη Σαρδηνία, τόσο στην ξηρά όσο και στην θάλασσα. Το περιθώριο του νότιου Τυρρηνικού πελάγους χαρακτηρίζεται από τη μετάβαση από έναν παχύ ηπειρωτικό φλοιό, που βρίσκεται κάτω από τη βόρεια Σικελία, σε έναν εξαιρετικά λεπτό ηπειρωτικό φλοιό κάτω από το νότιο Τυρρηνικό πέλαγος. Ορισμένα τμήματα του νότιου Τυρρηνικού πελάγους έχουν δάπεδο από νεοσύστατο ωκεάνιο φλοιό (Gueguen, E., et al, 2002)

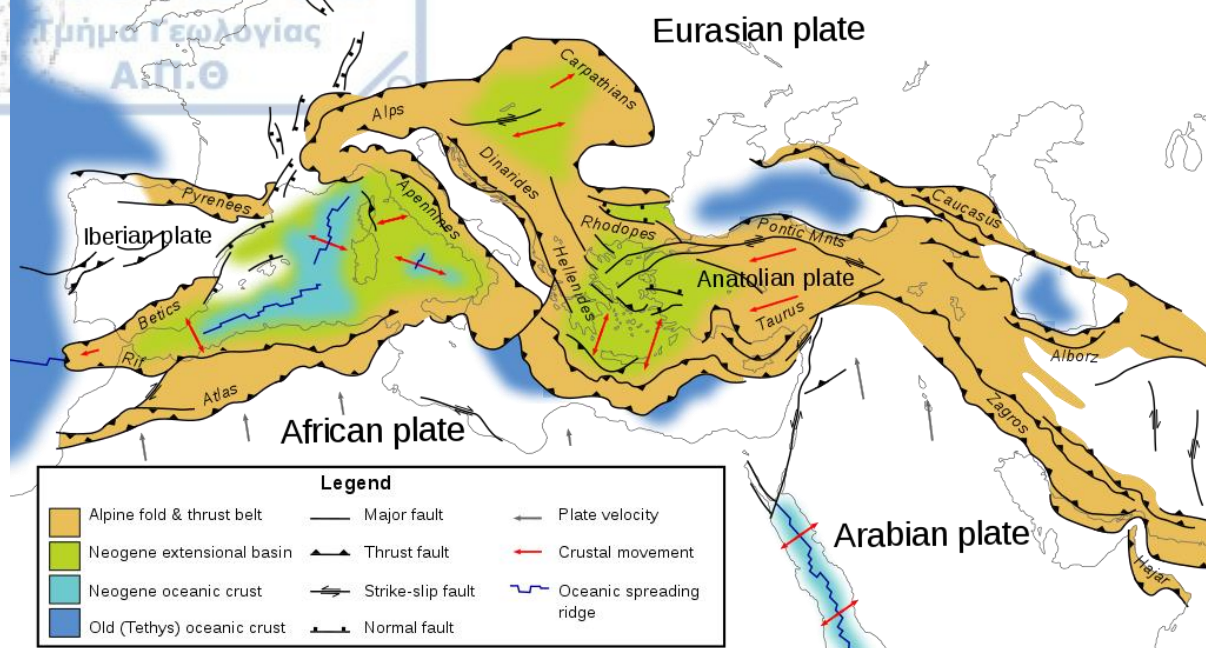
Η θάλασσα του Αλμποράν καλύπτεται από έναν ηπειρωτικό φλοιό πάχους 20 χιλιομέτρων. Εκεί, το ευρωπαϊκό περιθώριο, δηλαδή οι εσωτερικές ζώνες της Βαιτικής οροσειράς, συμπίεστηκε και προωθήθηκε προς τα δυτικά στην αφρικανική πλάκα μεταξύ δύο ρηγμάτων (Rehault, J-P., et al, 1984). Η κοιλάδα της Βαλένθια αποτελείται από λεπτό ηπειρωτικό φλοιό, ο οποίος καλύπτεται από ιζηματογενή μεσοζωικά υλικά. Σε σύγκριση με τη λεκάνη της Προβηγκίας στα βορειοανατολικά, η κοιλάδα της Βαλένθια εμφανίζει νεότερες αποθέσεις, υποδεικνύοντας έτσι μια προοδευτική διάδοση των νοτιοδυτικών ρήξεων από τη νότια

Γαλλία. Το Αιγαίο βρίσκεται στην άνω πλάκα της ελληνικής ζώνης υποβύθισης. Η επέκταση του φλοιού σε αυτήν την περιοχή ξεκίνησε τουλάχιστον στις αρχές του Μειόκαινου και συνεχίζεται σήμερα σε περιοχές όπως η διάνοιξη Κορίνθου-Πάτρας και ο νότιος ορεινός όρος Ροδόπης στη δυτική Τουρκία. (Cavazza & Wezel, 2003)

Η Αδριατική Θάλασσα έχει δάπεδο από ηπειρωτικό φλοιό πάχους 30–35 χλμ. του οποίου το άνω τμήμα αποτελείται κυρίως από μια παχιά εναλλαγή Παλαιογενών καθιζήσεων και ανθρακικών αλάτων. Η Αδριατική Θάλασσα είναι περιτριγυρισμένη από αποθέσεις των λεκανών των Απέννινων και των Δειναρίδων, αντίστοιχα, όπου κατά τη διάρκεια του Ολιγόκαινου-Τεταρτογενούς εναποτέθηκαν αρκετά χιλιόμετρα ιζημάτων. (Cavazza & Wezel, 2003)

2.4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Τεκτονικά, η Μεσόγειος αποτελεί ένα διηπειρωτικό σύστημα μεταξύ Ευρασιατικής και Αφρικανικής πλάκας (Σχήμα 3) και η προκύπτουσα ανύψωση είναι αποτέλεσμα της Αλπικής Ορογένεσης, η οποία παρήγαγε μεγάλες οροσειρές που τροποποιούν το κλίμα της λεκάνης. Στα δυτικά αυτές οι περιοχές αντιστοιχούν στα Πυρηναία (Ισπανία), στα όρη της Κανταβρίας και την Βαιτική οροσειρά, τις Άλπεις, τα ιταλικά Απέννινα όρη και τα βουνά του Άτλαντα. Στα ανατολικά, οι οροσειρές των Βαλκανίων αντιπροσωπεύουν περίπου το 80% της Βαλκανικής χερσονήσου και περιλαμβάνουν τις Δειναρικές Άλπεις, την Πίνδο, το Βόρα και την οροσειρά της Ροδόπης. Οι τοπογραφικοί αυτοί σχηματισμοί εντείνουν ή προστατεύουν τη ροή του αέρα από το βορρά και εμποδίζουν ανέμους από το νότο ή τον Ατλαντικό (Barry & Chorley, 1998)



Σχήμα 3: Τεκτονικός χάρτης της περιοχής της Μεσογείου. Πηγή: Wikimedia commons)

2.5 ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΚΛΙΜΑ

Η περιοχή της Μεσογείου βρίσκεται σε μια ζώνη μετάβασης μεταξύ του άνυδρου κλίματος της Βόρειας Αφρικής και του εύκρατου και βροχερού κλίματος της Κεντρικής Ευρώπης και επηρεάζεται από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ εύκρατων και τροπικών διαδικασιών. Αυτό την καθιστά μια δυνητικά ευάλωτη περιοχή σε αλλαγές του κλίματος, που προκαλούνται, για παράδειγμα, από την αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου (Giorgi & Lionello, 2008). Πράγματι, η περιοχή της Μεσογείου έχει δείξει μεγάλες κλιματικές μεταβολές στο παρελθόν και έχει αναγνωριστεί ως ένα «Hot-Spot» για μελλοντικές προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή (Giorgi, 2006).

Ο πυκνός παράκτιος πληθυσμός της Μεσογείου μαζί με τις εντατικές οικονομικές δραστηριότητες δημιουργούν μια σειρά πρωτογενών περιβαλλοντικών ζητημάτων για ολόκληρο το σύστημα, οι οποίες περιλαμβάνουν: (Poulos, 2020)

- (i) επιδράσεις στη βιοποικιλότητα, διακοπή της τροφικής αλυσίδας, ευτροφισμό, υπερβολική εκμετάλλευση των ιχθυαποθεμάτων, εισβολή μη ιθαγενών ειδών και υποξικά και ανοξικά φαινόμενα

- (ii) ρύπανση ιζημάτων με έντονες επιπτώσεις στους βιοτόπους, που προκαλούνται είτε από χημικά είτε από μη επεξεργασμένα απόβλητα, πετρελαιοκηλίδες και θαλάσσια απορρίμματα
- (iii) υπερβολική παράκτια εξάπλωση λόγω αστικής και τουριστικής ανάπτυξης
- (iv) απειλή για την ακεραιότητα του θαλάσσιου πυθμένα λόγω της αλιείας στον βυθό (π.χ. δραστηριότητες τράτας) και των υπεράκτιων εγκαταστάσεων (π.χ. υπεράκτια αιολικά πάρκα, καλώδια και αγωγοί).

Επιπλέον, ολόκληρο το υδάτινο περιβάλλον των θαλάσσιων περιοχών της Μεσογείου θα μπορούσε να επηρεαστεί σοβαρά από φαινόμενα που προκαλούνται από τις σύγχρονες παγκόσμιες κλιματικές τάσεις όπως η επιτάχυνση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, η υπερθέρμανση των ωκεανών και η οξίνιση τους. Ομοίως, η ενδοχώρα έχει υποστεί συνεχείς θερμότερες και ξηρότερες συνθήκες, σε σύγκριση με το παρελθόν, το οποίο είναι πολύ πιθανό να συνεχιστεί τις επόμενες δεκαετίες (Giorgi και Lionello, 2008). Όλοι αυτοί οι πολλαπλοί στρεσογόνοι παράγοντες, που δρουν σε διαφορετικές χρονικές και χωρικές κλίμακες, θα μπορούσαν να έχουν μη αναστρέψιμες αρνητικές επιπτώσεις στους διάφορους παράκτιους πόρους. Επομένως, η βελτιωμένη γνώση των φυσικών, γεωγραφικών και ωκεανογραφικών χαρακτηριστικών του θαλάσσιου τομέα στις λεκάνες της Μεσογείου είναι ζωτικής σημασίας για την εφαρμογή αποτελεσματικών σχεδίων διαχείρισης των αρνητικών συνεπειών από τη συνέργεια των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και την τρέχουσα αλλαγή του κλίματος, επιτυγχάνοντας έτσι τη μελλοντική μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος (Poulos, 2020).

3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

3.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Κλίμα: Το κλίμα ορίζεται συνήθως ως ο μέσος καιρός, ή πιο συγκεκριμένα, ως η στατιστική περιγραφή και μεταβλητότητα των σχετικών ποσοτήτων για μια χρονική περίοδο που κυμαίνεται από μήνες έως χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια. Η επικρατέστερη περίοδος η οποία εξετάζεται για τον μέσο όρο αυτών των μεταβλητών είναι 30 χρόνια, όπως ορίζεται από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO). Το κλίμα στην ευρύτερη έννοια είναι η κατάσταση, συμπεριλαμβανομένης της στατιστικής περιγραφής, του κλιματικού συστήματος (IPCC, 2012)

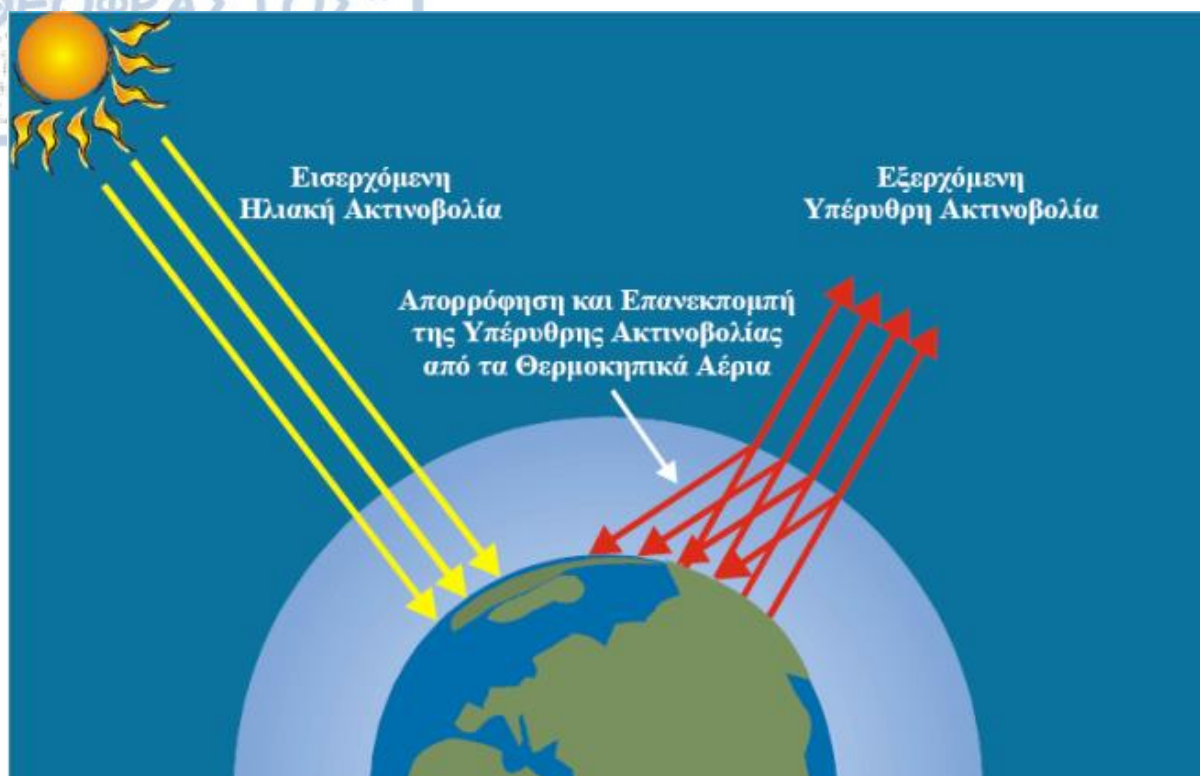
Κλιματική αλλαγή: Συνήθως ο όρος «Κλιματική Αλλαγή» παραπέμπει στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης. Η έννοια του όρου όμως είναι ευρύτερη και περιλαμβάνει ένα σύνολο παρατηρούμενων αλλαγών. Ο ορισμός της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τη Διακυβερνητική επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος (IPCC) αναφέρεται στη μεταβολή της κατάστασης του κλίματος που μπορεί να προσδιοριστεί (π.χ. χρησιμοποιώντας στατιστικές μεθόδους) από τις αλλαγές του μέσου μεγέθους ή/και τη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων που το χαρακτηρίζουν, που διατηρείται για εκτεταμένη περίοδο, συνήθως για δεκαετίες ή περισσότερο. Ο όρος αναφέρεται σε κάθε μεταβολή στο κλίμα κατά τη διάρκεια του χρόνου, είτε αυτό έχει να κάνει με φυσικές μεταβολές, είτε με ανθρωπογενείς επιδράσεις (IPCC, 2012)

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία παγκόσμια «απειλή», της οποίας τα αποτελέσματα γίνονται ολοένα και πιο ορατά. Η επιστημονική κοινότητα θεωρεί ότι η κλιματική αλλαγή προκαλεί ήδη πολύ συχνά επεισόδια ξηρασίας και πλημμυρών. Άλλα φαινόμενα που αποδίδονται στην κλιματική αλλαγή είναι η αύξηση των δασικών πυρκαγιών αλλά και ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως τυφώνες. Στις μακροχρόνιες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής κατατάσσονται η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και οι ζημιές σε καλλιέργειες που μπορούν να οδηγήσουν σε ελλείψεις τροφίμων. Πρόσφατες έρευνες επιβεβαιώνουν το ευρύ φάσμα επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος, μεταξύ άλλων στη γεωργία, την αλιεία, το έδαφος, τη βιοποικιλότητα, τους υδάτινους πόρους, τις παράκτιες ζώνες, τη θνησιμότητα που συνδέεται με τον καύσωνα και το ψύχος, και τις ζημιές από πλημμύρες. Η Ευρώπη δεν

θα αποτελέσει εξαίρεση. Σύμφωνα με την πράσινη βίβλο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2007), οι πλέον ευάλωτες περιοχές της Ευρώπης είναι οι ακόλουθες (Βέλλα, κα ., 2011):

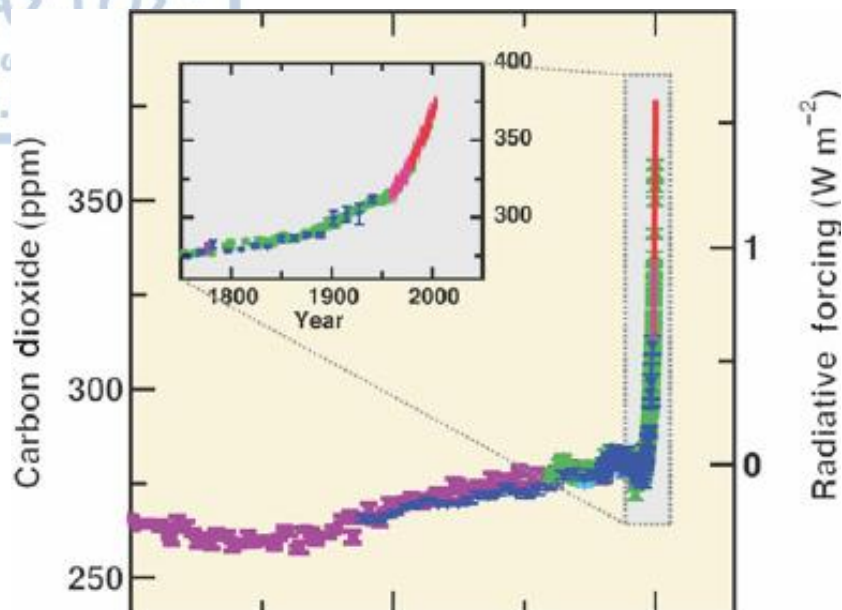
- Η νότια Ευρώπη και η λεκάνη της Μεσογείου λόγω, αφενός, της υψηλής αύξησης των θερμοκρασιών και αφετέρου, της μείωσης των βροχοπτώσεων σε περιοχές στις οποίες ήδη παρατηρείται λειψυδρία.
- Οι ορεινές περιοχές, και ιδίως οι Άλπεις, όπου η ταχεία άνοδος των θερμοκρασιών προκαλεί εκτεταμένη τήξη των χιονιών και των πάγων, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η ροή των ποταμών.
- Οι παράκτιες ζώνες, λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και του αυξημένου κινδύνου καταιγίδων.
- Οι πυκνοκατοικημένες περιοχές, εξ αιτίας του αυξημένου κινδύνου καταιγίδων, έντονων βροχοπτώσεων και στιγμιαίων πλημμυρών, ικανών να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές στους οικισμούς και τις υποδομές.
- Η περιοχή της Σκανδιναβίας, στην οποία αναμένεται να αυξηθούν οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, και ιδίως οι βροχοπτώσεις, οι οποίες θα υποκαταστήσουν, ως επί το πλείστον, τις χιονοπτώσεις.
- Η περιοχή της Αρκτικής, όπου θα σημειωθούν οι εντονότερες μεταβολές θερμοκρασιών ανά τον κόσμο.

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα αρκετά περίπλοκο φαινόμενο, το οποίο επηρεάζει όλες τις πτυχές της ανθρώπινης κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των αυξανόμενων κινδύνων για την ανθρώπινη ζωή και υγεία. Οι περισσότερες επιπτώσεις στην υγεία που σχετίζονται με το κλίμα προκαλούνται από πολύπλοκες οικολογικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαδικασίες, ενώ οι επιπτώσεις ποικίλλουν σε μέγεθος, κλίμακα και διάρκεια ανάλογα με τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες και την ευπάθεια του ανθρώπινου πληθυσμού. (Linares, et al., 2020)



Σχήμα 4: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του ατμοσφαιρικού θερμοκηπίου και του ισοζυγίου της ηλιακής και γήινης ακτινοβολίας, ΥΠΕΠΘ – Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΕΠΕΑΕΚ Ι, Αθήνα 2000.

Αέρια Θερμοκηπίου: Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι τα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας, φυσικά και ανθρωπογενή, τα οποία απορροφούν και εκπέμπουν ακτινοβολία σε συγκεκριμένα μήκη κύματος εντός του φάσματος της θερμικής υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης, από την ίδια την ατμόσφαιρα και από τα σύννεφα. Αυτή η ιδιότητα προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι υδρατμοί (H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το οξείδιο του αζώτου (N_2O), το μεθάνιο (CH_4) και το όζον (O_3) είναι τα κύρια θερμοκηπτικά αέρια στην ατμόσφαιρα της Γης. Επιπλέον, υπάρχει μια σειρά εξ ολοκλήρου ανθρωπογενών αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, όπως οι αλογονάνθρακες και άλλες ουσίες που περιέχουν χλώριο και βρώμιο, που εξετάζονται βάσει του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ. Εκτός από τα CO_2 , N_2O και CH_4 , το Πρωτόκολλο του Κιότο ασχολείται με τα αέρια θερμοκηπίου εξαφθοριούχο θείο (SF_6), υδροφθοράνθρακες (HFC) και υπερφθοράνθρακες (PFC) (IPCC, 2012). Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η ατμοσφαιρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα τα τελευταία 10.000 χρόνια, με εμφανώς αυξημένες συγκεντρώσεις από το 1950 και μετά (Σχήμα 5).

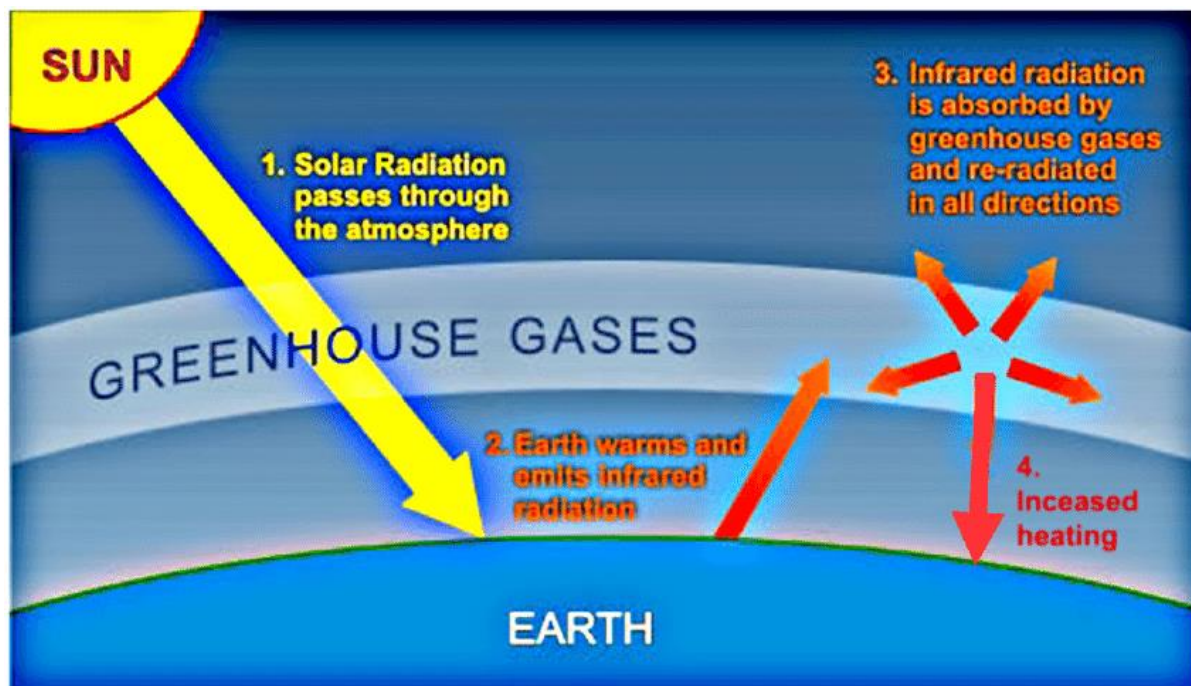


Σχήμα 5: Ατμοσφαιρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα τα τελευταία 10 000 χρόνια (μεγάλο πάνελ) και από το 1750 (ένθετο πάνελ). Οι μετρήσεις εμφανίζονται από πυρήνες πάγου (σύμβολα με διαφορετικά χρώματα για διαφορετικές μελέτες) και ατμοσφαιρικά δείγματα (κόκκινες γραμμές). Η αντίστοιχη δύναμη ακτινοβολίας εμφανίζεται στους δεξιούς άξονες του μεγάλου πλαισίου (IPCC, 2007a)

Φαινόμενο του Θερμοκηπίου: Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν τη θερμική υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης, από την ατμόσφαιρα λόγω των ίδιων αερίων και από τα σύννεφα. Η ατμοσφαιρική ακτινοβολία εκπέμπεται σφαιρικά. Έτσι, τα αέρια του θερμοκηπίου παγιδεύουν θερμότητα εντός του συστήματος της τροπόσφαιρας. Αυτό ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου οδηγεί σε αυξημένη υπέρυθρη αδιαφάνεια (infrared opacity) της ατμόσφαιρας (IPCC, Glossary of Terms, 2012). Το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιγραφεί ως εξής (Σχήμα 6) :

- 1) Η ατμόσφαιρα είναι διαφανής σε ηλιακή ακτινοβολία μικρού κύματος που θερμαίνει την επιφάνεια της Γης.
- 2) Το θερμαινόμενο χώμα και το νερό εκπέμπουν ακτινοβολία μεγάλου κύματος (υπέρυθρη ακτινοβολία IR)
- 3) Η υπέρυθρη ακτινοβολία IR συλλαμβάνεται από αέρια του θερμοκηπίου και στη συνέχεια αποστέλλεται (εκπέμπεται) προς όλες τις κατευθύνσεις.

4) Μέρος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από τα αέρια του θερμοκηπίου επιστρέφει στην επιφάνεια της Γης και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας. Οι αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τους ανθρώπους οδηγούν στο ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Seim & Olsen, 2020)



Σχήμα 6: Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω των αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως CO₂ και υδρατμών (Seim & Olsen, 2020)

Κλιματικό μοντέλο: Αποτελεί μια αριθμητική αναπαράσταση του κλιματικού συστήματος που βασίζεται σε φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες και στις αλληλεπιδράσεις τους. Τα κλιματικά μοντέλα είναι ένα ιδιαίτερος χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση και την προσομοίωση του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής και παρέχουν αποτελέσματα διακριτά στον χώρο και τον χρόνο, όπως οι μηνιαίες, εποχικές και ετήσιες κλιματικές εκτιμήσεις για μια περιοχή (IPCC, 2012).

Κλιματική προβολή: Μια προβολή της απόκρισης του κλιματικού συστήματος με σενάρια εκπομπών ή συγκέντρωσης αερίων θερμοκηπίου και αερολυμάτων, ή σενάρια ακτινοβολίας, συχνά βασισμένα σε προσομοιώσεις από κλιματικά μοντέλα. Οι κλιματικές προβολές διακρίνονται από τις κλιματικές εκτιμήσεις, και επισημαίνεται ότι οι κλιματικές προβολές εξαρτώνται από τα σενάρια εκπομπών / συγκέντρωσης / ακτινοβολίας, τα οποία βασίζονται σε υποθέσεις που αφορούν, π.χ., μελλοντικές κοινωνικοοικονομικές και τεχνολογικές

εξελιξείς που μπορεί να πραγματοποιηθούν ή να μην πραγματοποιηθούν και ως εκ τούτου υπόκεινται σε σημαντική αβεβαιότητα. (IPCC, 2012)

Κλιματικό σενάριο: Μια αληθοφανής αναπαράσταση του μελλοντικού κλίματος, η οποία βασίζεται σε ένα σύνολο κλιματολογικών σχέσεων και έχει κατασκευαστεί για να διερευνήσει τις συνέπειες της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής. Οι κλιματικές προβολές χρησιμοποιούνται συχνά για την κατασκευή κλιματικών σεναρίων, αλλά τα κλιματικά σενάρια συνήθως απαιτούν περισσότερες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα το παρατηρούμενο τρέχον κλίμα. Για αυτό το λόγο, ένα κλιματικό σενάριο δεν είναι δυνατό σε καμία περίπτωση να χαρακτηριστεί ως ακριβής και εμπεριστατωμένη πρόγνωση των κλιματικών καταστάσεων στο μέλλον (IPCC, 2012).

3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

3.2.1 Άνοδος της θερμοκρασίας

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες εκτιμάται ότι προκάλεσαν περίπου $1,0^{\circ}\text{C}$ της υπερθέρμανσης του πλανήτη από τα προ-βιομηχανικά χρόνια, με πιθανό εύρος από $0,8^{\circ}\text{C}$ έως $1,2^{\circ}\text{C}$. Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πιθανό να φτάσει τους $1,5^{\circ}\text{C}$ μεταξύ 2030 και 2052 εάν συνεχίσει να αυξάνεται με τον τρέχοντα ρυθμό (IPCC, 2018). Η υπερθέρμανση κατά $1,5^{\circ}\text{C}$ αποτελεί και το όριο της Συμφωνίας του Παρισιού, που υιοθετήθηκε στην 21η Διάσκεψη των Μερών (COP21) τον Δεκέμβριο του 2015. Το όριο της Συμφωνίας του Παρισιού στους $1,5^{\circ}\text{C}$ προήλθε από την ανησυχία μεταξύ των ευάλωτων χωρών για τις δυσμενείς συνέπειες της ανόδου της θερμοκρασίας κατά 2°C , οι οποίες εξετάστηκαν το 2014 από τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) (Schleussner, C.F. et al., 2016). Η συμφωνία-ορόσημο του Παρισιού έχει ως στόχο να ενισχύσει την παγκόσμια αντίδραση στην απειλή της κλιματικής αλλαγής «διατηρώντας την αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και επιδιώκοντας προσπάθειες περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας στους $1,5^{\circ}\text{C}$ πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα »

Προσομοιώνοντας τη μακροπρόθεσμη τάση της υπερθέρμανσης από τους προβιομηχανικούς χρόνους, η παρατηρούμενη παγκόσμια μέση θερμοκρασία επιφάνειας (GMST) για τη δεκαετία 2006-2015 ήταν $0,87^{\circ}\text{C}$ (πιθανότατα μεταξύ $0,75^{\circ}\text{C}$ και $0,99^{\circ}\text{C}$) υψηλότερη από τον μέσο όρο κατά τη διάρκεια του 1850 – 1900. Η εκτιμώμενη ανθρωπογενής υπερθέρμανση του πλανήτη έρχεται σε συμφωνία με το επίπεδο της παρατηρούμενης θέρμανσης στο $\pm 20\%$ (πιθανό εύρος). Η εκτιμώμενη ανθρωπογενής υπερθέρμανση του πλανήτη αυξάνεται επί του παρόντος στους $0,2^{\circ}\text{C}$ (πιθανότατα μεταξύ $0,1^{\circ}\text{C}$ και $0,3^{\circ}\text{C}$) ανά δεκαετία λόγω των προηγούμενων και των συνεχιζόμενων εκπομπών. Θέρμανση μεγαλύτερη από τον παγκόσμιο ετήσιο μέσο όρο παρατηρείται σε πολλές χερσαίες περιοχές και εποχές, συμπεριλαμβανομένων δύο έως τρεις φορές υψηλότερη στην Αρκτική. Η υπερθέρμανση είναι γενικά υψηλότερη στην ξηρά παρά στον ωκεανό. (IPCC, 2018)

Έχουν εντοπιστεί τάσεις έντασης και συχνότητας ορισμένων ακραίων κλιματικών και καιρικών συνθηκών με την πάροδο του χρόνου, κατά τις οποίες σημειώθηκε αύξηση περίπου $0,5^{\circ}\text{C}$ στον πλανήτη. Αυτή η αξιολόγηση βασίζεται σε αρκετές αποδείξεις, συμπεριλαμβανομένων μελετών «απόδοσης» των αιτιών της κλιματικής αλλαγής από το 1950. Η «απόδοση» των αιτιών της κλιματικής αλλαγής είναι η διαδικασία καθορισμού των πιο πιθανών αιτιών με κάποιο καθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης (IPCC, 2007a).

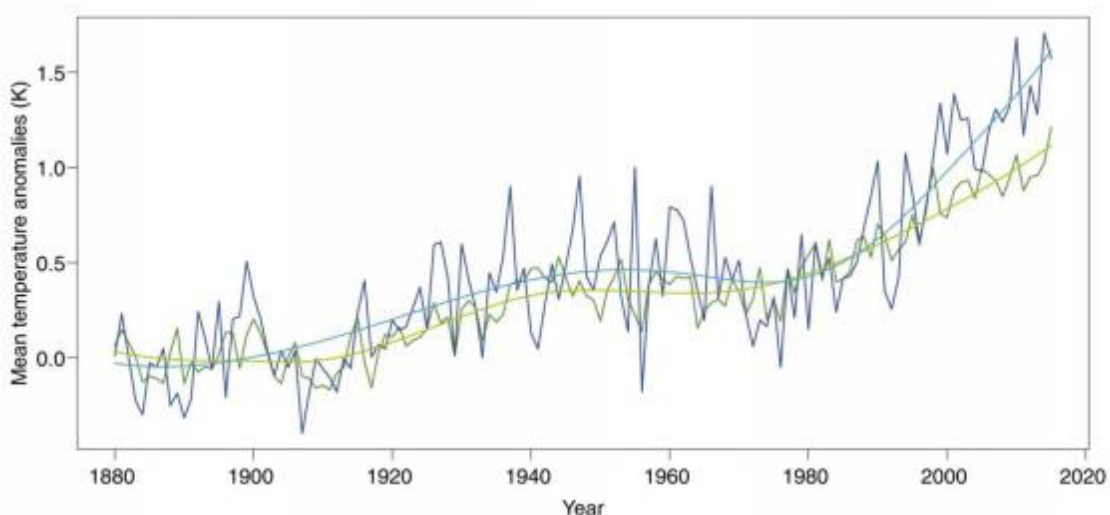
Η επίτευξη και η διατήρηση παγκόσμιων μηδενικών ανθρωπογενών εκπομπών CO_2 θα σταματούσε την υπερθέρμανση του πλανήτη σε μερικές δεκαετίες. Ως εκ τούτου, για την αποφυγή περαιτέρω αύξησης της θερμοκρασίας, ενδέχεται να χρειαστούν συνεχείς αρνητικές παγκόσμιες ανθρωπογενείς εκπομπές CO_2 τα επόμενα χρόνια.

Οι κίνδυνοι για το περιβάλλον, τα οικοσυστήματα και την κοινωνία που σχετίζονται με το μεταβαλλόμενο κλίμα είναι υψηλότεροι για το σενάριο υπερθέρμανσης του πλανήτη κατά $1,5^{\circ}\text{C}$ (IPCC, Global warming of 1.5°C) από ό, τι σήμερα, αλλά χαμηλότεροι για ένα σενάριο αύξησης κατά 2°C . Αυτοί οι κίνδυνοι εξαρτώνται από το μέγεθος και τον ρυθμό της αύξησης της θερμοκρασίας, τη γεωγραφική θέση, και από την εφαρμογή των μέτρων κατά της κλιματικής αλλαγής (IPCC, 2018).

Έχουν ήδη παρατηρηθεί επιπτώσεις στα φυσικά και ανθρώπινα συστήματα από την υπερθέρμανση του πλανήτη. Πολλά χερσαία και ωκεάνια οικοσυστήματα έχουν ήδη αλλάξει λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

Οι μελλοντικοί κίνδυνοι που σχετίζονται με το κλίμα εξαρτώνται από το ρυθμό, την ένταση και τη διάρκεια της θέρμανσης. Συνολικά, οι κίνδυνοι είναι μεγαλύτεροι εάν η υπερθέρμανση του πλανήτη υπερβεί τους $1,5^{\circ}\text{C}$ πριν επιστρέψει στο επίπεδο αυτό κατά το 2100, από ό,τι εάν η υπερθέρμανση του πλανήτη σταδιακά σταθεροποιηθεί στους $1,5^{\circ}\text{C}$. Ορισμένες επιπτώσεις μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας ή μη αναστρέψιμες, όπως η απώλεια ορισμένων οικοσυστημάτων (IPCC, 2018)

Όπως φαίνεται στο σχήμα 7, οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες που επικρατούν στη Μεσόγειο είναι ήδη περίπου $1,5^{\circ}\text{C}$ υψηλότερες από τα προβιομηχανικά επίπεδα.



Σχήμα 7: Άνοδος της Θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας (ανωμαλίες μέσης ετήσιας θερμοκρασίας σε σχέση με την περίοδο 1880-1899), στη λεκάνη της Μεσογείου (μπλε γραμμές, με και χωρίς εξομάλυνση) και για τον πλανήτη (πράσινη γραμμή). Στην περιοχή της Μεσογείου, οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες είναι τώρα περίπου $1,5^{\circ}\text{C}$ υψηλότερες από ό,τι κατά την περίοδο 1880-1899, πολύ πάνω από τις τρέχουσες τάσεις υπερθέρμανσης του πλανήτη (MedECC, 2019)

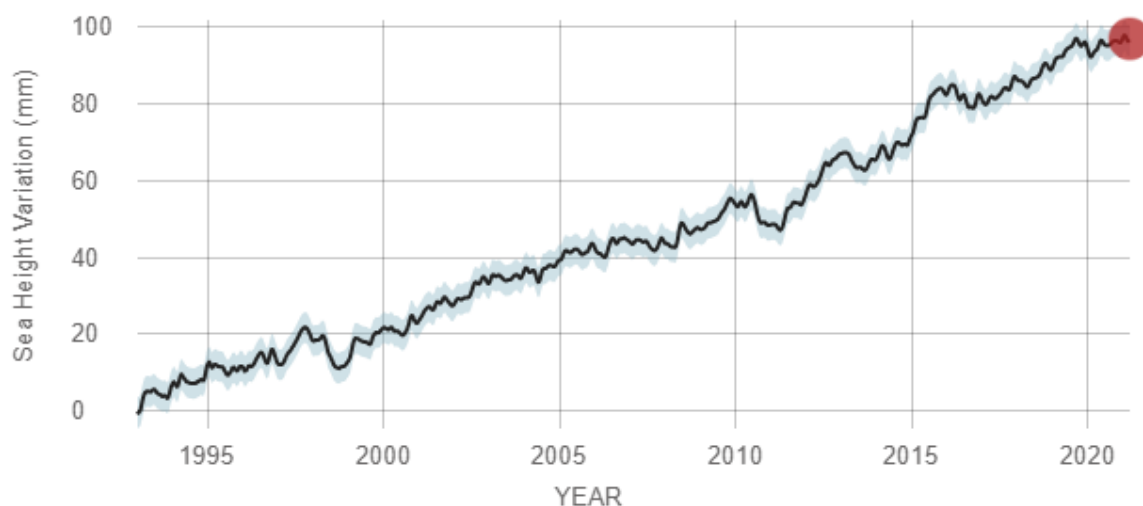
3.2.2 Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον λόγω των πιθανών επιπτώσεών της στους ανθρώπινους πληθυσμούς που ζουν σε παράκτιες περιοχές και νησιά.

Οι διαδικασίες οι οποίες συμβάλλουν στην αλλαγή της στάθμης της θάλασσας και η κατανόηση αυτών είναι υψίστης σημασίας. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), η παγκόσμια μέση αλλαγή της στάθμης της θάλασσας προκύπτει από δύο σημαντικές διαδικασίες, που σχετίζονται κυρίως με την κλιματική αλλαγή, και πρόκειται να μεταβάλλουν τον όγκο του νερού στον παγκόσμιο ωκεανό: i) η θερμική διαστολή των θαλάσσιων υδάτων, η οποία προκύπτει από την αύξηση της θερμοκρασίας τους και ii) η εισροή νερού μεταξύ ωκεανών το οποίο εισέρχεται στη θάλασσα από την τήξη των πάγων.

Οι εκτιμήσεις για την παγκόσμια αύξηση της στάθμης της θάλασσας για αυτόν τον αιώνα κυμαίνονται μεταξύ 19 και 58 cm, ανάλογα με τα σενάρια εκπομπών και το παγκόσμιο μοντέλο που χρησιμοποιείται (IPCC AR4, 2007). Τα κλιματικά μοντέλα υποδηλώνουν ότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να αυξηθεί κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα, με περίπου το 70% της ανόδου να οφείλεται στην θερμική διαστολή της μάζας των θαλάσσιων υδάτων και το υπόλοιπο στην πρόσθετη συμβολή της τήξης των πάγων (IPCC AR4, 2007). Στο σχήμα 8 παρουσιάζεται ο βαθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας από το 1994 έως το 2021, με τον τρέχοντα ρυθμό ανόδου να βρίσκεται στα 3,4mm/y.

Η αλλαγή της στάθμης της θάλασσας είναι μη ομοιόμορφη ως προς τη γεωγραφική κατανομή της, όπως αποδεικνύεται από την δορυφορική υψομετρία, με ορισμένες περιοχές να παρουσιάζουν τάσεις ανόδου της στάθμης περίπου 10 φορές μεγαλύτερες από τον παγκόσμιο μέσο όρο (Cazenave & Nerem, 2004). Αν και τα μοντέλα προσομοιώνουν αυτήν τη χωρική μεταβλητότητα, τα γεωγραφικά σχήματα (geographical schemes) που λαμβάνονται από τα διάφορα παγκόσμια μοντέλα δεν είναι πάντα συνεπή, υποδηλώνοντας διαφορές στα ατμοσφαιρικά και / ή ωκεανογραφικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται. Η Μεσόγειος Θάλασσα είναι μια περιοχή όπου τα σενάρια αλλαγής του κλίματος είναι σχετικά συνεπή μεταξύ των παγκόσμιων μοντέλων. Έτσι, ο υποβιβασμός κλίμακας (downscaling) και η ανάπτυξη γεωγραφικών μοντέλων μεγαλύτερης χωρικής κλίμακας που είναι σε θέση να παρέχουν πιο ακριβείς τοπικές προβλέψεις έχουν καταστεί απαραίτητο εργαλείο για τη χάραξη πολιτικής και τον προγραμματισμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. (Tsimplis, Marcos, & Somot, 2008)

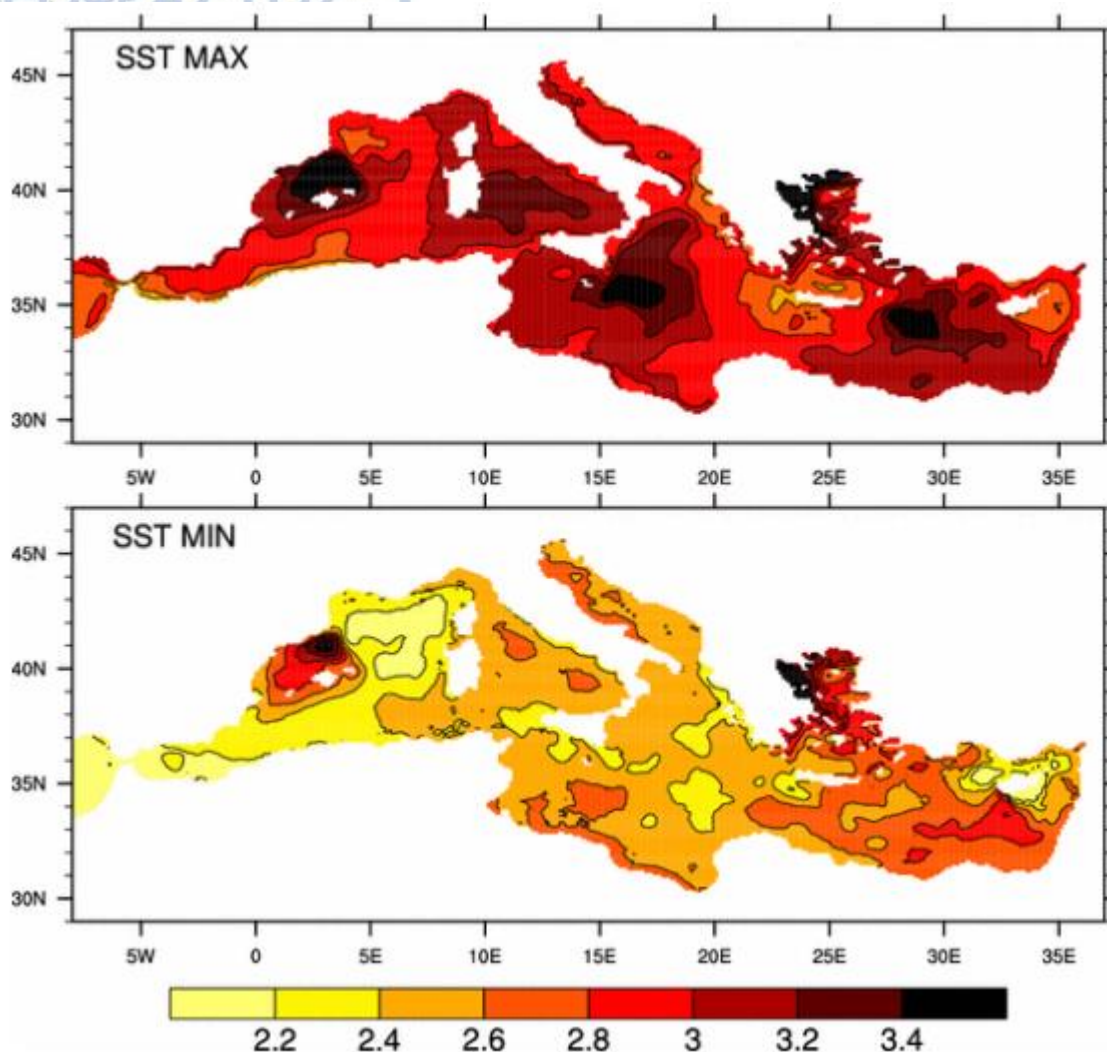


Σχήμα 8: Άνοδος της στάθμης της θάλασσας (πηγή: nasa.gov)

3.2.3 Άνοδος της θερμοκρασίας της θάλασσας

Η άνοδος της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Μεσογείου εκτιμάται επί του παρόντος σε $0,4^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία για την περίοδο μεταξύ 1985 και 2006 ($+0,3^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία για τη δυτική λεκάνη και $+0,5^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία για την ανατολική λεκάνη). Οι αυξήσεις της θερμοκρασίας δεν είναι σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αλλά εμφανίζονται κυρίως κατά το Μάιο, τον Ιούνιο και τον Ιούλιο. Οι μέγιστες αυξήσεις των $0,16^{\circ}\text{C}$ εντοπίστηκαν τον Ιούνιο στην Τυρρηνική θάλασσα, την Αδριατική θάλασσα, την θάλασσα την Λιγουρίας και κοντά στις αφρικανικές ακτές. Το Αιγαίο πέλαγος δείχνει τη μέγιστη αλλαγή στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας κατά τον Αύγουστο. Οι μελλοντικές εκτιμήσεις ως το τέλος του 21^{ου} αιώνα κυμαίνονται μεταξύ $+1,8^{\circ}\text{C}$ και $+3,5^{\circ}\text{C}$ κατά μέσο όρο σε σύγκριση με την περίοδο 1960 - 1990. Οι Βαlearίδες Νήσοι, το βορειοδυτικό Ιόνιο, το Αιγαίο και η θάλασσα της Λεβαντίνης έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές με μέγιστη αύξηση της επιφάνειας της θάλασσας (MedECC, 2019).

Οι αναμενόμενες ελάχιστες και μέγιστες αλλαγές στη θερμοκρασία της θάλασσας στην περιοχή της Μεσογείου για την περίοδο 2070-2099 παρουσιάζονται στο σχήμα 9. Όπως φαίνεται, το Αιγαίο πέλαγος και η Ιβηρική θάλασσα είναι από τις περιοχές που θα παρουσιάσουν την μεγαλύτερη θερμοκρασιακή αλλαγή, τόσο στο σενάριο των ελάχιστων όσο και στην μέγιστων πιθανών αλλαγών



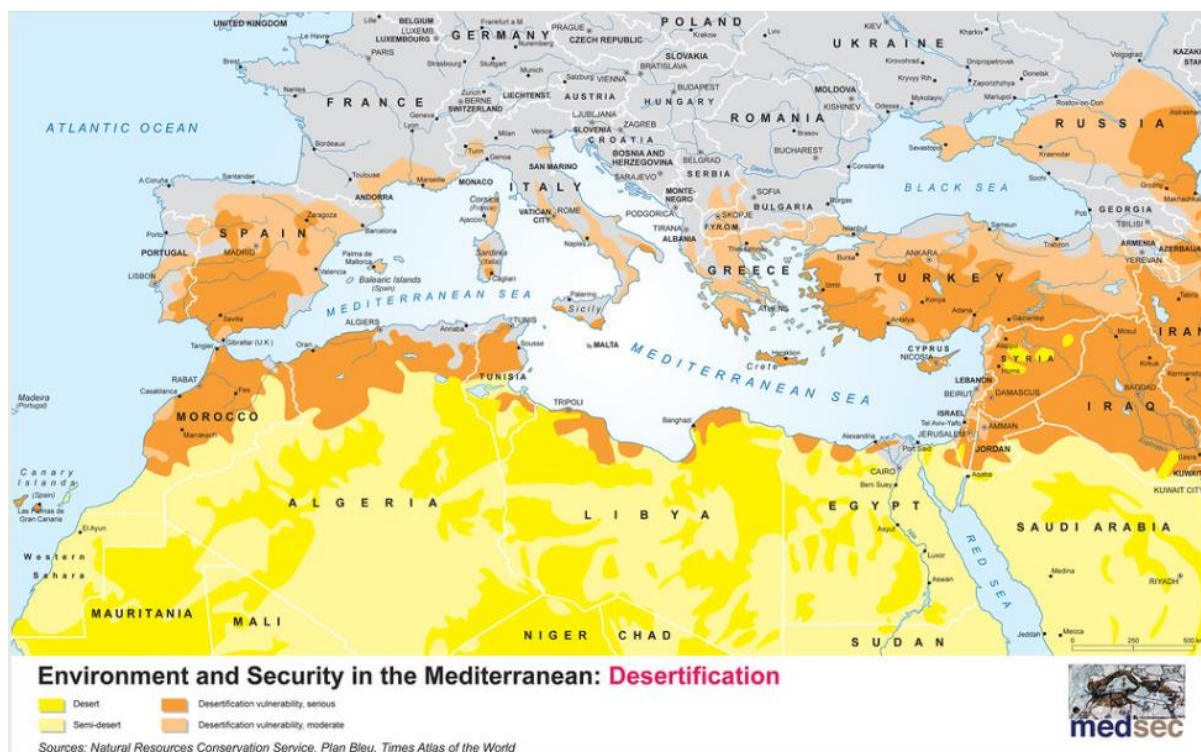
Σχήμα 9: Αναμενόμενες ελάχιστες και μέγιστες αλλαγές στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας για την περίοδο 2070-2099 (έναντι 1961-1990). (MedECC, 2019)

3.2.4 Ερημοποίηση

Οι ξηρές περιοχές καλύπτουν το 33,8% των χωρών της Βόρειας Μεσογείου: περίπου το 69% της Ισπανίας, το 66% της Κύπρου και μεταξύ 16% και 62% στην Ελλάδα, την Πορτογαλία, την Ιταλία και τη Γαλλία. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΧ) ανέφερε ότι το 8% του εδάφους της Ευρωπαϊκής Ένωσης (κυρίως στη Βουλγαρία, την Κύπρο, την Ελλάδα, την Ιταλία, τη Ρουμανία, την Ισπανία και την Πορτογαλία), έχει «πολύ υψηλή» και «υψηλή ευαισθησία» στην ερημοποίηση (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο 2018). Η ερημοποίηση στις περιοχές αυτές αποδίδεται κατά κύριο λόγο στην υπεράντληση των υδροφόρων στρωμάτων για αρδευτική χρήση και στην μετατροπή των καλλιεργειών σε βοσκοτόπους, συνέπειες που προκαλούνται από την αύξηση του πληθυσμού και τις διάφορες γεωργικές πολιτικές που

εφαρμόζονται. Σύμφωνα με μια πρόσφατη έκθεση αξιολόγησης (ECA 2018), η Ευρώπη επηρεάζεται όλο και περισσότερο από την ερημοποίηση που οδηγεί σε σημαντικές συνέπειες στη χρήση γης, ιδίως στην Πορτογαλία, την Ισπανία, την Ιταλία, την Ελλάδα, τη Μάλτα, την Κύπρο, τη Βουλγαρία και τη Ρουμανία (IPCC, 2021).

Όπως φαίνεται στο σχήμα 10, παράκτιες περιοχές της νότιας Ευρώπης δεν θεωρείται ότι διατρέχουν κίνδυνο ερημοποίησης, κυρίως στα βαλκάνια και την Ιταλία. Περιοχές όπως η Ελλάδα, η Συρία, το Ισραήλ, ο Λίβανος και περιοχές της Ισπανίας έχουν μια μέτρια πιθανότητα ερημοποίησης. Η Τουρκία, η Ισπανία, το Μαρόκο, η Αλγερία, η Τυνησία και κομμάτια της Λιβύης και της Αιγύπτου παρουσιάζουν σοβαρή ευπάθεια ερημοποίησης, ενώ οι περισσότερες παράκτιες περιοχές της Βόρειας Αφρικής που βρέχονται από τη Μεσόγειο θάλασσα είναι ευπαθείς για πλήρη ερημοποίηση ή ημι-ερημοποίηση (MedECC, 2019)



Σχήμα 10: Η ευπάθεια της περιοχής της Μεσογείου στην ερημοποίηση. Κίτρινο: έρημος, Υποκίτρινο: ημι-έρημος, Πορτοκαλί σκούρο: σοβαρή ευαλωτότητα ερημοποίησης, Πορτοκαλί ανοιχτό: μέτρια ευαλωτότητα ερημοποίησης (MedECC, 2019)

3.2.5 Ισχυρές βροχοπτώσεις

Η συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων όπως έντονες βροχοπτώσεις, ισχυροί καύσωνες, χαλαζοπτώσεις, πλημμύρες και δυνατοί άνεμοι αυξάνεται συνεχώς, ενώ η

ποιότητα του ύδατος και οι υδάτινοι πόροι, σε αρκετές περιοχές, υποβαθμίζονται σημαντικά. (IPCC, 2018)

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος το 2018 αξιολόγησε τις τάσεις στις ακραίες βροχοπτώσεις και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ανθρωπογενής παρέμβαση έχει συμβάλει στην εντατικοποίηση των ισχυρών βροχοπτώσεων κατά το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα. Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε επίσης ότι μια αύξηση κατά 0,5°C στην παγκόσμια μέση θερμοκρασία είχε ανιχνεύσιμη επίδραση στις βροχοπτώσεις σε παγκόσμια κλίμακα (Schleussner, et al., 2017). Αυτά τα αποτελέσματα συνάδουν με τις αναλύσεις των κλιματικών εκτιμήσεων, και επισημαίνουν μια μεγάλη διακύμανση στην ευαισθησία των αλλαγών στις έντονες βροχοπτώσεις.

3.2.6 Ξηρασία

Όπως αναφέρεται στην τέταρτη έκθεση αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC,AR4), «σε γενικές γραμμές, η ξηρασία είναι: i) η παρατεταμένη απουσία ή έντονη ανεπάρκεια βροχοπτώσεων, ii) η έλλειψη βροχοπτώσεων που έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη διαθέσιμου ύδατος, iii) μια αφύσικα ξηρή περίοδος, αρκετά παρατεταμένη ώστε η έλλειψη των βροχοπτώσεων να προκαλέσει σοβαρή υδρολογική ανισορροπία » (IPCC, 2007a)

Η ξηρασία είναι ένα ακραίο κλιματικό γεγονός το οποίο αναπτύσσεται αργά. Καθώς αυξάνεται σταδιακά σε ένταση και διάρκεια, μπορεί να έχει σημαντικές συνέπειες, καθιστώντας την έναν από τους πιο δαπανηρούς φυσικούς κινδύνους. Επιπλέον, η ξηρασία έχει πολλαπλές οικολογικές υδρολογικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένου του αυξημένου κινδύνου πυρκαγιάς, λειψυδρίας, απώλειας καλλιεργειών, αυξημένων τιμών τροφίμων, μετανάστευσης και έμμεσων επιπτώσεων στην υγεία. Υπάρχουν πολλοί τύποι ξηρασίας και οι σχέσεις μεταξύ τους (μπορεί να λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα ή διαδοχικά) καθιστά δύσκολη τη διάκριση μεταξύ ενός τύπου από τον άλλο. Για παράδειγμα, υπάρχει ο τύπος της μετεωρολογικής ξηρασίας, η οποία προκαλείται κυρίως από έλλειψη βροχόπτωσης, ο τύπος της αγροτικής ξηρασίας, η οποία προκαλείται από έλλειψη υγρασίας του εδάφους και ο τύπος της υδρολογικής ξηρασίας, η οποία οφείλεται σε αδυναμία αποθήκευσης του νερού κατά την ροή ή την κατακρήμνιση (Mukherjee & Mishra, 2018)

3.2.7 Πυρκαγιές

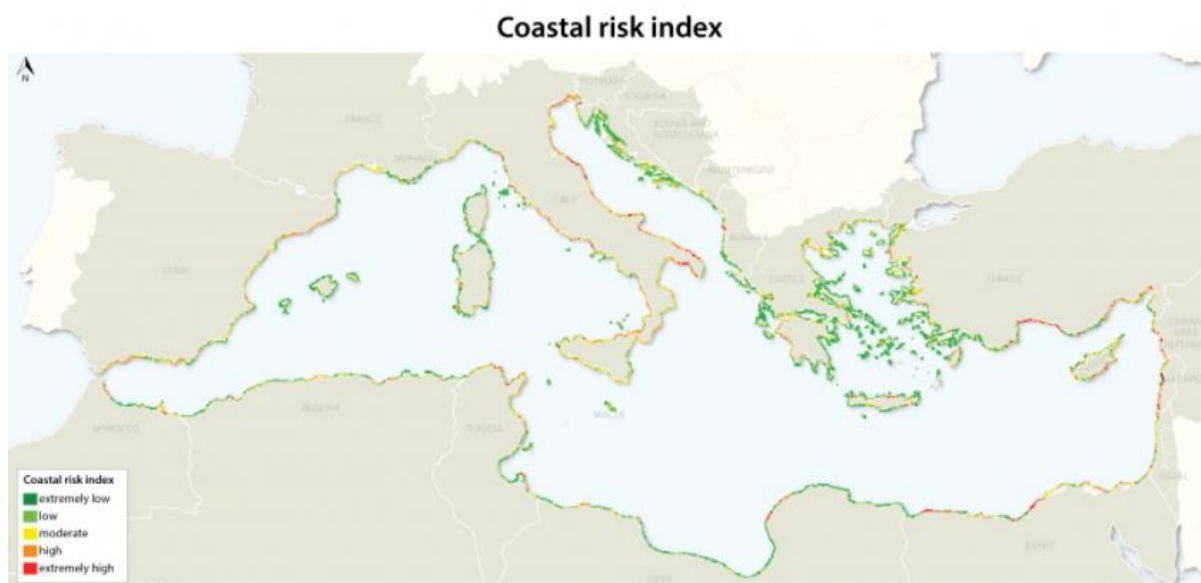
Οι δασικές εκτάσεις είναι πολύ ευάλωτες στις θερμοκρασιακές αλλαγές, τα ακραία θερμοκρασιακά φαινόμενα και την ξηρασία. Ο κίνδυνος πυρκαγιάς αυξάνεται λόγω ξηρασίας και καύσωνα αλλά και αλλαγής της διαχείρισης της γης, φέρνοντας μεγαλύτερες περιόδους πυρκαγιάς και πιθανώς συχνότερες μεγάλες, σοβαρές πυρκαγιές. (MedECC, 2019)

Ο καιρός και το κλίμα είναι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη δραστηριότητα πυρκαγιάς και αυτοί οι παράγοντες αλλάζουν λόγω της κλιματικής αλλαγής που προκαλείται από τον άνθρωπο (Flannigan et al., 2006).

Η αύξηση των φαινομένων πυρκαγιάς έχει ήδη προκαλέσει σοβαρές οικονομικές, κοινωνικές, οικολογικές και περιβαλλοντικές ζημιές, όπως η καταστροφή κατοικιών, η δυσμενής ποιότητα του αέρα και του νερού, το επιπλέον κόστος και οι απώλειες ανθρώπινων - και μη - ζώων (Heidari et al., 2021). Οι πυρκαγιές που προκλήθηκαν στην περιοχή της Μεσογείου από ακραία κλιματολογικά γεγονότα, ιδιαίτερα από τα κύματα καύσωνα, προκάλεσαν μέγιστα ρεκόρ καμένων περιοχών σε ορισμένες χώρες τις τελευταίες δεκαετίες (MedECC, 2019).

4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

Η κλιματική αλλαγή είναι αναμφισβήτητα μια από τις πιο κρίσιμες προκλήσεις που αντιμετωπίζει και πρόκειται να αντιμετωπίσει η περιοχή της Μεσογείου. Η λεκάνη της Μεσογείου έχει αναγνωριστεί ως μία από τις δύο περιοχές που ανταποκρίνονται περισσότερο στην κλιματική αλλαγή παγκοσμίως (Giorgi, 2006). Στο σχήμα 11, παρουσιάζονται οι περιοχές της Μεσογείου που είναι πιο ευάλωτες στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Η πέμπτη έκθεση αξιολόγησης της IPCC θεωρεί την περιοχή ως «εξαιρετικά ευάλωτη στην αλλαγή του κλίματος», αναφέροντας επίσης ότι «θα υποστεί πολλαπλές πιέσεις λόγω των κλιματικών αλλαγών». Οι συνολικοί κίνδυνοι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής μπορούν να μειωθούν μέσω του μετριασμού, δηλαδή περιορίζοντας το ρυθμό και το μέγεθος της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, ακόμη και κάτω από τα πιο φιλόδοξα σενάρια μετριασμού, παραμένουν κίνδυνοι από τις δυσμενείς κλιματικές επιπτώσεις, λόγω της ήδη υπάρχουσας κλιματικής αλλαγής. Επομένως, είναι απαραίτητες οι πολιτικές προσαρμογής και τα μέτρα που προβλέπουν ένα ευρύ φάσμα πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα. (EEA-UNEP/MAP, 2014)



Σχήμα 11: Εκτίμηση κινδύνου στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου. Πράσινο σκούρο: πολύ χαμηλή, Πράσινο: χαμηλή, Κίτρινο: μέτρια, Πορτοκαλί: υψηλή, Κόκκινο: Πολύ υψηλή (Satta, Puddu, Venturini, & Giurroni, 2017)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι κυριότερες συνέπειες που ενδέχεται να κληθούν τα κράτη της Μεσογείου να αντιμετωπίσουν, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3.2.

4.1 ΥΓΕΙΑ

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την υγεία του ανθρώπου άμεσα μέσω ακραίων θερμοκρασιών, ψυχρών συνθηκών, ξηρασίας ή καταιγίδων, ή έμμεσα από αλλαγές στην ποιότητα του αέρα, τη διαθεσιμότητα του νερού, την παροχή και την ποιότητα των τροφίμων και άλλους παράγοντες .

Οι επιπτώσεις της κλιματική αλλαγή στην υγεία, εντάσσονται κυρίως στις τρεις ακόλουθες περιπτώσεις (WHO, 2003):

α) Άμεσες επιπτώσεις, που προκαλούνται κυρίως από την εμφάνιση ακραίων καιρικών συνθηκών (καύσωνες)

β) Έμμεσες επιπτώσεις, που οφείλονται σε περιβαλλοντικές αλλαγές και οικολογικές διαταραχές (π.χ. ασθένειες που φέρουν τα κουνούπια)

γ) Οι διάφορες επιπτώσεις που προκαλούνται σε ανθρώπους οι οποίοι επηρεάζονται από την αλλοίωση του περιβάλλοντος και από την οικονομική δυσχέρεια που προκύπτει λόγω της κλιματικής αλλαγής (π.χ. διατροφικά ή ψυχολογικά προβλήματα) (Υφαντόπουλος, κα., 2011)

Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, μεταξύ 2030 και 2050, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να προκαλέσει περίπου 250.000 επιπλέον θανάτους ετησίως, μόνο από υποσιτισμό, ελονοσία, διάρροια και θερμικό στρες. Το άμεσο κόστος βλάβης για την υγεία εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 2–4 δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως έως το 2030.

4.1.1 Καταιγίδες σκόνης (Dust storms)

Μια καταιγίδα σκόνης ή αμμοθύελλα είναι ένα μετεωρολογικό φαινόμενο, που αφορά στη διάβρωση, στη μεταφορά και στην εναπόθεση σωματιδίων σκόνης και εδάφους στην ατμόσφαιρα από ισχυρά ρεύματα ανέμου. Σε έρημες – ξηρές περιοχές, καταιγίδες σκόνης και άμμου εμφανίζονται κυρίως λόγω καταιγίδων ή λόγω ισχυρών ταχυτήτων ανέμου σε μεγάλη περιοχή (Ghosh & Pal, 2014)

Η συχνότητα και η ένταση των καταιγίδων σκόνης αυξάνονται, ιδίως σε ορισμένες περιοχές του κόσμου, όπως η αραβική χερσόνησος και η ευρύτερη Μέση Ανατολή, καθώς και η Κεντρική Ασία, με αυξανόμενες αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Οι καταιγίδες σκόνης μεταφέρουν σωματίδια, ρύπους, παθογόνα και πιθανά αλλεργιογόνα που είναι

επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία σε μεγάλες αποστάσεις. Τα αιωρούμενα σωματίδια στον αέρα έως και 10 μικρομέτρων (PM10 ή λιγότερο σε μέγεθος), έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. (WHO)

Οι κύριες επιπτώσεις των καταιγίδων σκόνης στην ανθρώπινη υγεία περιλαμβάνουν βλάβες στο αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα. Τα σωματίδια σκόνης με διάμετρο μικρότερη από 2,5μm συσχετίστηκαν με καρδιοπνευμονική θνησιμότητα περίπου 402.000 ατόμων το 2005 σε παγκόσμιο επίπεδο, με απώλεια 3,47 εκατομμυρίων ετών ζωής σε αυτό μόνο το έτος. Αν και παγκοσμίως μόνο το 1,8% των καρδιοπνευμονικών θανάτων προκλήθηκαν από καταιγίδες σκόνης, στις χώρες της περιοχής της Σαχάρας, της Μέσης Ανατολής, της Νότιας και Ανατολικής Ασίας, οι καταιγίδες σκόνης προτάθηκαν ως το αίτιο του 15-50% όλων των καρδιοπνευμονικών θανάτων (WHO)

4.1.2 Καύσωνες

Οι ακραίες θερμοκρασίες καθώς και τα επεισόδια καύσωνα αποτελούν πολύ σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας που πρόκειται να επιδεινωθεί (αύξηση της έντασης και της συχνότητας εμφάνισής τους) από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, της αστικοποίησης και της γήρανσης του πληθυσμού.

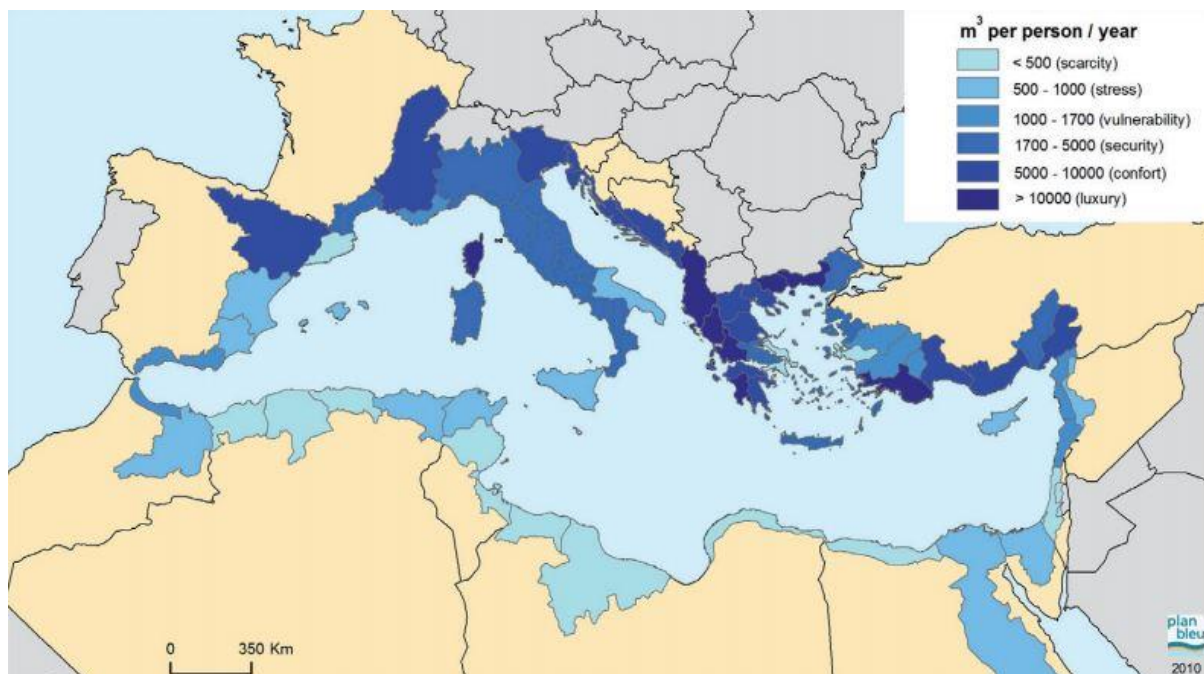
Η αυξανόμενη συχνότητα των καυσώνων ενδεχομένως να οδηγήσει και σε αύξηση του αριθμού των θανάτων που οφείλονται σε θερμοπληξίες και θερμικό στρες. Ο καύσωνας του 2003 που έλαβε χώρα σε χώρες της Δυτικής κυρίως Ευρώπης, παρουσίασε τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην δημόσια υγεία. Δώδεκα χώρες της Δυτικής Ευρώπης ανέφεραν παραπάνω από 70.000 θανάτους εξ αιτίας του καύσωνα το καλοκαίρι του 2003. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως η ομάδα με τον υψηλότερο κίνδυνο είναι οι ηλικιωμένοι, λόγω του ότι η γήρανση επηρεάζει την ικανότητα του οργανισμού να ρυθμίζει την θερμοκρασία του σώματος. (Υφαντόπουλος κα.,2011)

4.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΥΔΑΤΙΝΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Οι πιο κρίσιμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή της Μεσογείου είναι σχετικές με τη διαθεσιμότητα του νερού. Τα στοιχεία παρακολούθησης και οι κλιματικές προβλέψεις αποδεικνύουν πως οι διαθέσιμοι πόροι του γλυκού νερού είναι αρκετά

ευάλωτοι και πιθανότατα επηρεάζονται έντονα από την κλιματική αλλαγή, με πολλές συνέπειες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (Bates et al., 2008).

Με κυρίως ημι-άνυδρα και ξηρά κλίματα, η περιοχή της Μεσογείου έχει μεγάλες ανάγκες σε νερό, καθώς είναι ήδη ευάλωτη στην λειψυδρία και την ξηρασία. Οι χώρες της Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένων τόσο των ανεπτυγμένων όσο και των αναπτυσσόμενων χωρών, βασίζονται στη βροχόπτωση ως τη μόνη πηγή νερού για τη υδροδότηση των καλλιεργειών, τη διαθεσιμότητα νερού για την κάλυψη των αναγκών που προκύπτουν από την αύξηση του πληθυσμού, την ανάπτυξη της γεωργίας και την άνοδο των δραστηριοτήτων της βιομηχανίας και του τουρισμού (Bolle, 2003)



Σχήμα 12: Ετήσιοι φυσικοί ανανεώσιμοι υδάτινοι πόροι κατά κεφαλήν στις κύριες λεκάνες απορροής της Μεσογείου, εκφραζόμενοι ως επίπεδα έλλειψης για ανθρώπινη χρήση (MedECC, 2019)

Στο σχήμα 12 παρουσιάζονται οι περιοχές της Μεσογείου σε κυβικά μέτρα υδάτινων πόρων ανά κάτοικο ανά έτος. Όπως φαίνεται, οι περιοχές της Ευρώπης με τα πιο σκούρα μπλε χρώματα, είναι στα επίπεδα άνεσης (comfort, 5000-10000m³) και ασφάλειας (security, 1700-5000 m³). Η νότια Ισπανία, το Γιβραλτάρ, ο Λίβανος και ένα κομμάτι της δυτικής Τουρκίας χαρακτηρίζονται ως ευάλωτες περιοχές (vulnerability, 1000-1700 m³). Υπό πίεση (stress, 500 - 1000 m³) βρίσκονται περιοχές στην κεντρική Ιταλία, την Δυτική Ισπανία, το Μαρόκο, την Αλγερία, την Τυνησία, την Κύπρο και την Αίγυπτο, ενώ σε έλλειψη (scarcity, <500 m³)

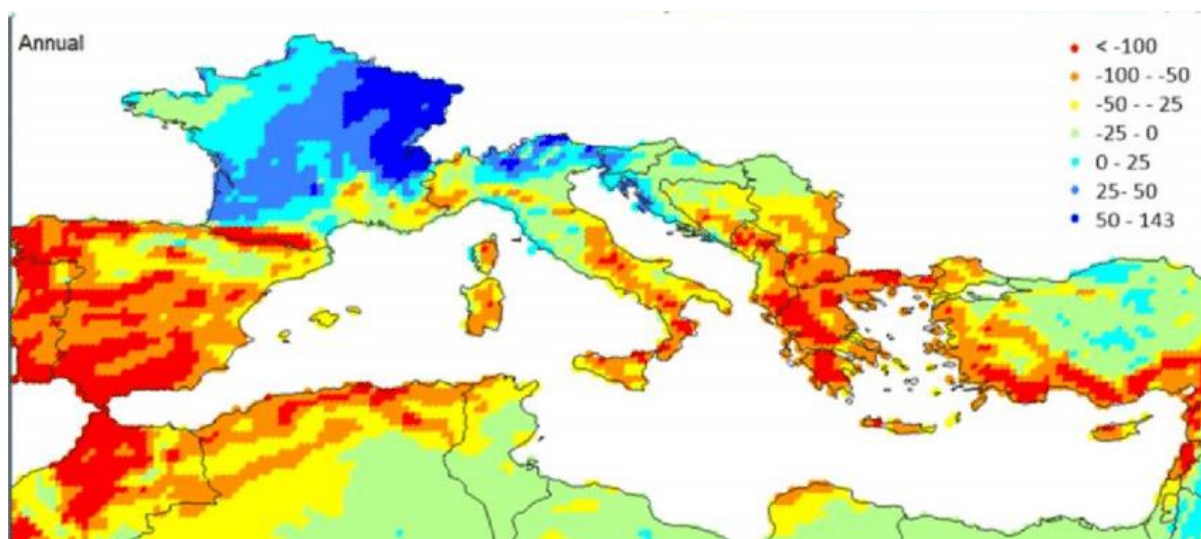
βρίσκεται το μεγαλύτερο μέρος της Αλγερίας, της Τυνησίας, η Λιβύη, κομμάτι της Αιγύπτου και του Ισραήλ, ένα κομμάτι της Ισπανίας, της Κεντρικής Ελλάδας και Τουρκίας.

Το κλίμα της Μεσογείου χαρακτηρίζεται από ήπιους και υγρούς χειμώνες στους οποίους τα πιο πολλά επεισόδια βροχόπτωσης και απορροής λαμβάνουν χώρα όσο τα φυτά βρίσκονται σε χειμερινή αδράνεια και η άρδευση είναι χαμηλότερη (Kondolf & Batalla, 2005). Τα καλοκαίρια είναι ζεστά και ξηρά με λιγοστά επεισόδια βροχόπτωσης, το νερό των οποίων απορροφάται από την ατμόσφαιρα μέσω εξατμισοδιαπνοής. Η ανάγκη για νερό άρδευσης αυξάνεται στις λεκάνες της Μεσογείου κατά τους θερινούς μήνες καθώς προχωρά η καλλιεργητική περίοδος. Οι διακυμάνσεις στα διαθέσιμα ανά την εποχή ύδατα μπορούν να προκαλέσουν βραχυπρόθεσμή ή και μακροπρόθεσμη λειψυδρία στην περιοχή. Ως εκ τούτου, καθιστούν αναγκαία την αποταμίευση των υδάτων σε δεξαμενές και την ρύθμιση της φυσικής ροής των ποταμών για τη στήριξη της γεωργίας (Kondolf & Batalla, 2005). Η μεγαλύτερη κατανάλωση γλυκού νερού από τις δεξαμενές είναι για τις ανάγκες των αρδευόμενων καλλιεργειών, οι οποίες έχουν διπλασιαστεί σε έκταση τα τελευταία σαράντα χρόνια και τώρα αποτελούν το 21% της συνολικής καλλιεργούμενης γεωργικής γης στην περιοχή (Gorguner & Kanvas, 2020)

Εκτός από τους σημερινούς παράγοντες, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να αποτελέσει μεγάλη απειλή για τους υδάτινους πόρους της περιοχής της Μεσογείου και μελλοντικά. Σύμφωνα με τον Giorgi (Giorgi, 2006), η περιοχή της Μεσογείου είναι μια από τις πιο ευάλωτες περιοχές του κόσμου σε κλιματολογικές και ανθρωπογενείς αλλαγές, και ως αποτέλεσμα υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία για τις ελλείψεις στην αποταμίευση νερού που πρόκειται να επέλθουν από την κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, η μεγάλη χωρική και χρονική μεταβλητότητα του κλίματος της περιοχής, η οποία επηρεάζεται από την περίπλοκη μορφολογία του εδάφους (παρουσία σύνθετων οροσειρών, διακριτών λεκανών, θάλασσας, κόλπων, νησιών και χερσονήσων σε διάφορα μεγέθη), καθιστά δύσκολο τον εντοπισμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. (Gorguner & Kanvas, 2020)

Οι περισσότερες χώρες στη νότια και ανατολική Μεσόγειο, αντιμετωπίζουν ήδη εδώ και κάποια χρόνια έλλειψη υδάτινων πόρων, και η κατάσταση αυτή αναμένεται να ενταθεί μελλοντικά λόγω του συνδυασμού της αυξητικής ζήτησης νερού και της λειψυδρίας ως συνέπειες της κλιματικής αλλαγής που περιλαμβάνουν την μείωση των μέσων βροχοπτώσεων και της συνολικής απορροής, και την εξάντληση των υπόγειων υδροφόρων

στρώμάτων (σχήμα 14). Μέχρι το 2050, σύμφωνα με το σχήμα 13, οι πιο ευάλωτες περιοχές στην έλλειψη υδάτινων πόρων θα είναι η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Τουρκία, το Μαρόκο, η Αλγερία, το Ισραήλ, η Συρία και ο Λίβανος. Οι παράκτιοι υδροφορείς θα κινδυνεύσουν από υφαλμύρωση, δηλαδή εισχώρηση αλμυρού νερού, λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας και της υπεράντλησης των υδροφορέων που μειώνει την ανθεκτικότητά τους στην αλατούχο εισβολή. (EEA-UNEP/MAP, 2014)



Σχήμα 13: Αναμενόμενη διακύμανση της ετήσιας βροχόπτωσης (σε mm ανά έτος-1) στη Μεσόγειο για την περίοδο 2000-2050 (Πηγή: Saadi et al., 2014)

Επιπλέον, αν και παρατηρείται μείωση στην μέση βροχόπτωση, τα μοντέλα υποδεικνύουν πως οι θερινοί μήνες στην Μεσόγειο θα χαρακτηρίζονται από αύξηση της συχνότητας των ακραίων ημερήσιων βροχοπτώσεων. Αυτή η τάση είναι πιθανό να αποτελέσει κίνδυνο σε μεγαλύτερες περιόδους ξηρασίας, που διακόπτονται από ακραίες έντονες βροχοπτώσεις, αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμυρών. Το ερευνητικό έργο JRC PESETA II «Επιπτώσεις στο κλίμα στην Ευρώπη», εκτιμά ότι στο σενάριο της ανόδου της θερμοκρασίας κατά 2°C οι άμεσες οικονομικές επιπτώσεις από τις πλημμύρες των ποταμών στη Νότια Ευρώπη θα αυξηθούν από 0,67 σε 1,19 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως τη δεκαετία του 2080. Οι ολοένα και μεγαλύτερες ανάγκες για γλυκό νερό σε πολλές χώρες της περιοχής της Μεσογείου δεν θα είναι δυνατόν να καλυφθούν με περαιτέρω εκμετάλλευση των υπόγειων υδάτινων πόρων, εκτός αν στοχεύσουν στην ανάπτυξη δαπανηρών εγκαταστάσεων αφαλάτωσης. Αυτό θα ήταν ικανό να φέρει σημαντικές κοινωνικές και πολιτικές αλλαγές. (EEA-UNEP/MAP, 2014)

4.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Οι συνεχιζόμενες κλιματικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές αλλαγές αποτελούν απειλή για την επισιτιστική ασφάλεια στην περιοχή της Μεσογείου. Οι πιέσεις δεν είναι ομοιογενείς σε ολόκληρη την περιοχή και τους τομείς παραγωγής. Μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν την σταθερότητα στην γεωργία και την κτηνοτροφία που λαμβάνουν χώρα στην λεκάνη της Μεσογείου περιλαμβάνουν τη λειψυδρία, την υποβάθμιση του εδάφους (ερημοποίηση) και τη διάβρωση. Ακραία γεγονότα, όπως η ξηρασία, οι καύσωνες και οι έντονες βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν απροσδόκητες απώλειες στην παραγωγή. Στα δέλτα των ποταμών που είναι γενικά πολύ σημαντικά για τη γεωργική παραγωγή (όπως το Δέλτα του Νείλου), η διαθέσιμη έκταση για γεωργική εκμετάλλευση υφίσταται μείωση εξ αιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της υποχώρησης της γης.

Η ποιότητα των τροφίμων απειλείται επίσης από διάφορα παράσιτα και μυκοτοξίνες (τοξικές ουσίες που παράγονται από μύκητα και ειδικά από μούχλα) που σχηματίζονται σε φυτά κατά την καλλιέργεια ή την αποθήκευσή τους, και η ανάπτυξή τους συνδέεται με τις κλιματικές συνθήκες. Οι αποδόσεις για πολλές περιοχές που καλλιεργούνται τον χειμώνα και την άνοιξη αναμένεται να μειωθούν λόγω της κλιματικής αλλαγής, ειδικά στο Νότο. Μέχρι το 2050, εκτιμήθηκε μείωση κατά 40% στην παραγωγή οσπρίων στην Αίγυπτο, 12% για τους ηλιάνθους και 14% για τις καλλιέργειες κονδυλωδών στη νότια Ευρώπη. Η αυξανόμενη θερμοκρασία θα επηρεάσει επίσης την παραγωγή ελαιόδεντρων, αυξάνοντας τις απαιτήσεις άρδευσης και τον κίνδυνο προσβολής από έντομα. Αλλαγές στον κύκλο ζωής προς μικρότερη διάρκεια προβάλλονται και για τους αμπελώνες, σε περίπτωση έκθεσής τους σε ακραίες συνθήκες. Για τα λαχανικά όπως οι ντομάτες, η μειωμένη διαθεσιμότητα νερού θα είναι ο βασικός παράγοντας περιορισμού της απόδοσης. Για αρκετά δημητριακά, αυτός ο περιορισμός της απόδοσης αναμένεται να συνδυαστεί με μειωμένη ποιότητα (π.χ. χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες) (MedECC, 2019)

4.4 ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Οι παράκτιες ζώνες, αναμφισβήτητα ένα από τα πιο ελκυστικά μέρη της Μεσογείου, ήδη εκτίθενται σε σημαντικές πιέσεις από τη χερσαία και θαλάσσια ρύπανση, την αστική ανάπτυξη, την αλιεία, την υδατοκαλλιέργεια, τον τουρισμό, τα φράγματα και τεχνικά έργα,

την εξόρυξη υλικών και τις αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Η κλιματική αλλαγή, και ειδικά η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, αναμένεται να αυξήσει σημαντικά αυτές τις πιέσεις. Πιο συγκεκριμένα, πολλά παράκτια περιβάλλοντα θα αντιμετωπίσουν αυξημένες πλημμύρες, επιταχυνόμενη διάβρωση των ακτών, εκτεταμένη μόλυνση των θαλάσσιων υδάτων και των γλυκών υπόγειων υδάτων, μετατόπιση των παράκτιων υδροτόπων και πιθανή απώλεια παραλιών στις οποίες φωλιάζει η άγρια ζωή. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα θα εντείνουν όλα τα παραπάνω, ενώ μακροπρόθεσμα, οι αλλαγές στον αέρα και τα θαλάσσια κύματα αναμένεται να επηρεάσουν τη μεταφορά ιζημάτων, που θα οδηγήσει σε ακόμη μεγαλύτερη διάβρωση (Giorgi, 2006).

Στο σχήμα 14 απεικονίζεται η κατάσταση των ακτών της Βόρειας πλευράς της Μεσογείου, και πιο συγκεκριμένα της Ισπανίας, της Γαλλίας, της Ιταλίας, της Ελλάδας και της Κύπρου. Οι περισσότερες από τις ακτές των χωρών αυτών βρίσκονται υπό διάβρωση (κόκκινο χρώμα), ενώ είναι πολύ λίγες αυτές οι οποίες βρίσκονται σε ανάπτυξη – εμπλουτισμό (κίτρινο χρώμα).

Σε τοπική κλίμακα, οι πιθανές επιπτώσεις στα παράκτια συστήματα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας καθορίζονται επίσης από άλλους μη κλιματικούς παράγοντες, όπως η καθίζηση του εδάφους, η εξόρυξη των υπόγειων ορυκτών πόρων και οι τεκτονικές κινήσεις. Το έργο JRC PESETA II «Επιπτώσεις στο κλίμα στην Ευρώπη», εκτιμά ότι ακόμη και στο σενάριο ανόδου της θερμοκρασίας κατά 2°C, το μέσο ετήσιο κόστος των ζημιών από θαλάσσιες πλημμύρες στη Νότια Ευρώπη θα αυξηθεί από 163 σε 903 εκατομμύρια δολάρια τη δεκαετία του 2080. (EEA-UNEP/MAP, 2014)

4.6 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΕΙΔΗ

Η κατανομή πολλών ειδών στην περιοχή της Ευρώπης αναμένεται να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή και οι αποκρίσεις/επιπτώσεις είναι πιθανό να διαφέρουν μεταξύ των ειδών (Βέλλα κ.α., 2021)

Οι περιοχές στις οποίες ενδημούν ορισμένα είδη φυτών και ζώων καθορίζονται συχνά από την ανοχή στην ζέστη και το κρύο ή από τα ελάχιστα επίπεδα ετήσιας βροχόπτωσης. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα συχνά επιφέρουν ξαφνικές αλλαγές στην κατάσταση της χλωρίδας και της πανίδας. Οι μακρές περίοδοι ξηρασίας έχουν σημαντικές επιδράσεις σε ορισμένα είδη εντόμων, ενώ έχουν προκαλέσει πληθυσμιακή άνθηση σε άλλα είδη. Είναι πιθανό, λοιπόν, οι αλλαγές που υπερβαίνουν τα συνηθισμένα όρια θερμοκρασίας για τα είδη ή αλλαγές στη συχνότητα ξηρασιών ή ακραίων εποχιακών βροχοπτώσεων, να οδηγήσουν σε φυσικές και συμπεριφορικές αλλαγές σε πολλά είδη (Green, et al., 2001).

Πολλά είδη χλωρίδας στην Ευρώπη επρόκειτο να απειληθούν από τη μελλοντική κλιματική αλλαγή. Εάν υποθέσουμε ότι αυτά δεν θα μεταναστεύσουν, περισσότερα από τα μισά γίνονται ευάλωτα ή πρόκειται να εξαφανιστούν έως το 2080. Σύμφωνα με την υπόθεση της μη μετανάστευσης και το πιο σοβαρό σενάριο κλιματικής αλλαγής, το 22% των ειδών κινδυνεύει εξαιρετικά και το 2% εξαφανίζεται έως το 2080. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, φυσικά, είναι λιγότερες εάν υποθέσουμε ότι θα υπάρχει μετανάστευση των ειδών (Thuiller, et al., 2005).

Η εφαρμογή των κριτηρίων του Κόκκινου καταλόγου της IUCN (IUCN Red List, 2021) στις προβλέψεις δείχνει ότι τα περισσότερα φυτικά είδη θα καταστούν πιθανώς σοβαρά απειλούμενα. Περισσότερα από τα μισά είδη που μελετήθηκαν στην έρευνα των Thuiller et al, 2005 θεωρούνται υπό απειλή ως το έτος 2080. Ωστόσο οι εκτιμήσεις φαίνεται να διαφέρουν πολύ μεταξύ των διαφορετικών σεναρίων αλλαγής του κλίματος και μεταξύ των διαφορετικών περιοχών. Φυσικά, οι κίνδυνοι εξαφάνισης για την χλωρίδα της Ευρώπης μπορεί να είναι μεγάλοι, ακόμη και σε πιο μετριοπαθή σενάρια αλλαγής του κλίματος και παρά τη μεταβλητότητα μεταξύ των μοντέλων.

Εάν το κλίμα αλλάξει σημαντικά σε μια συγκεκριμένη περιοχή, ενδέχεται να διαταραχθεί το οικοσύστημα και να αυξηθεί ο κίνδυνος εξαφάνισης της πανίδας. Λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, ορισμένα είδη αποικίζουν σε νέες περιοχές και άλλα κινούνται προς τις

ψυχρότερες κλιματικές ζώνες. Ωστόσο, κάποια είδη άγριας ζωής, μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολο να προσαρμοστούν στην επιταχυνόμενη άνοδο της θερμοκρασίας. Κάθε είδος έχει τις δικές του κλιματικές και περιβαλλοντικές ανάγκες και ανοχές. Εάν αυτές αλλάξουν (π.χ. εξ αιτίας της κλιματικής αλλαγής), μπορεί να αλλάξουν τον κύκλο ζωής τους, ή στην χειρότερη περίπτωση, να υποστούν εξαφάνιση (Bartholy, et al., 2012).

Επιπλέον, πολλές ιδιότητες μεμονωμένων ειδών ζώων, όπως το μέγεθος, το σχήμα και το χρώμα τους, η διατροφή και η σεξουαλική συμπεριφορά τους, προσαρμόζονται στις κλιματολογικές συνθήκες στις οποίες ζουν. Οι αλλαγές στο κλίμα επηρεάζουν το μέγεθος των πληθυσμών, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει την κατανομή και την αφθονία των ειδών, και τελικά τη δομή και τη λειτουργία του οικοσυστήματος. Κατά συνέπεια, οι μακροπρόθεσμες κλιματικές τάσεις έχουν τεράστιες επιπτώσεις στη διαμόρφωση της άγριας ζωής σε μια περιοχή (Green, et al., 2001).

4.7 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ

Τα κλιματικά μοντέλα έχουν προβλέψει αύξηση τόσο της θερμοκρασίας όσο και της ξηρασίας στη Μεσόγειο. Αυτές οι αλλαγές αναμένεται να οδηγήσουν σε αυξημένη συχνότητα, ένταση και διάρκεια ξηρασίας, ειδικά κατά τη θερμή περίοδο. Η αντίδραση των μεσογειακών δασών σε τέτοια ακραία κλιματολογικά φαινόμενα είναι ελάχιστα κατανοητή, επειδή τα ελεγχόμενα πειράματα στο πεδίο για να μιμηθούν τέτοιες συνθήκες είναι δαπανηρά και δύσκολα λειτουργούν σε μεγάλη κλίμακα χωρίς να εισάγουν περιβαλλοντικές τροποποιήσεις. Διαφορετικά πειράματα έχουν εφαρμοστεί σε διαφορετικούς τύπους δασών στη Γαλλία, με τις συσκευές αποκλεισμού βροχής να επιτρέπουν την εφαρμογή ενός σεναρίου βροχόπτωσης κοντά σε αυτό που προβλέπουν τα μοντέλα για το τέλος του 21ου αιώνα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αλλαγή των βροχοπτώσεων θα επηρεάσει i) την άμεση παραγωγή και αποσύνθεση απορριμμάτων, ii) και τις εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (Gauquelin , et al., 2018).

Επιπλέον, ακραία γεγονότα όπως πλημμύρες, χιονοθύελλες, ανεμοθύελλες, πυρκαγιές, ξηρασίες και επεισόδια καύσωνα αναμένονται με αυξημένη συχνότητα και ένταση. Οι προβολές των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα ευρωπαϊκά δάση είναι πολύπλοκες: στη λεκάνη της Μεσογείου, όπου η διαθεσιμότητα νερού είναι περιοριστικός παράγοντας,

οι πιο συχνές ξηρασίες του καλοκαιριού μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένη παραγωγικότητα και χαμηλότερη ανθεκτικότητα των δασών (Sebastiano., et al 2016)

Όσον αφορά την υγεία των δασών, καθώς τα δέντρα αποδυναμώνονται από δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όλο και μεγαλύτερο ποσοστό θα γίνει ευαίσθητο σε παθογόνους παράγοντες. Αυτό θα έχει διπλή επίδραση στο οικοσύστημα. Πρώτον, πολλά δέντρα θα πεθάνουν μειώνοντας τη μόνιμη βιομάζα, και δεύτερον, ο παθογόνος πληθυσμός θα συσσωρευτεί σε σημείο να απειλεί δέντρα που ίσως θα μπορούσαν να αντισταθούν σε μια μικρή επίθεση αλλά όχι σε μια βαριά προσβολή. Οι απώλειες θα είναι πιθανώς οι μεγαλύτερες για τα δέντρα στα άκρα της φυσικής τους κατανομής, όπου μια μικρή αλλαγή θα καταστήσει το περιβάλλον ακατάλληλο για αυτά. Ορισμένες ασθένειες των δασών που τώρα θεωρούνται μικρές μπορεί να γίνουν σοβαρές (Resco de Dios, V., et al 2005)

Στην Ελλάδα, τρία φαινόμενα μεταβολών της βιοποικιλότητας των δασών θα μπορούσαν να αποδοθούν στην αλλαγή του κλίματος ή να συνδεθούν με αυτήν (Βελλα, κα., 2011). Αυτά είναι:

- Η νέκρωση δένδρων ελάτης, περισσότερο στην Πελοπόννησο αλλά και στην υπόλοιπη Ελλάδα. Το φαινόμενο αυτό πρωτοεμφανίστηκε το 1989 μετά τα δύο πολύ ξηρά και υπερβολικά θερμά καλοκαίρια του 1987 και 1988.
- Η εισβολή κωνοφόρων και ιδιαίτερα της υβριδογενούς ελάτης και της μαύρης Πεύκης σε δάση πλατύφυλλων ειδών και ιδιαίτερα της πλατύφυλλης δρυός (*Quercus frainetto*), της ευθύφλοιης δρυός (*Quercus cerris*), της καστανιάς και λιγότερο της οξιάς.
- Η νέκρωση ατόμων της δασικής Πεύκης στα Πιέρια όρη. Η δασική Πεύκη μετανάστευσε στη χώρα μας κατά τη περίοδο των παγετώνων, από διάφορες περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης. Αυτό αποδεικνύεται από το τεράστιο εύρος γενετικής ποικιλότητας του είδους στα Πιέρια.

4.8 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΥΣ

Οι υγροβιότοποι είναι πολύτιμα οικοσυστήματα, στα οποία λαμβάνουν χώρα σημαντικές για το περιβάλλον διεργασίες. Μεταξύ άλλων, στους υγροβιότοπους οφείλεται ο καθαρισμός του νερού και ο έλεγχος των πλημμυρών. Η κλιματική αλλαγή είναι μια σημαντική απειλή για τους υγροβιότοπους. Οι μεταβολές στις διεργασίες του υδρολογικού κύκλου και η

αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζουν τις βιοχημικές και γεωχημικές διεργασίες που συμβάλλουν στην λειτουργία του υδροβιότοπου. (Salimi, et al., 2021)

Πολλά εφήμερα οικοσυστήματα αναμένεται να εξαφανιστούν και πολλά μόνιμα να συρρικνωθούν. Σε ό,τι αφορά τους παράκτιους υδροβιότοπους της Μεσογείου, φαίνεται ότι απειλούνται με απώλεια ή σημαντικές μεταβολές στην ιζηματοπόθεση σε πολλές περιοχές, καθώς η θέση τους συνδέεται στενά με τη στάθμη της θάλασσας (Nicholls & Hoozemans 1996).

Επίσης, η αυξημένη συχνότητα ακραίων επεισοδίων βροχόπτωσης είναι πιθανό να οδηγήσει σε αύξηση των εισροών των θρεπτικών συστατικών σε ορισμένους υδροβιότοπους (Sanchez-Carillo, et al., 2010). Επισημαίνεται ότι η αύξηση των επιβλαβών φυκιών (HABs - Harmful Algal Blooms) στις λίμνες, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, μπορεί να αποτελέσει σημαντική απειλή για τη δημόσια υγεία και να περιορίσει τη χρήση των υδάτων των λιμνών.

Οι μεταβολές που επιφέρει η κλιματική αλλαγή στις περιόδους παγοκάλυψης, στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών και τη διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής των ειδών επηρεάζουν τη σύνθεση της χλωρίδας και πανίδας και τη δομή της τροφικής αλυσίδας (EEA 2010). Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του νερού είναι μία από τις παραμέτρους που επηρεάζουν τα υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς οι περισσότεροι υδρόβιοι οργανισμοί επιβιώνουν σε ένα συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών. Η αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να οδηγήσει στην εξαφάνιση ορισμένων υδρόβιων ειδών ή θα μπορούσε να τροποποιήσει την εξάπλωσή τους και να προκαλέσει την μετακίνηση τους προς μια πιο φιλόξενη κλιματικά περιοχή (Βελλα, κα., 2011).

4.9 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΚΕΑΝΟΥ

Η Μεσόγειος ως προς την βιοποικιλότητα που διαθέτει, είναι από τις πιο σημαντικές θάλασσες σε παγκόσμια κλίμακα, πλούσια με ενδημικά και αυτόχθονα είδη. Ταυτόχρονα, διαθέτει μοναδικά θαλάσσια χαρακτηριστικά που καθιστούν αυτήν την περιοχή ιδιαίτερα ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή. (EEA-UNEP/MAP, 2014)

Ο συνδυασμός της αλιευτικής δραστηριότητας και της κλιματικής αλλαγής έχουν επιφέρει αυξανόμενη ανησυχία για την θάλασσα της Μεσογείου, κυρίως όσον αφορά την επιδείνωση της κατάστασης των εκμεταλλευόμενων θαλάσσιων ειδών (Moulllec, et al., 2019).

Η εισροή φρέσκου θαλασσινού νερού στη Μεσόγειο περιορίζεται λόγω της στενής σύνδεσης με τον Ατλαντικό Ωκεανό, την Ερυθρά Θάλασσα και τη Μαύρη Θάλασσα. Επιπλέον, λόγω του σχετικά μικρού μεγέθους της λεκάνης, το νερό στη Μεσόγειο μπορεί πολύ εύκολα να θερμανθεί και να εξατμιστεί, ειδικά σε συνδυασμό με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και με χαμηλή εισροή από ποτάμια. Η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας είναι ικανή να αλλάξει την κατανομή των ειδών και να οδηγήσει στην εξάπλωση ειδών ζεστού νερού στη Μεσόγειο, οδηγώντας πιθανώς σε απώλεια άλλων ειδών, λιγότερο ανθεκτικών σε υψηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον, οι περίοδοι ακραίας ανόδου της θερμοκρασίας της θάλασσας κατά τη διάρκεια επεισοδίων καύσωνα θα συμβάλουν σε συμβάντα θνησιμότητας που επηρεάζουν πολλά είδη ασπόνδυλων καθώς και τα λιβάδια *Posidonia*. (EEA-UNEP/MAP, 2014)

Μια άλλη αναδυόμενη απειλή, που σχετίζεται με το κλίμα, για τα θαλάσσια οικοσυστήματα της Μεσογείου είναι η οξίνιση των ωκεανών, δηλαδή το φαινόμενο της μετατόπισης της χημικής ισορροπίας του θαλασσινού νερού σε μια πιο όξινη κατάσταση (χαμηλότερο pH), λόγω των αυξημένων συγκεντρώσεων CO₂ στη θάλασσα, γεγονός που οφείλεται στην αύξηση των συγκεντρώσεων CO₂ στο ατμόσφαιρα. Η οξίνιση συμβαίνει επί του παρόντος με πολύ έντονο γεωλογικό ρυθμό, υποβάλλοντας τους θαλάσσιους οργανισμούς σε πρόσθετες περιβαλλοντικές πιέσεις (EEA-UNEP/MAP, 2014).

4.10 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΔΕΛΤΑΪΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αποτελεί ιδιαίτερη απειλή για τα δελταϊκά περιβάλλοντα, ειδικά σε συνδυασμό με άλλες κλιματικές και ανθρώπινες διεργασίες (Sánchez-Arcilla et al., 2007). Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι οι δελταϊκές περιοχές είναι πεδινές περιοχές που σχηματίζονται από την εναπόθεση αλλουβιακών ιζημάτων. Επιπλέον, τα δελταϊκά εδάφη υποχωρούν σε διάφορους βαθμούς και ως εκ τούτου βιώνουν σχετική άνοδο της στάθμης του νερού χωρίς καμία παγκόσμια άνοδο. Μόνο η καθίζηση και η τοπική παραγωγή βιομάζας μπορούν να αντισταθμίσουν το φαινόμενο αυτό, και συνεπώς να διατηρήσουν την περιοχή του δέλτα. Όμως, η ανθρώπινη διαχείριση πολλών δέλτα και των λεκανών απορροής τους συχνά μειώνει αυτή την ικανότητα, ελαττώνοντας έτσι τη διαθεσιμότητα ιζημάτων και τροποποιώντας την υδρολογία των υγροτόπων. Υπάρχουν τουλάχιστον 31 Αλλουβιακές – Δελταϊκές περιοχές γύρω από τη Μεσόγειο,

συμπεριλαμβανομένων των Δέλτα του Νείλου, του Ροδανού και του Έβρου. Αυτά τα τρία δέλτα αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα με το Δέλτα του Μισισσιπή και γενικότερα οι περισσότερες αλλουβιακές-δέλταϊκές περιοχές έρχονται αντιμέτωπες με μείωση των φερτών υλικών. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε παγκόσμια αύξηση της στάθμης της θάλασσας επιδεινώνει μια σειρά από υπάρχοντα προβλήματα εντός των δέλταϊκών περιοχών (Nicholls & Hoozemansb, 1996).

4.10.1 Το παράδειγμα του Δέλτα του Έβρου

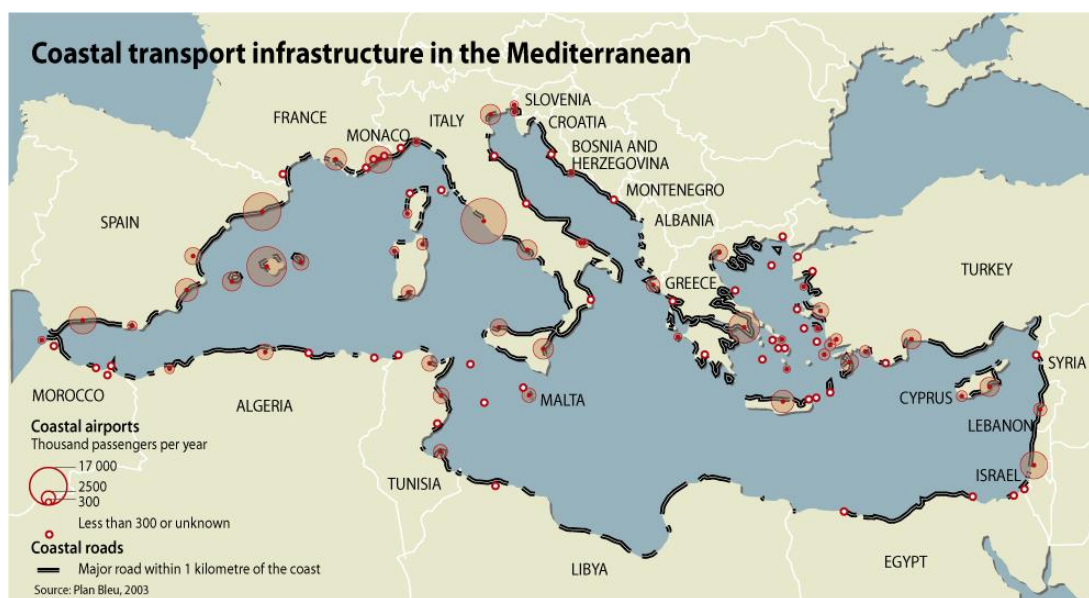
Το δέλτα του Έβρου έχει τροποποιηθεί εκτενώς για γεωργικούς και άλλους σκοπούς και ταυτόχρονα λαμβάνει πολύ λίγα φερτά υλικά - ιζημάτα (μόνο το 4% της προηγούμενης παροχής) λόγω των αλλαγών που προκαλούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα εντός της λεκάνης απορροής. Στο Δέλτα του Έβρου, η καλλιέργεια ρυζιού είναι σημαντική και ορισμένοι από τους ορυζώνες βρίσκονται ήδη στο επίπεδο της θάλασσας ή λίγο κάτω από αυτό. Επομένως, αν δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα προκαλέσει προοδευτικές αλλαγές και απώλεια γης. Οι απώλειες που θα προκύψουν περιλαμβάνουν κυρίως γεωργικές περιοχές και υδατοκαλλιέργειες, καθώς και φυσικά οικοσυστήματα που έχουν σημασία για την άγρια ζωή. Η αλλαγή της διαχείρισης της λεκάνης απορροής για την απελευθέρωση περισσότερων ιζημάτων στα δέλτα, όπου είναι δυνατόν, θα ενίσχυε περαιτέρω αυτήν την ικανότητα. Ωστόσο, αυτός ο τύπος διαχείρισης απαιτεί μια θεμελιώδη αλλαγή στη φιλοσοφία, καθώς επίσης και ενίσχυση των επιστημονικών γνώσεων των διαδικασιών του Δέλτα ενός ποταμού. (Nicholls & Hoozemansb, 1996)

4.11 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να αυξήσει τον κίνδυνο πλημμυρών και καταστροφών σε υποδομές και κοινότητες, αλλά και να προκαλέσει προβλήματα στα δίκτυα μεταφορών, την παροχή ενέργειας και τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Οι παράκτιες περιοχές της Μεσογείου είναι πλούσιες σε έργα υποδομών και μεταφοράς, (Σχήμα 15) τα οποία πιθανώς υπόκεινται σε κλιματικές πιέσεις. Οι καταιγίδες και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα αυξήσουν σημαντικά τις επιπτώσεις σε ευάλωτες παράκτιες υποδομές μεταφορών (παράκτιοι δρόμοι και σιδηρόδρομοι, γέφυρες πάνω και κάτω από την επιφάνεια του νερού κ). Η άνοδος της θερμοκρασίας θα επηρεάσει αρνητικά την αντοχή των υλικών κατασκευής των υποδομών μεταφοράς και θα προκαλέσει φθορές σε αυτά. Τα κτήρια θα

αντιμετωπίσουν κινδύνους από πλημμυρικές καταστροφές και οι έντονες βροχοπτώσεις θα ενισχύσουν τις πιέσεις στα συστήματα αποχέτευσης και στα φράγματα. (Υπουργείο Γεωργίας, 2017)

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των υποδομών μεταφοράς είναι σημαντικές λόγω της θέσης που έχουν στην καθημερινότητα του ανθρώπου και των αλληλεξαρτήσεών τους με άλλες κτιριακές υποδομές. Για παράδειγμα, οι υποδομές των μεταφορών πρόκειται να συμβάλλουν σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, εάν πραγματοποιηθούν ορισμένες από τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. (Zimmerman, 1999)



Σχήμα 15: Υποδομές παράκτιων μεταφορών στη Μεσόγειο. (Πηγή: *State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment*, Cartographer: GRID-Arendal)

4.12 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ

Η μετανάστευση που προκαλείται από το περιβάλλον είναι περίπλοκη, εμπεριέχει πολλά κίνητρα, καθώς και μέτρα προσαρμογής που λαμβάνονται από πληθυσμούς που εκτίθενται σε περιβαλλοντικό κίνδυνο. Η Παγκόσμια Τράπεζα (2018) προέβλεψε ότι 143 εκατομμύρια άνθρωποι θα αναγκαστούν να μετακινηθούν εσωτερικά έως το 2050, εάν δεν ληφθούν μέτρα για το κλίμα. Εστιάζοντας μόνο στους αιτούντες ασύλου, παρά στον συνολικό αριθμό μεταναστών, οι (Missirian & Schlencker, 2017) προβλέπουν ότι οι αιτήσεις ασύλου στην Ευρωπαϊκή Ένωση θα αυξηθούν από 28% (98.000 επιπλέον αιτήσεις ασύλου ετησίως) έως 188% (660.000 πρόσθετες αιτήσεις ανά έτος) ανάλογα με το κλιματικό σενάριο έως το 2100.

Αυτό που προκαλεί ενδιαφέρον στην κλιματική μετανάστευση, είναι ότι οι αλλαγές που σχετίζονται με το κλίμα είναι ένας από τους πολλούς παράγοντες της μετανάστευσης, αλλά οι μεμονωμένες απαντήσεις στον κίνδυνο του κλίματος είναι πιο περίπλοκες. Για παράδειγμα, παρά την έντονη εστίαση στις φυσικές καταστροφές, ούτε οι πλημμύρες ούτε οι σεισμοί βρέθηκαν να προκαλούν μακροχρόνια μετανάστευση. Αντίθετα, οι αργές αλλαγές, ειδικά αυτές που προκαλούν αποτυχίες στις καλλιέργειες, θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις αποφάσεις μιας οικογένειας ή ενός ατόμου να μεταναστεύσει (IPCC, 2021).

4.13 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΥΡΙΣΜΟ

Ο τουρισμός ως προϊόν εξαρτάται πάρα πολύ από τις κλιματικές συνθήκες, και είναι προφανές ότι είναι πολύ ευάλωτος στην κλιματική αλλαγή. Υψηλές θερμοκρασίες, ακραία καιρικά φαινόμενα και έλλειψη νερού είναι μόνο μερικές από τις επιπτώσεις που θα επηρεάσουν σημαντικά τον κλάδο του τουρισμού. Για παράδειγμα, έρευνα της Γερμανικής Κεντρικής Τράπεζας προβλέπει ανακατανομή των τουριστικών αφίξεων υπέρ χωρών με χαμηλότερες μέσες εαρινές θερμοκρασίες, όπως οι χώρες της Βαλτικής, οι Κάτω Χώρες, η Γερμανία και η Σκανδιναβία, και σε βάρος των χωρών της ανατολικής Μεσογείου όπου ανήκει και η Ελλάδα (Deutsche Bank Research 2008). Επίσης, μελέτη του Παγκόσμιου Οργανισμού Τουρισμού προβλέπει ότι ο τουρισμός στη Μεσόγειο θα επηρεαστεί σημαντικότερα από την κλιματική αλλαγή (Σαρτζετάκης & Καρατζόγλου, 2011)

Πιο συγκεκριμένα, όπως υποδεικνύεται από την Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, οι φυσικές επιπτώσεις στον τουρισμό αναλύονται ως εξής:

Άμεσες επιπτώσεις

- Αύξηση της θερμοκρασίας
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας
- Αλλαγές στην υγρασία και την ποιότητα του αέρα
- Αύξηση ξηρασίας
- Αύξηση της ρύπανσης
- Αύξηση του δείκτη δυσφορίας των επισκεπτών
- Μείωση βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων

- Συχνότερη εμφάνιση φωτοχημικού νέφους
- Αύξηση ακραίων γεγονότων (καταιγίδων, πλημμυρών, τυφώνων)
- Αύξηση πυρκαγιών και ασθενειών
- Καταστροφή ευαίσθητων οικοσυστημάτων

Έμμεσες επιπτώσεις

- Φθορές παράκτιων τουριστικών υποδομών
- Απαξίωση τουριστικών υποδομών λόγω έλλειψης φυσικών προϋποθέσεων χρήσης τους (ενδεικτικά, έλλειψη χιονιού για τα χιονοδρομικά κέντρα)
- Διείσδυση θαλάσσιου νερού στον υδροφόρο ορίζοντα και υφαλμύριση του πόσιμου νερού
- Μείωση διαθέσιμου νερού λόγω μείωσης βροχοπτώσεων
- Μείωση - εξάλειψη οικοτουριστικών υποδομών και δραστηριοτήτων

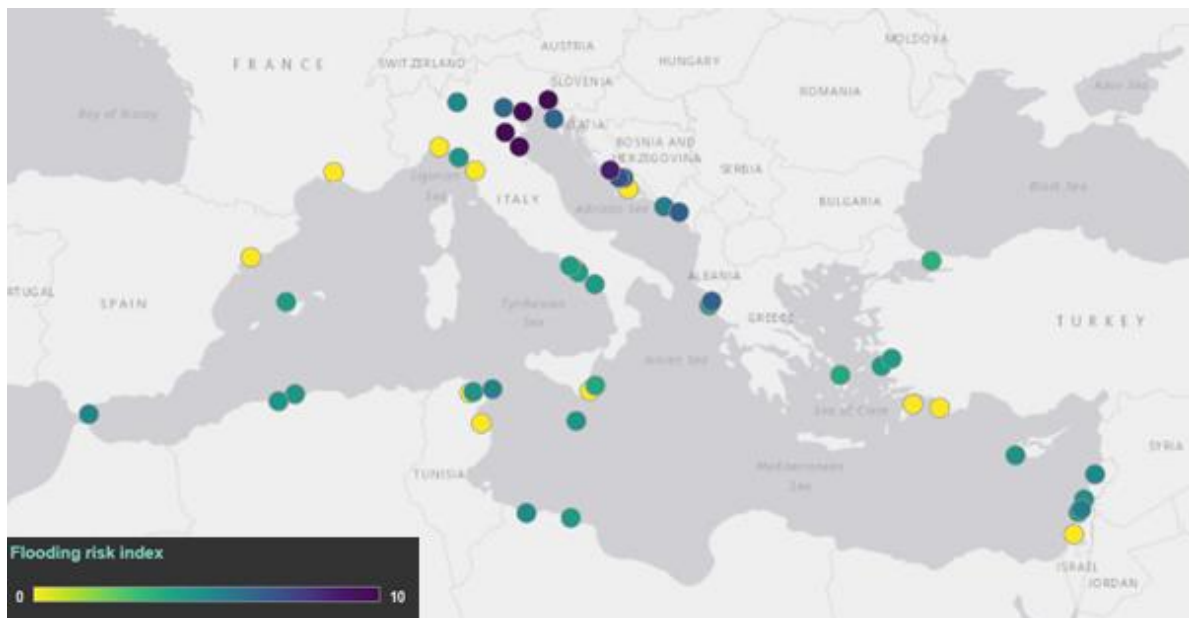
Ενώ οι οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον τουρισμό περιγράφονται ως εξής:

- Πιθανή μείωση τουριστών
- Πιθανή μείωση μέσου χρόνου παραμονής τους στην κάθε περιοχή
- Μείωση εποχικότητας
- Μείωση διαθέσιμου εισοδήματος παγκοσμίως για τον τουρισμό λόγω της πτώσης ΑΕΠ οφειλόμενη στις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος
- Κόστος αναγκαστικής διακοπής προσφερόμενης τουριστικής υπηρεσίας λόγω ακραίων φυσικών φαινομένων
- Έργα στην κατεύθυνση μείωσης ρύπανσης και αέριων εκπομπών
- Έργα αντιμετώπισης των φυσικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και αντιμετώπισης ακραίων γεγονότων (φράγματα, συστήματα ανακύκλησης νερού)
- Ανάγκη ανάπτυξης νέων καινοτόμων βιοκλιματικών υποδομών
- Αυξημένο κόστος συντήρησης των παλαιότερων υποδομών
- Έργα υποκατάστασης του φυσικού κεφαλαίου με ανθρωπογενές κεφάλαιο στην κατεύθυνση διατήρησης των θέλγητρων μίας περιοχής

- Υποβάθμιση πολιτιστικών και ιστορικών μνημείων (μελέτη UNESCO 2007) και πιθανή καταστροφή αρχαιολογικών μνημείων
- Κόστος εκπαίδευσης και προσαρμογής του προσωπικού στα νέα μέσα και τρόπους λειτουργίας
- Επανατοποθέτηση του τουριστικού προϊόντος διεθνώς

4.14 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ / ΤΟΠΟΙ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Η προστασία των πόλεων-ορόσημων πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς και των παράκτιων περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος αναμένεται να είναι ένα σημαντικό κόστος της ταχείας αύξησης της στάθμης της θάλασσας, καθώς υπάρχουν πολλές ιστορικές πόλεις - σημεία γύρω από τη Μεσόγειο τα οποία είναι υπό απειλή (Nicholls & Hoozemansb, 1996).



Σχήμα 16: Απειλούμενα μνημεία παγκόσμιας κληρονομιάς της Μεσογείου. Πηγή: βάση δεδομένων Esri, DeLorme, NAVTEQ

Στο σχήμα 16 επισημαίνονται τα μνημεία παγκόσμιας κληρονομιάς τα οποία απειλούνται από πλημμύρες, με το κίτρινο χρώμα να πρεσβεύει το χαμηλό ρίσκο απειλής, το πράσινο και το μπλε το μέτριο ρίσκο ενώ το μωβ να υποδηλώνει πολύ μεγάλη απειλή. Τα μνημεία που κινδυνεύουν περισσότερο βρίσκονται στη βόρεια Ιταλία, τη Σλοβενία, την Κροατία και τη Βοσνία – Ερζεγοβίνη.

Επίσης, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, πολλά μνημεία παγκόσμιας κληρονομιάς μπορεί να υποβαθμιστούν λόγω οικονομικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον τουρισμό.

4.14.1 Το Παράδειγμα της Βενετίας

Η Βενετία ιδρύθηκε τον 5ο αιώνα και αποτέλεσε μια μεγάλη ναυτική δύναμη κατά τον 10ο αιώνα. Ολόκληρη η πόλη είναι ένα αρχιτεκτονικό αριστούργημα στο οποίο ακόμη και το μικρότερο κτίριο περιέχει έργα μερικών από τους μεγαλύτερους καλλιτέχνες του κόσμου όπως οι Giorgione, Titian, Tintoretto, Veronese και άλλοι. Είναι ακόμη και σήμερα μία από τις πιο διάσημες και ιστορικές πόλεις της Μεσογείου, και ήταν πάντα στενά συνδεδεμένη με τη θάλασσα, καθώς είναι χτισμένη σε 118 μικρά νησιά της λιμνοθάλασσας της Βενετίας. Ως εκ τούτου, οι πλημμύρες από τις καταιγίδες ήταν πάντα ένα πρόβλημα. Τον 20^ο αιώνα η στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά περίπου 28 εκατοστά: η συχνότητα πλημμύρας στην πλατεία του Αγίου Μάρκου αυξήθηκε από 7 φορές το χρόνο σε 40 φορές το χρόνο από το 1900 έως το 1990. Αυτές οι επαναλαμβανόμενες πλημμύρες καταστρέφουν την πόλη, καθώς επίσης αποτελούν έναν παράγοντα που συμβάλλει στη μείωση του πληθυσμού σ' αυτήν. Η σχετική αύξηση της στάθμης της θάλασσας σημειώθηκε λόγω ενός συνδυασμού καθίζησης λόγω της απόσυρσης των υπόγειων υδάτων και της παγκόσμιας αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Η άνοδος της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας, όπως προβλέπεται, θα αυξήσει σταδιακά τη συχνότητα πλημμύρας με αύξηση 30 εκατοστών στη σχετική στάθμη της θάλασσας και θα οδηγήσει σε πλημμύρες στην πλατεία του Αγίου Μάρκου 360 φορές το χρόνο (δηλαδή καθημερινά). Για να επιβιώσει η Βενετία, καθίσταται απαραίτητο να ληφθούν κατάλληλα μέτρα.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η περιοχή της Μεσογείου διακρίνεται από ιδιαίτερης σημασίας χερσαία και θαλάσσια μορφολογία, βιοποικιλότητα, οικονομική ανάπτυξη και τουριστική δραστηριότητα, ενώ ταυτόχρονα είναι πλούσια σε ιστορία και πολιτισμική κληρονομιά. Τα τελευταία χρόνια, λόγω του ανθρώπινου παράγοντα και της εκτεταμένης βιομηχανοποίησης, της καύσης ορυκτών καυσίμων και της ανεξέλεγκτης οικολογικής καταστροφής που οδηγεί σε ταχεία φαινόμενα κλιματικής αλλαγής οι χώρες της Μεσογείου καλούνται να λάβουν μέτρα για να προστατέψουν όλα τα ανωτέρω.

Ο μετριασμός των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής και η προσαρμογή στις αναπόφευκτες επιπτώσεις της θα πρέπει να αποτελούν προτεραιότητα για τους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς που ασχολούνται με την περιβαλλοντική ακεραιότητα της λεκάνης της Μεσογείου. (MedECC, 2019)

Για ένα ρεαλιστικό σενάριο αποτροπής σημαντικών επιπτώσεων, θα πρέπει να κατανοήσουμε καλύτερα τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ της κλιματικής αλλαγής, των οικοσυστημάτων και των διαφόρων κρατών. Κατά τη διάρκεια αυτού του αιώνα αναμένονται σημαντικές μεταβολές στα χερσαία οικοσυστήματα και τους τύπους βλάστησης στην ξηρά της Ευρώπης και της Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένων των προστατευόμενων περιοχών. Ο κύκλος του νερού, οι αλλαγές θερμοκρασίας και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα θέσουν τα οικοσυστήματα σε κρίση. Για το λόγο αυτό, χρειάζεται επιστημονική γνώση και έρευνα, σωστή διαχείριση των οικοσυστημάτων, ελαχιστοποίηση των κινδύνων, κοινωνική αλληλεγγύη, προστασία από φυσικές καταστροφές, προστασία της βιοποικιλότητας, οικονομική ενίσχυση και μετριασμό του κλίματος. (IPCC, 1991)

5.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η αναπτυξιακή στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ένα βιώσιμο μέλλον, βασίζεται στη συνειδητοποίηση ότι ο πράσινος μετασχηματισμός είναι μια ευκαιρία για κλιματική εξισορρόπηση και ότι η αποτυχία δράσης θα έχει τεράστιο κόστος. Το μακροπρόθεσμο όραμα είναι ότι το 2050, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα είναι μια ανθεκτική στην κλιματική αλλαγή κοινωνία, πλήρως προσαρμοσμένη στις αναπόφευκτες επιπτώσεις αυτής. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη της δεσμεύονται με τη συνθήκη

του Παρισιού (2016) να σημειώνουν συνεχή πρόοδο για την ενίσχυση της προσαρμοστικής ικανότητας, την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και τη μείωση της ευπάθειας στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Η δράση προσαρμογής θα υλοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, όπως η στρατηγική για τη βιοποικιλότητα, την κυκλική οικονομία, τα σχέδια δράσης για τη μηδενική ρύπανση, την στρατηγική για τα δάση και το έδαφος και τη βιωσιμότητα. (European Commission, 2021)

5.2 ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ – ΠΡΑΣΙΝΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Η πράσινη οικονομία ορίζεται ως η οικονομία που στοχεύει στη μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων και των οικονομικών ελλείψεων, και έχει ως στόχο την αειφόρο ανάπτυξη, χωρίς να υποβαθμίζει το περιβάλλον. Είναι στενά συνδεδεμένη με την οικολογική οικονομία, αλλά έχει και πολιτική εφαρμογή. (Khoshnava, et al., 2019)

Σε μια πράσινη οικονομία, η αύξηση της απασχόλησης και του εισοδήματος οδηγείται από δημόσιες και ιδιωτικές επενδύσεις σε τέτοιες οικονομικές δραστηριότητες, υποδομές και περιουσιακά στοιχεία που επιτρέπουν μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και ρύπους, αυξημένη απόδοση ενέργειας και πόρων και αποτροπή της απώλειας βιοποικιλότητας και υπηρεσιών οικοσυστήματος.

Η Πράσινη Οικονομία έχει εντοπίσει έξι στρατηγικούς πυλώνες:

1. Κλιματική αλλαγή
2. Εξοικονόμηση και διαχείριση πόρων
3. Κυκλική οικονομία
4. Προστασία του περιβάλλοντος
5. Προστασία και ανάκτηση οικοσυστημάτων
6. Προστασία του νερού και πρόληψη φυσικών καταστροφών

Επίσης, η Πράσινη Οικονομία μπορεί να έχει εφαρμογή στους παρακάτω τομείς:

- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- Πράσινα Κτίρια
- Βιώσιμες Μεταφορές
- Διαχείριση των υδάτων
- Διαχείριση των αποβλήτων

5.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι διάφορες κυβερνήσεις θα πρέπει να προετοιμαστούν για πιο εντατική δράση ώστε να αποφευχθούν τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής που αναλύθηκαν στην εργασία αυτή. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να ενταχθούν δράσεις και σχέδια από τα κράτη, όπως αυτά περιγράφονται παρακάτω (IPCC, 2014):

- Ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στους τομείς της ενέργειας, της βιομηχανίας και της γεωργίας, των μεταφορών, της αρχιτεκτονικής και της δασοπονίας.
- Ενθάρρυνση ευεργετικών αλλαγών στα πρότυπα κατανάλωσης (π.χ. επιλογή προϊόντων μεγαλύτερης διάρκειας, μείωση απορριμμάτων τροφίμων (food waste)).
- Βελτιώσεις στην αποδοτικότητα της χρήσης υλικών, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση υλικών και προϊόντων, καθώς και τη συνολική μείωση της ζήτησης προϊόντων και υπηρεσιών θα μπορούσαν, εκτός από την ενεργειακή απόδοση, να συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κάτω από το βασικό επίπεδο στον κλάδο
- Βελτίωση της αποτελεσματικότητας της χρήσης των φυσικών πόρων, έρευνα για μέτρα ελέγχου της ερημοποίησης και ενίσχυση της προσαρμοστικότητας των καλλιεργειών σε αλατούχα καθεστώτα.
- Μείωση των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στις μεταφορές, υποκαθιστώντας τα προϊόντα με βάση το πετρέλαιο σε προϊόντα με φυσικό αέριο, βιομεθάνιο, ηλεκτρισμό ή υδρογόνο, ενισχύοντας την απόδοση των οχημάτων και των κινητήρων, ενθαρρύνοντας την αύξηση των επενδύσεων στα μέσα μαζικής μεταφοράς, την αγορά τοπικών προϊόντων και τις αγορές μέσω Διαδικτύου.
- Προώθηση ολοκληρωμένων προσεγγίσεων μοντελοποίησης, οι οποίες μπορούν στη συνέχεια να βοηθήσουν τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να δώσουν προτεραιότητα στις δράσεις διαχείρισης και να διαμορφώσουν στρατηγικές για τον μετριασμό των επιπτώσεων και την προσαρμογή στις αλλαγές. (Mouillec, et al., 2019).
- Καλύτερα συστήματα επιτήρησης και ελέγχου για άτομα που είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία. Επιπλέον, σημαντικά είναι τα εκπαιδευτικά προγράμματα για την ενημέρωση εκείνων που είναι πιο ευάλωτοι, σχετικά με τους κινδύνους έκθεσης σε υψηλές θερμοκρασίες και τον τρόπο αντιμετώπισής τους (Linares, et al., 2020).

- Ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μοντέλου της Μεσογείου με χωρική και χρονική ανάλυση, ικανό να δώσει απαντήσεις και στρατηγικές βιώσιμης ανάπτυξης στην επιστημονική κοινότητα και τους πολιτικούς φορείς (MedECC, 2019).

Τα μέτρα που αναφέρονται παραπάνω απαιτούν υψηλό βαθμό διεθνούς συνεργασίας. Για να αξιοποιηθεί στο έπακρο η αυξανόμενη κατανόηση των επιστημονικών και κοινωνικοοικονομικών πτυχών του ζητήματος, απαιτείται μια ευέλικτη και προοδευτική προσέγγιση. Με γνώμονα τις ιδιαίτερες συνθήκες τους, τα έθνη θα πρέπει να λάβουν μέτρα τώρα για την προσπάθεια περιορισμού, σταθεροποίησης ή μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από ανθρώπινες δραστηριότητες. Μια διεθνής συνεργασία θα μπορούσε να διαδραματίσει ενισχυμένο ρόλο στην προώθηση του μετριασμού των εκπομπών αερίων στο μέλλον, ιδίως εάν ενσωματώνει ρητά στόχους μετριασμού στις εμπορικές και ενεργειακές πολιτικές και προωθεί άμεσες δράσεις μετριασμού σε περιφερειακό επίπεδο. (IPCC, 2014)

Τέλος, είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί, ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται ανά τις επιτροπές και κυβερνήσεις παγκοσμίως θα πρέπει πάντα να έχουν ως βάση τον άνθρωπο και το περιβάλλον, την αξία της ζωής και τον σεβασμό στη φύση, τις ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου αλλά και την εξισορρόπηση της βιοποικιλότητας. Η ανθρωπότητα οφείλει να συνειδητοποιήσει ότι δεν χρειάζεται πια να παλεύει με την φύση για να επιβιώσει, αλλά ότι για να επιβιώσει πρέπει να την προστατέψει.

6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barry, R., & Chorley, R. (1998). Atmosphere, Weather and Climate. *International Journal of Climatology*.
- Bartholy, J., Pongracz, R., Nagy, J., Piezka, I., & Hufnagel, L. (2012). Regional climate change impacts on wild animals' living territory in central Europe.
- Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., & Palutikof, J. (2008). *Climate Change and Water*.
- Bolle, H. J. (2003). *Mediterranean Climate: Variability and Trends*. Springer.
- Cavazza, W., & Wezel, F. (2003, September). The Mediterranean Region - A Geological primer. *Episodes*.
- EEA. (2020). *The European environment — state and outlook 2020: knowledge for transition to a sustainable Europe*.
- EEA-UNEP/MAP. (2014). Horizon 2020 Mediterranean report. Toward shared environmental information systems. *EEA Technical Report No 6/2014*.
- Estrela -Segrelles, C., Gomez-Martinez, G., & Perez-Martin, M. (2021, October). Risk assessment of climate change impacts on Mediterranean coastal wetlands. Application in Júcar River Basin District (Spain). *Science of the Total Environment*, 790.
- European Commission. (2021). *Forging a climate-resilient Europe - the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*.
- Faccenna, C., Becker, T., Auer, L., & et al. (2014). *Mantle dynamics in the Mediterranean*. AGUPublications.
- Flannigan, M., Amiro, B., Logan, K., Stocks, B., & Wotton, B. (2006). Forest fires and climate change in the 21st century. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*.
- Gauquelin, T., Michon, G., Joffre, R., Dupunnois, R., Genin, D., & Fady, B. (2018). Mediterranean forests, land use and climate change : a social-ecological perspective. *Regional Environmental Change, Springer*, σσ. pp.623-636.
- Ghosh, T., & Pal, I. (2014, April). Dust Storm and its Environmental Implications. *Journal of Engineering Computers & Applied Sciences*.
- Giorgi, F. (2006, April). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, Vol 33.(Issue 8).
- Giorgi, F., & Lionello, P. (2008, September). Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, σσ. 90 - 104.
- Gorguner, M., & Kavvas, L. (2020). Modeling impacts of future climate change on reservoir storages and. (U. o. Department of Civil and Environmental Engineering, Επ.μ.) *Science of the Total Environment*.
- Green, R., Harley, M., Spalding, M., & Zockler, C. (2001). *Impacts of climate change on wildlife*.
- Gueguen, E., Renda, P., Tavarnelli, E., & Tramutoli, M. (2002). The geodynamics of the southern Tyrrhenian Sea margin as revealed by integrated geological, geophysical and geodetic data. *Bollettino della Societa Geologica Italiana*, σσ. 77-85.

Heidari, H., Arabi, M., & Warziniack, T. (2021). Effects of Climate Change on Natural-Caused Fire Activity in Western U.S. National Forests. *Atmosphere*.

IPCC. (1991). *Climate change: The IPCC response strategies*. Washington, D.C: Island Press.

IPCC. (2007a). *Climate change 2007: The physical science basis*.

IPCC. (2012). Glossary of Terms. (C. V.-K. [Field, Επιμ.] *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*.

IPCC. (2014). *AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*.

IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C*.

IPCC. (2021). *AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.

Khoshnava, S., Rostami, R., Zin, R., Štreimikiene, D., Yousefpour, A., Strielkowski, W., & Mardani, A. (2019). Aligning the Criteria of Green Economy (GE) and Sustainable Development Goals (SDGs) to Implement Sustainable Development. *Sustainability MDPI*.

Kondolf, G., & Batalla, R. (2005). Hydrological effects of dams and water diversions on rivers of Mediterranean climate regions: examples from California. *Catchment Dynamics and River Processes: Mediterranean and other climate regions, Vol 7.*, σσ. 197 - 211.

Linares, C., Diaz, J., Negev, M., Martinez, G., Debono, R., & Paz, S. (2020). Impacts of climate change on the public health of the Mediterranean Basin population - Current situation, projections, preparedness and adaptation. *Environmental Research*, σ. 182.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109107>

MedECC. (2019). *Risks associated to climate and environmental changes in the mediterranean region*.

Missirian , A., & Schlencker, W. (2017). Asylum applications respond to temperature fluctuations. *Science*.

Moullec, F., Velez, L., Verley, P., Barrier, N., Ulses , C., Carbonara, P., . . . Follesa, C. (2019). Capturing The big picture of Mediterranean marine biodiversity with an end-to-end model of climate and fishing impacts. *Progress in Oceanography*.

Mukherjee, S., & Mishra, A. (2018). Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices. *Current Climate Change Reports*.

Nicholls , R., & Hoozemansb, F. (1996). The Mediterranean: vulnerability to coastal. *Ocean & Coastal Management, Vol. 31*, σσ. 105 - 132.

Poulos, S. (2020). The Mediterranean and Black Sea Marine System: An overview of its physico-geographic and oceanographic characteristics. *Earth - Science Reviews*.

Rehault, J., Boillot, G., & Mauffret, A. (1984). The western Mediterranean basin geological evolution. *Marine Geology*, σσ. 447-477.

Resco de Dios, V., Fischer, C., & Colinas, C. (2005). Climate change effects on mediterranean forests. *Springer*.

Salimi, S., Almuktar, S., & Scholz, M. (2021). Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. *Journal of Environmental Management*.

- Sanchez-Carillo, S., & Sanchez-Andres, R. (2010). Freshwater Wetland Eutrophication. Στο *Eutrophication: causes, consequences and control* (σσ. 195-210).
- Satta, A., Puddu, P., Venturini, S., & Giupponi, C. (2017). Assessment of coastal risks to climate change related impacts at the regional scale: The case of the Mediterranean region. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, σσ. 284–296.
- Schleussner, C.-F. e. (2016). Science and policy characteristics of the Paris Agreement temperature goal. *Nature Climate Change*, σσ. pp.827–835.
- Schleussner, C.-F., Pfleiderer, P., & Fischer, E. (2017). In the observational record half a degree matters. *Nature Climate change*.
- Sebastiano, S., Guglielmo, M., Marcello, M., & Salvatore, L. (2016). *Resilience of Mediterranean Forests to Climate Change*. Ανάκτηση από IntechOpen: DOI:10.5772/intechopen.68943
- Seim, T., & Olsen, B. (2020). The Influence of IR Absorption and Backscatter Radiation from CO₂ on Air Temperature during Heating in a Simulated Earth/Atmosphere Experiment. *Atmospheric and Climate Sciences*.
- Thiébaud, S., & Moatti, J.-P. (2016). The Mediterranean Region under climate change. *Institut de recherche pour le developpement*.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M., Sykes, M., & Prentice, C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe.
- Tsimplis, M., Marcos, M., & Somot, S. (2008, September). 21st century Mediterranean sea level rise: Steric and atmospheric pressure contributions from a regional model. *Global and Planetary Change*, σσ. 105 - 111.
- Zimmerman, R. (1999). Global Climate Change and Transportation Infrastructure: Lessons from the New York Area.
- Βελλα, Ε., Κυριακοπούλου, Ε., & Ξεπαπαδέας, Α. (2011). Κίνδυνοι και Επιπτώσεις της Κλιματικής Μεταβολής στη Βιοποικιλότητα και στα Οικοσυστήματα. *Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής*.
- Γεωργάκη, Β., & Τόκα, Β. (2017). *Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ενεργειακή απόδοση μεγάλων παραγωγών: η περίπτωση της Δυτικής Μακεδονίας*.
- Σαρτζετάκης, Ε., & Καρατζόγλου, Β. (2011). *Οικονομικές και φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον κλάδο του τουρισμού*. Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής.
- Υπουργείο Γεωργίας, α. α. (2017). *Εθνική στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή*.
- Υφαντόπουλος, Ι., Παπανδρέου, Α., Παναγιωτάκος, Δ., Πατώκος, Α., & Λάτσου, Δ. (2011). *Κλιματική αλλαγή και υγεία*. Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής.