



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΣΧΟΛΗ

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## Η κλιματική αλλαγή και η επίδραση της στις υποδομές



**ΑΜΑΝΑΤΙΔΗ ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ Α.Μ.: cw6410**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΑΤΑΝΑΣΟΒΑ-ΝΙΚΟΛΑΙΔΟΥ ΓΙΑΝΝΑ (ΕΔΙΠ)

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2023



**UNIVERSITY OF  
WEST ATTICA**  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

**FACULTY OF ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

DIPLOMA THESIS

**The climate change and its impact on  
infrastructure**

STUDENT: AMANATIDI NIKOLETTA

REGISTRATION NUMBER: cw6410

SUPERVISOR: ATANASOVA-NIKOLAIDOY GIANNA, PhD

**ATHENS-EGALEO, JULY 2023**

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής

τριμελή επιτροπή:

(Όνοματεπώνυμο), (βαθμίδα)	(Όνοματεπώνυμο), (βαθμίδα)	(Όνοματεπώνυμο), (βαθμίδα)
Δρ. ΑΤΑΝΑΣΟΒΑ- ΝΙΚΟΛΑΙΔΟΥ, ΓΙΑΝΝΑ, ΕΔΙΠ	Δρ. ΕΞΑΡΧΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΕΔΙΠ	Δρ. ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΕΔΙΠ
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, όλους όσους συνέβαλαν για την εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά, την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, την κυρία Δρ. Γιάννα Ατανάσοβα-Νικολαΐδου (ΕΔΙΠ), η οποία μου έδειξε εμπιστοσύνη για την ανάθεση και την εκπόνηση αυτού του θέματος, με υποστήριξε από την έναρξη έως τη λήξη της εργασίας και συνεργάστηκε μαζί μου αρμονικά σε όλη την πορεία συγγραφής της εργασίας.

Επίσης να ευχαριστήσω τον κύριο Δρ. Ξαρχάκο Γεώργιο (ΕΔΙΠ) και τον κύριο Δρ. Μακρυγιάννη (ΕΔΙΠ), για τις υποδείξεις τους, ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Όλους καθηγητές και τις καθηγήτριες του τμήματος, που με βοήθησαν μέσω της διδασκαλίας τους, να αντλήσω χρήσιμες πληροφορίες για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Τέλος, να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένειά μου, που με στήριξαν με κάθε τρόπο σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

## Περιεχόμενα

Κατάλογος Εικόνων .....	7
Υπεύθυνη Δήλωση.....	6
Περίληψη .....	9
Abstract.....	10
Εισαγωγή .....	11
Κεφάλαιο Πρώτο .....	13
1.1 Ατμόσφαιρα και κλίμα .....	13
1.2 Η Σύσταση της Ατμόσφαιρας .....	15
1.3 Η Δομή της Ατμόσφαιρας.....	16
1.4 Φαινόμενο του θερμοκηπίου .....	17
1.5 Τα αέρια του θερμοκηπίου και ο ρόλος τους .....	19
1.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση.....	21
1.7 Ατμοσφαιρικοί ρύποι - Αιωρούμενα σωματίδια .....	20
Κεφάλαιο Δεύτερο .....	22
2.1 Η ιστορία του κλίματος της γης .....	22
2.2 Η έννοια της κλιματικής αλλαγής.....	25
2.3 Αιτίες της κλιματικής αλλαγής.....	26
2.4.Κλιματική αλλαγή: Ιστορική αναδρομή .....	31
2.5.Η κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα.....	39
2.6. Ευαισθητοποίηση των κοινωνιών για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής .....	41
2.7. Ο ρόλος του ακαδημαϊκού κόσμου στην πρόβλεψη και την αφύπνιση των πολιτών για την κλιματική αλλαγή.....	43
Κεφάλαιο Τρίτο.....	46 3.1
Υποδομές Ιδιωτικού Τομέα.....	46
3.2 Υποδομές Δημοσίου Τομέα .....	50

3.3 Κλιματική αλλαγή και η επίδραση στις υποδομές ιδιωτικού τομέα .....	49
3.4 Κλιματική αλλαγή και η επίδραση στις υποδομές δημοσίου τομέα.....	51
Αυξημένος κίνδυνος δασικών πυρκαγιών. ....	53
Σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία. ....	54
Αυξημένος κίνδυνος πλημμυρών. ....	54
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας. ....	55
Κεφάλαιο Τέταρτο .....	56
Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μετά την πανδημία. ....	56
Κεφάλαιο Πέμπτο.....	60
5.1 Προτάσεις για το μέλλον στις υποδομές ιδιωτικού τομέα. ....	60
Ανεμιστήρες οροφής .....	60
Κλιματισμός .....	60
Λευκή στέγη .....	60
Νέοι λέβητες πετρελαίου και φυσικού αερίου .....	61
Ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ σε ταράτσες .....	61
Μόνωση εξωτερικού τοίχου.....	62
Διπλά τζάμια .....	63
Φώτα LED.....	64
5.2 Προτάσεις για το μέλλον στις υποδομές δημοσίου τομέα.....	65
Παροχή ενέργειας και υποδομές ενέργειας.....	67
Ενεργειακή αποδοτικότητα κτιρίων .....	67
Κοινωνική ευαισθητοποίηση και κατανάλωση.....	68
Βιώσιμη κινητικότητα και κυκλοφοριακή συμφόρηση .....	68
Αστικός σχεδιασμός και υποδομές.....	68
Βιομηχανία .....	69
Οικονομία και καινοτομία .....	69
Διαχείριση απορριμμάτων.....	69

Συμπεράσματα.....	70
Βιβλιογραφία.....	74
Διαδικτυακές Πηγές.....	79

### **Κατάλογος Εικόνων**

Εικόνα 1 Ποιοι παράγοντες διαμορφώνουν το κλίμα της γης.....	13
Εικόνα 2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	16
Εικόνα 3 Ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	21
Εικόνα 4 Θερμοκρασία της γης .....	24
Εικόνα 5 Αίτια κλιματικής αλλαγής.....	27
Εικόνα 6 Απόκλιση παγκόσμιας θερμοκρασίας.....	38
Εικόνα 7 Χωρική αποτύπωση της τρωτότητας στην κλιματική αλλαγή.....	40
Εικόνα 8 Δασική πυρκαγιά.....	53
Εικόνα 9 Πλημμύρες.....	54
Εικόνα 10 Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία.....	57
Εικόνα 11 Πάνελ σε ταράτσα.....	61
Εικόνα 12 Μόνωση εξωτερικού τοίχου.....	62
Εικόνα 13 Διπλά τζάμι.....	63
Εικόνα 14 Ενεργειακή απόδοση κτιρίων.....	67

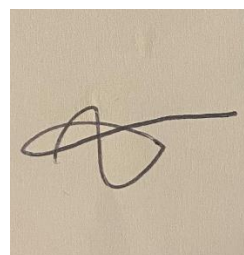
## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Αμανατίδη Νικολέττα του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου cw6410 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα





## Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή συνιστά ένα φαινόμενο του οποίου οι απαρχές και οι βάσεις εντοπίζονται σε ραγδαίες μεταβολές στη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Αυτή η κατάσταση δημιουργεί αλυσιδωτές αντιδράσεις καθώς εντείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συντελεί στην άνοδο της θερμοκρασίας στον πλανήτη γη. Η αυξημένη θερμοκρασία προκαλεί με τη σειρά της αλλαγές στις καιρικές και γενικότερα τις κλιματικές συνθήκες που μπορεί να εντοπίζονται τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι αλλαγές αυτές επηρεάζουν τόσο το περιβάλλον όσο και τα ανθρώπινα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη ζωή. Μέρος αυτών των συνεπειών συνιστούν και προβλήματα που προκύπτουν στις υποδομές είτε ιδιωτικών είτε δημοσίων κτιρίων. Από έρευνες και υπολογισμούς των επιστημόνων αναμένεται επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής και άρα κρίνεται αναγκαίο να προταθούν σχέδια για μια συνολική αντιμετώπιση του φαινομένου, που θα περιλαμβάνει την ευαισθητοποίηση του κόσμου, την ενεργοποίηση και τη συνεργασία των επιστημόνων και συγκεκριμένο σχεδιασμό από κυβερνήσεις.

Λέξεις Κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, Ευρωπαϊκή Πράσινη συμφωνία, Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, κανονισμοί ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων, Ευρωπαϊκά/Εθνικά πρότυπα συμμόρφωσης δομικών προϊόντων

## **Abstract**

Climate change is a phenomenon whose bases are found in rapid changes in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere. This situation creates chain reactions as it intensifies the greenhouse effect and contributes to the rise in temperature on planet earth. The increased temperature in turn causes changes in the weather and in general climate conditions that can be found both locally and globally. These changes affect both the environment and human ecosystems and human life. Part of these consequences are problems arising in the infrastructures of either private or public buildings. From research and calculations by scientists, a worsening of climate change is expected and therefore it is deemed necessary to propose plans for a comprehensive response to the phenomenon, which will include the awareness of the world, the activation and cooperation of scientists and specific planning by governments.

## Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή συνιστά ένα φαινόμενο παγκοσμίων διαστάσεων. Προκύπτει κυρίως ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται διαρκώς χωρίς κανένα μέτρο και όριο αναφορικά με τις συνέπειες που θα μπορούσαν να έχουν. Επηρεάζει αρνητικά και εγκυμονεί κινδύνους, είτε με άμεσο είτε με έμμεσο τρόπο, για τα φυσικά οικοσυστήματα καθώς και για τον άνθρωπο και την επιβίωσή του. Οι συνέπειες που επιφέρει η κλιματική αλλαγή σε βραχυπρόθεσμο αλλά και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο μπορούν να γίνουν ήδη αντιληπτές. Ακραία καιρικά φαινόμενα που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων, τους χειμερινούς μήνες έντονες βροχοπτώσεις και τους καλοκαιρινούς πολύ υψηλές θερμοκρασίες που φτάνουν μέχρι και συνθήκες καύσωνα, καθώς και όλο και συχνότερα περιστατικά με πλημύρες, μεγάλες πυρκαγιές, λειψυδρία, ερημοποιήσεις, είναι μόνο μερικές από τις προκλήσεις που επιφυλάσσει η αυξανόμενη ένταση της κλιματικής αλλαγής. Άμεση απόρροια αυτής της κατάστασης είναι η αυξημένη ανάγκη για ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κόσμου και για τη λήψη κατάλληλων μέτρων σε πολιτικό επίπεδο και σχεδιασμό συλλογικών πολιτικών. Χρειάζεται λοιπόν καλύτερη κατανόηση του φαινομένου, που θα προκύψει μέσα από τη συνεργασία των κυβερνήσεων με τους αρμόδιους επιστήμονες προκειμένου στη συνέχεια να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν οι κατάλληλες τακτικές μετριασμού και προσαρμογής για την καλύτερη ανταπόκριση των χωρών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Σημαντική θεωρείται η συμβολή της Ευρωπαϊκής Ένωσης με ποικίλους τρόπους και κυρίως μέσα από την διεξαγωγή διαπραγματεύσεων και την υπογραφή συμβάσεων σε διεθνές επίπεδο με στόχο την καταπολέμηση σημαντικών απειλών και την διασφάλιση της συνοχής και της σταθερότητας των κρατών-μελών της σε κοινωνικό, οικονομικό, πολιτικό επίπεδο.

Σκοπός της παρούσας ανάλυσης είναι να τονίσει τη σοβαρότητα των συνεπειών που προκαλούν η υπερθέρμανση του πλανήτη και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, που γίνονται ήδη αντιληπτές, καθώς και την άμεση ανάγκη για δραστηριοποίηση επί του θέματος ως υποχρέωση όλων. Είναι εμφανές ότι υπάρχουν ήδη πολλά εμπόδια που αφορούν την ελλιπή ευαισθητοποίηση του κόσμου, τις επιμέρους διαφωνίες μεταξύ των κρατών και την απουσία ενός ενιαίου οργάνου που θα έχει συντονιστικό ρόλο στην οργάνωση και εφαρμογή στρατηγικών και τα οποία καθιστούν δύσκολη την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Αναγκαίες κρίνονται οι συνεργασίες σε διεθνές επίπεδο προκειμένου να αποβούν πιο αποτελεσματικές οι πολιτικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Καθοριστικό ρόλο σε αυτό μπορεί να διαδραματίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, ως μια υπερδύναμη με μεγάλη επιρροή που προκύπτει από τη συνεργασία χωρών, που μπορεί να σχεδιάσει δεσμευτικές πολιτικές αλλά και να επηρεάσει την υπόλοιπη διεθνή κοινότητα. Ο κοινός στόχος όλων των κρατών είναι ο μετριασμός των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής και ταυτόχρονα η προσαρμογή τους στα νέα δεδομένα, γεγονός που προϋποθέτει τη συμμόρφωση σε κοινούς και αποδεκτούς κανόνες. Ωστόσο η Ε.Ε. ακολουθεί ήπια ισχύος πολιτική, ενώ καλείται να αντιμετωπίσει και εξωγενείς αντιδράσεις στην προσπάθειά της να ενθαρρύνει διεθνείς διαπραγματεύσεις, όπως οι Η.Π.Α. και η Κίνα, που συχνά δυσκολεύονται να παραγκωνίσουν τα εθνικά τους οικονομικά συμφέροντα. Θα κριθεί σε μακροπρόθεσμο επίπεδο κατά πόσο τα κράτη θα μπορέσουν να ξεπεράσουν όλα τα εμπόδια και να παραμερίσουν τις διαφορές τους προκειμένου να προκύψει μια βιώσιμη λύση για όλους.

Για να επιτευχθεί ο στόχος της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 (carbon neutral) που προκύπτει από την Ευρωπαϊκή Πράσινη συμφωνία χρειάζονται αλλαγές και ανακατασκευές στο σύνολο των παλιών κτιρίων της Ευρωπαϊκής/Εθνικής επικράτειας καθώς και εφαρμογή στρατηγικών για να περιοριστεί η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Για τη διευκόλυνση στην υλοποίηση αυτών των στόχων μπορεί να γίνει χρήση τεχνολογιών που συνεισφέρουν σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (near Zero Energy Buildings) ταυτόχρονα με την βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε συνεργασία με διάφορους επιστημονικούς και κοινωνικούς φορείς (βιομηχανίες, ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια, μικρομεσαίες επιχειρήσεις, τεχνικά επιμελητήρια, φορείς πιστοποίησης, καταναλωτικές οργανώσεις, δήμους και περιφέρειες των κρατών μελών) προωθεί την ανάπτυξη τεχνολογιών που θα βοηθήσουν στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και θα δώσουν νέα πνοή και δυνατότητες οικονομικής δραστηριότητας στον κατασκευαστικό τομέα.

# Κεφάλαιο Πρώτο

## 1.1 Ατμόσφαιρα και κλίμα

Ως ατμόσφαιρα θεωρείται το αέριο περίβλημα ενός πλανήτη. Η ατμόσφαιρα της γης, συγκεκριμένα, είναι απαραίτητη για τη διατήρηση κάθε μορφής ζωής αφού παρέχει τα κατάλληλα μέσα και εξασφαλίζει τις κατάλληλες προϋποθέσεις προκειμένου να πραγματοποιείται η αναγκαία ανακύκλωση της ενέργειας, των θρεπτικών συστατικών και του νερού στον πλανήτη. Επίσης, λειτουργεί σαν μια φυσική ασπίδα που προστατεύει τους ζωντανούς οργανισμούς από την κοσμική ακτινοβολία και τις επιβλαβείς συνέπειες που ενδέχεται να προκαλέσει.

Συγκεκριμένα, η ατμόσφαιρα προσφέρει διάφορα στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη ζωή, όπως οξυγόνο, άζωτο, που βοηθά τη σύνθεση της πρωτεΐνης στα βακτήρια και στα φυτά, διοξείδιο του άνθρακα απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση των φυτών. Επίσης συμβάλλει στη μεταφορά νερού και άρα στην ομαλή λειτουργία του υδρολογικού κύκλου. Ο τελευταίος αφορά τη μεταφορά και την ανακύκλωση του νερού που εξατμίζεται από τους ωκεανούς και τα ποτάμια στην ατμόσφαιρα, καθώς και από τη βροχή, τη δροσιά και το χαλάζι στον ωκεανό και στη γη μετά από βροχόπτωση.



Εικόνα 1 Ποιοι παράγοντες διαμορφώνουν το κλίμα της γης

Πηγή : [http://dmod.physics.auth.gr/klima\\_01.htm](http://dmod.physics.auth.gr/klima_01.htm)

Προσφέρει προστασία από τις βλαβερές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες του σύμπαντος και του ήλιου. Μέσω του υδρολογικού κύκλου απορροφάτε η υπέρυθρη ακτινοβολία από την ηλιακή ενέργεια η οποία στη συνέχεια επανεκπέμπεται στο διάστημα. Έτσι αποφεύγονται οι μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας στη γη.

Η ατμόσφαιρα δημιουργεί τον καιρό, δηλαδή τη φυσική κατάσταση της ατμόσφαιρας σε σύντομο χρονικό διάστημα, που με τη σειρά του διαμορφώνει το κλίμα σε διάφορα μέρη του κόσμου. Το κλίμα προκύπτει από μακροχρόνια παρατήρηση μετεωρολογικών στοιχείων όπως η θερμοκρασία, οι βροχοπτώσεις, η ατμοσφαιρική πίεση και η ταχύτητα του ανέμου.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ατμόσφαιρας και του ωκεανού είναι πολύ σημαντική καθώς συμβάλλει στη δημιουργία ανέμων, κυμάτων και ρευμάτων στον ωκεανό. Ο ωκεανός μπορεί να απορροφήσει και να απελευθερώσει πολλή θερμότητα, ενώ η θερμοκρασία του δεν αλλάζει σχεδόν καθόλου. Αυτό παρατηρείται όταν τους καλοκαιρινούς μήνες απορροφά θερμότητα από την ατμόσφαιρα και τους χειμερινούς απελευθερώνει, επηρεάζοντας σε σημαντικό βαθμό το κλίμα του πλανήτη. Στο εσωτερικό του ωκεανού υπάρχουν ωκεάνια ρεύματα, όπως τα ποτάμια, που μεταφέρουν θερμότητα στη γη μαζί με νερό διαφορετικής θερμοκρασίας και αλατότητας. Οι γεωγραφικές τοποθεσίες αυτών των θερμών και ψυχρών ρευμάτων αποτελούν τη «ζώνη θαλάσσιων μεταφορών» (Στάθης, 2016).

Καθώς τα ζεστά επιφανειακά νερά μετακινούνται από τις τροπικές περιοχές στον Βόρειο Ατλαντικό, παρατηρείται αύξηση στα ποσοστά αλατότητας και πυκνότητάς τους με την εξάτμιση του νερού. Στη συνέχεια φτάνει ψηλά στον Βόρειο Ατλαντικό, μεταξύ Νορβηγίας και Γροιλανδίας και αυτό το πυκνό νερό ψύχεται και ρέει στον κρύο νότιο ωκεανό, που μαζί με το κρύο νερό εκεί βυθίζεται γύρω από την Ανταρκτική. Αυτό το νερό εξαπλώνεται στις λεκάνες του Ινδικού Ωκεανού και του Ειρηνικού, όπου σταδιακά ανακαλύπτεται ξανά και επιστρέφει ως θερμό ρεύμα χαμηλής αλατότητας για να αντικαταστήσει τα νερά που βυθίζονται στον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό. Η ζώνη μεταφοράς νερού και θερμότητας των ωκεανών του κόσμου περιέχει 15 φορές την ποσότητα νερού από όλα τα ποτάμια στη γη (Kasting & Siefert, 2002 ; Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2016 ; Sharp, 2017).

## 1.2 Η Σύσταση της Ατμόσφαιρας

Η χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας είναι περίπλοκη και περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία. Η κύρια σύνθεση περιέχει άζωτο σε 78,048% και οξυγόνο σε 20,946% ποσοστό, ενώ στη λιγότερο κύρια σύνθεση περιλαμβάνονται ακατέργαστο 0,934% διοξείδιο του άνθρακα σε 0,0340%, σπάνιο αέριο νέον σε 18,18 ppm, ίλιον σε 5,24 ppm. Επιπλέον, περιέχει νερό που διαθέτει ποσοστό συγκέντρωσης μεταξύ 0,1-5% vol. Από την επιφάνεια της θάλασσας σε υψόμετρο 100 χιλιομέτρων, η χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας παραμένει σχεδόν αμετάβλητη. Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα και του νερού στην ατμόσφαιρα παρουσιάζει διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή. Σε υψόμετρα άνω των 100 χιλιομέτρων, η χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας ποικίλλει από υψόμετρο σε υψόμετρο λόγω της μοριακής διάχυσης της σύνθεσής της (McEwan & Phillips, 1975 ; Sharp, 2017).

### **1.3 Η Δομή της Ατμόσφαιρας**

Η ατμόσφαιρα αποτελείται καθ' ύψος από διαδοχικά στρώματα. Συγκεκριμένα, το στρώμα της ατμόσφαιρας που εκτείνεται από την επιφάνεια της θάλασσας μέχρι περίπου το ύψος των 12 χιλιομέτρων ονομάζεται τροπόσφαιρα.

Η τροπόσφαιρα διαθέτει σύσταση με ομοιόμορφα χαρακτηριστικά. Περιλαμβάνει το 85% της μάζας και το 90% της υγρασίας και της σκόνης της ατμόσφαιρας και επομένως είναι πολύ σημαντική για την επίτευξη της ομαλής λειτουργίας του κύκλου του νερού. Επίσης, αποτελεί το μοναδικό τμήμα της ατμόσφαιρας του οποίου η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από τους 0 C ενώ η θερμοκρασία σε αυτή μειώνεται καθ' ύψος. Η τροπόσφαιρα ανταλλάσσει θερμότητα και θρεπτικά συστατικά με την επιφάνεια της γης.

Το επόμενο στρώμα είναι η στρατόσφαιρα η οποία εκτείνεται σε περίπου 50 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της γης. Είναι το μέρος όπου κινείται η αέρια μάζα-άνεμος. Η σύνθεση αυτού του τμήματος δεν είναι ομοιόμορφη. Στη στρατόσφαιρα, το στρώμα του όζοντος μπορεί να απορροφήσει την επιβλαβή κοσμική ακτινοβολία,. Το μεσαίο στρώμα ακολουθεί τη στρατόσφαιρα και μπορεί να φτάσει έως και 80 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της γης. Τέλος, το θερμικό στρώμα βρίσκεται μετά το μεσαίο στρώμα (McEwan& Phillips, 1975 ; Sharp, 2017).



#### 1.4 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

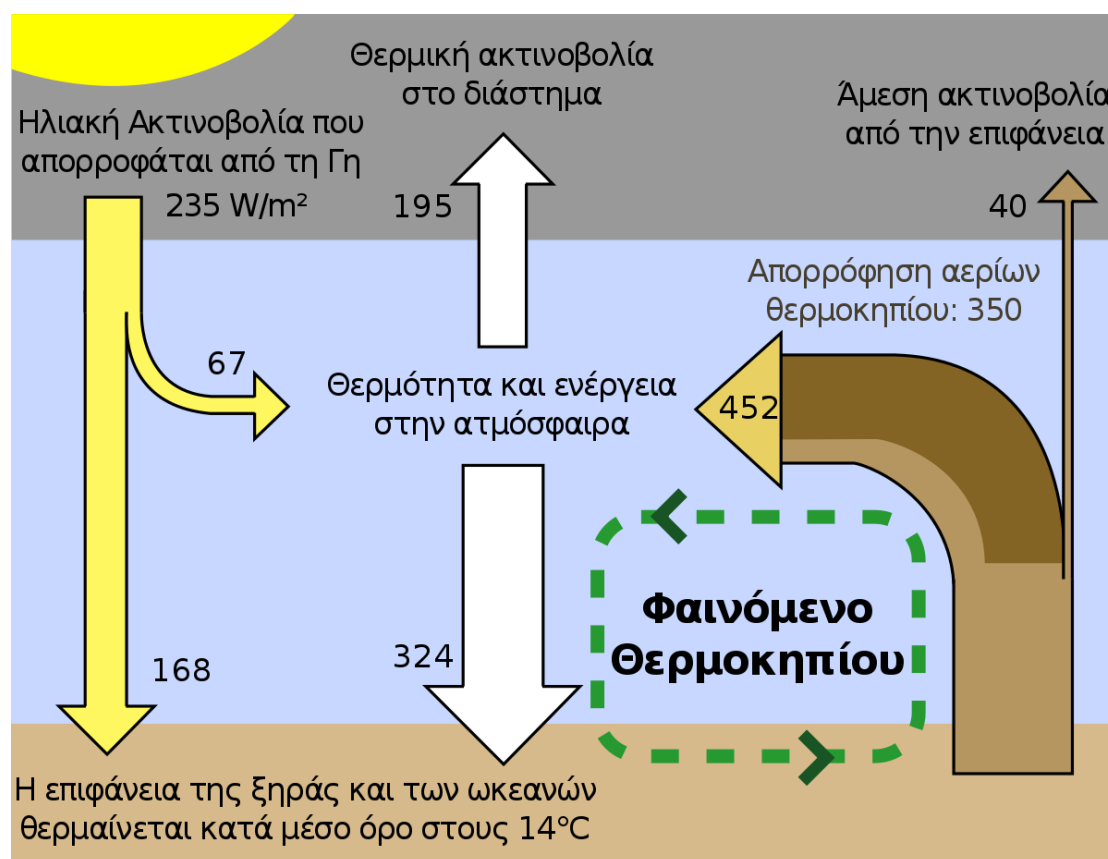
Το κλίμα διαμορφώνει τη συνεχή ροή της ηλιακής ενέργειας στη γη. Η θερμική ενέργεια από τις ακτίνες του ήλιου περνά μέσα από την ατμόσφαιρα και θερμαίνει την επιφάνεια της γης. Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η γη είναι ισοδύναμη με ροή περίπου  $1966 \text{ W/m}^2$  στο όριο της ατμόσφαιρας. Το 30% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας αντανακλάται στο διάστημα ενώ το υπόλοιπο 70% απορροφάτε. Το 20% της απορρόφησης γίνεται από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου του στρώματος του όζοντος της στρατόσφαιρας) και το 50% από την επιφάνεια της γης και τους ωκεανούς. Το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται από την ατμόσφαιρα βρίσκεται στην ορατή περιοχή του ορατού φωτός του φάσματος και θερμαίνει την επιφάνεια της γης και των ωκεανών. Αφού η Γη θερμανθεί, εκπέμπει στη συνέχεια ενέργεια σαν μεγάλα μήκη κύματος θερμικής ακτινοβολίας προς το διάστημα στην υπέρυθη ζώνη του φάσματος καθώς η επιφάνειά της είναι πολύ πιο ψυχρή από την επιφάνεια του ήλιου.

Σε κανονικές συνθήκες, η ατμόσφαιρα περιέχει πολύ μικρές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου, υδρατμών και ίχνη οξειδίων του αζώτου, τα οποία είναι διαφανή στο ορατό φως, μην εμποδίζοντας έτσι το ηλιακό φως να περάσει από την ατμόσφαιρα, αλλά έχοντας τη δυνατότητα να απορροφήσουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας (υπέρυθη ακτινοβολία) πριν διαφύγει στο διάστημα. Επομένως, επιστρέφουν τη λαμβανόμενη ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης, στη γη και στον ωκεανό αυξάνοντας τη θερμοκρασία. Αυτά τα αέρια λειτουργούν ως κουβέρτες ή θερμοκήπια, και αυτό είναι ένα φυσικό φαινόμενο που προκαλεί υπερθέρμανση του πλανήτη και ονομάζεται «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Μέσω αυτής της διαδικασίας, η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της γης είναι περίπου  $15^\circ\text{C}$ , εξασφαλίζοντας έτσι συνθήκες που την καθιστούν κατοικήσιμη, ενώ χωρίς αυτά τα αέρια η μέση θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν περίπου  $-18^\circ\text{C}$  (Στάθης, 2016).

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όμως, εντείνεται εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που αυξάνουν τη συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας έτσι μεγαλύτερη άνοδο της θερμοκρασίας. Η

υπερθέρμανση του πλανήτη εξαρτάται κυρίως από το πόση ενέργεια λαμβάνει η γη από τον ήλιο και το ποσοστό που «αντανακλάται» πίσω στο διάστημα, το οποίο είναι ένα αρκετά σταθερό ποσό με την πάροδο του χρόνου. Η παγκόσμια αλλαγή μόνο 1 βαθμού Κελσίου είναι πολύ σημαντική, γιατί αυτός ο 1 βαθμός Κελσίου απαιτεί πολλή θερμότητα για να θερμάνει τον ωκεανό, την ατμόσφαιρα και τη γη.

Στο παρελθόν, η πτώση της θερμοκρασίας κατά 1-2 βαθμούς θα μπορούσε να βυθίσει τη Γη στη Μικρή Εποχή των Παγετώνων. Πριν από 20.000 χρόνια, μια πτώση 5 βαθμών αρκούσε για να θάψει ένα μεγάλο μέρος της Βόρειας Αμερικής κάτω από τον πάγο (Bolin & Doos, 1989 ; Mitchell, 1989 ; Robinson & Robbins, 1970 ; Rodhe, 1990).



**Εικόνα 2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου**

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki>

### **1.5 Τα αέρια του θερμοκηπίου και ο ρόλος τους**

Αέρια του θερμοκηπίου συνιστούν οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το όζον, το υποξείδιο του αζώτου, οι υδροφθοράνθρακες, οι πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες, το εξαφθοριούχο θείο.

Ο βαθμός απορρόφησης της θερμικής ακτινοβολίας και η σχετική συμβολή της στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» κυμαίνονται ως εξής: το διοξείδιο του άνθρακα καταλαμβάνει 60% και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, το μεθάνιο 15%, με επίσης μεγάλη διάρκεια ζωής, το CFC 11% και διαθέτει μεγάλη διάρκεια ζωής ενώ το οξείδιο του αζώτου-NO<sub>2</sub> 5% και έχει σύντομη διάρκεια ζωής. Εκτός από αυτά, και οι υδρατμοί θεωρούνται ένα σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου. Το νερό με τη μορφή υδρατμών στην ατμόσφαιρα κυμαίνεται από 0,1 έως 5% κ. Παρά τη μικρή του μάζα σαν νερό όμως, οι υδρατμοί προκαλούν το 95% των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Η δομή των υδρατμών παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία καταιγίδων και την ατμοσφαιρική κυκλοφορία, ενώ επιτρέπει και την αποθήκευση θερμότητας.

Οι ένυδρες ουσίες στην ατμόσφαιρα είναι μέρος του υδρολογικού κύκλου, ενός συστήματος κλειστού κύκλου νερού. Σε αυτή τη διαδικασία, το νερό ρέει από τον ωκεανό και το έδαφος προς την ατμόσφαιρα και στη συνέχεια επιστρέφει μέσω της εξάτμισης και του ιδρώτα, της συμπύκνωσης και της βροχόπτωσης. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν θα αυξήσουν την περιεκτικότητα σε ένυδρες ουσίες στην ατμόσφαιρα αλλά οι συνέπειές τους, όπως η αύξηση της θερμοκρασίας, οδηγούν στη διατήρηση περισσότερης θερμοκρασίας μέσω του ζεστού αέρα και άρα επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) είναι ένα από τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου. Πριν από 4 δισεκατομμύρια χρόνια, η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα ήταν 80% ενώ σήμερα έχει μειωθεί λόγω της φωτοσύνθεσης στο 0,03%. Όλο αυτό το διοξείδιο του άνθρακα παγιδεύεται σε ζωντανούς οργανισμούς σχηματίζοντας ορυκτά, άνθρακα και πετρέλαιο στον στερεό φλοιό της γης. Κατά τη φυσική κυκλοφορία του διοξειδίου του άνθρακα, η περιεκτικότητά του στην ατμόσφαιρα βρίσκεται σε ισορροπία.

Το φυσικό διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύεται από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης των φυτών και απελευθερώνεται ξανά σε αυτή μέσω της αναπνοής και της αποσύνθεσής τους και των ηφαιστειακών εκρήξεων. Διοξείδιο του άνθρακα ανταλλάσσεται μεταξύ της ατμόσφαιρας και του ωκεανού, και αυτή η διαδικασία εξαρτάται από τη μερική πίεση του διοξειδίου του άνθρακα στα επιφανειακά νερά και στο ανώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας. Υπάρχει σχεδόν πλήρης ισορροπία ανάμεσα στην ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που είναι αποτέλεσμα φυσικής παραγωγής και στην ποσότητα που είναι αποτέλεσμα φυσικής απελευθέρωσης. Αυτή η ισορροπία διαταράσσεται εξαιτίας των ανθρώπινων παρεμβάσεων και προκαλείται η υπερθέρμανση του πλανήτη.

Το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) παράγεται από τη βιολογική διαδικασία της αποικοδόμησης οργανικών ουσιών, ιδιαίτερα απουσία οξυγόνου, που συντίθεται από τη δράση βακτηρίων σε οργανικές ουσίες. Το μεθάνιο βρίσκεται παγιδευμένο κάτω από την επιφάνεια της γης και απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μέσα από ρωγμές στο φλοιό που μπορεί να προκαλούνται από σεισμούς, γεωτρήσεις κλπ. Αυτό το αέριο εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα κατά κύριο λόγο μέσα από δραστηριότητες που αφορούν την κτηνοτροφία, την καλλιέργεια, την εξόρυξη και καύση άνθρακα και τη γεώτρηση πετρελαίου.

Τα οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) προκύπτουν από διάφορους τύπους καύσης και κάποιες βιολογικές δραστηριότητες (όπως η αποσύνθεση λιπασμάτων). Με την είσοδο αυτών των αερίων στην ατμόσφαιρα, προκαλούνται το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» και η «τρύπα του όζοντος». Τα οξείδια του αζώτου διασπώνται σε νιτρικά ή άζωτο και οξυγόνο με πολύ αργό ρυθμό (0,7% ετησίως). Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες HFC, CFC και SF<sub>6</sub> αποτελούν προϊόν ανθρώπινων δραστηριοτήτων και περιέχονται σε σπρέι, χημικούς διαλύτες, ψυγεία, κλιματιστικά κ.λπ. Εισέρχονται γρήγορα στη στρατόσφαιρα, προκαλώντας το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» και την «τρύπα του όζοντος» (Bouwman, 1990 ; Rodhe, 1990 ; Στάθης, 2016).

## 1.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση θεωρείται η παρουσία ρύπων στην ατμόσφαιρα. Ειδικότερα αφορά τη συγκέντρωση ορισμένης ποσότητας ή διάρκειας ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, που ενδέχεται να επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα στην υγεία των οργανισμών.

Η εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα είναι αποτέλεσμα τόσο φυσικών διεργασιών (βιολογικές δραστηριότητες, ηφαίστεια, πυρκαγιές κ.α) όσο και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (βιομηχανία, παραγωγή ενέργειας, θέρμανση, μεταφορές κ.α). Οι ρύποι διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Πρωτογενείς θεωρούνται όσοι εκπέμπονται απευθείας στην ατμόσφαιρα. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι τα αιωρούμενα σωματίδια [σκόνη, καπνός, σωματίδια βαρέων μετάλλων, όπως μόλυβδου (Pb) και νικελίου (Ni), το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι υδρογονάνθρακες, το χλώριο (Cl<sub>2</sub>) και το φθόριο (F<sub>2</sub>)]. Δευτερογενείς είναι αυτοί που δημιουργούνται ως αποτέλεσμα κάποιου μετασχηματισμού ή ως προϊόν χημικής αντίδρασης πρωτογενών ρύπων με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός, της θερμοκρασίας ή/και της υγρασίας. όπως πχ το SO<sub>3</sub> από το SO<sub>2</sub> ή το όζον. Τα σημαντικότερα είναι το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>) και το όζον (O<sub>3</sub>) (Γεωργακάκη, 2010; Elsom, 1992 ; Ramanathan & Feng, 2009; Rosenzweig & Hillel, 1998 ).

### 1.7 Ατμοσφαιρικοί ρύποι - Αιωρούμενα σωματίδια

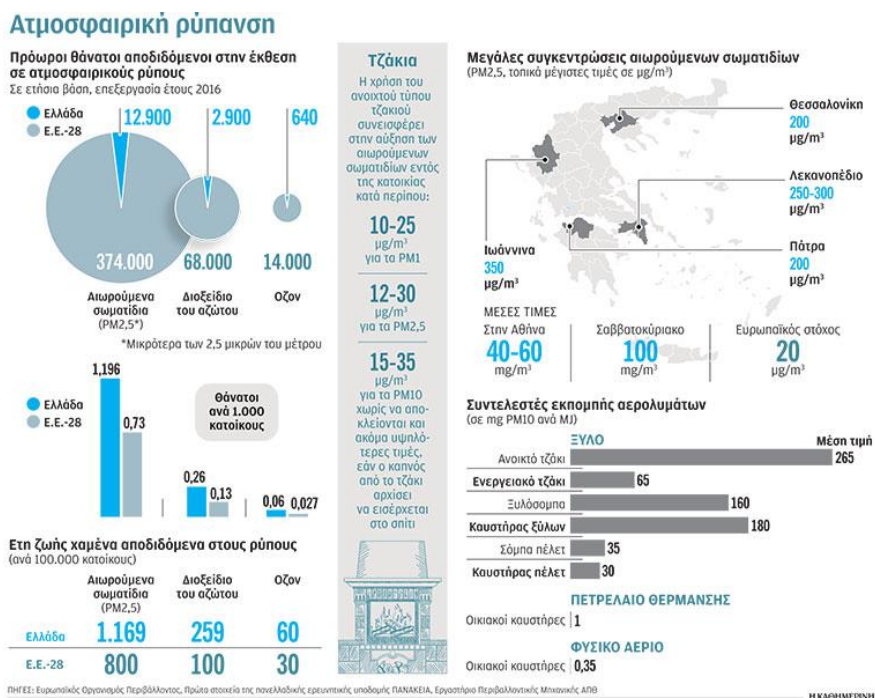
Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι συνιστούν στερεά σωματίδια και σταγονίδια υγρού που έχουν διάμετρο μικρότερη από 10μm και είναι διασκορπισμένα σε αέρια μορφή. Η σκόνη του εδάφους, ο καπνός, η τέφρα καθώς και τα αποτελέσματα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων μπορούν να εντοπιστούν στην ατμόσφαιρα και να προκαλέσουν ασθένειες και προβλήματα του αναπνευστικού συστήματος, ιδιαίτερα στους ηλικιωμένους, τα παιδιά και τα άτομα με τέτοιου είδους ασθένειες.

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) αφορά ένα άχρωμο και άοσμο αέριο. Προκύπτει από την ατελή καύση σε διάφορους κινητήρες π.χ. οι κινητήρες αυτοκινήτων. Επηρεάζει αρνητικά την υγεία. Περιορίζει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς, αυξάνοντας τις πιθανότητες για προβλήματα στο καρδιαγγειακό και στο νευρικό σύστημα. Η συγκέντρωση του CO ποικίλει σε διάφορες περιοχές. Σε απομακρυσμένα μέρη είναι περίπου 0,1ppm, σε κατοικημένες περιοχές ανέρχεται περίπου στα 15 ppm, ενώ στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας φθάνει μέχρι τα 50 ppm. Όταν το μονοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, επηρεάζει άτομα με καρδιακά προβλήματα, ενώ σε υψηλότερες επηρεάζει δημιουργεί προβλήματα ακόμα και υγιή άτομα προκαλώντας ζαλάδα, πονοκεφάλους και σωματική κόπωση.

Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) είναι ένα άχρωμο αέριο το οποίο μπορεί να είναι επίσης άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά να έχει έντονη μυρωδιά σε υψηλότερες. Είναι σημαντικός αέριος ρύπος καθώς παράγεται από την καύση των στερεών και υγρών καυσίμων που περιέχουν θείο. Μπορεί να επιφέρει αρνητικές συνέπειες σε νέα αλλά και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που πάσχουν από αναπνευστικά προβλήματα. Συντελεί στη δημιουργία όξινης βροχής και στην απονέκρωση κάποιων φυτών αλλοιώνοντας τα φυσικά οικοσυστήματα. Επίσης, επηρεάζει τα υδρόβια όντα, διαμορφώνοντας συνθήκες που καθιστούν αδύνατη την επιβίωσή τους ελαττώνοντας την οξύτητα των λιμνών και των ποταμών.

Οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>). Το NO<sub>2</sub> παράγεται από μια χημική αντίδραση του μονοξειδίου του αζώτου (NO) στο φως του ήλιου. Τα οξείδια του αζώτου εκπέμπονται κατά κύριο λόγο από την καύση υγρών και ορυκτών καυσίμων στα

οχήματα, τη θέρμανση και τη βιομηχανία. Είναι οι κύριοι ρύποι των φωτοχημικών νεφών και της όξινης βροχής. Ενδέχεται να δημιουργήσει αναπνευστικά προβλήματα σε άτομα με προβλήματα άσθματος και παιδιά Το όζον (O3) είναι ο βασικός δευτερεύων ρύπος του φωτοχημικού νέφους. Παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με το επίπεδο της ατμόσφαιρας που εντοπίζεται. Στο ανώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας απορροφά την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία και προστατεύει τη ζωή στη γη. Είναι προϊόν φωτόλυσης οξυγόνου. Στο κάτω στρώμα, προκύπτει από τη φωτόλυση των οξειδίων του αζώτου μαζί με άκαυτους υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των οχημάτων. Όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να επιφέρει αρνητικές συνέπειες στον πνευμονικό ιστό και να οδηγήσει σε προβλήματα για άτομα με αναπνευστικές ασθένειες αλλά ακόμη και σε ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, αναπνευστική δυσχέρεια, ξηρότητα του λαιμού, πόνο στο στήθος, βήχα, ναυτία, και πνευμονία σε υγιή άτομα (Rodhe, 1990).



### Εικόνα 3 Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Πηγή: <https://www.kathimerini.gr/society/1060906/protoi-se-thanatoys-apyroysoys-stin-e-e/>

## Κεφάλαιο Δεύτερο

### 2.1. Η ιστορία του κλίματος της γης

Από τις έρευνες των επιστημόνων που ασχολούνται με την κλιματολογία φάνηκε ότι στη διάρκεια των περισσότερων χρόνων της ιστορίας της γης η θερμοκρασία σε παγκόσμια κλίμακα ήταν 8 με 15 βαθμούς Κελσίου υψηλότερη συγκριτικά με τη σημερινή εποχή.

Το διάστημα πριν 2.000.000-14.000 χρόνια ήταν η παγετώδης εποχή, κατά την οποία οι παγετώνες για μεγάλα χρονικά διαστήματα κάλυπταν περιοχές της Ευρώπης, της Βόρειας Αμερικής και της Ασίας. Ωστόσο αυτές οι περιοχές που καλύπτονταν από πάγους μπορεί να διαφοροποιούνται. Μάλιστα σε κάποια χρόνια παρατηρήθηκε αυξημένη θερμοκρασία που είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του ποσοστού των πάγων ενώ άλλα διαστήματα οι πάγοι αυξάνονταν σε έκταση λόγω πτώσης της θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία στις πιο ψυχρές περιόδους υπολογίζεται κατά 4 με 5 βαθμούς Κελσίου χαμηλότερη από τη σημερινή. Η πιο πρόσφατη υποχώρηση των παγετώνων άρχισε πριν 14.000 χρόνια καθώς παρατηρήθηκαν μεγάλες αυξήσεις στη θερμοκρασία της γης. Υπήρξε όμως μια μικρή περίοδος που χαρακτηριζόταν από ψυχρές θερμοκρασίες, γύρω στο 10.000 με 8.500 π.Χ.. Αυτή η διαφοροποίηση είναι πιθανό ότι προέκυψε από μεγάλες ποσότητες γλυκού νερού που βρίσκονταν εγκλωβισμένες σε πάγους στον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό και τότε απελευθερώθηκαν στον ωκεανό. Αυτή η κατάσταση ενεργοποίησε μια διαδικασία αλλαγών στην κίνηση και κατεύθυνση των θαλάσσιων ρευμάτων καθώς και στην ανταλλαγή θερμικής ενέργειας με την ατμόσφαιρα. Η θέρμανση που παρατηρήθηκε οδήγησε σε θερμοκρασίες υψηλότερες κατά 1 με 2 βαθμούς Κελσίου από ό,τι σήμερα. Αυτές οι κλιματικές συνθήκες και οι θερμοκρασίες αυτής της περιόδου διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη πολλών μεγάλων αρχαίων πολιτισμών των οποίων η ιστορία και τα επιτεύγματα έχουν μείνει ως παρακαταθήκη στην ανθρώπινη ιστορία και μνημονεύονται έως σήμερα.

Με το πέρασμα των χρόνων υπήρξαν και άλλες αλλαγές στη θερμοκρασία και το κλίμα γενικότερα που όμως δεν μπορούν να θεωρηθούν ραγδαίες ή έντονες.

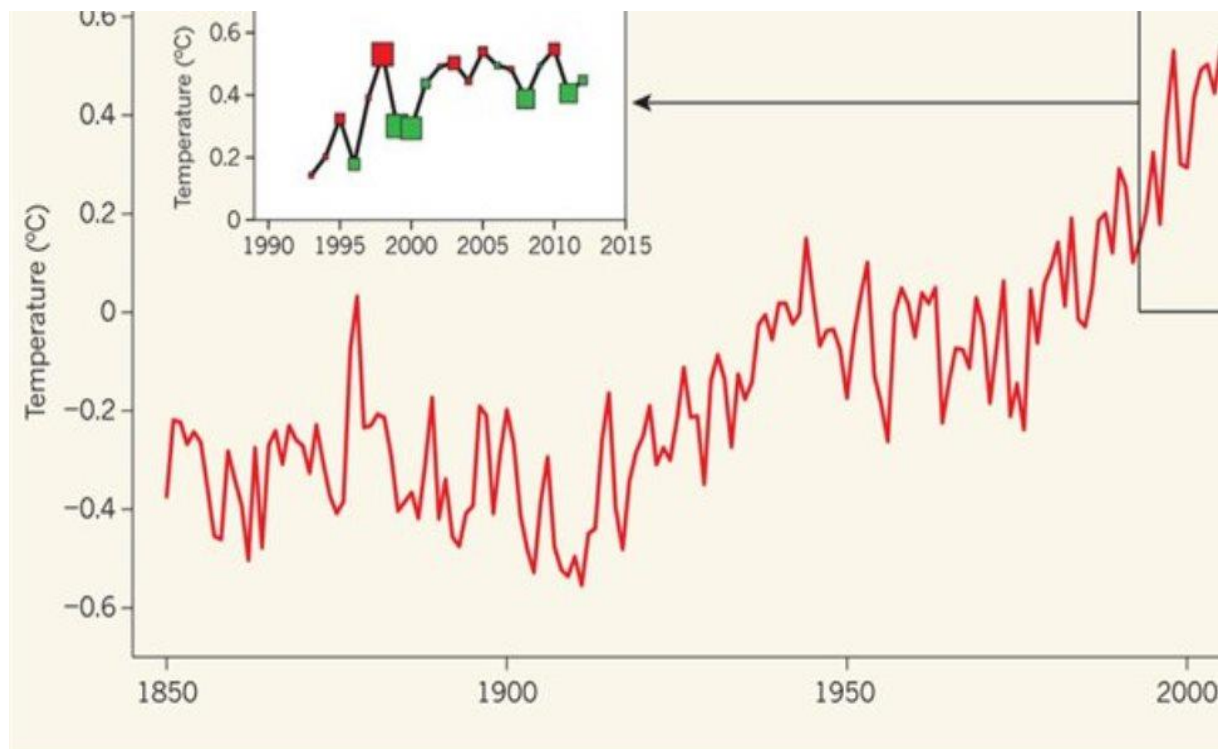


Υπάρχουν καταγραφές για πολύ κρύους χειμώνες, για καλοκαίρια με συνθήκες καύσωνα κλπ. Το διάστημα 900-1200 μ.Χ αποκαλείται μικρό κλιματικό βέλτιστο και χαρακτηρίζεται από πιο θερμό κλίμα από ό,τι σήμερα. Από την άλλη πλευρά, το 13<sup>ο</sup> και το 14<sup>ο</sup> αιώνα υπήρχε μειωμένη θερμοκρασία η οποία μαζί με τις συνολικότερες κλιματικές συνθήκες βελτιώθηκαν κατά τη διάρκεια του 16<sup>ου</sup> αιώνα. Έχουν σημειωθεί επίσης και ακραία κλιματικά φαινόμενα ανά περιόδους, όπως είναι η ξηρασία το διάστημα 1276 έως 1299 στις νοτιοδυτικές περιοχές της Αμερικής και οι πλημμύρες, ξηρασίες έως το 1400.

Η περίοδος από το 1550 ονομάστηκε από πολλούς επιστήμονες Μικρή Εποχή των Παγετώνων καθώς χαρακτηρίστηκε από συνθήκες ψύξης στην Ευρώπη και την Αμερική. Η μέση θερμοκρασία ήταν στον 1 βαθμό Κελσίου χαμηλότερα συγκριτικά με τώρα. Οι ακραίες καιρικές και κλιματικές συνθήκες που παρατηρήθηκαν εκείνο το διάστημα αλλά και τις επόμενες περιόδους προκάλεσαν μεγάλων διαστάσεων προβλήματα στη ζωή των ανθρώπων σε όλα τα πλάτη και μήκη της γης. Ειδικότερα, περίοδος 1850-1600 σήμανε για τις δυτικές περιοχές της Αμερικής μια εποχή με τις πιο καταστροφικές ξηρασίες που είχαν γνωρίσει τα τελευταία χρόνια. Οι άσχημες συνθήκες στον κλίμα και στον καιρό εντοπιζόνταν την ίδια περίοδο και την Ευρώπη. Εκεί επηρέασαν τις καλλιέργειες προκαλώντας σοβαρά προβλήματα που οδήγησαν τελικά σε λιμό. Στην Ισλανδία, το ψύχος από το 1753 μέχρι και το 1759 ήταν τέτοιο που προκάλεσε καταστροφές στις καλλιέργειες και λόγω αυτού λιμό με τραγική συνέπεια το θάνατο πολλών ανθρώπων.

Από μελέτες και αναλύσεις του κλίματος την περίοδο του 19<sup>ου</sup> αιώνα, προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα πρώτα χρόνια από το 1880 και μετά η θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη από τις επόμενες δεκαετίες. Από το 1935 ξεκίνησαν να γίνονται πιο έντονες και πιο συχνές οι πιο ζεστές εποχές και οι θερμοκρασίες αυξήθηκαν κατά 0,20 έως 0,63 βαθμούς Κελσίου. Με το πέρασμα στο νέο αιώνα, το διάστημα 1990-2006 ήταν από τα πιο ζεστά χρόνια , με το 2005 να καταγράφεται ως το πιο ζεστό έτος σε παγκόσμιο επίπεδο σε ένα μεγάλο διάστημα, των τελευταίων 1200 χρόνων. Αυτές οι μεγάλες αυξήσεις στη θερμοκρασία τους δύο τελευταίους αιώνες, τον 20<sup>ο</sup> και τον 21<sup>ο</sup> οφείλονται στις νέες διαστάσεις που έχει λάβει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ωστόσο η

αύξηση στη θερμοκρασία που παρατηρήθηκε δεν ήταν ίδια σε όλες τις περιοχές.. Η μεγαλύτερη άνοδος σημειώθηκε στα μέσα γεωγραφικά πλάτη κατά το χειμώνα και την άνοιξη. Σε κάποιες περιοχές όμως όπως είναι η Ανταρκτική δεν παρατηρείται σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας τα τελευταία χρόνια (Fleming, 2005 ; Lear, Anand, Blenkinsop, Foster, Gagen, Hoogakker,... & Zalasiewicz, 2021 ; Schwarzbach & Muir, 1963 ; Στάθης, 2016).



Εικόνα 4 Θερμοκρασία της γης

Πηγή: Το Θέμα

## 2.2. Η έννοια της κλιματικής αλλαγής

Η κλιματική αλλαγή αφορά τις αλλαγές που σημειώνονται στο μέσο όρο των μετεωρολογικών συνθηκών, κυρίως της θερμοκρασίας και της βροχής, και μπορεί να πρόκειται για αύξηση ή μείωσή τους. Τα συμπεράσματα αυτά προκειμένου να διατυπωθεί η ερμηνεία ότι πρόκειται για φαινόμενο κλιματικής αλλαγής προέρχονται από συστηματικές παρατηρήσεις που πραγματοποιούνται στη διάρκεια τριάντα ετών ή και περισσότερων. Μάλιστα αυτό το φαινόμενο μπορεί να αναφέρεται τόσο στο κλίμα συγκεκριμένων περιοχών όσο και στο κλίμα σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι αλλαγές αυτές στο κλίμα είναι να δυνατόν να απορρέουν είτε από διάφορες φυσικές καταστάσεις είτε από ανθρωπογενείς παράγοντες που λειτουργούν με παρεμβατικό τρόπο στη φύση και επιφέρουν μεταβολές γενικότερα. Στη βάση τους οι κλιματικές μεταβολές έχει παρατηρηθεί ότι σχετίζονται με αλλαγές στην ισορροπία της ενέργειας που υπάρχει στην επιφάνεια της γης καθώς και στην ατμόσφαιρα. Όπως γνωρίζουμε, και είναι φυσικό έως ένα βαθμό, στο βιβλίο της ιστορίας του πλανήτη έχουν καταγραφεί πολλαπλές αλλαγές και διαφοροποιήσεις στην κατάσταση του κλίματος οι οποίες μάλιστα συνοδεύτηκαν και συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μεταβολές σε επίπεδο γεωλογίας στο στερεό φλοιό της γης.

Η εξέλιξη και οι αλλαγές των κλιμάτων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Το πρώτο αφορά τις γεωλογικές αλλαγές που φανερώνουν την εξελικτική πορεία των κλιματικών συστημάτων στη διάρκεια διαφόρων γεωλογικών περιόδων. Ο κλάδος που ονομάζεται Παλαιοκλιματολογία είναι υπεύθυνος για τη μελέτη και τον προσδιορισμό το κλίματος στο παρελθόν που βασίζεται στην παρατήρηση και ερμηνεία πετρωμάτων και απολιθωμάτων από διάφορες ιστορικές περιόδους. Το δεύτερο αναφέρεται στην εξέλιξη το κλίματος κατά τις τελευταίες χιλιετίδες με βάση τη μελέτη στοιχείων οργανικής ζωής από τα πρόσφατα γεωλογικά χρόνια. Η μελέτη του κλίματος για αυτή την περίοδο σηματοδοτείται με το τέλος της τελευταίας εποχής παγετώνων. Τέλος, υπάρχουν και οι πιο πρόσφατες αλλαγές που αφορούν τη μεταβολή του κλίματος τη διάρκεια των τελευταίων 200 χρόνων. Αυτό το χρονικό διάστημα ονομάζεται ενόργανη κλιματική περίοδος και για την εξαγωγή των σχετικών συμπερασμάτων εφαρμόζονται μέθοδοι και τεχνικές που συνιστούν την ενόργανη μετεωρολογική παρατήρηση

(Μαντζαβά, 2003, Μαχαίρας & Μπαλαφούτης, 1984, Μαχαίρας & Πισσούλης, 1991, Μπαντέλα, 2019).

### **2.3. Αιτίες της κλιματικής αλλαγής**

Οι αιτίες της κλιματικής αλλαγής δεν έχουν προσδιοριστεί με ξεκάθαρους όρους. Οι περισσότερες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί συγκλίνουν σε τρεις κύριους παράγοντες. Ο πρώτος από αυτούς αφορά μεταβολές στη γήινη τροχιά που συνεπάγεται αλλαγές στη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης. Αυτές μπορεί να αφορούν την έννοια που ονομάζεται εκκεντρότητα, δηλαδή το σχήμα της τροχιάς με την οποία περιστρέφεται η γη γύρω από τον Ήλιο. Η τροχιά αλλάζει από ελλειπτικό σε κυκλικό σχήμα και ξανά σε ελλειπτικό σε διάστημα που διαρκεί περίπου 100.000 χρόνια. Όσο μεγαλύτερη είναι η εκκεντρότητα τόσο περισσότερο διαφέρει η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στη γη. Στην εποχή που διανύουμε η Γη χαρακτηρίζεται από χαμηλή εκκεντρότητα. Άλλη μεταβολή μπορεί να σχετίζεται με τις ταλαντώσεις που πραγματοποιούνται στον άξονα περιστροφής της γης και ονομάζεται αυτή η συνθήκη μετάπτωση των ισημερινών. Τη σύγχρονη εποχή η γη βρίσκεται πιο κοντά στον Ήλιο τον Ιανουάριο και πιο μακριά τον Ιούλιο. Αυτή η συνθήκη εκτιμάται ότι θα αντιστραφεί σε 13.000 χρόνια, αν συνεχίσουν να ισχύουν κάποιες συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Αυτές αφορούν ότι οι παράγοντες που καθορίζουν το κλίμα θα είναι σταθεροί αυτά τα χρόνια και οι εποχιακές διακυμάνσεις στο βόρειο ημισφαίριο, που φέρνουν πιο ψυχρούς χειμώνες και πιο ζεστά καλοκαίρια θα είναι μεγαλύτερες από ότι σήμερα.

Η τρίτη κυκλική αλλαγή αφορά μεταβολές στην κλίση του άξονα της περιστροφής για 41.000 χρόνια, η οποία μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 22,5° και 24,5° . Σήμερα η κλίση βρίσκεται στις 23,5°. Η κλίση του άξονα επηρεάζει και τις αλλαγές στο κλίμα. Έτσι, μια μικρότερη κλίση δείχνει μικρότερες διαφορές στο κλίμα και τις συνθήκες των εποχών μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Οι χειμώνες δηλαδή δεν έχουν τόσο πολύ κρύο και χαρακτηρίζονται από περισσότερο χιόνι, ενώ τα καλοκαίρια είναι πιο δροσερά

και αυτό βοηθά το χιόνι και τον πάγο να συγκεντρώνονται στην επιφάνεια της γης. Αυτό θα οδηγήσει σε αύξηση της της ποσότητας και της έκτασης των παγετώνων στις πολικές περιοχές. Όταν όμως ο άξονας έχει μεγαλύτερη κλίση, σημαίνει ότι υπάρχουν μεγαλύτερες και πιο αισθητές διαφορές μεταξύ των συνθηκών που επικρατούν σε κάθε εποχή. Η θεωρία του Μιλάνκοβιτς αναφέρεται και σε πιο επουσιώδεις αλλαγές στο κλίμα ενώ δεν μπορεί να προσφέρει μια επαρκή εξήγηση για τις κλιματικές μεταβολές που διαδραματίζονται ταυτόχρονα σε διάφορες περιοχές της γης. Σύμφωνα με στοιχεία και διάφορους υπολογισμούς εκτιμάται ότι οι κύκλοι Μιλάνκοβιτς όταν οι υφέσεις και οι κορυφές τους συμπίπτουν , έχουν την ιδιότητα να μεταβάλλουν στο μέγιστο βαθμό το κλίμα του πλανήτη.



Εικόνα 5 Αίτια κλιματικής αλλαγής

Πηγή: New York Times

Οι διαφορές στην ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί επίσης να συντελέσουν στην ένταση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Παρατηρήσεις και υπολογισμοί των επιστημόνων κατέδειξαν ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αυξάνεται πολύ ενώ βρέθηκε ότι ακόμη και μια μικρή μεταβολή της, της τάξης του 1% ανά αιώνα είναι πιθανό ότι θα οδηγήσει σε αύξηση της θερμοκρασίας της γης κατά έως και κατά έναν βαθμό Κελσίου. Οι ηλιακές κηλίδες, δηλαδή ένα φαινόμενο που χαρακτηρίζεται από μεγάλες

καταιγίδες μαγνητικής φύσεως, δείχνουν κυκλικές αλλαγές και φαίνεται να σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή.

Η θέρμανση του πλανήτη που συνδέεται με τις ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα και τις επιδράσεις τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, θεωρείται ένας σημαντικός παράγοντας που ενισχύει την κλιματική αλλαγή. Το αέριο αυτό απορροφά την υπέρυθη ακτινοβολία και έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένα θερμοκρασία στα κάτω στρώματα της ατμόσφαιρας. Η αύξηση στις ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να οφείλεται και σε ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά και να απορρέει από διάφορα άλλα φαινόμενα όπως είναι η καταστροφή των δασών. Η αυξημένη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα συνδέεται επίσης και με την παράλληλη αύξηση και άλλων αερίων του θερμοκηπίου που η λειτουργία τους αφορά την απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας, όπως είναι το μεθάνιο και το νιτρικό οξύ, μεταξύ άλλων. Αυτή η διαδικασία διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη ισορροπίας στην συνολική ποσότητα της ενέργειας που συγκεντρώνεται στη γη ενώ παράλληλα συντελεί στην αύξηση της θερμικής ενέργειας στο σύστημα που σχετίζεται με το κλίμα της γης (Στάθης, 2016).

Έχει υποστηριχθεί ότι χωρίς την ύπαρξη του φαινομένου του θερμοκηπίου θα παρατηρούσαμε μια μέση θερμοκρασία της γης μειωμένη κατά 18 βαθμούς Κελσίου. Αυτό φαίνεται και από παραδείγματα στη μακρόχρονη ιστορία της γης, κατά τα οποία μεγάλες αλλαγές που σχετίζονταν με μειωμένη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα που είχαν σαν αποτέλεσμα σημαντικές πτώσεις στη θερμοκρασία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μεγάλη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που χρειάστηκε να καταναλωθεί προκειμένου να επιτευχθεί η δημιουργία των γαιανθράκων και του λιθάνθρακα που συνετέλεσαν στο σχηματισμό των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Αποτέλεσμα ήταν η εμφάνιση της εποχής των παγετώνων που ακολούθησε. Μάλιστα στις περιόδους των παγετώνων που έχουν χαρακτηριστεί από τις πιο ψυχρές το διοξείδιο του άνθρακα είχε μειωθεί στην ατμόσφαιρα κατά 30% (Στάθης, 2016, Χρονοπούλου-Σερέλη & Φλόκας, 2010).

Σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα συγκεντρώνονται και διατηρούνται στους ωκεανούς. Παραμένουν σε αυτούς όταν οι θερμοκρασίες

στο εξωτερικό είναι χαμηλότερες ενώ απελευθερώνεται όταν αυτές είναι υψηλές.

Οι αλλαγές στη θερμοκρασία της γης που σημειώθηκαν τα πρώτα χρόνια της ιστορίας της οφείλονται σε αλλαγές στην εισροή της ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτή, κάτι που εξηγείται από τους κύκλους Μιλάνκοβιτς. Αργότερα η αυξημένη θερμοκρασία του διοξειδίου του άνθρακα οδήγησε στη διόγκωση της έκτασης και της έντασης του φαινομένου του θερμοκηπίου και άρα στη συνεπαγόμενη αύξηση στη θερμοκρασία της γης.

Τους τρεις τελευταίους αιώνες το διοξείδιο του άνθρακα έχει αυξηθεί σε ποσότητα στην ατμόσφαιρα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στις δραστηριότητες των ανθρώπων, όπως είναι η αποψίλωση δασών, η καύση ορυκτών και άλλα που επιφέρουν ριζικές μεταβολές στο περιβάλλον. Το 1700 το διοξείδιο του άνθρακα βρισκόταν σε αναλογία 280 μέρη ανά εκατομμύριο ενώ το 2005 αυξήθηκε σε 380 μέρη. Στην περίπτωση που οι προβλέψεις επαληθευθούν και το διοξείδιο του άνθρακα φτάσει τα 600 μέρη ανά εκατομμύριο το 2050, η συνακόλουθη αύξηση της θερμοκρασίας θα φτάσει στους 1 έως 4 βαθμούς Κελσίου.

Οι κλιματικές αλλαγές που έχουν όμως σύντομο χαρακτήρα μπορεί να σχετίζονται με εκρήξεις ηφαιστειών μεγάλης κλίμακας. Στην αρχή θεωρήθηκε από τους επιστήμονες που εξέταζαν το φαινόμενο ότι η σκόνη που εκλύεται από την έκρηξη στην ατμόσφαιρα προκαλούσε συνθήκες ψύξης καθώς περιόριζε έως ένα βαθμό την ηλιακή ακτινοβολία που μπορούσε να φτάσει και να κινηθεί στην επιφάνεια της γης. Ωστόσο, πιο προσεκτικές αναλύσεις του φαινομένου έδειξαν ότι η μεγαλύτερη ποσότητα αυτής της σκόνης μέσα σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα, έξι μηνών επέστρεψε απομακρύνθηκε από την ατμόσφαιρα και επέστρεψε ξανά στην επιφάνεια της γης. Όμως, η σχετιζόμενη με την παρουσία σκόνης υπόθεση δεν αποδείχθηκε πλήρως εσφαλμένη. Περαιτέρω υπολογισμοί επιβεβαίωσαν ότι η συγκέντρωση αυτής της σκόνης διαδραματίζει ρόλο στις αλλαγές στο κλίμα και τη θερμοκρασία που παρατηρούνται ύστερα από εκρήξεις, αλλά με διαφορετικό τρόπο. Πιο συγκεκριμένα φάνηκε ότι η σκόνη, μαζί με άλλα αέρια που εκλύονται από την

έκρηξη όπως το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα κατάλοιπα όπως στάχτη, όταν βρίσκονται στην ατμόσφαιρα αλληλοεπιδρούν με τους υδρατμούς που υπάρχουν εκεί και έτσι καταλήγει να δημιουργείται ένα στρώμα θολούρας που είναι οπτικά πυκνό. Αυτό το στρώμα μάλιστα μπορεί να παραμείνει για πολλά χρόνια επηρεάζοντας την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη γη. (Στάθης, 2016).



## 2.4. Κλιματική αλλαγή : Ιστορική Αναδρομή

Η θερμοκρασία της γης εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ισορροπίας ανάμεσα στην εισερχόμενη και την εξερχόμενη ενέργεια από το σύστημα του πλανήτη. Εντοπίζονται κάποιοι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά αυτή την ισορροπία. Αυτοί είναι οι αλλαγές στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο επηρεάζει τη θερμότητα που διατηρείται στην ατμόσφαιρα, οι αλλαγές στη συγκέντρωση αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα, οι μεταβολές στην ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη γη και οι αλλαγές στην ανακλαστικότητα της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας της γης. Η κλιματική αλλαγή συνιστά μια φυσική διεργασία της γης και όπως είναι λογικό, από την απαρχή της το κλίμα δεν μένει σταθερό αλλά ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες μεταβάλλεται. Ωστόσο, οι οποιασδήποτε μεταβολές θα μπορούσαν να κινούνται στα όρια του φυσιολογικού, έχουν ξεπεραστεί λόγω των ανθρώπινων δράσεων ειδικά μετά τη βιομηχανική επανάσταση. Η αύξηση της θερμοκρασίας που χαρακτηρίζεται πλέον σαν υπερθέρμανση του πλανήτη δεν μπορεί να οφείλεται σε φυσικά φαινόμενα παρά να είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων πιέσεων. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει όλο τον πλανήτη, αν και οι συνέπειές της τείνουν να διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορούν να εντοπιστούν τόσο στα ανθρώπινα όσο και στα περιβαλλοντικά συστήματα. Οι συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον αφορούν αλλαγές σε φαινόμενα όπως είναι οι ξηρασίες, οι πλημμύρες και άλλα. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει πολλούς τομείς της ζωής των ανθρώπων όπως είναι το βιοτικό επίπεδο, η οικονομία, η κατάσταση στην κοινωνία, τον πολιτισμό, η υγεία αλλά και οι υπηρεσίες και οι υποδομές. Προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν και στο περιβάλλον με φαινόμενα όπως πλημμύρες, ξηρασία κλπ. αλλά και στα ανθρώπινα οικοσυστήματα επιδρώντας στην ποιότητα ζωής, την υγεία, την οικονομία, τον πολιτισμό. Ειδικά για τους πληθυσμούς των πόλεων οι επιπτώσεις είναι πιθανό να αφορούν την παροχή νερού και ενέργειας, τις τοπικές οικονομίες, τις συνθήκες ζωής οδηγώντας μάλιστα ακόμη και σε μεγάλων διαστάσεων μεταναστεύσεις (Roaf et al., 2009). Η παγκόσμια θερμοκρασία μέχρι το τέλος του αιώνα προβλέπεται ότι θα αυξηθεί κατά 1,7ο C με 7ο C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, ανάλογα με το ρυθμό περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο

στην περίπτωση που δεν ληφθούν τα αναγκαία μέτρα περιορισμού αναμένεται μεγαλύτερη αύξηση που ενδέχεται να ξεπεράσει κάθε πρόβλεψη των επιστημόνων. Ενώ ήδη μεγάλες αυξήσεις παρατηρούνται ιδιαίτερα στα ανώτερα γεωγραφικά πλάτη του Βορείου Ημισφαιρίου και στις χερσαίες περιοχές έναντι των θαλασσίων. Η μέση θερμοκρασία έχει ήδη αυξηθεί σε παγκόσμια κλίμακα κατά 0,8 βαθμούς Κελσίου. Υπάρχει ένα όριο 2oC που αν ξεπεραστεί μπορεί να οδηγήσει σε κλιματικές αλλαγές που δεν θα μπορούν να αντιμετωπιστούν και να ανατραπούν (Change, 2007).

Η IPCC παρουσιάζει κάποιες μεταβολές ως άμεσες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Αρχικά, η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει από το μέσο όρο των 1,8 mm/yr με καταγραφές από το 1961, σε μέσο όρο 3,1 mm/yr από το 1993, λόγω της διαστολής των ωκεανών, σαν αποτέλεσμα της θέρμανσής τους, του λιώσιμου των πάγων σε χερσαία εδάφη, που οδηγεί στη μεταφορά στους ωκεανούς νερά που ήταν αλλού αποθηκευμένα προηγουμένως, της εισόδου υδάτων που αντλούνται από υπόγειους υδροφορείς στους ωκεανούς. Οι συνέπειες αυτού του φαινομένου μπορεί να είναι πολύ σοβαρές ειδικά για τις παράκτιες περιοχές, που είναι μέρη από τα πιο πυκνοκατοικημένα και οικονομικά εξελιγμένα και με μεγάλης αξίας οικοσυστήματα. Η άνοδος συνδέεται και με άλλα προβλήματα, τη μειωμένη χιονοκάλυψη και τον περιορισμό των χερσαίων παγετών σε περιοχές και των δύο ημισφαιρίων καθώς και τη συρρικνωμένη έκταση του θαλάσσιου αρκτικού πάγου κατά 2,7% ανά δεκαετία το χειμώνα και κατά 7,4% ανά δεκαετία το καλοκαίρι. Αυτή η συνθήκη εκτός από το σημαντικό ζήτημα της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, δημιουργεί και άλλα θέματα όπως είναι τα περιορισμένα αποθέματα σε φρέσκο νερό, η μείωση της συνοχής του εδάφους και των λιμνών από παγετώνες καθώς και τα εμπόδια για τη σωστή και πλήρη ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας. Προβληματισμοί υπάρχουν και για τις διαφορετικές κατανομές των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, αναφορικά με την ποσότητα και τη συχνότητά τους, με αύξηση στις ανατολικές περιοχές της Βόρειας και της Νότιας Αμερικής, στη Βόρεια Ευρώπη και τη Βόρεια και Κεντρική Ασία, και μείωση στην υποσαχάρια Αφρική, στην περιοχή της Μεσογείου, στη Νότιο Αφρική και τη Νότιο Ασία. Τέλος, δεν μπορεί να

παραλειφθεί το φαινόμενο της αύξησης των ετήσιων ζεστών ημερών και νυχτών και μείωση των ψυχρών.

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής έγινε αντικείμενο πολλών μελετών προκειμένου να αποδειχθεί στην επιστημονική κοινότητα ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να επηρεάσουν και να αλλάξουν το κλίμα σε ολόκληρο τον πλανήτη. Ήδη από την αρχαιότητα, στην αρχαία Ελλάδα πολλοί επιστήμονες είχαν αναφέρει ότι οι άνθρωποι κόβοντας δέντρα και οργώνοντας χωράφια, δηλαδή παρεμβαίνοντας στο φυσικό περιβάλλον, μπορούσαν να προκαλέσουν αλλαγές στη θερμοκρασία και τις βροχές. Από το 1800 τα πειράματα που είχαν πραγματοποιηθεί έδειξαν ότι το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που παράγεται από τις ανθρώπινες ενέργειες θα μπορούσαν να συσσωρευτεί στην ατμόσφαιρα και να μονώσει τη Γη, ενώ οι μετρήσεις του CO<sub>2</sub> στα τέλη της δεκαετίας του 1950, προσέφεραν μερικά από τα πρώτα δεδομένα για τη επιβεβαίωση της θεωρίας της υπερθέρμανσης του πλανήτη και για την επισήμανση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων της. Ωστόσο, η ιδέα ότι οι άνθρωποι θα μπορούσαν με κάποιο τρόπο να αλλάξουν το κλίμα σε παγκόσμια κλίμακα δεν γινόταν πιστευτή για πολλούς αιώνες. Για πολλά χρόνια ήταν ευρέως διαδεδομένη και τύγχανε μεγάλης αποδοχής η θεωρία που υποστήριζε ότι η βροχή ακολουθεί το άροτρο. Πιο συγκεκριμένα, ανέφερε ότι η εφαρμογή γεωργικών πρακτικών στο έδαφος όπως είναι η άροση θα είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της βροχής. Σε όποιο βαθμό και αν ίσχυαν όντως τέτοιες αλλαγές στο κλίμα ήταν περιορισμένες καθώς αφορούσαν μόνο τις κλιματικές συνθήκες σε συγκεκριμένες περιοχές και δεν ξεπερνούσαν τον τοπικό χαρακτήρα. Αυτή η θεωρία αποδομήθηκε και αποδείχθηκε ότι δεν είχε κάποια πραγματική υπόσταση στη διάρκεια της δεκαετίας του 1930 όταν ξέσπασε μια μεγάλη ξηρασία (Carey, 2012).

Τη δεκαετία του 1820, ο Γάλλος μαθηματικός και φυσικός Joseph Fourier υποστήριξε ότι η ενέργεια η οποία φτάνει στον πλανήτη με τη μορφή του ηλιακού φωτός πρέπει να εξισορροπείται από την ενέργεια που επιστρέφει στο διάστημα, αφού οι διάφορες θερμαινόμενες επιφάνειες εκπέμπουν ακτινοβολία αλλά ένα τμήμα αυτής της ενέργειας πρέπει να παραμένει για να διατηρεί τη θερμοκρασία στον πλανήτη. Επίσης, υποστήριξε ότι η ατμόσφαιρα σαν ένα γυάλινο θερμοκήπιο, με την ενέργεια να εισέρχεται αλλά να παραμένει στο

εσωτερικό της κατασκευής αυξάνοντας τη θερμοκρασία. Το παράδειγμα του θερμοκηπίου δεν περιγράφει με ακρίβεια τι συμβαίνει στην πράξη καθώς φαίνεται ότι η εξερχόμενη υπέρυθη ακτινοβολία απορροφάτε από την ατμόσφαιρα της Γης παρά παγιδεύεται.

Ωστόσο, το παράδειγμα του φαινομένου του θερμοκηπίου χρησιμοποιήθηκε και περίπου 40 χρόνια αργότερα, με τις έρευνες του Ιρλανδού επιστήμονα John Tyndall για τα είδη των αερίων που επηρέαζαν την απορρόφηση του ηλιακού φωτός. Οι εργαστηριακές δοκιμές του Tyndall στη δεκαετία του 1860 κατέδειξαν ότι το αέριο άνθρακα (το οποίο περιέχει CO<sub>2</sub>, μεθάνιο και πτητικούς υδρογονάνθρακες) ήταν πολύ αποτελεσματικό στην απορρόφηση ενέργειας καθώς μπορούσε να απορροφήσει πολλαπλά μήκη κύματος ηλιακού φωτός. Μέχρι το 1895, ο Σουηδός χημικός Svante Arrhenius άρχισε να ενδιαφέρεται για το πώς η μείωση των επιπέδων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα θα μπορούσε να δροσίσει τη Γη. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του, προέκυψε ότι εάν τα επίπεδα του CO<sub>2</sub> μειώνονταν στο μισό θα οδηγούσαν σε μείωση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά περίπου 5 βαθμούς Κελσίου. Αυτό το συμπέρασμα του έδωσε κίνητρο για περαιτέρω διερεύνηση του φαινομένου προκειμένου να καταλήξει σε επιπλέον και πιο ολοκληρωμένες διαπιστώσεις. Απέδειξε ότι ίσχυε και το αντίστροφο, δηλαδή ότι ο διπλασιασμός των επιπέδων CO<sub>2</sub> θα προκαλούσε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 5 βαθμούς C. Αυτή του η διαπίστωση επιβεβαιώθηκε αργότερα και φάνηκε ότι ήταν αρκετά ακριβής από υπολογισμούς άλλων επιστημόνων και από το μοντέλο που έχει αναπτυχθεί για τη μελέτη και εκτίμηση της πορείας της κλιματικής αλλαγής (Behringer, 2010).

Ο Βρετανός μηχανικός Guy Stewart Callendar σημείωσε ότι περιοχές όπως οι ΗΠΑ και ο Βόρειος Ατλαντικός είχαν θερμανθεί σημαντικά μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση. Οι υπολογισμοί του έδειξαν ότι ο διπλασιασμός του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα της Γης θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση της θερμοκρασίας κατά δύο βαθμούς Κελσίου. Επίσης, υποστήριξε ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είχε ήδη ξεκινήσει, γεγονός που έπαιξε ρόλο στη συγκέντρωση πόρων για την εφαρμογή σχεδίων που στόχευαν στην προσεκτική παρακολούθηση των επιπέδων του CO<sub>2</sub> και των κλιματικών συνθηκών. Αυτά τα σχέδια περιλάμβαναν ερευνητικά έργα, με το

πιο γνωστό να είναι ένας σταθμός παρακολούθησης που ιδρύθηκε το 1958 από το Ίδρυμα Ωκεανογραφίας Scripps στην κορυφή του παρατηρητηρίου Mauna Loa της Χαβάης. Τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν διαμέσου του παρατηρητηρίου αποκάλυψαν αυτό που θα γινόταν γνωστό ως η ανοδική “Καμπύλη του Keeling”, η οποία κατέδειξε μια σταθερή άνοδο των επιπέδων CO<sub>2</sub>. Ο γεωχημικός Charles Keeling επηρέασε σημαντικά το σχεδιασμό μιας μεθόδου για την καταγραφή των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα και συνέβαλε με το έργο του στη συνέχιση της χρηματοδότησης του παρατηρητηρίου (Bodansky, 2001).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, οι προβληματισμοί για τις κλιματικές συνθήκες διέφεραν συγκριτικά με τις προηγούμενες περιόδους δεδομένου ότι αφορούσαν το φαινόμενο της παγκόσμιας ψύξης. Κάποιοι επιστήμονες, αφορμώμενοι από τις ανησυχίες των πολιτών για τους ρύπους που οι ίδιοι προκαλούσαν και διοχέτευαν στην ατμόσφαιρα, άρχισαν να μελετούν περισσότερο το φαινόμενο και θεώρησαν ότι οι ρύποι που εκπέμπονταν θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για να εμποδίσουν το ηλιακό φως και άρα να δροσίσουν τη Γη. Η Γη όντως ψύχθηκε κάπως μεταξύ 1940-1970, εξαιτίας όμως μιας μεταπολεμικής έκρηξης σε ρύπους αεροζόλ που αντανάκλούσαν το φως του ήλιου μακριά από τον πλανήτη. Αφορμώμενοι από αυτό το γεγονός κάποιοι επιστήμονες θεωρούσαν ότι όπως η αιθαλομίχλη θα μπορούσε να αιωρείται στον αέρα για εβδομάδες, το CO<sub>2</sub> θα μπορούσε να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για αιώνες, κάτι όμως που τελικά δεν ίσχυσε και οι διατυπώσεις τις οποίες έκαναν πολλοί από αυτούς για ψύξη του πλανήτη κατέρρευσαν (Carey, 2012).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 άρχισε η ραγδαία αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, με το καλοκαίρι του 1988 να είναι το πιο ζεστό μέχρι τότε. Αυτή η κατάσταση οδήγησε σε σημαντικές αλλαγές και προβλήματα στο περιβάλλον, όπως οι μεγάλες περίοδοι ξηρασίας και οι πυρκαγιές στις ΗΠΑ. Οι επιστήμονες τόνιζαν όλο και περισσότερο τη σοβαρότητα της κατάστασης και ο κόσμος άρχισε σιγά σιγά να ευαισθητοποιείται και να δείχνει μεγαλύτερη αντίληψη. Ο επιστήμονας της NASA, Τζέιμς Χάνσεν τον Ιούνιο του 1988, υποστήριξε ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη βρισκόταν μπροστά μας και το 1989 ιδρύθηκε η Διακυβερνητική Επιτροπή περί Κλιματικής Αλλαγής (IPCC) υπό την αιγίδα των

Ηνωμένων Εθνών για να παρέχει μια ολοκληρωμένη επιστημονική άποψη σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τις πολιτικές και οικονομικές επιπτώσεις της. Το διάστημα αυτό οι ερευνητές αναζητούσαν τις άμεσες συνέπειες του διαρκώς αυξανόμενου θερμαινόμενου κλίματος και κατέδειξαν ως πιθανές τον καύσωνα, τις ξηρασίες, την αύξηση της στάθμης της θάλασσας μεταξύ 28 και 98 εκατοστών μέχρι το 2100, που θα μπορούσε να προκαλέσει πλημμύρες και ακόμη και να αφανίσει τις παράκτιες περιοχές κάτω από τη θάλασσα και λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας στη θαλάσσια επιφάνεια, τους τυφώνες. Η συνειδητοποίηση της σοβαρότητας των προβλημάτων και των άμεσων συνεπειών τους, οδήγησε τους ηγέτες στην αναζήτηση λύσεων που θα εξασφάλιζαν τη μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου. Το 1977 εγκρίθηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο, που αποτελούσε την πρώτη παγκόσμια συμφωνία για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (Bodasky, 2001).

Το πρωτόκολλο, το οποίο υπογράφηκε από τον Πρόεδρο της Αμερικής Μπιλ Κλίντον, προέβλεπε τη μείωση των εκπομπών έξι αερίων του θερμοκηπίου σε 41 χώρες συν την Ευρωπαϊκή Ένωση στο 5,2 τοις εκατό κάτω από τα επίπεδα του 1990, κατά την περίοδο 2008-2012. Ωστόσο τον Μάρτιο του 2001, ο Πρόεδρος Τζορτζ Μπους θεωρώντας το πρωτόκολλο ελλαττωματικό και αναφέροντας προβληματισμούς για τις πιθανές επιπτώσεις στην οικονομία της χώρας, αποφάσισε ότι οι ΗΠΑ δεν θα ανήκουν στις χώρες που θα εφαρμόσουν το πρωτόκολλο. Την ίδια χρονιά, η IPCC εξέδωσε την τρίτη έκθεσή της για την κλιματική αλλαγή, υποστηρίζοντας ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πλέον ένα πολύ πιθανό σενάριο που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιπτώσεις στο μέλλον. Το 2006, ο πρώην Αντιπρόεδρος Αλ Γκορ παρουσίασε τους κινδύνους της υπερθέρμανσης του πλανήτη με την ταινία *An Inconvenient Truth*". Υπήρχαν όμως και αρκετοί επιφυλακτικοί και σκεπτικιστές για όσα παρουσιάζονταν, μεταξύ των οποίων ήταν και ο μελλοντικός πρόεδρος των ΗΠΑ Ντόναλντ Τραμπ.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες, με Πρόεδρο τον Μπαράκ Ομπάμα, θα υπέγραφαν τη Συμφωνία του Παρισιού για το Κλίμα, το 2015, η οποία περιλάμβανε τη δέσμευση 197 χωρών για τη δημιουργία στόχων μείωσης των δικών τους εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ωστόσο αυτό εμποδίστηκε από την εκλογή του Τραμπ ως προέδρου, ο οποίος βασίστηκε πολύ στους υποτιθέμενους

περιορισμούς που έθετε η συμφωνία και οι ΗΠΑ αναγκάστηκαν να αποχωρήσουν από τη συμφωνία.

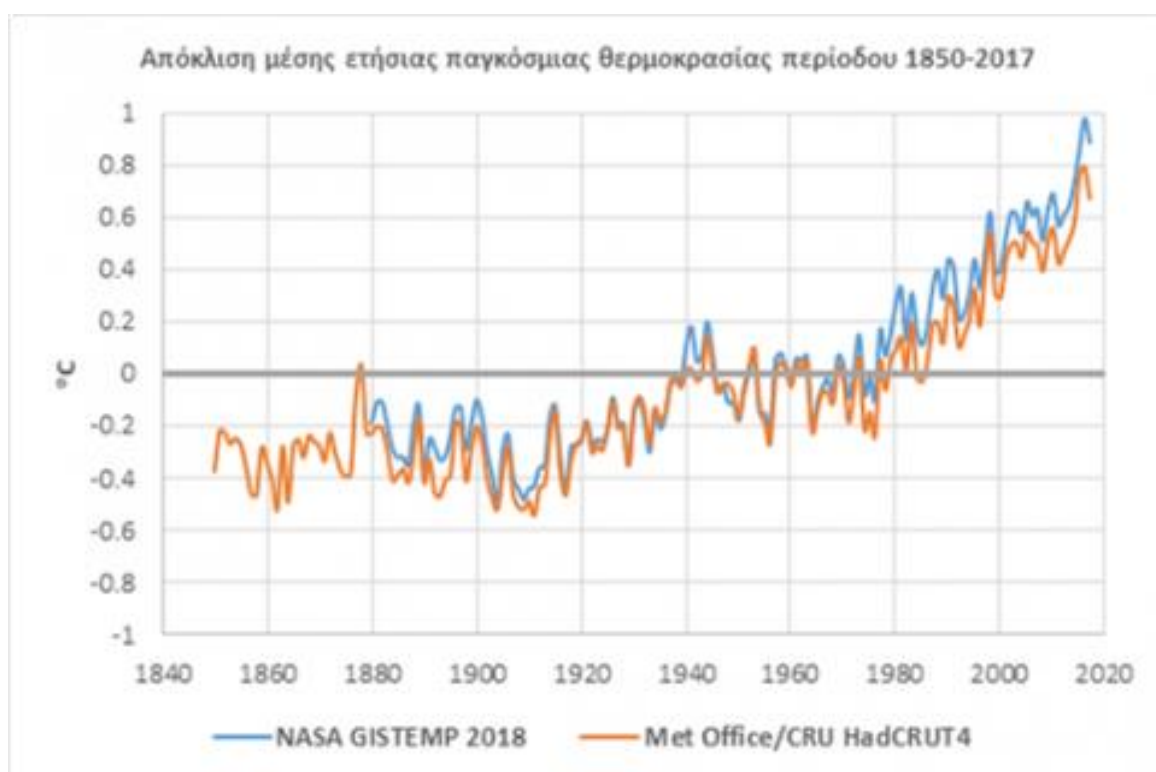
Την ίδια χρονιά, ανεξάρτητες αναλύσεις της NASA και της Εθνικής Υπηρεσίας Ωκεανών και Ατμόσφαιρας (NOAA) διαπίστωσαν ότι οι θερμοκρασίες της επιφάνειας της Γης το 2016 ήταν οι πιο θερμές από τότε που ξεκίνησε η σύγχρονη τήρηση αρχείων το 1880. Τον Οκτώβριο του 2018, η έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή τόνισε την ανάγκη για άμεσα και συνολικού χαρακτήρα μέτρα με σκοπό τον περιορισμό της υπερθέρμανσης στους 1,5 βαθμούς Κελσίου και την πρόληψη των πιθανών σοβαρότερων συνεπειών που θα μπορούσαν να είναι ακόμη και μη αναστρέψιμες.

Η Σουηδή έφηβη και ακτιβίστρια για το κλίμα Γκρέτα Τούνμπεργκ έκανε την αρχή. Με διαμαρτυρίες της τον Αύγουστο του 2018 έξω από το Κοινοβούλιο της Σουηδίας και ενθάρρυνε τις διαδηλώσεις και τις απεργίες για την κλιματική αλλαγή στις οποίες συμμετείχαν και χιλιάδες φοιτητές σε πολλές χώρες. Μέχρι τον Μάρτιο του 2019, η Τούνμπεργκ ήταν υποψήφια για το Νόμπελ Ειρήνης, ενώ τον Αύγουστο του ίδιου έτους συμμετείχε στη Σύνοδο Κορυφής των Ηνωμένων Εθνών για το κλίμα στη Ν. Υόρκη φτάνοντας με βάρκα. Στη Σύνοδο ορίστηκε το έτος 2050 σαν προθεσμία για την επίτευξη μηδενικών εκπομπών. Ακόμη, ο αριθμός 1,5 θεωρήθηκε το όριο ασφαλείας για την υπερθέρμανση του πλανήτη μέχρι το τέλος του αιώνα, σε οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο (Zalasiewicz & Willias, 2021).

Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Διάσκεψη για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), ο γενικός ορισμός της κλιματικής αλλαγής είναι η κατάσταση του κλίματος που μπορεί να προσδιοριστεί μέσω στατιστικών δοκιμών για τη μεταβλητότητα των βροχοπτώσεων και του ανέμου. Αυτές θα είναι μακροπρόθεσμες και μπορεί να οφείλονται σε φυσικές διεργασίες ή εξωτερικές επιρροές, όπως ηλιακή δραστηριότητα, αλλαγές στην τροχιά της γης, ηφαιστειακή δραστηριότητα ή αλλαγές στη σύνθεση ή τη χρήση αλλά και σε ανθρώπινη παρέμβαση.

Η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), ορίζει αυτό το φαινόμενο των κλιματικών μεταβολών αποδίδοντας την ανάπτυξη και την ενίσχυσή του στις ανθρώπινες δράσεις και ενέργειες.

Επομένως, υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ της κλιματικής αλλαγής που προκαλείται από αλλαγές στην ατμοσφαιρική σύνθεση που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες και της κλιματικής μεταβλητότητας που προκαλείται από φυσικά αίτια. Ο πιο προφανής δείκτης της κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της θερμοκρασίας της γης. Σύμφωνα με μετρήσεις θερμοκρασίας που πραγματοποιήθηκαν από επιστήμονες από το Ινστιτούτο Διαστημικών Μελετών Goddard της NASA (GISS), από το 1880, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία της γης έχει αυξηθεί κατά 0,85°C. Τα δύο τρίτα της αύξησης το 1975 και μετά, με ρυθμό περίπου 0,15-0,20 °C ανά δεκαετία (Βαγγελάτος, Βαρδούλια, Ψωμά–Διακουμάκου, Στατήρη, & Γιαλλούση, 2021; Bodansky, 2010).



Εικόνα 6 Απόκλιση παγκόσμιας Θερμοκρασίας

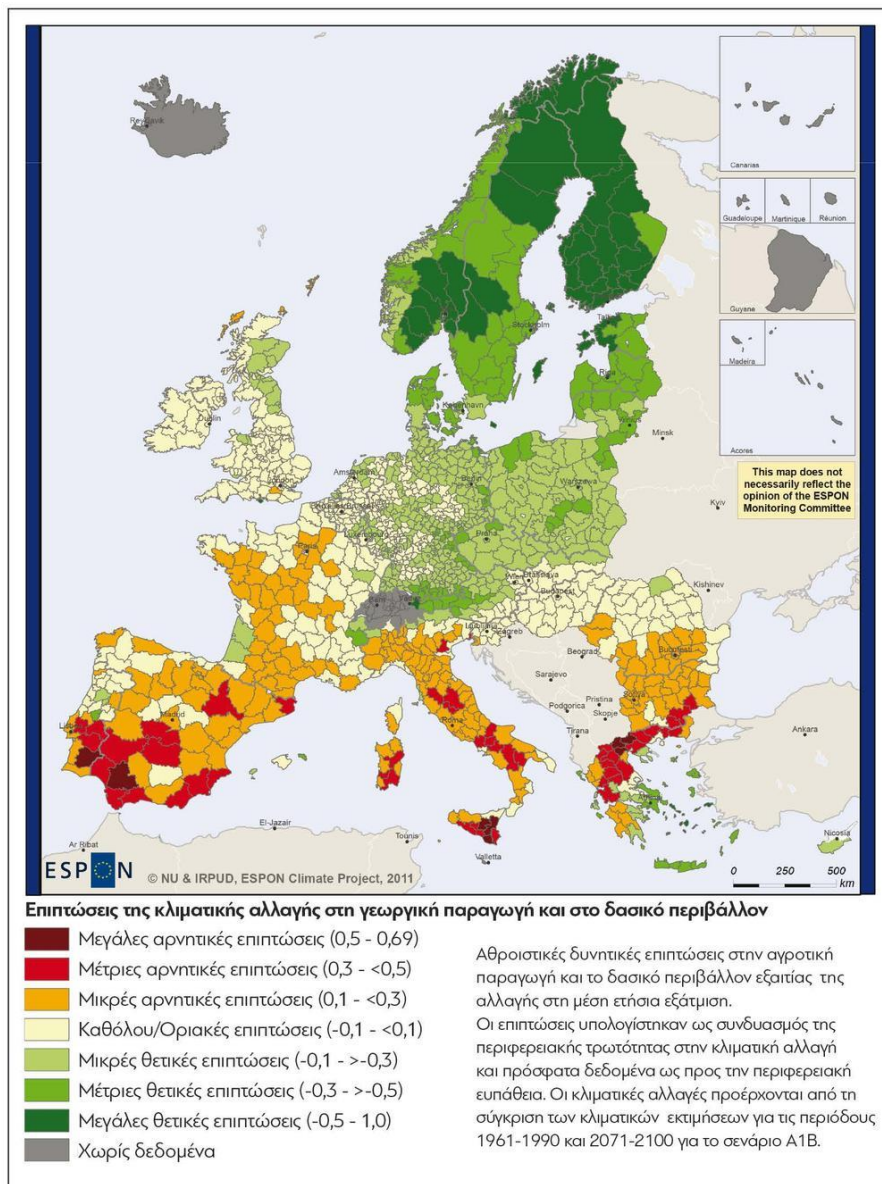
Πηγή: Μ.Ε.Κ Ε.Μ.Π



## 2.5. Η Κλιματική Αλλαγή στην Ελλάδα

Η κλιματική αλλαγή δεν αναφέρεται μόνο στη εκδήλωση ακραίων φαινομένων. Αυτό σχετίζεται με το γεγονός ότι παρόλο που δεν συναντάμε τέτοιων διαστάσεων φαινόμενα στην Ελλάδα, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ξεκάθαρα εμφανείς και στη χώρα μας. Σε πολλές πόλεις, λόγω των καιρικών και κλιματικών αλλαγών είτε με πολύ κρύο είτε με κυρίως πολλή ζέστη, η ζωή έχει καταστεί σχεδόν μη βιώσιμη για πολλούς από τους κατοίκους που αντιμετωπίζουν προβλήματα. Δεν είναι λίγες μάλιστα οι φορές που έχουν υπάρξει κίνδυνοι για πλημμύρες αλλά και για πυρκαγιές στα δάση αλλά και έχουν παρατηρηθεί πολλά επεισόδια τέτοιων φαινομένων. Κίνδυνος πυρκαγιών μπορεί να αφορά και αγροτικές περιοχές, ειδικά στα καλλιεργήσιμα μέρη, τις μέρες με υπερβολικά πολλή ζέστη, που φτάνει συνθήκες καύσωνα. Εκτός από την αύξηση της ζέστης και του ψύχους ενδέχεται να σημειωθούν και μειώσεις στις βροχοπτώσεις σε πολλές περιοχές.

Σημαντικές είναι οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και στην οικονομική κατάσταση της χώρας και ειδικά στον τομέα του τουρισμού, έναν από τους βασικούς πυλώνες που στηρίζουν την όποια οικονομική ανάπτυξη μπορεί να παρατηρηθεί. Αυτό συμβαίνει καθώς οι ακραίες κλιματικές μεταβολές επιδρούν και στις συνθήκες διαβίωσης στα τουριστικά μέρη, φτάνοντας στο σημείο η πολλή ζέστη ή το πολύ ψυχρό κλίμα να καθιστά κάποιες περιοχές λιγότερο ελκυστικές σε τουρίστες και άρα να μειώνεται ο βαθμός προτίμησής τους. (Σκαρλάτου, 2017).



Εικόνα 7: Χωρική αποτύπωση της τρωτότητας στην κλιματική αλλαγή

Πηγή: ESPON CLIMATE (2013)

## 2.6. Ευαισθητοποίηση των κοινωνιών για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής

Μπορεί η κλιματική αλλαγή να μην θεωρείται το πιο φλέγον περιβαλλοντικής φύσεως ζήτημα προς αντιμετώπιση, δεν παύει όμως να είναι ένα παγκοσμίων διαστάσεων φαινόμενο που επηρεάζει τις ζωές και χρήζει διακυβερνητικής συνεργασίας για την αντιμετώπισή του. Είναι λογικό ότι αφού σαν φαινόμενο απορρέει σε μεγάλο βαθμό από τον αντίκτυπο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, μεγάλο μέρος των προτεινόμενων παρεμβάσεων επικεντρώνεται στην υιοθέτηση νέων καταναλωτικών συνηθειών και νέου τρόπου ζωής εν γένει. Ο μετριασμός, δηλαδή η μείωση των συγκεντρώσεων του αερίου του θερμοκηπίου, και η προσαρμογή, η αλλαγή δηλαδή του τρόπου ζωής, κρίνονται ως οι δύο πιο αποτελεσματικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Παρά τις διαφορές τους, σαν τακτικές αλληλοσυμπληρώνονται (Ayers & Dodman, 2010).

Αρχικά, ο μετριασμός συνεπάγεται τη μείωση των ποσοτήτων του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του άνθρακα, των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται σε τομείς όπως οι μεταφορές, η θέρμανση και η ψύξη, η γεωργία και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η αντικατάσταση των καυσίμων έντασης άνθρακα με εναλλακτικές πηγές ενέργειας μπορεί να εξασφαλίσει την «απανθρακοποίηση» της τρέχουσας ενεργειακής υποδομής. Αυτό συνεπάγεται και αλλαγές στην παγκόσμια οικονομία καθώς στηρίζει τη λειτουργία της σε πηγές ενέργειας με βάση τον άνθρακα.. Η αποτελεσματική εφαρμογή του μετριασμού προϋποθέτει τη βασική κατανόηση ότι οι άνθρωποι με τις δραστηριότητες και τον τρόπο ζωής τους καταναλώνουν διαρκώς ενέργεια επηρεάζοντας επομένως το κλίμα. Αυτή η παραδοχή θα βοηθήσει στο σχεδιασμό και τη λήψη των κατάλληλων δράσεων με στόχο τον περιορισμό αυτού του ενεργειακού αντίκτυπου. Υπάρχουν ήδη πηγές που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με κόστος συγκρίσιμο με τον άνθρακα και το φυσικό αέριο και γίνονται πολλές έρευνες αναφορικά με τους τρόπους που μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση της διαθεσιμότητας και της αποδοτικότητάς τους. Τέτοια παραδείγματα είναι τα φωτοβολταικά, οι ανεμογεννήτριες που βοηθούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και χρησιμοποιούνται από σπίτια ακόμη και σχολεία. Ακόμη και οι απλές αλλαγές στην καθημερινότητα των ανθρώπων

που μπορεί να αφορούν τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, την αλλαγή στον τρόπο μετακίνησης μπορεί να κάνουν μεγάλη διαφορά στην πρόληψη απέναντι στην επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής.

Λόγω των έντονων αλλαγών που προκαλεί ήδη η κλιματική αλλαγή και αναμένεται να αυξηθούν με την πάροδο του χρόνου, είναι εμφανές ότι η τακτική του μετριασμού δεν θα δώσει από μόνη της τη λύση, αλλά η στρατηγική της προσαρμογής μπορεί να αποβεί ωφέλιμη. Οι στρατηγικές προσαρμογής που εφαρμόζονται ήδη από διάφορες κοινότητες, περιλαμβάνουν το χτίσιμο θαλάσσιων τειχών και την απομάκρυνση από ακτές για την αποφυγή της αύξησης της στάθμης του νερού, νέα δημόσια έργα (υπονόμους, γέφυρες, υδραγωγεία) για την καλύτερη αντιμετώπιση των αλλαγών στις βροχοπτώσεις, μέτρα για την προστασία των απειλούμενων ειδών και της άγριας ζωής και ειδικά κτίρια για την προαγωγή της εξοικονόμησης ενέργειας. Σημαντική είναι επίσης και η κατάλληλη εκπαίδευση των επαγγελματιών δημόσιας υγείας προκειμένου να μπορούν να αναγνωρίζουν και να ανταποκρίνονται επαρκώς στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων στην υγεία και των ασθενειών που μπορεί να επιφέρει η κλιματική αλλαγή (O'Brien, 2012).

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει κάθε τμήμα της κοινωνίας. Στην αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου μέσα από τις στρατηγικές του μετριασμού και της προσαρμογής χρειάζεται να εμπλέκονται όλοι, οικογένειες, μαθητές, εκπαιδευτικοί, φορείς διαφόρων επιπέδων και βαθμίδων. Οι ενέργειες και οι αποφάσεις τις οποίες παίρνουμε στην καθημερινότητά μας μπορούν να δημιουργήσουν ευκαιρίες ή ακόμα και να περιορίσουν τις επιλογές για την επόμενη γενιά. Ιδανικά, με τη μείωση των επιπτώσεων και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, η παρούσα γενιά θα βελτιώσει τη δική της κατάσταση, με οφέλη όπως υψηλότερη ποιότητα ζωής και δημόσια υγεία, βοηθώντας παράλληλα τις μελλοντικές γενιές διαμέσου της πρόβλεψης και του σχεδιασμού της (Τζαμπερή, 2010).

## **2.7. Ο ρόλος του ακαδημαϊκού κόσμου στην πρόβλεψη και αφύπνιση των πολιτών για την κλιματική αλλαγή.**

Σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής διαδραματίζουν και τα πανεπιστήμια ανά τον κόσμο καθώς μπορούν να προβούν σε κάποιες βασικές αλλαγές και να περιορίσουν το ανθρακικό αποτύπωμα που παράγουν. Αρκετά ιδρύματα έχουν ήδη ακολουθήσει το δρόμο της βιωσιμότητας, προχωρώντας σε αλλαγές στη λειτουργία τους, αξιοποιώντας τα οφέλη της πράσινης ενέργειας αλλά κυρίως προσπαθώντας να εμψυχήσουν στα μέλη και τους μαθητές διαφορετικές συνήθειες που θα συντελέσουν σε έναν πιο βιώσιμο τρόπο ζωής. Αυτές οι αλλαγές είναι μόνο ένας από τους τρόπους που τα πανεπιστήμια μπορούν να συμβάλλουν στον αγώνα κατά των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής

Τα πανεπιστήμια έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν τη γνώση και την τεχνολογία που έχουν στη διάθεσή τους προκειμένου να συμβάλλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Αυτό σχετίζεται και με τις αλλαγές και τις νέες δυνατότητες και προοπτικές που δύναται να επιφέρει η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση. Υπάρχουν συζητήσεις και ένα γενικότερο ενδιαφέρον γύρω από τα mega-δεδομένα και τους τρόπους που μπορούν να αξιοποιηθούν προκειμένου να συντελέσουν στην ανίχνευση και τον προσδιορισμό των επιζήμιων εκπομπών αερίου. Επίσης, μπορούν να εκτιμήσουν το δικό τους περιβαλλοντικό αποτύπωμα και να προβούν στις απαραίτητες δράσεις για την επίτευξη μιας πιο βιώσιμης λειτουργίας. Είναι σημαντικό τα πανεπιστήμια να προετοιμάσουν κατάλληλα τους μελλοντικούς τους αποφοίτους δίνοντάς τους τα απαραίτητα εφόδια, τις γνώσεις και τις δεξιότητες που θα τους χρειαστούν στην προσπάθεια αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

Αν μάλιστα αυτές οι γνώσεις χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια συνεργασίας των πανεπιστημίων με εταιρείες και οργανισμούς, θα μπορέσουν να γίνουν πολλά βήματα στη διαμόρφωση προτάσεων για βιώσιμη λειτουργία. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του πανεπιστημίου του Cambridge συνεργάζεται με την BHP, έναν από τους κορυφαίους προμηθευτές ορυκτών, λιπαντικών και αερίου σε ολόκληρο τον κόσμο, βοηθώντας τους στην εύρεση τρόπων για άντληση CO<sub>2</sub> από το έδαφος που θα είναι συμβατός με τους στόχους επίτευξης

μηδενικών εκπομπών άνθρακα στο μέλλον. Συμπερασματικά, η σύνδεση με τις τοπικές κοινότητες και τους οργανισμούς αποτελεί έναν αξιόλογο τρόπο με τον οποίο τα πανεπιστήμια μπορούν να συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος (Shafiei & Maleksaeidi, 2020).

Η κλιματική αλλαγή αντιμετωπίζεται παγκοσμίως με βάση τη Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), με στόχο την επίτευξη ενός σταθερού επιπέδου ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου που θα αποτρέψει την ανθρώπινη παρέμβαση στο κλιματικό σύστημα. Αυτός ο στόχος πρέπει να επιτευχθεί σε ένα κατάλληλο χρονικό πλαίσιο προκειμένου να μπορέσουν τα οικοσυστήματα να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και να διασφαλιστεί μια βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη. Σύμφωνα με την πέμπτη έκθεση αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) φαίνεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας από τα μέσα του 20ού αιώνα οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες που συντελούν στην αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου, ενώ τονίζεται η ανάγκη μείωσης των εκπομπών και η προσαρμογή στις νέες συνθήκες που επέφερε η κλιματική αλλαγή (IPCC, 2007).

Στη διάσκεψη του Παρισιού για το κλίμα τον Δεκέμβριο του 2015, όλες οι συμμετέχουσες χώρες υιοθέτησαν την πρώτη παγκόσμια, νομικά δεσμευτική συμφωνία όσον αφορά στο κλίμα της Γης. Η συμφωνία τέθηκε σε ισχύ περίπου ένα χρόνο αργότερα μετά την επικύρωσή της από 100 εκ των 197 συνολικά μερών της Σύμβασης. Συγκεκριμένα, η Συμφωνία του Παρισιού στοχεύει να αποτελέσει μια γέφυρα μεταξύ των σημερινών πολιτικών και της κλιματικής ουδετερότητας πριν από το τέλος του αιώνα. Αυτή προβλέπει προσπάθεια διατήρησης αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας πολύ κάτω από τους 2 °C αλλά και συνέχιση της προσπάθειας για περιορισμό της αύξησης στους 1,5 °C, συγκριτικά με τα προβιομηχανικά επίπεδα, άμεσες μειώσεις των εκπομπών.

Πριν και κατά τη διάρκεια της διάσκεψης του Παρισιού του 2015, οι χώρες υπέβαλαν ολοκληρωμένα εθνικά σχέδια δράσης για το κλίμα, τα οποία ωστόσο φάνηκε ότι δεν μπορούσαν να φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα της διατήρησης του βαθμού υπερθέρμανσης κάτω από αύξηση της τάξης των 2 °C.

Η επίτευξη αυτού του στόχου όμως δεν είναι πανάκεια καθώς οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής σε όλο τον κόσμο θα συνεχίσουν να γίνονται αντιληπτές. Γι' αυτό και πέρα από το μετριασμό του φαινομένου έχει προωθηθεί σαν τακτική η προσαρμογή στις αλλαγές που επιφέρει, σύμφωνα με την UNFCCC (Rhodes, 2016)

## **Κεφάλαιο Τρίτο**

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι προοπτικές για το σχεδιασμό, τη χρηματοδότηση και την εφαρμογή της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή προσελκύουν έντονο ενδιαφέρον που αυξάνεται διαρκώς. Όμως, στο επίκεντρο της συζήτησης εντοπίζεται κυρίως ο δημόσιος τομέας και ο ρόλος που μπορεί να συντελέσει, ενώ ο ιδιωτικός τομέας γίνεται αντιληπτός μόνο σαν πηγή χρηματοδότησης και δεν λαμβάνεται υπόψη ο τρόπος που μπορεί να αντιμετωπίσει τους κινδύνους και τις δυνατότητες της κλιματικής αλλαγής.

### **3.1 Υποδομές Ιδιωτικού Τομέα**

Στην Ελλάδα, όπως και σε όλες τις χώρες παγκοσμίως, τα κτίρια καταναλώνουν το μεγαλύτερο μέρος της διαθέσιμης ενέργειας σε σχέση με άλλες δραστηριότητες. Τα κτίρια στην Ελλάδα είναι παλαιά και κατασκευασμένα πριν από το 1980 και ακολουθούν τον παλιό κτιριοδομικό κανονισμό, ο οποίος δεν περιλάμβανε παρεμβάσεις όπως η θερμική μόνωση αλλά και άλλες που θα μπορούσαν να εξασφαλίσουν εξοικονόμηση ενέργειας. Τη περίοδο 1980-2000 τα κτίρια διαθέτουν μόνο θερμική μόνωση αλλά όχι άλλα ενεργειακά χαρακτηριστικά. Από το 2010 και μέχρι σήμερα τα κτίρια κατασκευάζονται με βάση τους νέους κανονισμούς που περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά για καλύτερη ενεργητική αποδοτικότητα. Ωστόσο με την οικονομική κρίση στην Ελλάδα η οικοδομική δραστηριότητα μειώθηκε και τα νέα κτίρια που κατασκευάζονται είναι πολύ λίγα πλέον.

Μέχρι σήμερα δεν έχουν πραγματοποιηθεί αξιολογες μελέτες που να αναφέρουν τις συνθήκες στον οικοδομικό τομέα στην Ελλάδα και να παρουσιάζουν την κατάσταση των κτιρίων ως προς την ενεργειακή τους απόδοση και τα ποσοστά εκπομπών CO<sub>2</sub>. Επίσης, με αφορμή τον ισχυρό σεισμό του 1999 στην Αθήνα, η ελληνική κυβέρνηση ψήφισε νόμο που υποχρέωνε τις αρχές σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο να προχωρήσουν σε καταγραφές και διεξοδικές εκτιμήσεις των κτιρίων αξιολογώντας ένα μεγάλο εύρος χαρακτηριστικών τους, από την ασφάλεια έως τα ενεργειακά θέματα. Δεν



έχουν αξιολογηθεί ακόμη ικανοποιητικά τα δημόσια και ιδιωτικά κτίρια ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Για αυτό το λόγο οι υπολογισμοί γίνονται σε θεωρητικό επίπεδο με βάση τα στατιστικά στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Αρχής και του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Σύμφωνα με τα ευρήματα μελέτης στην Αθήνα, πάνω από το 80% των ιδιωτικών κτιρίων σε περιοχές της Αθήνας έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 με βάση τις παλιές οικοδομικές αρχές, πράγμα που σημαίνει ότι δεν έχουν υιοθετήσει ενεργειακά πρότυπα απόδοσης. Επιπλέον, μια έρευνα που μελέτησε την ποιότητα ζωής στην Αθήνα κατέδειξε ότι το 81% των νοικοκυριών έχουν περιορίσει κατά πολύ τα χρήματα που ξοδεύουν για θέρμανση, ψύξη και ηλεκτρική ενέργεια τα τελευταία δέκα χρόνια.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ το 2011, τα κτίρια στις τοπικές συνοικίες της Αθήνας είναι παλιά και χωρίς θερμομόνωση, μειονεκτώντας στη δυνατότητά τους να ανταποκριθούν επαρκώς στα καιρικά φαινόμενα και να εξασφαλίσουν σωστές θερμοκρασίες για τους κατοίκους ενώ χρησιμοποιούν κυρίως πετρέλαιο σαν πηγή θέρμανσης και ηλεκτρική ενέργεια για τη μαγειρική. Το δίκτυο φυσικού αερίου βρίσκεται ακόμη σε φάση ανάπτυξης και αξιοποιείται από πολύ λίγα σπίτια.

### 3.2 Υποδομές Δημοσίου Τομέα

Παρόμοια φαίνεται ότι είναι η κατάσταση και στα κτίρια του δημοσίου τομέα καθώς δεν είναι αποτελεσματικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ κάποιες προσπάθειες για την ενεργειακή τους αναβάθμιση ξεκίνησαν τα τελευταία χρόνια. Πρακτικές για παροχή χρηματοδοτήσεων με στόχο την αναβάθμιση των ιδιωτικών και των δημοσίων κτιρίων, έχει αρχίσει να εφαρμόζει τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε συνεργασία με τα κράτη μέλη. Μέσα από την Ευρωπαϊκή Στρατηγική για τα έτη ορόσημα 2030, 2040 και 2050, τα κράτη μέλη έχουν προετοιμάσει εθνικά σχέδια δράσεων και έχουν διαθέσει χρηματοδοτήσεις. Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα, οι στόχοι για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια της Ελλάδας δεν έχουν υλοποιηθεί. Υπάρχουν προτάσεις για δημιουργία σχεδίων σε επίπεδο δήμων για μια καλύτερη διανομή του προϋπολογισμού που θα βοηθήσει στην επίτευξη του στόχου μέσα στα επόμενα χρόνια.

Τα περισσότερα δημόσια κτίρια στην περιφέρεια Αττικής βρίσκονται στο δήμο Αθηναίων, όπου βρίσκονται επίσης κεντρικοί και περιφερειακοί φορείς. Στην Αθήνα υπάρχουν σήμερα 680 δημοτικά κτίρια τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς όπως σχολεία, βρεφονηπιακοί σταθμοί, δημαρχείο, υπηρεσίες της πόλης και τοπικά/περιφερειακά κτίρια, ιατρικά γραφεία, κοινωνικές υπηρεσίες, αθλητικές και ψυχαγωγικές εγκαταστάσεις. Τα περισσότερα από αυτά τα κτίρια χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για να καλύψουν τις ανάγκες τους φωτισμό και ψύξη / θέρμανση ενώ κάποια ίσως χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο που υπάρχει στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης.

Σύμφωνα με το Σχέδιο Δράσης για το Κλίμα της Αθήνας (Πόλη Αθηνών, 2017), το αντίστοιχο CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> ισοδ.) που εκπέμπεται στην Αθήνα είναι 5 εκατομμύρια τόνοι που ισούται με 7,63 τόνους κατά κεφαλήν (βασική απογραφή 2014). Ειδικότερα, τα νοικοκυριά εκπέμπουν 1.595.033 τόνους CO<sub>2</sub>eq και τα δημόσια και εμπορικά κτίρια 1.909.463 τόνους CO<sub>2</sub>eq. Στόχος είναι η μείωση των εκπομπών κατά 28,05% έως το 2030 από τα νοικοκυριά και κατά 41,65% από τον εμπορικό και τον δημόσιο τομέα με προτεινόμενες λύσεις τη μετασκευή των κτιρίων και την εγκατάσταση ενεργειακών συστημάτων με ανανεώσιμες πηγές

στις ταράτσες (Τζαχάνη, 2011).

### **3.3 Κλιματική αλλαγή και η επίδραση στις υποδομές ιδιωτικού τομέα**

Η εξέλιξη της Κλιματικής Αλλαγής εξετάζεται μέσα από σενάρια που διατυπώνονται με βάση το ρυθμό εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Η Ειδική Έκθεση για τα Σενάρια Εκπομπών της IPCC, κατηγοριοποιεί τα σενάρια της σε τέσσερις ομάδες (A1, A2, B1 και B2), οι οποίες προβλέπουν τη διαμόρφωση των εκπομπών βάσει διαφορετικών μοντέλων εξέλιξης του δημογραφικού, του οικονομικού και του τεχνολογικού τομέα και τις υπάρχουσες πολιτικές που εφαρμόζονται για κλιματικά ζητήματα. Το σενάριο A1 αναφέρεται στην περίπτωση γρήγορης οικονομικής ανάπτυξης, παγκόσμιας αύξησης του πληθυσμού, με αποκορύφωμα τα μέσα του αιώνα και γρήγορη υιοθέτηση νέας, πιο αποδοτικής τεχνολογίας. Το σενάριο χωρίζεται σε τρεις εναλλακτικές περιπτώσεις τεχνολογικής εξέλιξης με εντατική χρήση ορυκτών καυσίμων (A1FI), με χρήση μη ορυκτών καυσίμων (A1T) και με ισόρροπη χρήση όλων των πηγών ενέργειας (A1B). Το σενάριο B1 αναφέρεται σε ένα κόσμο με την ίδια δημογραφική εξέλιξη, όπως το A1, αλλά με ένα οικονομικό σύστημα που βασίζεται στον τριτογενή τομέα. Το σενάριο B2, περιγράφει έναν πλανήτη με ενδιάμεση πληθυσμιακή και οικονομική αύξηση, με κύριο μοντέλο ανάπτυξης τις τοπικές δράσεις για την εφαρμογή βιώσιμων κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών πολιτικών. Τέλος, στο σενάριο A2 προβλέπεται μεγάλη αύξηση του πληθυσμού αλλά με αργή ανάπτυξη της οικονομίας και των τεχνολογιών. Και τα έξι σενάρια προβλέπουν την αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας έως το 2100, με πιο αισιόδοξο να είναι το σενάριο B1 που εκτιμά αύξηση 1,1-2,9ο C και πιο δυσοίωνο το σενάριο A1FI με 2,4-6,4ο C.

Κάποιες πιθανές επιπτώσεις λόγω της κλιματικής αλλαγής που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την Ευρώπη είναι ο αυξημένος κίνδυνος πλημμυρών σε ηπειρωτικές και παράκτιες περιοχές, η συρρίκνωση των παγετώνων και η μείωση του χιονιού στις ορεινές περιοχές, με αρνητικές συνέπειες για τους ζωντανούς οργανισμούς σε αυτές και το χειμερινό τουρισμό, η ένταση των ανισοτήτων στην πρόσβαση σε φυσικούς πόρους καθώς και πιθανά προβλήματα υγείας. Η Νότια Ευρώπη, που ήδη βιώνει κλιματικές αλλαγές,

προβλέπεται να παρατηρήσει υψηλές θερμοκρασίες, ξηρασία, προβλήματα στη γεωργία, αυξημένη δυσφορία του πληθυσμού και μείωση του καλοκαιρινού τουρισμού. Οι αλλαγές στις θερμοκρασίες και την εμφάνιση βροχοπτώσεων μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην αγροτική παραγωγή, τον τουρισμό, να ελαττώσουν τους υδάτινους πόρους, ακόμη και να οδηγήσουν σε ερημοποίηση, καταστροφή ολόκληρων οικοσυστημάτων και υποβάθμιση του βιοτικού επιπέδου (Livada, Santamouris, Niachou, Papanikolaou & Mihalakakou, 2002).

### **3.4 Κλιματική αλλαγή και η επίδραση στις υποδομές δημοσίου τομέα.**

Τις βραδινές ώρες του καλοκαιριού, στο κέντρο της Αθήνας εντοπίζεται έντονα το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Η επίδραση του φαινομένου αγγίζει σε θερμοκρασία >4 οC (τις βραδινές ώρες), ενώ τις πρώτες πρωινές ώρες και τις ώρες με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία η ένταση του φαινομένου μειώνεται (Giannaros et al, 2012). Αυτά τα κύματα καύσωνα αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό. Αναφορικά με το κλίμα της Αττικής, προβλέπεται ότι μελλοντικά η λεκάνη της Μεσογείου θα χαρακτηρίζεται από πολύ θερμό κλίμα με έντονα και μεγάλης διάρκειας κύματα καύσωνα, λιγότερες βροχές αλλά μεγαλύτερη πιθανότητα για ακραίες βροχοπτώσεις. Σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, στο άμεσο μέλλον (2021-2050) η Αθήνα θα βιώνει έως και 15 περισσότερες ημέρες το χρόνο με μέγιστη θερμοκρασία >35οC (σε σχέση με την περίοδο 1961-1990) και έως και ένα μήνα περισσότερο το χρόνο με νυκτερινές θερμοκρασίες > 20οC.

Τα ακραία φαινόμενα βροχόπτωσης στην Αθήνα συνδυάζονται με αυξημένα ποσοστά κατακρήμνισης, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα των υπόγειων υδάτων και να δυσχεράνει τις κλιματικές μεταβολές. Οι κατακρημνίσεις από μόνες τους όμως είναι ένα σοβαρό φαινόμενο που μπορεί να έχει συνέπειες στο φυσικό κεφάλαιο, την υγεία των ανθρώπων, στην πολιτιστική κληρονομιά κλπ.. Στην Αθήνα περιοχές κυρίως τους πρόποδες των βουνών, που περιστοιχίζουν το λεκανοπέδιο, παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο πλημμυρών λόγω υπερχείλισης των ρεμάτων και υποβαθμισμένων υποδομών αποχέτευσης. Μάλιστα περίπου 60% των κτιρίων στους δήμους του λεκανοπεδίου είναι κατασκευασμένα πριν το 1980, γεγονός που σημαίνει ότι δεν διαθέτουν συστήματα θερμοπροστασίας, και τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης είναι παλιά. Μόνο ένα ελάχιστο ποσοστό, 3,8%, των κτιρίων έχει χτιστεί μετά το 2006.

Τα κτίρια στην Ελλάδα κατηγοριοποιούνται με βάση το έτος που κατασκευάστηκαν και το νομοθετικό πλαίσιο σε ισχύ τότε. Υπάρχουν κτίρια κατασκευής πριν από το 1980 χωρίς θερμομόνωση και υπολογίζονται για 46.471 από 61.764 συνολικά που αντιπροσωπεύει το 75,2% του συνολικού κτιριακού αποθέματος της πόλης, άλλα που κατασκευάστηκαν την περίοδο

1981-2000 με μερική εγκατάσταση θερμομόνωσης και κάποια χαρακτηριστικά ενεργειακής απόδοσης. Τα κτίρια που κατασκευάστηκαν την περίοδο 2001-2010 έχουν ήδη πάρει ενεργειακά μέτρα αποτελεσματικότητας.

Έντονη βιομηχανική και εμπορική δραστηριότητα εντοπίζεται από το λιμάνι του Πειραιά και ανάμεσα στον δυτικό, νότιο και κεντρικό τομέα Αθηνών. Επιπλέον, παρατηρείται ότι σε μέρη της δυτικής Αθήνας υπάρχει μεγάλη έλλειψη χώρων πρασίνου. Η μείωση στα ποσοστά πρασίνου άρχισε να γίνεται πιο έντονη από το 1940 και έπειτα η οποία προέκυψε ως απόρροια της μεγάλης αύξησης του πληθυσμού και της ανάγκης για χώρο. Βουνά όπως αυτά του Υμηττού, της Πεντέλης, της Πάρνηθας και άλλα διαθέτουν φυσικά οικοσυστήματα, ενώ διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στην προστασία από πλημμύρες. Ωστόσο, παρά τη μεγάλη αξία τους, οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως ο τουρισμός και διάφορες παρεμβάσεις έχουν επιφέρει διαβρώσεις. Υπάρχουν επίσης αρκετά ρέματα τα οποία διαπερνούν τον αστικό ιστό για να καταλήξουν στη θάλασσα, τα οποία όμως υποβαθμίζονται καθώς τμήματά τους καλύπτονται σε μια πρόχειρη προσπάθεια ανταπόκρισης στις ανάγκες του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού των πόλεων. Κρίνεται απαραίτητη και άμεση η βέλτιστη διαχείρισή τους, καθώς το υδάτινο στοιχείο εντός της πόλης προσφέρει προστασία από πλημμύρες, το επιθυμητό μικροκλίμα και ένα ολοκληρωμένο φυσικό οικοσύστημα

Οι βασικοί στόχοι για την επίτευξη της κλιματικής ανθεκτικότητας ορίζονται βάσει των αξιολογήσεων των κλιματικών κινδύνων και της ευπάθειας. Έτσι κρίνεται ότι πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα αναφορικά με την κατασκευή των κτιρίων και τη διαχείριση των υδάτινων συστημάτων για την καλύτερη αντιμετώπιση των πλημμυρικών επεισοδίων που οι έντονες βροχοπτώσεις επιφέρουν. Ακόμη, προβληματισμοί εγείρονται και για τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες και τις επακόλουθες συνθήκες καύσωνα που εντείνουν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και μακραίνουν τις περιόδους ξηρασίας, με κίνδυνο την εμφάνιση λειψυδρίας. Και για αυτά τα προβλήματα στην εύρεση λύσεων πρέπει να περιλαμβάνονται αλλαγές στα κτίρια και καλύτερος έλεγχος των συστημάτων ύδατος στις πόλεις. Η ύπαρξη του πρασίνου και του υδάτινου στοιχείου στην πόλη κρίνεται αναγκαία για την

πρόληψη και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και επομένως πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες τροποποιήσεις για την εύρεσή τους. Αυτοί οι στόχοι δεν μπορούν να επιτευχθούν χωρίς την παράλληλη ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών και για αυτό είναι σημαντικό να ενθαρρυνθεί η ενεργή εμπλοκή τους στις δράσεις. Τέλος, χρειάζεται να ληφθούν ειδικά μέτρα για τις ευπαθείς κοινωνικές ομάδες με τη δημιουργία κατάλληλων δομών για τη στήριξή τους.

Το Κέντρο Έρευνας Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών (ΚΕΦΑΚ), έχει αναπτύξει βάσεις δεδομένων και προσομοιώσεων προτύπων, για την Ελλάδα, στους άξονες προβλέψεων των Σεναρίων Εκπομπών της IPCC22.

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται ότι θα αυξήσει τη συχνότητα των ακραίων φαινομένων δημιουργώντας σοβαρότερα προβλήματα. Τα κύρια προβλήματα που εκτιμάται ότι θα προκύψουν στον ελληνικό χώρο είναι τα εξής:

#### **Αυξημένος κίνδυνος δασικών πυρκαγιών**

Η αυξημένη θερμοκρασία μαζί με τους έντονους ανέμους, την έλλειψη βροχοπτώσεων αυξάνει τον κίνδυνο για την πρόκληση πυρκαγιών στα δάση της χώρας. Μεγαλύτερες πιθανότητες για εκδήλωση πυρκαγιών αναμένεται να υπάρχουν μελλοντικά στην ανατολική Ελλάδα, χωρίς αυτό βέβαια να σημαίνει ότι και περιοχές στα δυτικά της χώρας δεν διατρέχουν κίνδυνο. Οι πυρκαγιές μπορούν να εντείνουν και άλλα προβλήματα όπως η διάβρωση του εδάφους, η πρόκληση επεισοδίων πλημμύρας και άλλα.



## Εικόνα 8 Δασική πυρκαγιά

Πηγή: dasarxeio.com

### **Σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία.**

Ιδιαίτερα η αυξημένη θερμοκρασία εκτιμάται ότι θα προκαλέσει δυσφορία στους ανθρώπους, δημιουργώντας κινδύνους στα άτομα που ανήκουν σε ευπαθείς ομάδες. Οι δυσκολίες, όπως είναι φυσικό, θα είναι πιο έντονες στα μεγάλα αστικά κέντρα. . Στις παράκτιες περιοχές του Ιονίου και των Δωδεκανήσων, οι μέρες με έντονη αίσθηση δυσφορίας (>38ο C) εκτιμάται ότι θα αυξηθούν κατά 20 το 2021-2050 και κατά 40 το 2071-2100. Η άνοδος της θερμοκρασίας, εκτός από τη δυσφορία μπορεί να ευνοήσει και την εξάπλωση μεταδοτικών νόσων, όπως η ελονοσία και η δυσεντερία.

### **Αυξημένος κίνδυνος πλημμυρών.**

Τα ακραία φαινόμενα ραγδαίων βροχοπτώσεων θα παρουσιάσουν αύξηση κατά 10- 20% τα οποία συνδυαστικά με παράγοντες όπως αποψιλωμένα δάση, διαβρωμένο έδαφος, αυξημένη στάθμη της θάλασσας και έλλειψη κατάλληλων υποδομών μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο πλημμύρας.



## Εικόνα 9 Πλημμύρες

Πηγή: Το Βήμα



### **Άνοδος της στάθμης της θάλασσας.**

Περισσότερο ευάλωτες στον κίνδυνο αύξησης της στάθμης της θάλασσας είναι οι δελταϊκές περιοχές, που καλύπτουν το 6% (960 χλμ.) της συνολικής ακτογραμμής της χώρας. Μέτρια τρωτότητα εμφανίζουν περιοχές με νεογενή μαλακά ιζήματα, που αποτελούν στο 15% (2.400 χλμ.) της ακτογραμμής. Ενώ το υπόλοιπο 79% (12.810 χλμ.) της ακτογραμμής, είναι βραχώδεις περιοχές με χαμηλή τρωτότητα στη διάβρωση και την κατάκλιση από θαλάσσια ύδατα.

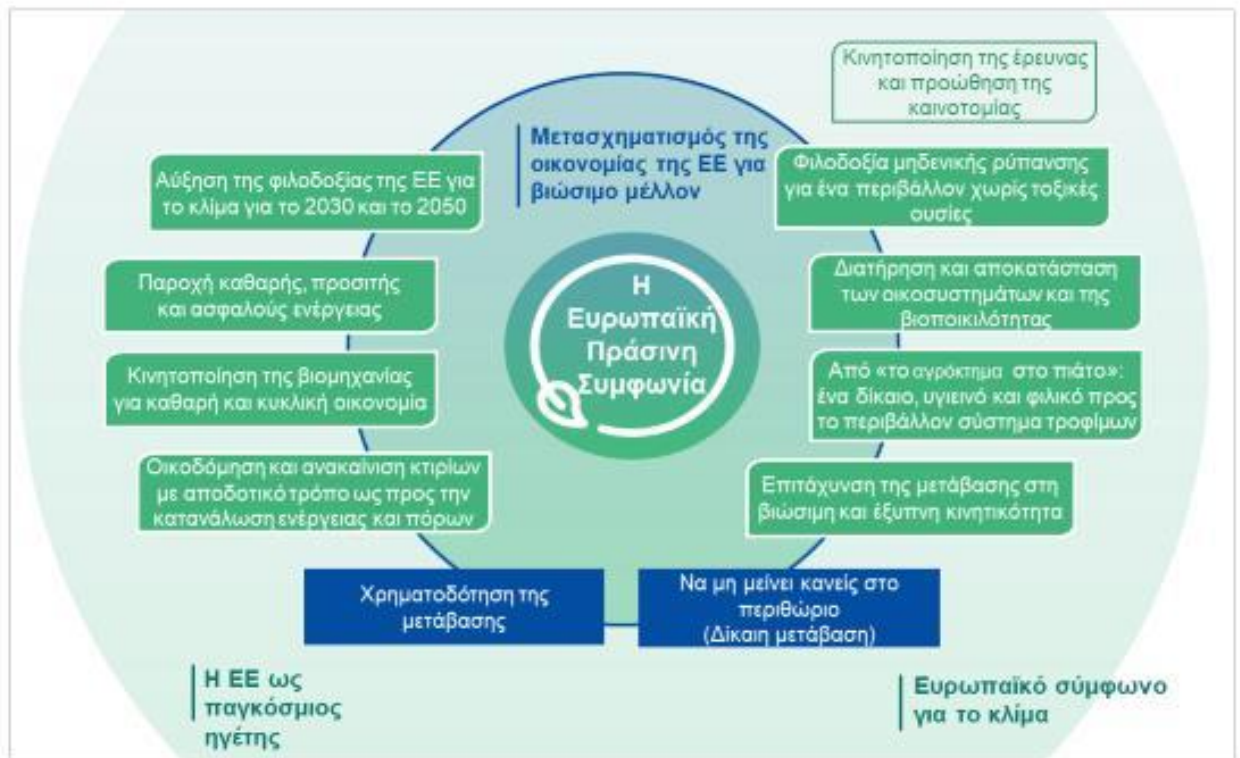
Εκτιμάται ότι μέχρι το 2100, η ζημιά που θα προκαλέσουν η κλιματική αλλαγή και οι συνέπειές της στην ελληνική οικονομία, θα ανέρχεται περίπου στα 701 δισ. Ευρώ (Keramitsoglou et al, 2011).

## Κεφάλαιο Τέταρτο

### **Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μετά την πανδημία.**

Με την έξαρση της πανδημίας και τις πρωτόγνωρες αλλαγές που επέφερε στις ζωές μας, ο κορονοϊός τέθηκε στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος, όπως είναι φυσικό έως ένα σημείο, καθώς άλλαξε ριζικά την καθημερινότητά μας, επέφερε ακόμη και ανεπανόρθωτα πλήγματα σε κάποιους τομείς της οικονομίας. Ωστόσο αυτό είχε σαν αποτέλεσμα ότι άλλα εξίσου σημαντικά ζητήματα, όπως η κλιματική αλλαγή που μας απασχολούσαν πιο πριν, παραγκωνίστηκαν. Παρά τις σοβαρές συνέπειες της πανδημίας σε οικονομικό και όχι μόνο επίπεδο και την ανάγκη επίλυσης αυτών, είναι επίσης απαραίτητο να δοθεί ξανά προτεραιότητα στη βιωσιμότητα και στους τρόπους επίτευξής της. Με την επίτευξη αλλαγών και τη μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον, θα υπάρξουν οφέλη και στον τομέα της οικονομίας πέρα από το περιβάλλον.

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας, η ΕΕ εγκαινίασε την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία που προβλέπει περισσότερα από ένα δισεκατομμύριο ευρώ για ζητήματα ενέργειας και στρατηγικές που αφορούν την προσαρμογή και το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής με βασικές στοχεύσεις την αύξηση των ανακαινισμένων κτιρίων των κρατών, άνοιγμα θέσεων εργασίας στον τομέα κατασκευών και γενικά τη μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου και τη δημιουργία μιας ουδέτερης Ευρώπης μέχρι το 2050. Όλα τα κράτη-μέλη της ΕΕ αναγκάζονται να προσαρμόσουν τους νόμους με τις νέες στρατηγικές της ΕΕ. Σε αυτό το πλαίσιο η ελληνική Εθνική Στρατηγική που ενσωματώθηκε στο Ελληνικό Δίκαιο με την Υπουργική Απόφαση παρουσιάζει ένα σχέδιο με στόχο έως το 2030 το 12-15% του συνόλου των κτιρίων της χώρας να έχει αναβαθμιστεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο ενεργειακής απόδοσης. Η στρατηγική της χώρας επικεντρώνεται σε δύο βασικούς άξονες για την επίτευξη αυτού του στόχου. Αυτοί αφορούν την επιβολή τυπικών προδιαγραφών που πρέπει να πληρούνται κατά την ανακατασκευή των κτιρίων και την εστίαση στα παλιά κτίρια της χώρας που έχουν κατασκευαστεί ακολουθώντας τον παλιό οικοδομικό κώδικα.



Εικόνα 10 Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Πηγή: <https://eurlex.europa.eu>

Στην Ελλάδα υπάρχουν πολλοί τύποι κτιρίων με διαφορετικά χαρακτηριστικά και πρότυπα με βάση τα οποία έχουν χτιστεί το οποίο συνεπάγεται και διαφορετικά μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας για το καθένα, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ανάπτυξη ενός ενιαίου σχεδίου για τη μετασκευή των κτιρίων.

Από τη στατιστική ανάλυση των ελέγχων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε ιδιωτικά και δημόσια κτίρια, προκύπτει ότι μεγαλύτερα ποσοστά ενέργειας καταναλώνουν οι μονοκατοικίες. Επιπλέον, τα σπίτια σε βόρειες περιοχές χρειάζονται περισσότερη ενέργεια κυρίως λόγω των καιρικών συνθηκών και του κρύου. Τα περισσότερα ελληνικά σπίτια χρησιμοποιούν πετρέλαιο για θέρμανση και ηλεκτρική ενέργεια. Προκύπτει σαν συμπέρασμα ότι η μετασκευή των κτιρίων στην Ελλάδα πρέπει να σχεδιαστεί σε μικροκλίμακα και κάθε δήμος να οργανώσει το δικό του σχέδιο και τους δικούς

του στόχους έχοντας ως χρονικά σημεία αναφοράς τα έτη 2030, 2040 και 2050, που τότε πρέπει να έχουν επιτευχθεί κτίρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας (NZEB).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, στο πλαίσιο της συνθήκης του Κιότο, προχώρησε σε συγκεκριμένες δεσμεύσεις, προσπαθώντας να κατανείμει σε διεθνές επίπεδο την ευθύνη για την κλιματική αλλαγή και άρα την αρμοδιότητα για την καταπολέμηση των συνεπειών της. Αυτή η κατεύθυνση συνοψίζεται στον στρατηγικό στόχο του «20-20-20», που αποτελεί βασικό άξονα της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή. Αυτό το σχέδιο προβλέπει ότι μέχρι το 2020 πρέπει να έχει εξοικονομηθεί 20% ενέργειας, να έχει αυξηθεί το ποσοστό ζήτησης των ανανεώσιμων πηγών κατά 20% και να έχουν περιοριστεί κατά 20% οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό το σχέδιο λειτουργεί δεσμευτικά προς όλα τα κράτη-μέλη και άρα και την Ελλάδα και προβλέπει την εμπλοκή όλων των φορέων που φέρουν ευθύνη για την κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβανομένων και των ΟΤΑ καθώς μέσα από τις δράσεις τους καταναλώνουν μεγάλα ποσοστά ενέργειας. Το νέο μοντέλο για τη διαχείριση των ενεργειακών αποθεμάτων θέτει συγκεκριμένους στόχους για την ορθή αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων, την εξοικονόμηση ενέργειας, τη διαμόρφωση ενεργειακής συνείδησης ενώ προβλέπει την εμπλοκή και των πολιτών.

Μια καινοτόμα και πολλά υποσχόμενη πρωτοβουλία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, είναι το «Σύμφωνο των Δημάρχων». Αυτό δεσμεύει τους εμπλεκόμενους δήμους στην υπέρβαση των στόχων της Ευρώπης για το κλίμα και την ενέργεια για το έτος 2020. Η ενεργειακή αειφορία, πέρα από την καταπολέμηση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής, μπορεί να ωφελήσει και τις τοπικές οικονομίες και να εξασφαλίσει καλύτερη ποιότητα ζωής για τους πολίτες.

Οι δήμοι που εθελοντικά υπογράφουν το Σύμφωνο δεσμεύονται να ετοιμάσουν μια Βασική Απογραφή Εκπομπών (BAE) εντός ενός έτους, να παρουσιάσουν μέσα σε έναν χρόνο ένα Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (ΣΔΑΕ), που θα φέρει την έγκριση του Δημοτικού Συμβουλίου και να παρουσιάζουν σε τακτά χρονικά διαστήματα εκθέσεις για την αξιολόγηση και την ενημέρωση του

βαθμού προόδου. Πέρα από αυτά τα διαδικαστικά θέματα, οι δήμοι καλούνται να κινητοποιήσουν τους φορείς και τους πολίτες να συμμετέχουν στις δράσεις τους αλλά και να ενθαρρύνουν άλλους δήμους να υπογράψουν το σύμφωνο και να ακολουθήσουν ανάλογες τακτικές.

Στο πλαίσιο του Συμφώνου η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρέχει υποστήριξη στους δήμους προσφέροντάς τους τα κατάλληλα εργαλεία για τη διευκόλυνση στις απογραφές, οικονομική βοήθεια, αρμόδια γραφεία για συντονισμό των πρωτοβουλιών και ένα δίκτυο Δομών Υποστήριξης για τη βοήθεια των μικρότερων σε μέγεθος πόλεων. Επιπλέον, το έργο «Energy for Mayors» προσφέρει συμπληρωματικά μεταξύ άλλων, εκπαιδευτικά σεμινάρια και κατάλληλο υλικό για τους δήμους, τοπικά forums, παρακολούθηση της ανάπτυξης και εφαρμογής των ΣΔΑΕ που θα αναπτυχθούν στο πλαίσιο του έργου, οργάνωση μίας «Ημέρας Ενέργειας» σε 10 περιοχές του έργου κάθε χρόνο καθώς και ανταλλαγή εμπειριών μεταξύ των δήμων αναφορικά με την υλοποίηση του έργου.

Η συμμετοχή στο «Σύμφωνο των Δημάρχων» ανέρχεται σε 4.229 δήμους, εκπροσώπους 166.409.569 πολιτών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και όχι μόνο. Η ελληνική Τοπική Αυτοδιοίκηση, διαθέτει ήδη 94 συμμετοχές. Τη μεγαλύτερη καινοτομία επιδεικνύει η Ιταλία με 2.145 πόλεις να συμμετέχουν στο θεσμό (Σολομώντος, 2014).

## **Κεφάλαιο Πέμπτο**

### **5.1. Προτάσεις για το μέλλον στις υποδομές ιδιωτικού τομέα.**

Υπάρχουν διάφορες μετασκευαστικές παρεμβάσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν προκειμένου τα ελληνικά κτίρια να υλοποιήσουν τους ενεργειακούς στόχους που έθεσε η ΕΚ για το 2030. Πιο αναλυτικά:

#### **Ανεμιστήρες οροφής**

Τα κτίρια στην πλειονότητά τους χρησιμοποιούν ανεμιστήρες οροφής για την καλύτερη κυκλοφορία του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Ωστόσο, αυτοί οι ανεμιστήρες δεν φέρνουν τα κατάλληλα ενεργειακά αποτελέσματα, ξοδεύουν ηλεκτρική ενέργεια, δεν βρίσκονται σε καλή κατάσταση και δεν έχουν πολλές δυνατότητες. Η λύση σε αυτή την κατάσταση είναι η αντικατάστασή τους με καινούριους που φέρουν πιστοποίηση ενεργειακής απόδοσης βοηθώντας τα νοικοκυριά να εξοικονομήσουν χρήματα και να περιορίσουν την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν. Ωστόσο στα ιδιωτικά κτίρια δεν υπάρχουν ανεμιστήρες οροφής και η εγκατάσταση νέων μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

#### **Κλιματισμός**

Τα περισσότερα κτίρια στην Αθήνα τα συστήματα κλιματισμού δεν διαθέτουν κεντρικό σύστημα διαχείρισης ενώ πολλά από αυτά δεν βρίσκονται σε καλή κατάσταση και χρήζουν αντικατάστασης. Η συνολική εγκατάσταση κεντρικού συστήματος κλιματισμού σε ένα κτίριο μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 8.000 – 10.000 € και χρειάζεται κατάλληλο σχεδιασμό από ειδικούς.

#### **Λευκή στέγη**

Από τις διαθέσιμες τεχνολογίες για παρεμβάσεις σε στέγες αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι η θερμομόνωση με υλικό που παρέχει επίσης μόνωση από νερό και αέρα στα κτίρια. Πρόκειται για μια λύση που επιλέγεται συχνά για τα σπίτια τα τελευταία χρόνια καθώς τα οφέλη ξεπερνούν τη δαπάνη με το κόστος εγκατάστασης να είναι περίπου 35-55€ ανά m<sup>2</sup> στέγης. Φαίνεται λοιπόν ότι οι ιδιοκτήτες επιλέγουν να βάψουν τη στέγη τους με λευκά χρώματα που μπορούν να εξασφαλίσουν μια τυπική μόνωση αλλά δεν μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας ή τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

### **Νέοι λέβητες πετρελαίου και φυσικού αερίου**

Τα περισσότερα ελληνικά σπίτια και κτίρια χρησιμοποιούν συστήματα κεντρικής θέρμανσης με λέβητες πετρελαίου που παράγουν ζεστό νερό για να θερμαίνουν καλοριφέρ στα δωμάτια, ενώ το φυσικό αέριο δεν αποτελεί για πολλά κτίρια τη συνηθέστερη επιλογή. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις πρόκειται για παλιούς λέβητες που δεν διαθέτουν λειτουργίες και χαρακτηριστικά ενεργειακής απόδοσης. Το κόστος ενός λέβητα είτε με πετρέλαιο είτε με φυσικό αέριο κυμαίνεται από 8.000 έως 10.000€ ανά κτίριο, ποσό που εξαρτάται από τις επισκευές και αντικαταστάσεις που απαιτούνται. Η κατανάλωση ενός λέβητα υπολογίζεται σε πάνω από 233KWh και η χρήση του ανέρχεται κατά μέσο σε 3,5 ώρες καθημερινά το χειμώνα.

### **Ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ σε ταράτσες**

Αυτό είναι ένα από τα μέτρα που μπορεί να εξασφαλίσει κέρδη στους ιδιοκτήτες των σπιτιών παρά το κόστος που έχουν δαπανήσει για την εγκατάστασή τους. Αυτό συμβαίνει γιατί η ενέργεια που παράγουν τα πάνελ μπορεί να καλύψει κάποιες από τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Ωστόσο αυτό το μέτρο μπορεί να εφαρμοστεί δύσκολα σε περιοχές όπως η Αθήνα καθώς δεν πληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις.



Εικόνα 11 Πάνελ σε ταράτσα

Πηγή: GreenProfit

## Μόνωση εξωτερικού τοίχου

Παρόλο που πολλά από τα κτίρια που κατασκευάστηκαν την περίοδο 1980 – 2000 έχουν εγκαταστήσει θερμικά μόνωση στις ταρατσες τους, φαίνεται ότι δεν διαθέτουν κάποιου είδους εξωτερική μόνωση. Αυτή μπορεί να ποικίλει σε επίπεδα και εξαρτάται από το πάχος του μονωτικού υλικού που χρησιμοποιείται στους τοίχους.



Εικόνα 12 Μόνωση εξωτερικού τοίχου

Πηγή Γκούμας



### **Διπλά τζάμια**

Υπάρχουν πολλά είδη διπλών τζαμιών που μπορούν να εγκατασταθούν στα σπίτια και ποικίλλουν ανάλογα με το πάχος, την ενεργειακή τους απόδοση, το μέγεθος κλπ. Τα διπλά τζάμια μπορεί να μειώσουν ακόμη και το 50% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για ψύξη ή το 50% της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση.



Εικόνα 13 Διπλό Τζάμι

Πηγή: EXAL

## **Φώτα LED**

Τα φώτα LED χρησιμοποιούνται πολύ συχνά για το φωτισμό τόσο εσωτερικών όσο και εξωτερικών χώρων. Εξασφαλίζουν μείωση της ενέργειας που απαιτείται για το φωτισμό πάνω από 50% και απαιτούν χαμηλό κόστος για τη συντήρησή τους. Ένα σπίτι μπορεί να εξοικονομήσει έως και 1.300 € σε ένα χρόνο συγκριτικά με τη χρήση των τυπικών λαμπτήρων (Asere & Blumberga, 2018).

Ο όρος «Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή» μπορεί να παρουσιάζει διαφοροποιήσεις που οφείλονται πιθανότατα σε βασικές διαφορές που υπάρχουν στον ορισμό της κλιματικής αλλαγής μεταξύ του UNFCCC και του IPCC. Η στρατηγική της προσαρμογής περιλαμβάνει ποικίλλες δράσεις που αφορούν είτε την πρόληψη ενός κινδύνου είτε την αντίδραση σε αυτόν αφού συμβεί. Και οι δύο τύποι προσαρμογής μπορεί να είναι προσχεδιασμένοι, ενώ η προσαρμογή ως αντίδραση μπορεί να είναι και αυθόρμητη. Η προσαρμογή μπορεί να χαρακτηριστεί ως προληπτική, ταυτόχρονη ή αντιδραστική, ανάλογα με το χρόνο που πραγματοποιείται συγκριτικά με την εκδήλωση της κλιματικής επίπτωσης, ως βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη ανάλογα με τον χρονικό διάστημα που προβλέπεται να καλύψει αλλά και ως τοπική ή ευρεία, ανάλογα με τη γεωγραφική της εξάπλωση. Η προσαρμογή σαν τακτική μπορεί να επιδιώκει να μειώσει τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, να περιορίσει την ευαισθησία και να αυξήσει την ανθεκτικότητα ενός συστήματος στις επιπτώσεις. Δεν αποβλέπει στην εξάλειψη των συνεπειών αλλά στη μείωση των αποτελεσμάτων που επιφέρουν. Προκειμένου η προσαρμογή να φέρει θετικά αποτελέσματα χρειάζεται και το ίδιο το σύστημα να προσπαθήσει να την αξιοποιήσει και να βελτιωθεί μέσα από αυτή. Φαίνεται λοιπόν ότι η προσαρμογή σαν όρος διαφέρει από την έννοια «ικανότητα προσαρμογής» και παρόλο που συνδέεται με αυτή μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα. Η Ικανότητα Προσαρμογής είναι ένα χαρακτηριστικό ενός συστήματος που εξαρτάται από την ύπαρξη διαθέσιμου κεφαλαίου (κοινωνικού, τεχνολογικού, οικονομικού, κ.ά.) και αντικατοπτρίζει την δυνατότητα του συστήματος να προσαρμοστεί (Ayers & Dodman, 2010).

## 5.2 Προτάσεις για το μέλλον στις υποδομές δημοσίου τομέα.

Οι επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής μπορούν να επηρεάσουν τόσο τις ανθρώπινες κοινωνίες όσο και το φυσικό περιβάλλον οδηγώντας ακόμη και σε καταστροφικά αποτελέσματα. Υπάρχουν δύο τρόποι αντίδρασης σε αυτή την κατάσταση, η χρήση του μετριασμού για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με απώτερο στόχο τη μεγαλύτερη δυνατή σταθεροποίηση του φαινομένου και η προσαρμογή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις νέες συνθήκες για να επιτευχθεί μια βιώσιμη ανάπτυξη. Αυτές οι τακτικές, παρά τους διαφορετικούς στόχους που προσπαθούν να επιτελέσουν, μπορούν να λειτουργήσουν με συμπληρωματικό τρόπο η μια στην άλλη ενώ μάλιστα κάποιες δράσεις μπορεί να εμπίπτουν και στις δύο κατηγορίες. Για παράδειγμα η αύξηση του πρασίνου σε μια αστική περιοχή λειτουργεί και ως καταβόθρα αερίων του θερμοκηπίου (μετριασμός) αλλά και ως τρόπος ψύξης της περιοχής (προσαρμογή στις αυξημένες θερμοκρασίες).

Η στρατηγική που προτείνεται με βάση τη μελέτη των σχετικών ερευνών στηρίζεται στις μεθόδους που παρουσιάζονται από το ICLEI ACCCRN PROCESS (Gawler & Tiwari 2014). Ωστόσο δεν χρησιμοποιείται αυτούσια αλλά πραγματοποιούνται οι κατάλληλες τροποποιήσεις με βάση και τις συνθήκες στις οποίες κάθε φορά εφαρμόζεται και τις εκάστοτε ανάγκες και απαιτήσεις. Θεωρείται ότι τα μέτρα που προτείνονται για την κλιματική αλλαγή μπορούν να εφαρμοστούν σε όλα τα επίπεδα δράσης, τόσο σε διεθνή, εθνικά όσο και σε τοπικά σχέδια. Κρίνεται όμως ότι τα σχέδια πρόληψης αναφέρονται κυρίως σε δράσεις που αναπτύσσονται σε εθνικά πλαίσια ενώ αυτά που στοχεύουν στην προσαρμογή είναι κυρίως τοπικής εμβέλειας (Wilson & Piper, 2010). Αυτή η ιεραρχία των στατικών κλιμάκων είναι σχετικά ρευστή και έχει ως αποτέλεσμα την εν δυνάμει δημιουργία μιας πολύπλοκης διεργασίας στην οποία διαφορετικά επίπεδα διακυβέρνησης χρησιμοποιούν την κλιματική αλλαγή ως επιχείρημα για να αξιωθούν νόμιμα σε διαφορετικές κλίμακες (Wilson & Piper, 2010). Η καταγραφή των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα δεν έχει πραγματοποιηθεί για τοπικό επίπεδο παρά μόνο σε εθνικό. Η έλλειψη αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη δυσκολία που υπάρχει ώστε να καταγραφούν οι εκπομπές σε μια συγκεκριμένη χωρική ενότητα. Το αποτέλεσμα είναι ότι δυσχεραίνει την διαμόρφωση ολοκληρωμένων σχεδίων μείωσης εκπομπών σε

μικρή χωρική κλίμακα, ακόμα και σε περιφερειακό επίπεδο. Κάνοντας την παραδοχή ότι οι εκπομπές της Αττικής προσιδιάζουν με την τάση που έχουν οι εθνικές εκπομπές, καθώς ως το μεγαλύτερο παραγωγικό - καταναλωτικό κέντρο της χώρας θεωρείται ότι φέρει μια ανάλογη συμπεριφορά, εξετάζονται τα υπάρχοντα εθνικά πλαίσια που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών, ωστόσο δεν υπάρχει η δυνατότητα ποσοτικού προσδιορισμού στοχευόμενης μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Το βασικό πλαίσιο άσκησης πολιτικής μείωσης εκπομπών συνθέτεται από: το 2ο Εθνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή συντάχθηκε και υιοθετήθηκε το 2002 (ΠΥΣ 5/27-2-2003) και είχε ως στόχο η Ελλάδα να εκπληρώσει τις εθνικές υποχρεώσεις που απορρέουν από την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την πρώτη περίοδο δέσμευσης (2008-2012) την 4η Εθνική Έκθεση για την Κλιματική Αλλαγή (έκθεση εκτίμησης για το παραπάνω πρόγραμμα) το Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΕΣΚΔΕ) αερίων} θερμοκηπίου περιόδου 2008 - 2012 (ΕΣΚΔΕ-2) - εμπεριέχει το Σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης (ΣΑΕ) Σύμφωνα με το 2ο Εθνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή ο ενεργειακός τομέας αποτελεί τη βασική πηγή εκπομπών με ποσοστό συμμετοχής γύρω στο 76 - 79%, γεγονός που τον καθιστά έναν από τους πιο κρίσιμους τομείς προληπτικής παρέμβασης. Το σχέδιο κλιματικής δράσης αποτελεί το βασικό στάδιο της πολιτικής για την πρόληψη, καθώς καταδεικνύει τη στρατηγική, τους στόχους και εισάγει αναλυτικά τα μέτρα δράσης. Ως στρατηγική κατεύθυνση του σχεδίου για την πρόληψη στην κλιματική αλλαγή ορίζεται η Αθήνα ως Κλιματικά Ουδέτερη Πόλη (Climate Neutral city). Σύμφωνα με το UNEP (2009), η κλιματική ουδετερότητα σημαίνει ότι δεν παράγονται σύνθετες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και κατά βάση οι εκλυόμενες εκπομπές είναι μηδαμινές. Μια πόλη μπορεί να θεωρείται κλιματικά ουδέτερη εφόσον οι εκπομπές της δεν επιδρούν στο όριο των 2oC (όριο πάνω από το οποίο η υπερθέρμανση θεωρείται επικίνδυνη). Για να επιτευχθεί αυτή η στρατηγική απαιτούνται οι παρακάτω στόχοι, οι οποίοι εντέλει μεταφράζονται σε μέτρα, ανάλογα με τον τομέα παρέμβασης. Ακολουθούν οι στόχοι οι οποίοι δύναται να συμπίπτουν με στόχους της πολιτικής προσαρμογής, που θα αναλυθεί παρακάτω, καθώς είναι λογικό και επιθυμητό να υπάρχουν αλληλοεπικαλύψεις και συνέργειες μεταξύ τους. Η ιδέα για κάθε στόχο προήλθε από την ανασκόπηση του εθνικού

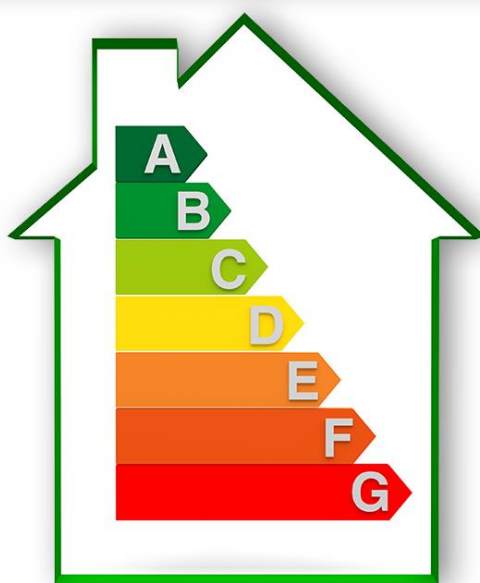
πλαίσιου πολιτικής για τη μείωση των εκπομπών, από την ανάλυση της διεθνούς εμπειρίας και τα αποτελέσματα οικονομετρικής συσχέτισης παραγόντων οικονομικής ανάπτυξης με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε περιφερειακό επίπεδο (Δρίσα, 2022).

### **Παροχή ενέργειας και υποδομές ενέργειας**

Σημαντικό είναι να σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα για ασφαλή και ποιοτικά δίκτυα παροχής ενέργειας, το οποίο να περιλαμβάνει τις ήδη υπάρχουσες πηγές αλλά και την αξιοποίηση πιθανών πηγών σε μια προσπάθεια προώθησης της χρήσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας (ηλιακή, αιολική). Επίσης, είναι ανάγκη να ενισχυθούν τεχνολογίες που επιτρέπουν τη δέσμευση και την αποθήκευση άνθρακα στο εσωτερικό των πόλεων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ιδιαίτερα για τους κοινόχρηστους χώρους.

### **Ενεργειακή αποδοτικότητα κτιρίων**

Σημαντικό κομμάτι των παρεμβάσεων πρέπει να συνιστά και ο κατάλληλος σχεδιασμός για την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των σπιτιών, των ιδιωτικών και των δημοσίων κτιρίων. Οι δράσεις πρέπει να αφορούν αλλαγές και προσαρμογές στα κελύφη υφιστάμενων κτιρίων, στον ενεργειακό εξοπλισμό, στις ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό, στον τύπο ενέργειας που χρησιμοποιείται για δροσισμό - θέρμανση, καθώς και κατάλληλες κατευθύνσεις για το σχεδιασμό νέων κτιρίων.



## Εικόνα 14 Ενεργειακή απόδοση κτιρίων

Πηγή: Ευρωπαϊκό ελεγκτικό συνέδριο

### **Κοινωνική ευαισθητοποίηση και κατανάλωση**

Η αποτελεσματικότητα ενός σχεδίου για την κλιματική αλλαγή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επαρκή ενημέρωση και την ενεργή συμμετοχή των πολιτών. Και αυτό συμβαίνει γιατί η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την αλλαγή στον τρόπο ζωής και κατανάλωσης των ανθρώπων. Για το σκοπό αυτό μπορούν να αξιοποιηθούν καμπάνιες των τοπικών αρχών που θα εγκαλούν τους πολίτες σε μια καλύτερη ενημέρωση για το φαινόμενο. Καίριας σημασίας κρίνεται η ευαισθητοποίηση των παιδιών, που συντελείται κυρίως μέσω το σχολείου. Στις αλλαγές στον τρόπο κατανάλωσης χρειάζεται να περιληφθεί η προώθηση των τοπικών προϊόντων καθώς οι μεταφορές που απαιτούνται για την εισαγωγή αγαθών από το εξωτερικό συντελούν στις εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα.

### **Βιώσιμη κινητικότητα και κυκλοφοριακή συμφόρηση**

Οι μετακινήσεις στις πόλεις και ειδικά αυτές που πραγματοποιούνται με τη χρήση ιδιωτικών αυτοκινήτων αυξάνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Χρειάζονται κατάλληλος σχεδιασμός και αλλαγές στη λειτουργία των μέσων μαζικής μεταφοράς προκειμένου να γίνουν πιο ελκυστικά στην πρακτική τους χρήση και να προτιμώνται περισσότερο από τους ανθρώπους για τις καθημερινές μετακινήσεις τους. Η διευκόλυνση χρήσης ποδήλατου με ασφαλή τρόπο πρέπει επίσης να ενταχθεί στους σχεδιασμούς. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση έχει πολλαπλές επιπτώσεις (ρύπανση, χρονοκαυστέρηση, ψυχολογική πίεση κλπ), γι' αυτό και πρέπει να σχεδιαστούν κυκλοφοριακές ρυθμίσεις που θα αμβλύνουν το φαινόμενο. Επιπλέον, η προώθηση ενός νέου τύπου αυτοκινήτων και οχημάτων μαζικής μεταφοράς, που χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα, θα μπορούσε να αποβεί ωφέλιμη (Charman, 2007).

### **Αστικός σχεδιασμός και υποδομές**

Ο τρόπος που είναι διαμορφωμένος και δομημένος ο αστικός χώρος (χώροι πρασίνου, μπλε υποδομές, κοινόχρηστοι χώροι, αστικά δάση κ.ά.) επηρεάζει αφενός τη χωρική αναφορά των δραστηριοτήτων (πρότυπο χωρικής

οργάνωσης), αλλά και αφετέρου την απορρόφηση των εκπομπών και τη δυνατότητα δημιουργίας ενός «βιώσιμου» αστικού περιβάλλοντος.

### **Βιομηχανία**

Η παραγωγική διαδικασία προκαλεί ένα μεγάλο ποσοστό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Χρειάζεται λοιπόν παρέμβαση στις βιομηχανικές διαδικασίες που περιλαμβάνουν κυρίως ειδικά φίλτρα, τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων (φυσικό αέριο, βιομάζα, ηλιακή ενέργεια κ.ά.), εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και την επιβολή αυστηρών κυρώσεων σε περιπτώσεις παράβασης αυτών των μέτρων.

### **Οικονομία και καινοτομία**

Προκειμένου να ενισχυθεί η προληπτική και προσαρμοστική ικανότητα των πολιτών, χρειάζεται να υπάρξει ενίσχυση του οικονομικού συστήματος και βελτίωση της οικονομικής κατάστασης, που μπορεί να επιτευχθεί μέσω του ανοίγματος νέων θέσεων εργασίας. Σημαντικός παράγοντας μπορεί να αποβεί η ενίσχυση της καινοτομίας μέσα από σεμινάρια ανταλλαγής γνώσεων, ενημέρωση για πρωτότυπες πρακτικές βασιζόμενες στη διεθνή εμπειρία καθώς και στήριξη εταιριών με ανάλογο περιεχόμενο. Αυτοί οι στόχοι βέβαια δεν μπορούν να επιτευχθούν αν δεν πληρείται μια βασική προϋπόθεση, η εξάλειψη κάθε μορφής ανισοτήτων, τόσο σε χωρικό όσο και σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο.

### **Διαχείριση Απορριμμάτων**

Για την επιτυχή μείωση των αερίων του θερμοκηπίου χρειάζεται η αποτελεσματική συλλογή και διαχείριση των απορριμμάτων, η ανακύκλωσή τους και η διάθεσή τους σε χώρους Χ.Υ.Τ.Α. ή Χ.Υ.Τ.Υ.. Η χρήση τους ως εναλλακτική πηγή ενέργειας είναι ένα ενδεχόμενο που ερευνάται καθώς με την εξέλιξη των σύγχρονων τεχνολογιών καθίσταται εφικτή η υλοποίησή του (Λιπάρου, 2018; Φιλιππάκη, 2008).

## Συμπεράσματα

Η κλιματική αλλαγή σαν φαινόμενο και οι επιπτώσεις που επιφέρει εντείνονται όλο και περισσότερο και δεν μπορούν να παραλειφθούν. Προτού οι συνέπειες φτάσουν σε ανεξέλεγκτο επίπεδο, είναι αναγκαίο να ληφθούν και να εφαρμοστούν όσο πιο άμεσα γίνεται μέτρα και πρακτικές τόσο για τον περιορισμό του φαινομένου όσο και για την ομαλή προσαρμογή και εξοικείωση με τις νέες συνθήκες. Μεγάλο μέρος αυτής της ευθύνης βαραίνει τους φορείς Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Αυτό προκύπτει από τις αυξημένες αρμοδιότητες που έχουν πλέον οι ΟΤΑ αναφορικά με την περιβαλλοντική διαχείριση αλλά και από τη δυνατότητά τους, σαν τη μόνη βαθμίδα άσκησης διοικητικής εξουσίας, να ενημερώνεται και να αφουγκράζεται τις τοπικές ανάγκες και να προβαίνει στο σχεδιασμό των κατάλληλων ενεργειών για την αντιμετώπιση των κλιματικών προβλημάτων. Ωστόσο, παρά τις δυνατότητες που υπάρχουν η υλοποίηση στην πράξη των σχεδίων και των προθέσεων των τοπικών αρχών, δεν μπορεί να παραλειφθεί η έλλειψη των αναγκαίων οικονομικών πόρων που θέτει αρκετούς περιορισμούς. Αυτό γίνεται κατανοητό αν λάβουμε υπόψη τη γενικότερη οικονομική κατάσταση που βιώνει η χώρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι πόροι που προβλέπεται από το νομοθετικό πλαίσιο να διατεθούν στις δράσεις των τοπικών αυτοδιοικήσεων να μην φτάνουν ποτέ σε αυτές αλλά και τα έσοδα των Δήμων και των Περιφερειών να έχουν περιοριστεί σημαντικά, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα στους ΟΤΑ καθώς αδυνατούν να ανταποκριθούν στα έξοδά τους, δημιουργούν χρέη και αναγκάζονται να καθυστερήσουν την εφαρμογή προγραμμάτων τους. Αυτά τα προβλήματα οικονομικής φύσεως συνδυάζονται και με άλλες δυσκολίες που αφορούν την απουσία κεντρικού σχεδιασμού, την έλλειψη προσωπικού στις υπηρεσίες, τα γραφειοκρατικά κωλύματα αλλά και την ψευδαίσθηση ότι υπάρχει χρόνος για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή στο μέλλον, θέτοντας τέτοια προγράμματα σε δεύτερη θέση. Γίνεται λοιπόν εμφανές ότι στο σχεδιασμό δράσεων παραγκωνίζεται η μακροπρόθεσμη προοπτική που σχετίζεται με την πρόληψη ενός φαινομένου παρά με την μεταγενέστερη απόκριση σε αυτό.



Αυτή η κατάσταση οδηγεί τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης , παρά το ενδιαφέρον τους για το φαινόμενο της Κλιματικής Αλλαγής, να περιορίζονται σε εθελοντικές δεσμεύσεις για δράσεις που δεν πραγματοποιούνται στην πράξη και στην ένταξή τους σε αναπτυξιακά προγράμματα, τα οποία καλύπτονται από Κοινοτικούς και Εθνικούς πόρους, χωρίς όμως συχνά να δίνουν την καλύτερη λύση στα τοπικά δεδομένα. Λίγες είναι οι φορές που οι Τοπικές Αυτοδιοικήσεις έχουν όντως καταφέρει να εφαρμόσουν παρεμβάσεις που ανταποκρίνονται επαρκώς στις συγκεκριμένες ανάγκες των περιοχών τους.

Προκειμένου να υπερκοραστούν αυτά τα εμπόδια και οι ΟΤΑ να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όσες ήδη αποτελούν πρόβλημα αλλά και όσες μπορούν μελλοντικά να εξελιχθούν σε πρόβλημα, χρειάζεται να πραγματοποιηθούν κάποιες αλλαγές. Βασικό είναι να υπάρξει κάποια τροποποίηση στο νομοθετικό πλαίσιο η οποία να περιλαμβάνει αύξηση των αρμοδιοτήτων των ΟΤΑ για την περιβαλλοντική διαχείριση μαζί με την παροχή όλων των προβλεπόμενων πόρων. Σημαντική είναι και η σωστή πληροφόρηση όλων των αρμόδιων φορέων αναφορικά με τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην εκάστοτε περιοχή ώστε να είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι. Αναγκαία κρίνεται η συνεργασία των τοπικών αυτοδιοικήσεων με τους αρμόδιους επιστήμονες αλλά και με τον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα σε μια προσπάθεια να βρεθεί λύση στο πρόβλημα της έλλειψης οικονομικών πόρων. Χρήσιμη μπορεί να αποβεί και η συνεργασία μεταξύ διαφόρων ΟΤΑ που παρουσιάζουν ομοιότητες στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν, ώστε να αναλάβουν από κοινού το κόστος των αναγκαίων ενεργειών.

Ένα σχέδιο που αποβλέπει στην αποτελεσματική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, πέρα από τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά, περιλαμβάνει και ουσιαστικές μεταβολές στη λειτουργία του υπάρχοντος κοινωνικοοικονομικού συστήματος. Σύμφωνα με το Ίδρυμα Rockefeller , στην εποχή μας η καθημερινότητα χαρακτηρίζεται από τη βίωση κρίσεων και την ανάγκη αντιμετώπισής τους , χωρίς ωστόσο να έχει προσδιοριστεί σαφώς τι εννοούμε με τους όρους ανθεκτικότητα, προσαρμογή, τι σημαίνει ευπάθεια, ποιοι ανήκουν σε ευπαθείς ομάδες. Ζητήματα προκύπτουν επίσης σχετικά με τη χωρική κλίμακα και την κλίμακα ιεράρχησης στη λήψη αποφάσεων. Στην πράξη

αυτό σημαίνει ότι μπορεί κάποιες αρχές σε τοπικό επίπεδο να έχουν σχέδια για τη βελτίωση της προσαρμοστικής ικανότητας αλλά πιο κεντρικές αρχές με μεγαλύτερη ισχύ στη λήψη αποφάσεων να δρουν περιοριστικά εξυπηρετώντας συγκεκριμένα συμφέροντα και θέτοντάς τα ως προτεραιότητα πάνω από την αντιμετώπιση των ευπαθειών, δυσχεραίνοντας τελικά τη θέση των κοινωνικών στρωμάτων (Sarountzaki & Chalkias, 2014; Smit & Wandel, 2006).

Η παρούσα εργασία βασίστηκε μεθοδολογικά στην λογική των σχεδίων σε διεθνές επίπεδο για την κλιματική αλλαγή και συγκεκριμένα, στη μεθοδολογία ιδρυμάτων όπως το Rockefeller και το ICLEI. Αυτές οι προσεγγίσεις επέτρεψαν την καλύτερη κατανόηση της έλλειψης στέρεων και αξιόπιστων ποσοτικοποιημένων εκτιμήσεων για την ευπάθεια και τη προσαρμοστικότητα, γεγονός που σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στην απουσία σαφούς πλαισίου. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει όλες τις πτυχές της ζωής μας και αυτό καθιστά επιτακτική ανάγκη το σχεδιασμό και την υλοποίηση προγραμμάτων που να περιλαμβάνουν όλα τα αστικά συστήματα. Η Αθήνα, ως το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της Ελλάδας, που χαρακτηρίζεται από πολλές ευπάθειες και έχει βιώσει έντονες φυσικές καταστροφές, φέρει τη μεγαλύτερη ευθύνη για την πραγματοποίηση ενός τέτοιου σχεδίου. Οι υψηλοί ρυθμοί αστικοποίησης και ο εντεινόμενος ανταγωνισμός οδηγούν σε έντονες ανισότητες μεταξύ περιοχών και κοινωνικών ομάδων, γεγονός που επιδεινώνει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής επιβαρύνοντας κυρίως τις ευπαθείς ομάδες. Ωστόσο φαίνεται ότι μόνο οι πολιτικές δεν μπορούν να δώσουν την αναγκαία λύση αλλά χρειάζεται και η ενεργοποίηση σε επίπεδο κοινωνιών που θα πραγματοποιηθεί με όρους λήψης αποφάσεων θέτοντας τέλος στην αδράνεια (Adger, 2010; Μπίσκα & Στρατηγέα, 2015).

Οι διαπραγματεύσεις σε διεθνές επίπεδο μέσα από τις διασκέψεις του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή - Μπαλί (2007), Πόζναν (2008), Κοπεγχάγη (2009), Κανκούν (2010) – δεν φαίνεται να οδήγησαν στην εύρεση κάποιας ουσιαστικής λύσης. Δεν φαίνεται επίσης να υπάρχει συμφωνία μεταξύ κρατών. Οι ΗΠΑ δεν έχουν καταλήξει ακόμα σε μία νομική δέσμευση για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η Κίνα ανακοίνωσε το 2009 την πρόθεσή της για βελτίωση της ενεργειακής της απόδοσης κατά 40% έως το 2020. Ουσιαστικά μόνο η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει μειώσει τις εκπομπές της κατά 20% έως το

2020, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Οι κλιματικές πολιτικές που εφαρμόζει η Ευρωπαϊκή Ένωση είχαν σαν βασικό σκοπό να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Όμως, η έλλειψη συμφωνίας σε παγκόσμιο επίπεδο για το σχεδιασμό ενός προγράμματος αντιμετώπισης σε συνδυασμό με την αύξηση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής ανέδειξαν την ανάγκη για άμεση οργάνωση και εφαρμογή παρεμβάσεων που θα στόχευαν σε μια πιο συνολική προσαρμογής της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην κλιματική αλλαγή.

Ωστόσο, η Ελλάδα δεν έχει προβεί στο σχεδιασμό μιας επίσημης στρατηγικής για την προσαρμογή στις νέες συνθήκες που επέφερε η κλιματική αλλαγή. Η πολιτική της χώρας στον τομέα αυτό ακολουθεί το πλαίσιο που θέτει η Λευκή Βίβλος που εξέδωσε το 2009 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Σύμφωνα με αυτή χρειάζεται να σχεδιάσει ένα πλήρες πρόγραμμα με λήψη μέτρων για την προσαρμογή σε τομείς όπως η γεωργία, ο τουρισμός, η υγεία, τα αποθέματα ύδατος, προκειμένου να περιοριστούν οι συνακόλουθες επιπτώσεις στην ίδια την Ευρώπη. Αν λάβουμε υπόψη την κατάσταση της οικονομίας στη χώρα και τη γεωγραφική της θέση, συμπεραίνουμε ότι είναι επιτακτική ανάγκη για την Ελλάδα να βρει τρόπο να προσαρμοστεί αποτελεσματικά στις νέες συνθήκες που δημιουργήσε η κλιματική αλλαγή. Το νέο διοικητικό μοντέλο που θεσμοθετήθηκε στη χώρα, περιλαμβάνει την ανάθεση περισσότερων αρμοδιοτήτων στην Τοπική Αυτοδιοίκηση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Μέσα από τις δράσεις προσαρμογής που προβλέπονται, μπορούν να επιτευχθούν σημαντικές αλλαγές όχι μόνο σε τοπικό αλλά και σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις υποδομές με διάφορους τρόπους. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της θερμοκρασίας, της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, των συχνότερων και εντονότερων ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως τυφώνες, πλημμύρες και ξηρασίες, θέτουν σε κίνδυνο τις υποδομές.

Για παράδειγμα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αυξάνει τον κίνδυνο πλημμυρών και καταιγίδων στις παράκτιες περιοχές, οι οποίες μπορούν να βλάψουν ή να καταστρέψουν κτίρια, δρόμους, γέφυρες και άλλες υποδομές. Η αύξηση των θερμοκρασιών μπορεί να προκαλέσει θερμική καταπόνηση σε

υλικά υποδομής όπως η ασφαλτός και το σκυρόδεμα, οδηγώντας σε ζημιές και υποβάθμιση με την πάροδο του χρόνου. Τα συχνότερα και εντονότερα ακραία καιρικά φαινόμενα μπορούν επίσης να βλάψουν υποδομές, όπως έντονες βροχοπτώσεις που προκαλούν κατολισθήσεις ή πλημμύρες που μπορούν να παραλύσουν δρόμους ή γέφυρες.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει επίσης τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των υδάτινων πόρων, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία υποδομών όπως υδροηλεκτρικοί σταθμοί, εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού και συστήματα άρδευσης. Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα συστήματα μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων των αεροδρομίων, των αυτοκινητοδρόμων και των σιδηροδρόμων, προκαλώντας διαταραχές λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων και άνοδου της στάθμης της θάλασσας.

Η αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις υποδομές θα απαιτήσει συνδυασμό μέτρων προσαρμογής για τη μείωση της τρωτότητας των υφιστάμενων υποδομών και μέτρων μετριασμού για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την επιβράδυνση του ρυθμού της κλιματικής αλλαγής

Ακολουθούν ορισμένα συγκεκριμένα παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις υποδομές, μαζί με σχετικές αναφορές και πηγές

Άνοδος της στάθμης της θάλασσας και παράκτιες υποδομές: Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι μία από τις σημαντικότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και επηρεάζει τις παράκτιες υποδομές σε όλο τον κόσμο. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα μπορούσε να προκαλέσει έως και 106 δισεκατομμύρια δολάρια σε υλικές ζημιές και να εκτοπίσει εκατομμύρια ανθρώπους έως το 2100 (Hauer et al., 2016). Οι παράκτιες υποδομές, όπως οι λιμένες, οι αερολιμένες και οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στα κύματα καταιγίδας, τα οποία μπορούν να βλάψουν ή να καταστρέψουν υποδομές ζωτικής σημασίας (IPCC, 2019)

- Hauer, M. E., Evans, J. M., & Mishra, D. R. (2016). Millions projected to be at risk from sea-level rise in the continental United States. *Nature Climate Change*, 6(7), 691-695. doi:10.1038/nclimate2961
- IPCC. (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Geneva, Switzerland: IPCC

Ακραία καιρικά φαινόμενα και υποδομές μεταφορών: Η κλιματική αλλαγή προκαλεί συχνότερα και πιο έντονα ακραία καιρικά φαινόμενα, τα οποία μπορούν να βλάψουν υποδομές μεταφορών όπως δρόμους, γέφυρες και αεροδρόμια. Για παράδειγμα, οι πλημμύρες που προκαλούνται από έντονες βροχοπτώσεις μπορούν να παρασύρουν δρόμους και γέφυρες και οι τυφώνες μπορούν να βλάψουν αεροδρόμια και λιμάνια (DOT, 2019). Επιπλέον, η υπερβολική ζέστη μπορεί να προκαλέσει κάμψη και επέκταση των δρόμων και των διαδρόμων, οδηγώντας σε επιφανειακές ζημιές και κινδύνους για την ασφάλεια (TRB, 2010)

DOT. (2019). *Climate Adaptation Plan: Fiscal Year 2020*. Washington, DC: U.S. Department of Transportation

TRB. (2010). *Climate Change and Transportation: Impacts and Adaptation Options*. Washington, DC: Transportation Research Board

3. Υδάτινοι πόροι και ενεργειακές υποδομές: Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τους υδάτινους πόρους, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τις ενεργειακές υποδομές, όπως οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού. Οι αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης και στο χρονοδιάγραμμα τήξης του χιονιού μπορούν να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία του νερού, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των ενεργειακών υποδομών (DOE, 2019). Επιπλέον, ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως πλημμύρες και ξηρασίες, μπορούν να βλάψουν τις ενεργειακές υποδομές και να διαταράξουν τις αλυσίδες ενεργειακού εφοδιασμού (IEA, 2021)

DOE. (2019). *Hydropower Vision: A New Chapter for America's 1st Renewable Electricity Source*. Washington, DC: U.S. Department of Energy

IEA. (2021). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. Paris, France: International Energy Agency

Αυτά είναι μόνο μερικά παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις υποδομές, και υπάρχουν πολλές άλλες διαθέσιμες επιπτώσεις και πηγές πληροφοριών

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα για το πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις υποδομές στην Ευρώπη και την Ελλάδα

1. Καύσωνες και υποδομές στην Ευρώπη: Οι καύσωνες γίνονται όλο και πιο συχνόι και έντονοι στην Ευρώπη λόγω της κλιματικής αλλαγής, η οποία επηρεάζει υποδομές όπως δρόμους και κτίρια. Το 2019, ένα κύμα καύσωνα στη Γαλλία προκάλεσε λυγισμό και παραμόρφωση δρόμων και σιδηροδρόμων, οδηγώντας σε διαταραχές και ανησυχίες για την ασφάλεια (The Guardian, 2019). Επιπλέον, τα κτίρια που δεν σχεδιάστηκαν για να αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες γίνονται όλο και πιο άβολα και ακόμη και επικίνδυνα κατά τη διάρκεια κυμάτων καύσωνα, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την παραγωγικότητα και τη δημόσια υγεία (EEA, 2020).
2. Πλημμύρες και υποδομές στην Ελλάδα: Η Ελλάδα έχει βιώσει μια σειρά από καταστροφικές πλημμύρες τα τελευταία χρόνια, οι οποίες έχουν καταστρέψει υποδομές όπως δρόμους, γέφυρες και κτίρια. Τον Νοέμβριο του 2017, οι έντονες βροχοπτώσεις προκάλεσαν πλημμύρες και κατολισθήσεις στη δυτική Ελλάδα, οι οποίες προκάλεσαν ζημιές σε δρόμους και γέφυρες και οδήγησαν σε αρκετούς θανάτους (Reuters, 2017). Επιπλέον, το νησί της Κρήτης έχει βιώσει επανειλημμένα πλημμυρικά φαινόμενα τα τελευταία χρόνια, τα οποία έχουν προκαλέσει ζημιές σε δρόμους και κτίρια και έχουν διαταράξει τις μεταφορές και τον τουρισμό (EKATHIMERINI, 2020).
3. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας και υποδομές στην Ευρώπη: Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αποτελεί σημαντική απειλή για τις παράκτιες υποδομές στην Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων των λιμένων, των αεροδρομίων και των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Σύμφωνα με έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, το 75% των ευρωπαϊκών λιμένων κινδυνεύουν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και το κόστος προσαρμογής των υποδομών στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας θα μπορούσε να φτάσει το 1 τρισεκατομμύριο ευρώ έως το 2100 (EEA, 2018). Στην Ελλάδα, το νησί της Ρόδου είναι ιδιαίτερα ευάλωτο στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, η οποία θα μπορούσε να προκαλέσει πλημμύρες και ζημιές σε κρίσιμες υποδομές όπως το αεροδρόμιο και το λιμάνι (Kathimerini, 2021).

- The Guardian. (2019). Heatwave causes French roads to buckle and melt. Retrieved from <https://www.theguardian.com/world/2019/jun/27/heatwave-causes-french-roads-to-buckle-and-melt>
  - EEA. (2020). Building design and heatwaves: Guidance for policymakers in Europe. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/building-design-and-heatwaves>
  - Reuters. (2017). Six dead, scores missing after strong winds, rain hit western Greece. Retrieved from <https://www.reuters.com/article/us-greece-weather/six-dead-scores-missing-after-strong-winds-rain-hit-western-greece-idUSKBN1DL0U3>
  - EKATHIMERINI. (2020). Storms lash Crete, cause flooding, landslides. Retrieved from <https://www.ekathimerini.com/news/258937/storms-lash-crete-cause-flooding-landslides/>
  - EEA. (2018). Climate change adaptation in Europe: Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-in-europe-2018/sea-level-rise-and-coastal-infrastructures>
  - Kathimerini. (2021). Rhodes airport and port vulnerable to rising sea levels, study finds. Retrieved from <https://www.ekathimerini.com/environment/1174149/rhodes-airport-and-port-vulnerable-to-rising-sea-levels-study-finds/>
1. Είναι άγριες πυρκαγιές στην Ευρώπη και ειδικά στην Ελλάδα λόγω κλιματικής αλλαγής
  2. Ενώ οι πυρκαγιές συνέβαιναν πάντα φυσικά σε πολλά μέρη του κόσμου, συμπεριλαμβανομένης της Ευρώπης και της Ελλάδας, η κλιματική αλλαγή πιστεύεται ότι αυξάνει τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των πυρκαγιών σε ορισμένες περιοχές. Υπάρχουν επιστημονικά στοιχεία που υποδηλώνουν ότι οι αυξανόμενες θερμοκρασίες και τα μεταβαλλόμενα πρότυπα βροχοπτώσεων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή συμβάλλουν σε συχνότερες και εντονότερες πυρκαγιές σε ορισμένες περιοχές
  3. Τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα έχει βιώσει αρκετές μεγάλες πυρκαγιές που έχουν προκαλέσει σημαντικές ζημιές και απώλειες ζωών. Για παράδειγμα, τον Ιούλιο του 2018, μια πυρκαγιά στην παραθαλάσσια πόλη Μάτι κοντά στην Αθήνα σκότωσε 102 άτομα και κατέστρεψε εκατοντάδες σπίτια και επιχειρήσεις (BBC News, 2018). Οι θερμές και ξηρές συνθήκες εκείνο το καλοκαίρι αποδόθηκαν εν μέρει στην κλιματική αλλαγή, η οποία αύξησε τον κίνδυνο πυρκαγιών

4. Ομοίως, τον Αύγουστο του 2021, πυρκαγιές έκαψαν αρκετές περιοχές της Ελλάδας, συμπεριλαμβανομένου του νησιού της Εύβοιας, όπου απομακρύνθηκαν περισσότεροι από 2.000 άνθρωποι (Reuters, 2021). Ο παρατεταμένος καύσωνας και οι συνθήκες ξηρασίας εκείνο το καλοκαίρι συνδέθηκαν και πάλι με την κλιματική αλλαγή, η οποία συνέβαλε στον ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς

Ενώ είναι δύσκολο να αποδοθεί άμεσα οποιαδήποτε μεμονωμένη πυρκαγιά στην κλιματική αλλαγή, η αυξανόμενη συχνότητα και ένταση αυτών των συμβάντων σε ορισμένες περιοχές συνάδει με τις προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή και αποτελεί αιτία ανησυχίας

Ποιες ενέργειες πρέπει να γίνουν για να μειωθεί η αλλαγή του κλίματος

Υπάρχουν ορισμένες δράσεις που μπορούν να αναληφθούν για τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ακολουθούν ορισμένες βασικές στρατηγικές

1. Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου: Η σημαντικότερη δράση που μπορεί να αναληφθεί για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη μετάβαση σε καθαρότερες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια και τις μεταφορές και τη μείωση των εκπομπών από τη γεωργία, τη βιομηχανία και τη διαχείριση αποβλήτων
2. Προώθηση της βιώσιμης χρήσης της γης: Οι αλλαγές στη χρήση της γης, όπως η αποψίλωση των δασών και η αστικοποίηση, μπορούν επίσης να συμβάλουν στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να επιδεινώσουν την κλιματική αλλαγή. Η προώθηση βιώσιμων πρακτικών χρήσης γης, όπως η αναδάσωση, η αναγεννητική γεωργία και οι πράσινες υποδομές, μπορεί να συμβάλει στη δέσμευση άνθρακα και στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής

. Μέτρα προσαρμογής: Ακόμη και με σημαντικές προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ορισμένες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη αναπόφευκτες. Τα μέτρα προσαρμογής, όπως η κατασκευή θαλάσσιων τειχών για την προστασία των παράκτιων κοινοτήτων από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και η εφαρμογή καλλιεργειών ανθεκτικών στην ξηρασία, μπορούν να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής



Υποστήριξη της διεθνούς συνεργασίας: Η κλιματική αλλαγή είναι ένα παγκόσμιο ζήτημα που απαιτεί συλλογική δράση. Η στήριξη της διεθνούς συνεργασίας, όπως η συμφωνία του Παρισιού, μπορεί να συμβάλει στον συντονισμό των προσπάθειών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής

Αύξηση της ευαισθητοποίησης και της συμμετοχής του κοινού: Η κλιματική αλλαγή είναι ένα σύνθετο ζήτημα που απαιτεί ευαισθητοποίηση και συμμετοχή του κοινού. Η εκπαίδευση του κοινού σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και τις δράσεις που μπορούν να αναληφθούν για την αντιμετώπισή της είναι απαραίτητη για την επίτευξη ουσιαστικής αλλαγής

Αυτές είναι μόνο μερικές από τις στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Δεν υπάρχει ενιαία λύση και μια ολοκληρωμένη προσέγγιση θα απαιτήσει μια σειρά δράσεων σε πολλαπλά επίπεδα, συμπεριλαμβανομένης της κυβέρνησης, των επιχειρήσεων και των ατόμων

Πώς μπορεί η υποδομή να είναι ασπίδα στη κλιματική αλλαγή

Οι υποδομές μπορούν να θωρακιστούν και να ενισχυθούν έναντι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής μέσω μιας σειράς στρατηγικών. Ακολουθούν ορισμένες βασικές προσεγγίσεις:

1. Σχεδιασμός ανθεκτικότητας: Ο σχεδιασμός και ο σχεδιασμός των υποδομών θα πρέπει να περιλαμβάνουν εκτιμήσεις κλιματικού κινδύνου και να εξετάζουν πιθανά μελλοντικά κλιματικά σενάρια. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό τρωτών σημείων και στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με το πού και πώς θα επενδύσετε σε υποδομές
2. Βελτιώσεις υποδομών: Οι υποδομές μπορούν να βελτιωθούν ή να μετασκευαστούν για να ενισχυθεί η ανθεκτικότητά τους στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η αύξηση της ικανότητας των συστημάτων ομβρίων υδάτων να δέχονται εντονότερες βροχοπτώσεις ή η ενίσχυση γεφυρών και κτιρίων ώστε να αντέχουν σε ακραία καιρικά φαινόμενα
3. Λύσεις που βασίζονται στη φύση: Οι λύσεις που βασίζονται στη φύση, όπως οι πράσινες στέγες, οι κήποι βροχής και οι παράκτιοι υγρότοποι, μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις υποδομές. Οι λύσεις αυτές μπορούν επίσης να αποφέρουν

πρόσθετα οφέλη, όπως η βελτίωση της ποιότητας του αέρα και των υδάτων και η ενίσχυση της βιοποικιλότητας

4. Καινοτόμες τεχνολογίες: Οι αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως οι αισθητήρες και οι έξυπνες υποδομές, μπορούν να συμβάλουν στην παρακολούθηση και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων που σχετίζονται με το κλίμα, όπως οι πλημμύρες και η υπερβολική ζέστη. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την ανθεκτικότητα των υποδομών και να συμβάλει στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής
5. Συνεργατικές προσεγγίσεις: Η αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις υποδομές θα απαιτήσει συνεργασία μεταξύ πολλών ενδιαφερόμενων μερών, συμπεριλαμβανομένης της κυβέρνησης, των επιχειρήσεων και των κοινοτήτων. Η συνεργασία μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό κοινών προτεραιοτήτων, στον συντονισμό των προσπάθειών και στη μόχλευση πόρων για τη μεγιστοποίηση του αντίκτυπου των επενδύσεων

Αυτές είναι μόνο μερικές από τις στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θωράκιση και την ενίσχυση των υποδομών έναντι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Η αποτελεσματική δράση θα απαιτήσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που θα ενσωματώνει πολλαπλές στρατηγικές και θα εμπλέκει μια σειρά ενδιαφερόμενων μερών

Κάποιες αναφορές για τη δράση της Ε.Ε. και ειδικά της Ελλάδας:

European Commission (2020). European Green Deal.

[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

European Commission (2021). Fit for 55.

[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en#fitfor55-package](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en#fitfor55-package)

European Commission (2021). Climate Change: Mitigation and Adaptation.

[https://ec.europa.eu/info/topics/climate-action/climate-change-mitigation-and-adaptation\\_en](https://ec.europa.eu/info/topics/climate-action/climate-change-mitigation-and-adaptation_en)

Ministry of Environment and Energy of Greece (2020). Greece's National Energy and Climate Plan (NECP) 2021-2030

[https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/countries/files/gr\\_necp\\_main\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/countries/files/gr_necp_main_en.pdf)

Ministry of Environment and Energy of Greece (2021). Climate and Energy Framework for Greece 2030. <https://www.minenv.gr/en/environment/climate-change/greece-climate-energy-framework-2030.html>

Hellenic Republic Ministry of Environment and Energy (2020). Adaptation Strategy to Climate Change

[https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/greeces\\_adaptation\\_strategy\\_to\\_climate\\_change\\_2020\\_2030\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/greeces_adaptation_strategy_to_climate_change_2020_2030_en.pdf)

European Environment Agency (2021). Climate Change Impacts and Adaptation in Europe. <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/adaptation>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2021). National Communications and Biennial Update Reports. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/national-communications-and-biennial-update-reports>

Οι πόροι αυτοί παρέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις δράσεις που αναλαμβάνονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας

που είναι η ατάκα της Ε.Ε. και της Ελλάδας να ξεσηκώσουν το δημόσιο και να ιδιωτικοποιήσουν την κλιματική αλλαγή

Τόσο η Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και η Ελλάδα έχουν αναπτύξει στρατηγικές και πολιτικές για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας των δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων έναντι της κλιματικής αλλαγής. Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα

1. Ευρωπαϊκή Ένωση: Η ΕΕ έχει θέσει ως στόχο την επίτευξη κτιριακού αποθέματος σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας έως το 2050. Για να επιτευχθεί αυτό, η ΕΕ έχει θεσπίσει ένα πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, το οποίο περιλαμβάνει κανονισμούς για ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις και οικοδομικούς κώδικες. Η ΕΕ παρέχει επίσης χρηματοδότηση για ενεργειακά αποδοτικά κτιριακά έργα μέσω διαφόρων πρωτοβουλιών, όπως το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕΠ)
2. Ελλάδα: Η ελληνική κυβέρνηση έχει θέσει ως στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια κατά 40% έως το 2030, στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ). Το πλαίσιο της Ελλάδας για το κλίμα και την ενέργεια για το 2030 περιλαμβάνει μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, όπως κίνητρα για ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις, την ανάπτυξη κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας και την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια. Η στρατηγική προσαρμογής της Ελλάδας στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνει επίσης μέτρα για την αύξηση της ανθεκτικότητας των κτιρίων έναντι ακραίων καιρικών φαινομένων

Συνολικά, οι στρατηγικές της ΕΕ και της Ελλάδας αποσκοπούν στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και της ανθεκτικότητας των δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων, στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη στήριξη της μετάβασης σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ανθεκτική στην κλιματική αλλαγή

Εδώ είναι μερικές αναφορές σύμφωνα με CatGPT, που σχετίζονται με τις στρατηγικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της ανθεκτικότητας των κτιρίων έναντι της κλιματικής αλλαγής:

1. European Commission (2020). Energy performance of buildings. [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-performance-of-buildings\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-performance-of-buildings_en)
2. European Commission (2021). Renovation Wave Strategy. [https://ec.europa.eu/info/publications/renovation-wave-strategy-accelerating-renovations-facilitate-recovery-and-drive-sustainability-europe\\_en](https://ec.europa.eu/info/publications/renovation-wave-strategy-accelerating-renovations-facilitate-recovery-and-drive-sustainability-europe_en)
3. European Commission (2021). Investment in energy efficiency of buildings. <https://ec.europa.eu/energy/topics/energy->

[efficiency/financing-energy-efficiency/investment-energy-efficiency-buildings\\_en](#)

4. Ministry of Environment and Energy of Greece (2020). Greece's National Energy and Climate Plan (NECP) 2021-2030. [https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/countries/files/gr\\_necp\\_main\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/countries/files/gr_necp_main_en.pdf)
5. Ministry of Environment and Energy of Greece (2021). Climate and Energy Framework for Greece 2030. <https://www.minenv.gr/en/environment/climate-change/greece-climate-energy-framework-2030.html>
6. Hellenic Republic Ministry of Environment and Energy (2020). Adaptation Strategy to Climate Change. [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/greeces\\_adaptation\\_strategy\\_to\\_climate\\_change\\_2020\\_2030\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/greeces_adaptation_strategy_to_climate_change_2020_2030_en.pdf)
7. European Environment Agency (2021). Energy efficiency and buildings. <https://www.eea.europa.eu/themes/energy/energy-efficiency-and-buildings>
8. European Investment Bank (2021). Energy efficiency in buildings. <https://www.eib.org/en/projects/sectors/buildings/energy-efficiency-in-buildings>

Οι αναφορές αυτές παρέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις πολιτικές, τους κανονισμούς και τους μηχανισμούς χρηματοδότησης που σχετίζονται με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της ανθεκτικότητας των κτιρίων στην ΕΕ και την Ελλάδα

## Βιβλιογραφία

Adger, W. N., Brown, K., & Conway, D. (2010). Progress in global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 547-549.

Asere, L., & Blumberga, A. (2018). Energy efficiency–indoor air quality dilemma in public buildings. *Energy Procedia*, 147, 445-451.

<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.07.115>

Ayers, J., & Dodman, D. (2010). Climate change adaptation and development I: the state of the debate. *Progress in Development studies*, 10(2), 161-168.

Βαγγελάτος, Θ., Βαρδούλια, Μ., Ψωμά–Διακουμάκου, Μ., Στατήρη, Ρ., & Γιαλλούση, Μ. (2021). Κλιματική αλλαγή και καθημερινές συνήθειες. *Open Schools Journal for Open Science*, 4(3).

Behringer, W. (2010). *A cultural history of climate*. Polity.

Bodansky, D. (2001). The history of the global climate change regime. *International relations and global climate change*, 23(23), 505.

Bodansky, D. (2010). The Copenhagen climate change conference: a postmortem. *American Journal of International Law*, 104(2), 230-240.

<https://doi.org/10.5305/amerjintelaw.104.2.0230>

Bolin, B., & Doos, B. R. (1989). Greenhouse effect.

Bouwman, A. F. (1990). Soils and the greenhouse effect.

Γεωργακάκη, Δ. Ι. (2010). *Ατμοσφαιρική ρύπανση και κοινωνική ευθύνη* (Master's thesis).

Carey, J. (2012). *The Intellectuals and the Masses: Pride and Prejudice among the Literary Intelligentsia 1880-1939*. Faber & Faber.

Change, C. (2007). The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *An Introduction to Applied Geostatistics*.

Change, I. P. O. C. (2007). Climate change 2007: The physical science basis.

Chapman, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of transport geography*, 15(5), 354-367.

<https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00642.x>

Δρίσα, Θ. (2022). *Κλιματική Αλλαγή και Πολιτικές Αντιμετώπισής της στα Πλαίσια της ΕΕ* (Doctoral dissertation, Πρόγραμμα Διεθνούς Σχέσεων, Στρατηγικής και Ασφάλειας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφου).

Elsom, D. M. (1992). Atmospheric pollution: a global problem.

Fleming, J. R. (2005). *Historical perspectives on climate change*. Oxford University Press.

Gawler, S., & Tiwari, S. (2014). ICLEI ACCCRN PROCESS building urban climate change resilience: A toolkit for local governments. *ICLEI South Asia*.

Giannaros, T. M., & Melas, D. (2012). Study of the urban heat island in a coastal Mediterranean City: The case study of Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Research*, 118, 103-120.

<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.06.006>

Hughes, G.B., Giegenganck, R. & Kritikos, H. (1999). Spectral indications of unexpected contributors to atmospheric CO<sub>2</sub> variability? *International Journal of Climatology*. 19(8), pp. 813-819

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(19990630\)19:8%3C813::AID-JOC387%3E3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(19990630)19:8%3C813::AID-JOC387%3E3.0.CO;2-%23)

Kasting, J. F., & Siefert, J. L. (2002). Life and the evolution of Earth's atmosphere. *Science*, 296(5570), 1066-1068.

<https://doi.org/10.1126/science.1071184>

Κατσαφάδος, Π., & Μαυροματίδης, Η. (2016). Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή.

Keramitsoglou, I., Kiranoudis, C. T., Ceriola, G., Weng, Q., & Rajasekar, U. (2011). Identification and analysis of urban surface temperature patterns in Greater Athens, Greece, using MODIS imagery. *Remote Sensing of Environment*, 115(12), 3080-3090.

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.06.014>

Lear, C. H., Anand, P., Blenkinsop, T., Foster, G. L., Gagen, M., Hoogakker, B., ... & Zalasiewicz, J. (2021). Geological Society of London Scientific Statement: what the geological record tells us about our present and future climate. *Journal of the Geological Society*, 178(1).

<https://doi.org/10.1144/jgs2020-239>

Λιπάρου, Κ. (2018). Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού κεκτημένου.

Livada, I., Santamouris, M., Niachou, K., Papanikolaou, N., & Mihalakakou, G. (2002). Determination of places in the great Athens area where the heat island effect is observed. *Theoretical and Applied Climatology*, 71(3), 219-230.

<https://doi.org/10.1007/s007040200006>

Μαντζαβά, Γ. (2003). *Κλιματική αλλαγή* (Master's thesis).

Μαχαίρας, Π., & Μπαλαφούτης, Χ. (1984). Γενική κλιματολογία με στοιχεία μετεωρολογίας.

Μαχαίρας, Π., & Πισσούλης, Ν. (1991). Ο άνθρωπος, το περιβάλλον και οι κλιματικές μεταβολές. *Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο με θέμα Προστασία Περιβάλλοντος και Γεωργική Παραγωγή, 21-23 Μαρτίου 1989*, 335-351.

McEwan, M. J., & Phillips, L. F. (1975). *Chemistry of the Atmosphere*. New York.



Mitchell, J. F. (1989). The “greenhouse” effect and climate change. *Reviews of Geophysics*, 27(1), 115-139.

<https://doi.org/10.1029/RG027i001p00115>

Μπαντέλα, Δ. Α. (2019). Κλιματική αλλαγή.

Μπίσκα, Α., & Στρατηγέα, Α. (2015). Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: η πορεία της Ελλάδας προς το 2020. *Αειχώρος: Κείμενα Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Ανάπτυξης*, (20), 122-146.

O'Brien, K. (2012). Global environmental change II: From adaptation to deliberate transformation. *Progress in human geography*, 36(5), 667-676.

<https://doi.org/10.1177/0309132511425767>

Ramanathan, V., & Feng, Y. (2009). Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives. *Atmospheric environment*, 43(1), 37-50.

<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.063>

Roaf, S., Roaf, S., Crichton, D., & Nicol, F. (2009). *Adapting buildings and cities for climate change: a 21st century survival guide*. Routledge.

Robinson, E., & Robbins, R. C. (1970). Gaseous atmospheric pollutants from urban and natural sources. In *Global effects of environmental pollution* (pp. 50-64). Springer, Dordrecht.

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-010-3290-2\\_7#:~:text=DOI-.https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1007%2F978%2D94%2D010%2D3290%2D2\\_7,-Publisher%20Name](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-010-3290-2_7#:~:text=DOI-.https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1007%2F978%2D94%2D010%2D3290%2D2_7,-Publisher%20Name)

Rodhe, H. (1990). A comparison of the contribution of various gases to the greenhouse effect. *Science*, 248(4960), 1217-1219.

<https://doi.org/10.1126/science.248.4960.1217>

Rosenzweig, C., & Hillel, D. (1998). *Climate change and the global harvest: potential impacts of the greenhouse effect on agriculture*. Oxford University Press.

Sapountzaki, K., & Chalkias, C. (2014). Urban geographies of vulnerability and resilience in the economic crisis era-the case of Athens. *A|Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*, 11(1), 59-75.

Schwarzbach, M., & Muir, R. O. (1963). *Climates of the past: an introduction to paleoclimatology* (pp. 225-234). London: van Nostrand.

Shafiei, A., & Maleksaeidi, H. (2020). Pro-environmental behavior of university students: Application of protection motivation theory. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00908.

<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00908>

Sharp, T. (2017). Earth's Atmosphere: Composition, Climate & Weather. *Space.com*. Recuperado de > <https://www.space.com/17683-earth-atmosphere.html>.

Σκαρλάτου, Σ. (2017). Η Κλιματική Αλλαγή στην Ελλάδα.

Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 282-292.

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>

Σολομώντος, Ρ. Α. (2014). *Η πρόκληση της κλιματικής αλλαγής και η αντιμετώπιση της* (No. GRI-2014-11954). Aristotle University of Thessaloniki.

Στάθης, Δ. (2016). ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.

Τζαμπερή, Ν. (2010). Εκπαίδευση για το περιβάλλον και η συμβολή της στη διαμόρφωση φιλοπεριβαλλοντικής στάσης με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη

Τζαχάνη, Κ. (2011). Εφαρμογή του νομοθετικού πλαισίου στην Ελλάδα για τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων πριν και μετά το σχέδιο Καλλικράτη.

Unep, R. O. W. A. (2009). El Maghara scenario a search for sustainability and equity: An Egyptian case study. *Journal of Futures Studies*, 14(2), 55-90.

Wilson, E., & Piper, J. (2010). *Spatial planning and climate change*. Routledge.

Φιλιππάκη, Δ. Σ. (2008). *Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η εξοικονόμηση ενέργειας ως τρόποι αντιμετώπισης των κλιματικών αλλαγών* (Master's thesis).

Χρονοπούλου-Σερέλη, Α., & Φλόκας, Α. (2010). *Μαθήματα γεωργικής μετεωρολογίας και κλιματολογίας* (No. RefW-15-12072). Ζήτη.

Zalasiewicz, J., & Williams, M. (2021). Climate change through Earth history. In *Climate change* (pp. 49-65). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821575-3.00003-7>

1. <http://www.eumayors.eu>
2. <http://www.eleusina.gr>
3. <http://www.ecofokida.gr>
4. <http://www.economist.gr>
5. <http://www.econews.gr/2012/05/21/afxisi-stathmis-thalasswn/>
6. <http://edu.chi.civil.ntua.gr>
7. <http://www.simfonodimarxon.eu>
8. <http://www.aftodioikisi.gr>
9. <http://www.tanea.g>