ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων ως εργαλείο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Διπλωματική Εργασία

Παπαδήμας Βασίλειος

Αθήνα, Φεβρουάριος 2019

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Μπάλιας Γεώργιος

Αναπληρωτής καθηγητής,Τμήμα Γεωγραφίας,Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Σαπουντζάκη Καλλιόπη

Καθηγήτρια,Τμήμα Γεωγραφίας,Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Δελλαδέτσιμας Παύλος Μαρίνος

Καθηγητής,Τμήμα Γεωγραφίας,Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Ο Παπαδήμας Βασίλειος,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των τελικών εργασιών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «*Διαχείριση φυσικών και ανθρωπογενών κινδύνων και καταστροφών*», του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου. Με την ολοκλήρωσή της εργασίας αυτής, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Μπάλια Γεώργιο, αρχικά για την ανάθεση της εργασίας και εν συνεχεία για την επίβλεψη του, καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της.

Ευχαριστίες οφείλω σε όλους τους καθηγητές με τους οποίους συνεργάστηκα καθ΄ όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών και στον συνάδελφο μηχανικό Δρακούλη Χρήστο για την εποικοδομητική ανταλλαγή απόψεων πάνω στο θέμα της παρούσας εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ 5
Περίληψη στα Ελληνικά 7
Abstract 8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ 9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ 10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ 11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ 11
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ 13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 15
1.1 ΓΕΝΙΚΑ 18
1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ 19
1.2.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ, ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ 19
1.2.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ 21
1.2.3 Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ 24
1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ 27
1.3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ 29
1.3.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ 35
1.3.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ 39
1.4 ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ 45
1.4.1 Η ΣΥΜΒΑΣΗ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ 46
1.4.2 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ 47
1.4.3 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΙΣΙΩΝ 49
2.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ 53
2.2 Η ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΗ ΚΡΙΣΗ ΤΟΥ 1973 55
2.3 ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 58
2.4 ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 60
2.5 ΗΛΙΚΙΑΚΑ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ 66
2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ - ΠΡΟΦΙΛ ΚΤΙΡΙΩΝ 69
2.7 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ 73
2.7.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 74
2.7.2 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ 78

2.7.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ - ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ 81
2.7.4 ΦΥΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ ΔΩΜΑΤΩΝ 84
2.7.5 ΦΩΤΙΣΜΟΣ 87
2.7.6 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ 90
2.8 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ) 93
2.8.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ 96
2.8.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 96
2.8.1.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ 101
2.8.1.3 ΒΙΟΜΑΖΑ 105
2.9 ΚΤΙΡΙΑ nZEB Ή ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 107
2.9 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ - ΔΡΑΣΕΙΣ 111
2.9.1 ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ 111
2.9.2 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ 117
2.9.3 ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 119
3.1 ΓΕΝΙΚΑ 126
3.2 2^{ο} «ΟΜΗΡΕΙΟ» ΓΥΜΝΑΣΙΟ - ΛΥΚΕΙΟ & 3^{ο} «ΚΕΝΤΡΙΚΟ» ΓΥΜΝΑΣΙΟ-ΛΥΚΕΙΟ Ν.ΣΜΥΡΝΗΣ ... 126
3.3 ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 132
3.3 ΣΧΟΛΙΑ 135
4.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 138
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 142
ΠΗΓΕΣ 143
ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ 146

Περίληψη στα Ελληνικά

Σκοπός της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας είναι η ανάδειξη της σημασίας της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του οικιακού και του τριτογενούς τομέα, στην προσπάθεια επίτευξης των εθνικών και των διεθνών στόχων για την αντιμετώπιση της πολύ πιθανόν συντελούμενης κλιματικής αλλαγής τα τελευταία χρόνια. Η επιλογή του θέματος της εργασίας βασίστηκε στο γεγονός ότι ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για ένα μεγάλο ποσοστό των ανθρωπογενών εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων παγκοσμίως, ενώ ταυτόχρονα διαθέτει και ένα τεράστιο δυναμικό στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας και επομένως επηρεάζει αποφασιστικά την συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα που σύμφωνα με την πλειοψηφία της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας, ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στην πιθανότατα συντελούμενη κλιματική αλλαγή, στους λόγους που την προκαλούν, στις επιπτώσεις που αυτή έχει στις ανθρώπινες κοινωνίες και στα οικοσυστήματα του πλανήτη, ενώ παρουσιάζονται διαχρονικά οι κυριότερες προσπάθειες της διεθνούς κοινότητας για την καταπολέμηση και τον μετριασμό των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το ενεργειακό και περιβαλλοντικό προφίλ του κτιριακού αποθέματος,παρουσιάζονται οι κυριότεροι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίοι οδηγούν στη σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και γίνεται αναφορά στην σχετική Κοινοτική και Εθνική νομοθεσία.

Στο τρίτο κεφάλαιο διενεργείται μέσω του επίσημου προγράμματος του ΤΕΕ, ενεργειακή επιθεώρηση σε ένα δημόσιο κτιρίο, το οποίο είναι ένα σχολικό συγκρότημα κατασκευασμένο τη δεκαετία του ΄70, και σε ένα τυπικό διαμέρισμα πολυκατοικίας με σκοπό την εκτίμηση της ενεργειακής τους κατανάλωσης και των σχετιζόμενων με αυτήν εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.Στο πλαίσιο αυτό, προτείνονται πιθανές παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και εκτιμάται η περίοδος αποπληρωμής τους.

Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο παραθέτονται τα συμπεράσματα της εργασίας και γίνεται η σχετική κριτική.

Λέξεις κλειδιά:[κλιματική αλλαγή, εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή απόδοση, ενεργειακή επιθεώρηση, βιοκλιματικός σχεδιασμός]

Abstract

The purpose of this postgraduate work is to highlight the importance of the energy efficiency of residential and non-residential buildings (tertiary sector) in an effort to meet national and EU Directives regarding improved energy performance, taking into account the very likely climate change in the recent and upcoming years. The choice of the subject is based on the fact that the building sector is responsible for a large amount of man-made greenhouse gas emissions worldwide. The building sector has a huge potential in the field of energy saving and thus can decisively influence the concentration of greenhouse gases in the atmosphere which according to the majority of the scientific community, are responsible for the climate change.

This paper consists of four chapters. The first chapter addresses global warming and very likely climate change, its causes, its impacts on human society and global ecosystems.The major efforts of the international community towards control and climate change mitigation strategies are also addressed.

The second chapter analyzes the energy and environmental profile of the building sector and major energy-saving strategies are presented, which lead to a significant improvement of the energy efficiency of the buildings. The chapter closes with the presentation of the European Community and National legislation on the energy efficiency of buildings.

In the third chapter, through the use of the official program of the Technical Chamber of Greece, an energy audit is conducted in both a public building, which is a school complex built in the 1970's, and in a typical apartment building. The buildings are then evaluated regarding their energy consumption and related carbon dioxide emissions. Consequently, cost-effective measures are proposed to enhance the energy performance of the buildings and the investment recovery time-frame is estimated, in relation to the expected technical lifetime of the investment by accrued energy savings.

Finally, the fourth chapter includes an evaluation of the methodology and results, and conclusions.

Keywords: [climate change, energy saving, energy efficiency, energy audit, bioclimatic design]

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ισοζύγιο ενέργειας συστήματος γης - ατμόσφαιρας 22

Εικόνα 2. Εκτίμηση του μέσου ετήσιου ισοζυγίου ενέργειας του πλανήτη 23

Εικόνα 3. Το όζον στην ατμόσφαιρα 24

Εικόνα 4. Η μείωση του συνολικού ποσού O3 σε μονάδες DU για τις περιόδους α) 1970 - 1972 και 1979 και β) 1992 - 1995 26

Εικόνα 5. Χάρτης παρατηρούμενων θερμοκρασιών επιφάνειας για τη χρονική περίοδο 1901 - 2012 31

Εικόνα 6. Μεταβολές μέσης ετήσιας θερμοκρασίας επιφάνειας 37

Εικόνα 7. Ποσοστιαία μέση μεταβολή μετεορολογικών κατακρημνισμάτων 37

Εικόνα 8. Μέση μεταβολή στάθμης θαλάσσης 38

Εικόνα 9. Εκτίμηση του ρυθμού αύξησης (%) θανάτων, λόγω κυμάτων καύσωνα 41

Εικόνα 10. Επιπτώσεις σύμφωνα με IPCC και Met Office, από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 2°C και 3°C αντίστοιχα (από πάνω προς τα κάτω), σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή 44

Εικόνα 11. Ποσό εκπεμπόμενου CO_2 ανά μονάδα καταναλισκόμενης ενέργειας (energy carbon intensity) κτιριακού τομέα ανά χώρα, για το έτος 2015 68

Εικόνα 12. Αριστερά: Πυκνή δόμηση με εσωτερικές αυλές στο Marrakesh. Δεξιά: Ανεμοσυλλέκτες στο Δ. Πακιστάν 75

Εικόνα 13. Το ηλιακό σπίτι του αρχαίου φιλόσοφου Σωκράτη 76

Εικόνα 14. Φυτεμένα δώματα στη Γερμανία 85

Εικόνα 15. Φυτεμένα δώματα στο 7° Δημοτικό Σχολείο Γέρακα (αριστερά) και στο 6° Νηπιαγωγείο Π.Φαλήρου (δεξιά) 86

Εικόνα 16. Φωτεινό ράφι (αριστερά) και φωτοσωλήνας (δεξιά) 88

Εικόνα 17. Εφαρμογές εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας σε κτίρια. Αριστερά, το κτίριο του Παγκόσμιου Κέντρου εμπορίου στο Μπαχρέιν και δεξιά το κτίριο Strata SE1 στο Λονδίνο 96

Εικόνα 18. Παραδείγματα ενσωμάτωσης Φ/Β σε κτίρια 98

Εικόνα 19. Ενεργειακό στέγαστρο ΚΠΙΣΝ 99

Εικόνα 20. Αριστερά, γεώτρηση για την τοποθέτηση των γεωεναλλακτών. Δεξιά, τοποθετημένοι γεωεναλλάκτες εντός της γεώτρησης στο Ειδικό Γυμνάσιο Άνω Λιοσίων 102

Εικόνα 21. Αριστερά, τυπική εφαρμογή συστήματος γεωεναλλάκτη σε γεώτρηση και αντλίας θερμότητας. Δεξιά, τοποθέτηση οριζόντιου γεωεναλλάκτη σε μονοκατοικία 103

Εικόνα 22. Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών Ελληνικής επικράτειας 109

Εικόνα 23. Γενική κάτοψη εξεταζόμενου σχολικού συγκροτήματος. Με το μπλε περίγραμμα το κυρίως κτίριο και με κόκκινο οι προσθήκες 127

Εικόνα 24. ΝΔ (αριστερά) και ΒΔ (δεξιά) όψη σχολικού συγκροτήματος 127

Εικόνα 25. Εσωτερικές όψεις σχολικού συγκροτήματος 128

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Εκτίμηση μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας και μέση ανύψωση στάθμης θαλάσσης, σε σχέση με την περίοδο 1986 - 2005 38

Πίνακας 2. Συνοπτική καταγραφή των κυριότερων περιβαλλοντικών επιδράσεων των κτιρίων 59

Πίνακας 3. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας των νοικοκυριών, ανά τελική χρήση στην Ελλάδα 63

Πίνακας 4. Συντελεστές μετατροπής τελικής κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια και εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας 65

Πίνακας 5. Ηλικιακή κατανομή εγχώριου κτιριακού αποθέματος 68

Πίνακας 6. Τιμές ενσωματωμένης ενέργειας και εκπομπών CO_2, συνηθισμένων οικοδομικών υλικών. 79

Πίνακας 7. Εξοικονόμηση ενέργειας - πετρελαίου σε τυπικό διαμέρισμα, από τη χρήση βελτιωμένων υαλοπινάκων σε 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. 82

Πίνακας 8. Συμβολή θερμομόνωσης και τοποθέτησης διπλών υαλοπινάκων στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων του οικιακού τομέα 83

Πίνακας 9. Εύρος ενεργειακών καταναλώσεων σε kWh/m2 κατ' έτος, για τις ενεργειακές κατηγορίες Β μέχρι και Α+ 108

Πίνακας 10. Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα 109

Πίνακας 11. Καθορισμός στόχου πρωτογενούς ενέργειας για κτίρια nZEB, για τη Φιλανδία .. 110

Πίνακας 12. Καθορισμός στόχου πρωτογενούς ενέργειας για κτίρια nZEB, για την Κύπρο 110

Πίνακας 13. Συγκεντρωτικά οικονομικά και τεχνικά στοιχεία (κόστος, μείωση CO_2 και Εξοικονόμησης ενέργειας) των παρεμβάσεων του Άξονα 1, του προγράμματος «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΤΑ» 120

Πίνακας 14. Εισοδηματικά κριτήρια και χρηματοδοτικά κίνητρα ένταξης στο ανανεωμένο «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» 121

Πίνακας 15. Εισοδηματικά κριτήρια και χρηματοδοτικά κίνητρα για την ένταξη στο «Εξοικονόμηση κατ' οίκον ΙΙ» 124

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Κλιματική μεταβλητότητα και κλιματική αλλαγή. 20

Σχήμα 2. Διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας της γης για την περίοδο 1850 - 2015 21

Σχήμα 3. Ο καταστροφικός κύκλος ενός ατόμου χλωρίου στην στρατόσφαιρα 25

Σχήμα 4. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ των 28, για το έτος 2015 (% επί του συνόλου, βάσει στοιχείων σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) 54

Σχήμα 5. Παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας για το έτος 2013 54

Σχήμα 6. Ποσοστιαία (%) κατανομή της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ανά τομέα για το έτος 2017 60

Σχήμα 7. Ενεργειακή κατάταξη κτιρίων σύμφωνα με το ΦΕΚ 2367/Β/2017 70

Σχήμα 8. Ενδεικτική μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίων κατοικιών και κτιρίων τριτογενούς τομέα 72

Σχήμα 9. Παγκόσμια παραγωγή ενέργειας μέσω της χρήσης ΑΠΕ 94

Σχήμα 10. Ηλεκτροπαραγωγή ανά κατηγορία ΑΠΕ στην Ελληνική επικράτεια 95

Σχήμα 11. Εκτίμηση αποβλήτων λόγω τέλους κύκλου ζωής των Φ/Β πανέλων, σε παγκόσμια κλίμακα 101

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Η συγκέντρωση του CFC-11 & CFC-12 από το 1850 και μετά 26

Διάγραμμα 2. Οι δύο μεγαλύτεροι ρυπαντές παγκοσμίως 28

Διάγραμμα 3. Μέση θερμοκρασιακή διακύμανση εδάφους και ωκεανών σε σχέση με την μέση τιμή θερμοκρασίας της περιόδου 1986 - 2005 30

Διάγραμμα 4. Μεταβολή της μέσης στάθμης της θάλασσας σε σχέση με τη μέση στάθμη της περιόδου 1986 - 2005 31

Διάγραμμα 5. Μεταβολή της έκτασης των παγετώνων 32

Διάγραμμα 6. Συγκέντρωση θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα 33

Διάγραμμα 7. Συνολικές ετήσιες ανθρωπογενείς εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων (GHC), σε ισοδύναμους τόνους CO_2 ανά έτος 34

Διάγραμμα 8. Ανθρωπογενείς εκπομπές CO_2 34

Διάγραμμα 9. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) και συγκέντρωση τους στην ατμόσφαιρα, σύμφωνα με τα RCPs σενάρια 36

Διάγραμμα 10. Σχέση υγείας και κλιματικής αλλαγής 40

Διάγραμμα 11. Διαχρονική πορεία της τιμής του πετρελαίου 56

Διάγραμμα 12. Εκπομπές CO_2 ανά μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 62

Διάγραμμα 13. Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας (Kwh/y) ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα, για τη χρονική περίοδο 2011-2012 63

Διάγραμμα 14. Εκπομπές CO_2 ανά m2 θερμαινόμενου χώρου, για διάφορες χώρες της ΕΕ, για το έτος 2008 64

Διάγραμμα 15. Ποσοστιαία (%) κατανομή κτιριακού απόθεματος στην ΕΕ για το έτος 2014, ανά περίοδο κατασκευής 66

Διάγραμμα 16. Ποσοστιαία κατανομή (%) κτιριακού αποθέματος εμπορικής χρήσης στις ΗΠΑ 67

Διάγραμμα 17. Πλήθος ΠΕΑ ανά δεκαετία κατασκευής κτιρίων και ενεργειακή κατηγορία 71

Διάγραμμα 18. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh/έτος, για τον φωτισμό κτιρίων για τα έτη 2000 και 2015 88

Διάγραμμα 19. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh/έτος, λόγω της λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών (εξαιρουμένου του φωτισμού) για τα έτη 2000 και 2015 91

Διάγραμμα 20. Ρυθμός διείσδυσης μορφών ΑΠΕ, την τελευταία πενταετία παγκοσμίως 94

Διάγραμμα 21. Σύγκριση μηνιαίας κατανάλωσης ενέργειας σε kWh ανά τετραγωνικό πόδι, για σύστημα VRF και σύστημα γεωθερμίας GSHP, κεντρικού κτιρίου γραφείων ASHRAE στην Ατλάντα 105

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΠΘ	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο
ΕΟΠ	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα
ΖΝΧ	Ζεστό Νερό Χρήσης
ΗΕ	Ηνωμένα Έθνη
ΗΜ	Ηλεκτρομηχανολογική
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΚΑΠΕ	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΚΕΕΛΠΝΟ	Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων
ΚΕΝΑΚ	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
ΚΘΚ	Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων
ΚΠΙΣΝ	Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΟΗΕ	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
ΟΣΚ	Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων
ΠΕΑ	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης
ΠΟΥ	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΤΕΕ	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
ΟΣΚ	Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων
ΤΕΕ	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
ΤΟΤΕΕ	Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας
τμ	τετραγωνικά μέτρα
ΤτΕ	Τράπεζα της Ελλάδος
ΥΠΑΝ	Υπουργείο Ανάπτυξης
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος,Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
Φ/Β	Φωτοβολταϊκό
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BREAM	Building Research Establishment Enviromental Assessment Method
COP	Conference of the Parties
EEA	European Enviroment Agency
EIA	US Energy Information Administration
GEO	The Geothermical Exchange Organization
GHG	Green House Gases
GWh	Gigawatt hour
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRENA	International Renewable Energy Agency
kWh	Kilowatt hour

LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NASA	National Aeronautics and Space Administration
nZEB	nearly Zero Emission Building
OAPEC	Organization of Arab Petroleum Exporting Countries
PNAS	Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA
UNEP	United Nations Enviromental Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization
WWF	World Wildlife Fund

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή με κύριο εκφραστή την υπερθέρμανση του πλανήτη αποτελεί ίσως το σημαντικότερο πρόβλημα της σύγχρονης εποχής, με συνέπεια να μονοπωλεί το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας η οποία εδώ και μερικά χρόνια το μελετά και προσπαθεί μέσω διαφόρων σεναρίων, να προβλέψει την εξέλιξη και τις επιπτώσεις του καθώς και τους τρόπους με τους οποίους αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί.

Τα επιστημονικά στοιχεία δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της γης τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί, τεράστιες ποσότητες παγετώνων έχουν εξαφανιστεί με αποτέλεσμα να έχει ανέβει η μέση στάθμη των θαλασσών και να απειλούνται έτσι με εξαφάνιση μικρά νησιά και παράκτιες περιοχές, άλλες περιοχές εμφανίζουν ανομβρία και ξηρασία και άλλες πλήττονται πολύ συχνότερα από μετεωρολογικά φαινόμενα ιδιαίτερα μεγάλης έντασης (καταιγίδες, τυφώνες κλπ), ενώ αρκετά είδη του ζωικού και φυτικού βασιλείου απειλούνται με εξαφάνιση.

Για όλα αυτά υπάρχει η σχεδόν απόλυτη βεβαιότητα ότι ευθύνονται οι ανθρώπινες δραστηριότητες[1], με το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης να αναλογεί στις εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα, εξαιτίας της συνεχώς αυξανόμενης και σε πολλές περιπτώσεις αλόγιστης χρήσης ορυκτών καυσίμων, για την παραγωγή της ενέργειας που απαιτείται για την υποστήριξη και την κάλυψη των ολοένα αυξανόμενων ανθρώπινων αναγκών και δραστηριοτήτων. Μεγάλη βεβαιότητα υπάρχει επίσης στο ότι αν η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, σε σχέση με τη θερμοκρασία της προβιομηχανικής εποχής, υπερβεί αρκετά το όριο του 1,5^{o}C πριν σταθεροποιηθεί στο όριο αυτό το 2100, οι επιπτώσεις θα είναι τεράστιες και ενδεχομένως μη αναστρέψιμες, ιδίως αν η μέγιστη τιμή της αύξηση αυτής, είναι υψηλή[2].

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και τον περιορισμό της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη έχουν γίνει και συνεχίζουν να γίνονται προσπάθειες, οι οποίες αποσκοπούν στην λήψη μέτρων και δεσμεύσεων, εθνικών και παγκόσμιων που αφορούν κυρίως:

α) στην εξοικονόμηση ενέργειας στους τομείς των πάσης φύσεως κτιριακών εγκαταστάσεων, της βιομηχανίας και της διακίνησης ανθρώπων και αγαθών

[1] IPCC (2014),AR-5 Synthesis Report,SPM 1.2, p.4

[2] IPCC (2018),Special Report on Global Warning of 1.5^{o} C,SPM p.7

β) στον δραστικό περιορισμό της χρήσης στερεών, υγρών και αέριων ορυκτών καυσίμων

γ) στην χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

δ) στην απαγόρευση της χρήσης ορισμένων ουσιών και χημικών ενώσεων

Η βιομηχανία κατασκευής κτιρίων είναι ένας τομέας που γνωρίζει εδώ και δεκαετίες, πολύ μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης. Όλες οι εκτιμήσεις συνηγορούν στο ότι ο ρυθμός αυτός τα επόμενα χρόνια θα αυξηθεί[3]. Έχοντας αυτό ως δεδομένο και λαμβάνοντας υπ' όψη ότι ο κτιριακός τομέας απαιτεί για την κατασκευή του και για την κάλυψη των λειτουργικών του αναγκών ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που παράγεται παγκόσμια, ενώ παράλληλα ευθύνεται και για την εκπομπή στην ατμόσφαιρα τεραστίων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου με συνέπεια την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, γίνεται κατανοητό ότι η εξοικονόμηση ενέργειας και η υψηλή ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι κάτι παραπάνω από αναγκαία για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της. Στο πλαίσιο αυτό κινείται άλλωστε και η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΕ, η οποία επιβάλλει όλα τα νέα κτίρια να είναι nZEBs[4], να απαιτούν δηλαδή για τη χρήση τους σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η αναφορά στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και στις επιπτώσεις του, η παρουσίαση των κυριότερων προσπαθειών και δράσεων της διεθνούς κοινότητας για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού και η ανάδειξη της σημασίας της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, στην προσπάθεια για τη μείωση της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα.

[3] IEA, 2017, «Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2017»,p.2

[4] Nearly Zero Energy Buildings

ΚΕΦΑΛΑΙΟ **1**

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αποτελεί σχεδόν κοινή παραδοχή ότι τα τελευταία χρόνια το κλίμα της γης έχει αλλάξει. Οι επιστήμονες που ασχολούνται με το φαινόμενο αυτό υποστηρίζουν ότι η μέση θερμοκρασία του πλανήτη συνεχώς αυξάνεται, τα ακραία καιρικά φαινόμενα (βροχοπτώσεις, καύσωνες, κυκλώνες κ.α.) είναι εντονότερα και πιο συχνά, οι πάγοι στην Αρκτική λιώνουν και η μέση στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί.

Από το 1880 μέχρι και σήμερα, η μέση θερμοκρασία της γης έχει αυξηθεί κατά περίπου 1°C, ενώ οι τρεις τελευταίες δεκαετίες είναι οι θερμότερες που έχουν ποτέ καταγραφεί. Μάλιστα, οι 13 από τις 14 θερμότερες χρονιές από το 1880 και ύστερα έχουν καταγραφεί στη διάρκεια του $21^{ου}$ αιώνα[5]. Η αλόγιστη χρήση των ορυκτών πόρων για την παραγωγή ενέργειας έχει οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Έννοιες όπως η κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου απασχολούν όχι μόνο διεθνείς οργανισμούς και κυβερνήσεις κρατών αλλά και τους απλούς πολίτες.

Το περιβάλλον μοιάζει με τον ανθρώπινο οργανισμό. Κάθε αλλαγή στην ισορροπία του ανθρώπινου οργανισμού οδηγεί σε ασθένειες, η φύση των οποίων, η σπουδαιότητα αλλά και η ίαση τους εξαρτώνται από το μέγεθος της εκάστοτε ανισορροπίας. Με τον ίδιο τρόπο συμπεριφέρεται και το φυσικό περιβάλλον. Κάθε αλλαγή στην ισορροπία του περιβαλλοντικού συστήματος οδηγεί στην «ασθένεια» του και εφόσον η «ασθένεια» αυτή είναι σημαντική, μπορεί να οδηγήσει τελικά στο θάνατο του.

Για να περιοριστούν αυτές οι αλλαγές έτσι ώστε οι ανισορροπίες και οι «ασθένειες» που θα προκύψουν τελικά στο φυσικό περιβάλλον να είναι αναστρέψιμες, στην κορυφή της παγκόσμιας ατζέντας της επιστημονικής κοινότητας, του ΟΗΕ αλλά και των κυβερνήσεων των περισσότερων κρατών, βρίσκονται οι δράσεις για την προστασία του περιβάλλοντος και για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Ορόσημο σε αυτή την προσπάθεια θεωρείται ο περιορισμός, σε σχέση με τη προβιομηχανική εποχή, της ανόδου της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κάτω από το όριο των 2°C και η συνέχιση των προσπαθειών για τον περιορισμό αυτής σε $1,5^{o}$ C[6].

---

[5] WMO, 2014. «Statement on the status of the global climate in 2013», p.4, διαθέσιμο στο: http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1130_en.pdf

[6] Συμφωνία των Παρισίων, 2015. Άρθρο 2, παρ.1

1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ

Για να γίνει κατανοητό το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής αλλά και ποιοι είναι οι κύριοι παράγοντες που το προκαλούν, κρίνεται σκόπιμη η αναφορά σε ορισμούς και έννοιες όπως το κλίμα, η κλιματική μεταβλητότητα και το φαινομένο του θερμοκηπίου, ενώ αναφορά γίνεται και στην «τρύπα του όζοντος».

1.2.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ, ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Οι διαφορές μεταξύ των εννοιών της κλιματικής μεταβλητότητας και της κλιματικής αλλαγής είναι για τους περισσότερους δυσδιάκριτες, ενώ πολλοί τις θεωρούν ταυτόσημες.

Ως κλίμα[7] ορίζεται η μέση τιμή των κλιματικών μεγεθών (π.χ θερμοκρασία, ύψος βροχόπτωσης κλπ) μιας περιοχής για ένα χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 30 ετών. Το κλίμα γενικά παρουσιάζει διακυμάνσεις των κλιματικών του μεγεθών στο χρόνο γύρω από μια μέση τιμή, ενώ επηρεάζεται από τους παράγοντες του ενεργειακού ισοζυγίου του συστήματος γης - ατμόσφαιρας, τους παράγοντες της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και τους γεωγραφικούς παράγοντες. Οι παράγοντες του ενεργειακού ισοζυγίου που επηρεάζουν το κλίμα είναι η δυνητική ηλιοφάνεια, η πραγματική ηλιοφάνεια και η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, οι παράγοντες της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας είναι η ατμοσφαιρική πίεση, η γενική και η τοπική ατμοσφαιρική κυκλοφορία, ενώ τέλος οι γεωγραφικοί παράγοντες είναι το γεωγραφικό πλάτος, η κατανομή ξηράς - θάλασσας, το ανάγλυφο, η εδαφοκάλυψη και τα θαλάσσια ρεύματα.[8]

Η κλιματική μεταβλητότητα[9] ορίζεται ως η διακύμανση των μέσων τιμών (τυπικών αποκλίσεων, ακρότατων τιμών κ.α.) των κλιματικών παραμέτρων σε όλες τις χωρικές και χρονικές κλίμακες και πέρα από τα τυπικά συστήματα καιρού. Η μεταβλητότητα διακρίνεται σε εσωτερική και εξωτερική. Εσωτερική κλιματική μεταβλητότητα μπορεί να υπάρξει εξαιτίας των φυσικών εσωτερικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στο κλιματικό σύστημα όπως θερμοδυναμικές αλληλοεπιδράσεις μεταξύ ωκεανών και ατμόσφαιρας, εκρήξεις ηφαιστείων

---

[7] Κατσαφάδος Π., 2017. Σημειώσεις μαθήματος «Φυσικές διεργασίες,Κίνδυνοι και Καταστροφές», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

[8] Μαμάσης Ν., 2011. «Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη,Κλίμα και κλιματική αλλαγή» ΕΜΠ, Ανακτήθηκε ατό: http://users.itia.ntua.gr/nikos/ydatiko/per_kllm12.pdf

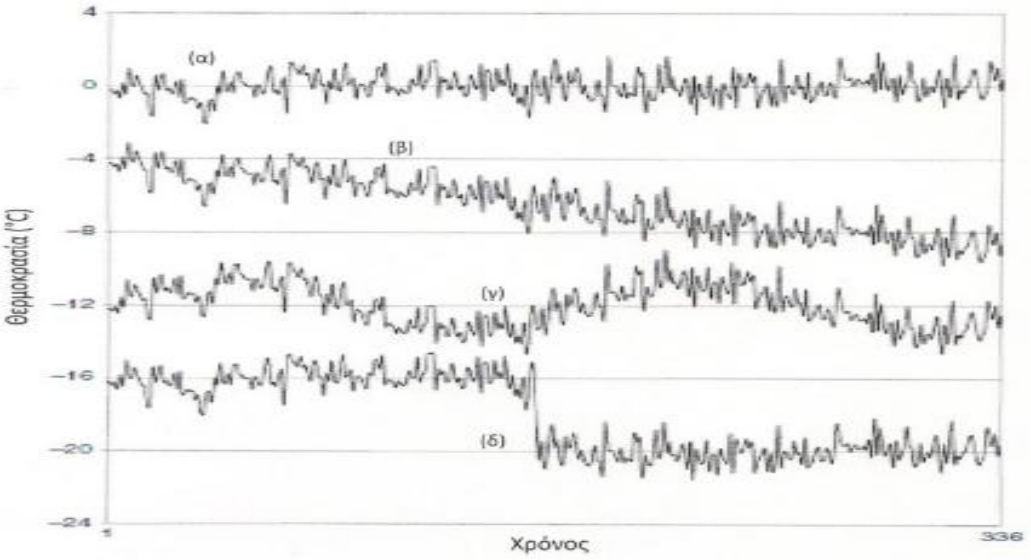
[9] Κατσαφάδος Π., Μαυροματίδης Η., 2015. «Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή», κεφ.7, σελ.191

κλπ, ενώ εξωτερική εξαιτίας φυσικών ή ανθρωπογενών εξωτερικών εξαναγκαστικών μηχανισμών.

Σύμφωνα με το άρθρο 1 της σύμβασης - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (UNFCCC,1992), αυτή ορίζεται ως η αλλαγή του κλίματος εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας η οποία μεταβάλλει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας παγκοσμίως και είναι επιπρόσθετη στην φυσική μεταβλητότητα του κλίματος σε συγκρίσιμες περιόδους.

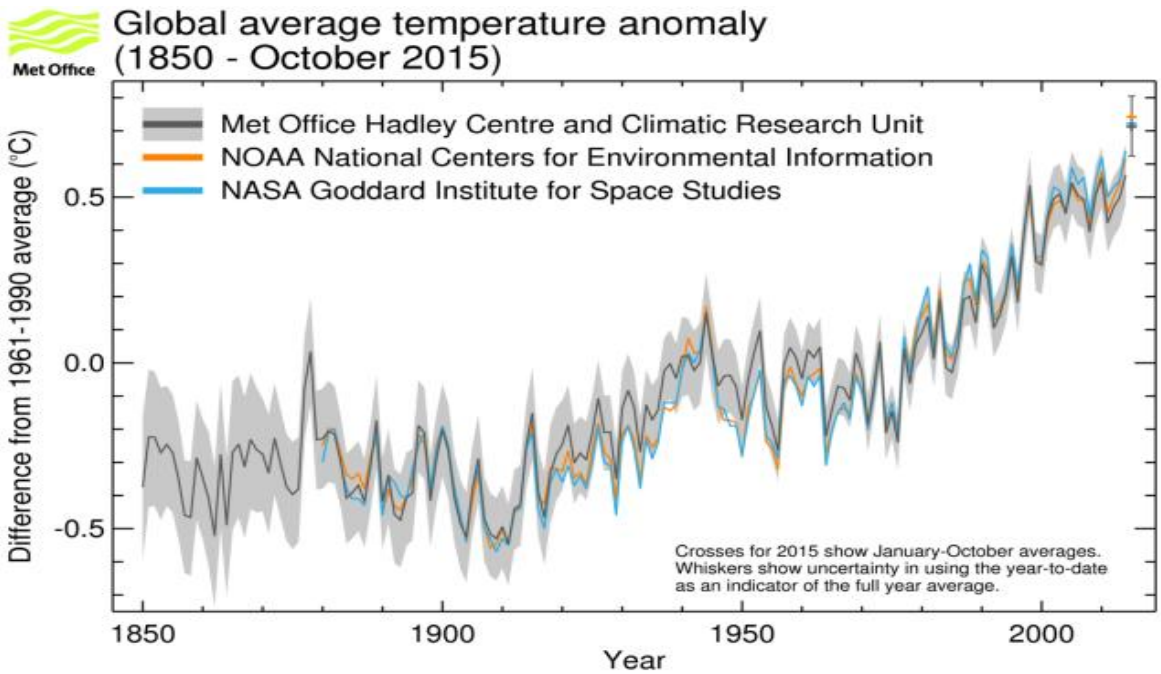
Κατά την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή και στην 4η κατά σειρά έκθεση της (IPCC,2007), ο κρίσιμος παράγοντας για τον καθορισμό της αλλαγής του κλίματος είναι ο χρόνος. Έτσι η κλιματική αλλαγή ορίζεται ως η αλλαγή της κατάστασης του κλίματος που καθορίζεται από τις μεταβολές του μέσου όρου ή και τη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του, για μια μεγάλη χρονική περίοδο, η οποία μπορεί να είναι μερικές δεκαετίες ή και περισσότερο.

Η κύρια διαφορά μεταξύ της κλιματικής μεταβλητότητας και της κλιματικής αλλαγής εντοπίζεται στον παράγοντα του χρόνου. Στην περίπτωση της κλιματικής μεταβλητότητας, οι τιμές των κλιματικών παραμέτρων κυμαίνονται γύρω από μακροχρόνιες και αμετάβλητες μέσες τιμές, ενώ στην κλιματική αλλαγή οι διακυμάνσεις των παραμέτρων αυτών οδηγούν σε αλλαγή των μέσων τιμών. Με άλλα λόγια, η κλιματική αλλαγή συνεπάγεται συνεχόμενη και για μεγάλο χρονικό διάστημα μεταβολή των μέσων καιρικών συνθηκών (Κατσαφάδος, Π., Μαυροματίδης, Η., 2015).



Σχήμα 1. Κλιματική μεταβλητότητα και κλιματική αλλαγή.
Στις περιπτώσεις (α) και (γ) το κλιματικό μέγεθος (θερμοκρασία) κυμαίνεται σε συνάρτηση με το χρόνο γύρω από μια σταθερή μέση τιμή (κλιματική μεταβλητότητα), ενώ στις περιπτώσεις (β) και (δ) υφίσταται σαφής αλλαγή της μέσης τιμής του κλιματικού μεγέθους(κλιματική αλλαγή) (Πηγή: Κατσαφάδος Π.,Μαυροματίδης Η,. 2015. «Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή», Σχ. 7.1, σελ.191)

Σύμφωνα με τα παραπάνω, χαρακτηριστικό παράδειγμα κλιματικής αλλαγής είναι η μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και κυρίως από το 1960 έως και σήμερα, όπως αυτή απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2. Διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας της γης για την περίοδο 1850 - 2015
Πηγή: Met Office[10], ανακτήθηκε από: https://blog.metoffice.gov.uk/2015/11/25/2015-likely-to-be-the-warmest-on-record/

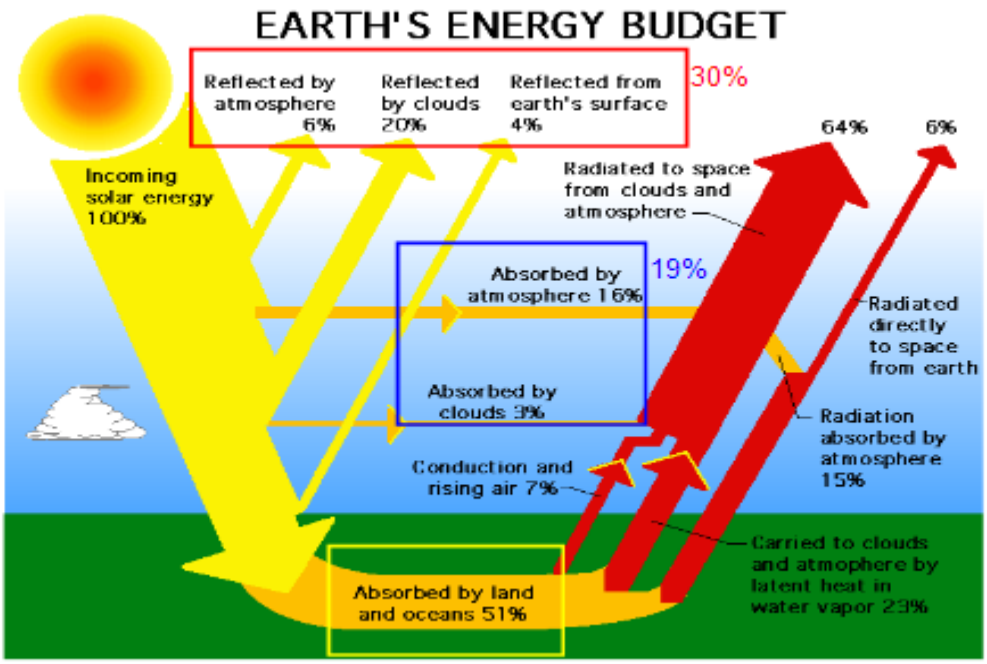
1.2.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου θεωρείται από τους περισσότερους προϊόν της σύγχρονης βιομηχανικής εποχής. Στην πραγματικότητα όμως υπάρχει από τότε που δημιουργήθηκε η γη, είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο οφείλεται στην γήινη ατμόσφαιρα και χωρίς το οποίο δε θα ήταν δυνατή η ανάπτυξη, τουλάχιστον με τη μορφή που είναι σήμερα γνωστή, της ζωής στον πλανήτη. Χωρίς την ύπαρξη του φυσικού αυτού φαινομένου, η μέση ετήσια θερμοκρασία της γης θα ήταν -19°C αντί +15°C που είναι σήμερα, δηλαδή περισσότερο από 30°C ψυχρότερη[11]. Είναι γνωστό ότι η γη τροφοδοτείται ενεργειακά από τον ήλιο μέσω της διαρκούς ακτινοβολίας του. Το 30% αυτής της ακτινοβολίας ανακλάται στο διάστημα, το 19%

[10] Meteorological Office of the UK

[11] WWF UK, 2005. "Climate chaos-Information for teachers", p.3, ανακτήθηκε από: http://www.se-ed.co.uk/sites/default/files/resources/climate_chaos_info_pack.pdf

απορροφάται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο 51% απορροφάται από την επιφάνεια της γης.



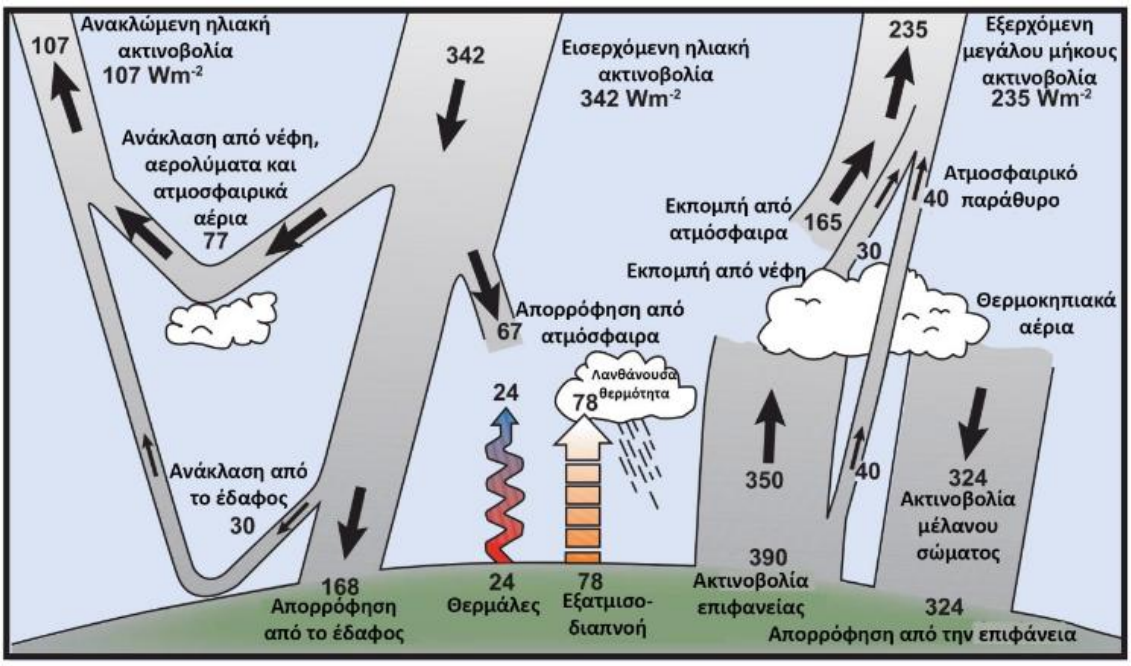
Εικόνα 1. Ισοζύγιο ενέργειας συστήματος γης - ατμόσφαιρας
Πηγή: Κατσαφάδος Π., 2017. Σημειώσεις μαθήματος ΜΠΣ «Φυσικές διεργασίες, Κίνδυνοι και Καταστροφές», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Στο ανώτερο όριο της ατμόσφαιρας της γης φτάνει μία μέση τιμή (τιμή ημέρας - νύχτας, τροπικών και πολικών περιοχών) ηλιακής ενέργειας ίση με 342 W/m2. Έτσι, η γη θερμαίνεται από την ηλιακή ενέργεια και σύμφωνα με το Νόμο των Stefan-Boltzmann[12], μετατρέπεται σε έναν τεράστιο πομπό ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος (υπέρυθρη). Μέρος της ακτινοβολίας αυτής διαφεύγει στο διάστημα, ενώ ένα σημαντικό ποσοστό της απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και έχουν φυσική προέλευση.Με αυτόν τον τρόπο τα αέρια αυτά θερμαίνονται και εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία προς κάθε κατεύθυνση. Το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας αυτής εκπέμπεται προς το έδαφος το οποίο και θερμαίνεται περαιτέρω, ενισχύοντας έτσι την υπέρυθρη ακτινοβολία του. Η φυσική αυτή διεργασία επαναλαμβάνεται συνεχώς.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται ακριβώς σε αυτό το χαρακτηριστικό των θερμοκηπιακών αερίων, να απορροφούν δηλαδή αρχικά και στη συνέχεια να αντανακλούν προς τη γη μέρος της θερμότητας που ακτινοβολείται από αυτήν προς το διάστημα. Τα αέρια αυτά είναι κατά κύριο λόγο το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρατμοί, τα οξείδια του αζώτου, το

[12] $E=\sigma T^4$ Η ολική εκπεμπόμενη ένταση της ακτινοβολίας ενός μέλανου σώματος είναι ανάλογη της τέταρτης δύναμης της απόλυτης θερμοκρασίας του. ΕΜΠ,Εργαστήριο Φυσικής

όζον, οι αέριοι αλογονάνθρακες και το μεθάνιο και εφόσον βρίσκονται σε φυσιολογικές συγκεντρώσεις, τότε μιλάμε για το *φυσικό* φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 2. Εκτίμηση του μέσου ετήσιου ισοζυγίου ενέργειας του πλανήτη
Πηγή: Κατσαφάδος, Π., Μαυροματίδης, Η., 2015. «Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή», Κεφ.8, Σχ.8.6, σελ.219

Οι ανθρωπογενείς όμως δραστηριότητες τις τελευταίες δεκαετίες έχουν οδηγήσει στη σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων αυτών και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), αλλά και μιας ακόμη ομάδας φθοριούχων αερίων[13] (HFCs, PFCs & SF_6). Με την αύξηση της συγκέντρωσης των θερμοκηπιακών αερίων επέρχεται ανισορροπία στο ισοζύγιο των ακτινοβολιών[14], με αποτέλεσμα προκειμένου να επανέλθει ξανά η ενεργειακή ισορροπία του συστήματος γη - ατμόσφαιρα, η επιφάνεια της γης και τα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας να πρέπει να θερμανθούν περαιτέρω[15]. Αυτό ονομάζεται *ενισχυμένο* φαινόμενο του θερμοκηπίου, σύμφωνα με τους επιστήμονες οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ευθύνεται για την υπερθέρμανση του πλανήτη.

[13] Οικογένεια τεχνητών αερίων (F-gases),που χρησιμοποιούνται κυρίως στους τομείς της ψύξης και του κλιματισμού, σε αντικατάσταση των CFCs και HCFCs.

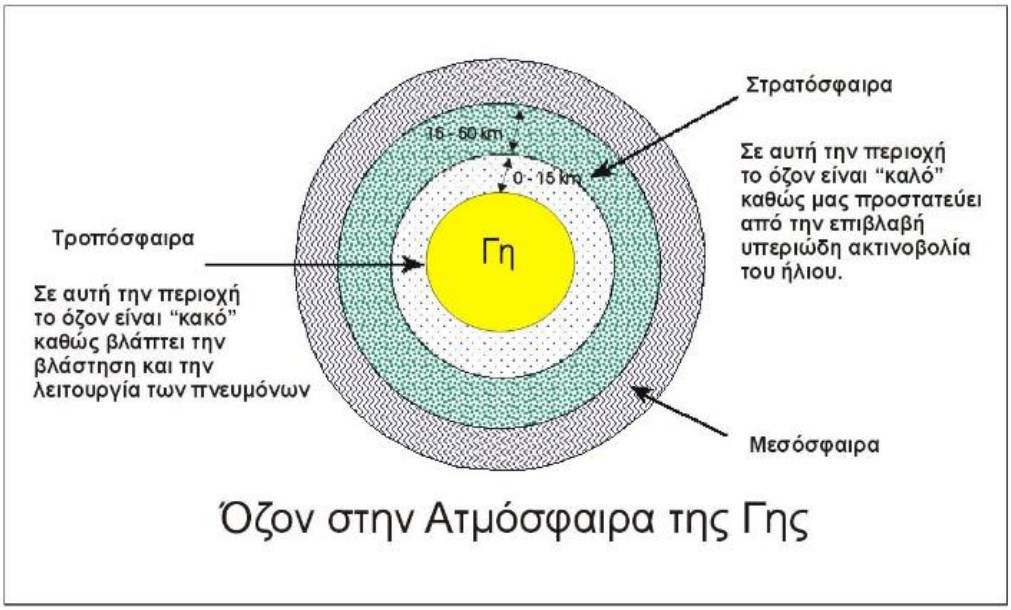
[14] Q=Rin-Rout+Lin-Lout, όπου Q: η ολική (άμεση και διάχυτη) ηλιακή ακτινοβολία, R:η ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (ηλιακή), L:η ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (εκπεμπόμενη από τη γη). Πηγή: Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Φυσικής της ατμόσφαιρας

[15] Κατσαφάδος Π.,Μαυροματίδης Η., 2015. «Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή», κεφ.8, σελ.220,221

1.2.3 Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

Το όζον (O_3) μπορεί να μη συνδέεται άμεσα με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, αλλά οι επιστήμονες ανακάλυψαν πρόσφατα ότι η καταστροφή του όζοντος έχει οδηγήσει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες της στρατόσφαιρας πάνω από το νότιο ημισφαίριο της γης. Το αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι η δημιουργία ισχυρότερων ανέμων κοντά στο νότιο πόλο, επηρεάζοντας έτσι την ατμοσφαιρική κυκλοφορία και τα ύψη βροχόπτωσης στα χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη[16].

Το όζον είναι ένα αέριο που συναντάται τόσο στην τροπόσφαιρα όσο και στη στρατόσφαιρα. Στην τροπόσφαιρα το όζον παράγεται λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και λειτουργεί ως θερμοκηπιακό αέριο. Στη στρατόσφαιρα αντίθετα ο ρόλος του φυσικού στρώματος του όζοντος είναι σπουδαίος, επειδή επιδρά καταλυτικά στην ισορροπία της ακτινοβολίας της στρατόσφαιρας, ενώ παράλληλα φιλτράρει την πολύ επικίνδυνη και δυνητικά καταστροφική υπεριώδη ακτινοβολία.



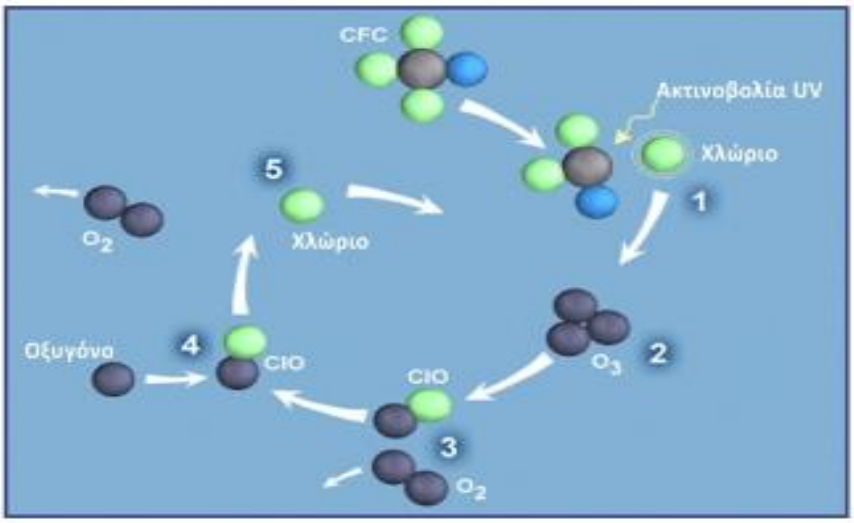
Εικόνα 3. Το όζον στην ατμόσφαιρα
Πηγή: Πανεπιστήμιο Αθηνών, www.eclass.uoa.gr

Η τρύπα του όζοντος δεν είναι στην πραγματικότητα τρύπα, αλλά η εξασθένιση του φυσικού στρώματος του όζοντος στην στρατόσφαιρα η οποία οφείλεται στην εκπομπή ενός ανθρωπογενούς αερίου, του χλωρίου (Cl). Το χλώριο απαντάται σε μια σειρά χημικών

[16] NASA, Global climate change/Facts/Questions/is the ozone hole causing climate change?, ανακτήθηκε από: https://climate.nasa.gov/

ενώσεων, γνωστή ως χλωροφθοράνθρακες (CFCs). Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα κατά τα παρελθόντα χρόνια ως ψυκτικό μέσο στα κλιματιστικά μηχανήματα, στα ψυγεία, ως διαλύτες καθαρισμού και ως προωθητικά αερολυμάτων με ψεκασμό (spray). Τα CFCs κινούνται ανοδικά με αργό προς τη στρατόσφαιρα ρυθμό, διασπώνται από την υπεριώδη ακτινοβολία, και απελευθερώνουν χλώριο το οποίο και καταστρέφει το όζον με γρήγορο ρυθμό. Ο καταστροφικός κύκλος του χλωρίου στην στρατόσφαιρα είναι ο εξής:

- Ένα άτομο χλωρίου (Cl) διασπάται από ένα μόριο CFC, με καταλύτη την υπεριώδη (UV) ακτινοβολία.
- Εν συνεχεία το άτομο Cl διασπά και αποσυνθέτει ένα μόριο όζοντος (O_3) καταστρέφοντας το. Έτσι παράγεται μοριακό οξυγόνο (O_2) και ένα μόριο μονοξειδίου του χλωρίου (ClO)
- Το μόριο του ClO στη συνέχεια διασπάται από ένα ελεύθερο άτομο οξυγόνου, απελευθερώνοντας έτσι το άτομο του χλωρίου και σχηματίζοντας ένα κανονικό μόριο οξυγόνου (O_2)
- Το άτομο χλωρίου στη συνέχεια διασπά και άλλα μόρια όζοντος.

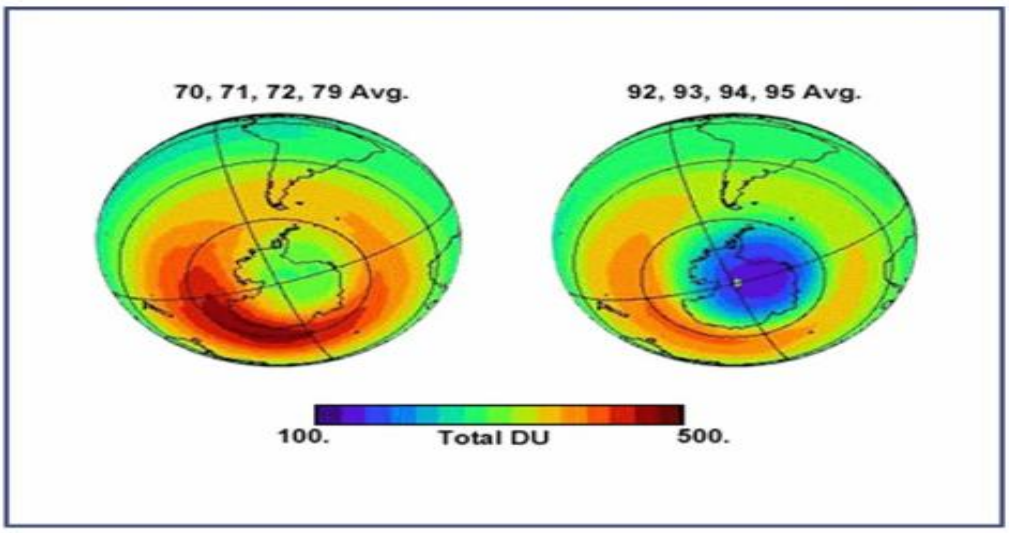


Σχήμα 3. Ο καταστροφικός κύκλος ενός ατόμου χλωρίου στην στρατόσφαιρα
Πηγή: Κατσαφάδος, Π., Μαυροματίδης, Η., 2015. «*Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή*» Κεφ.7, Σχήμα. 7.15, σελ.204

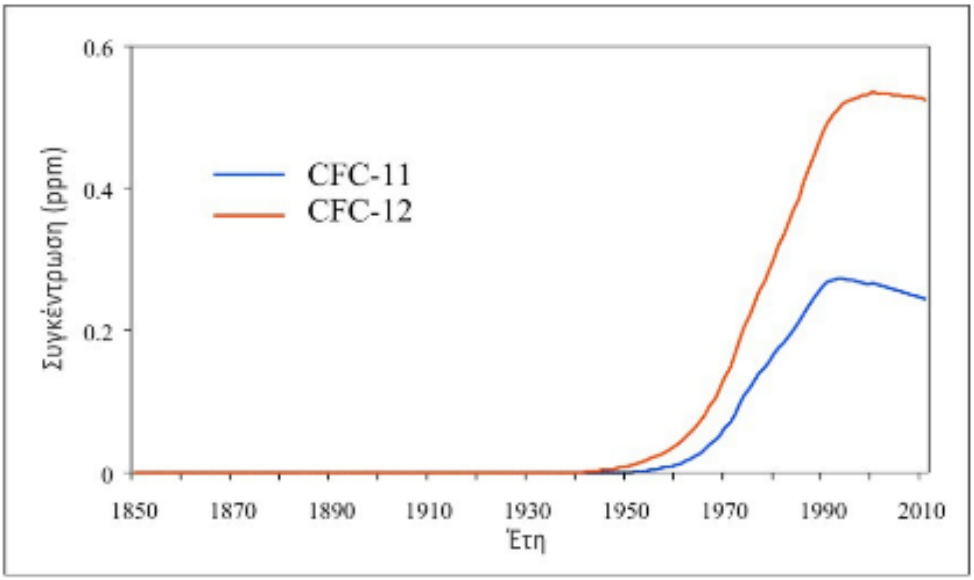
Λόγω του ότι ένα άτομο χλωρίου είναι ικανό να επαναλάβει τον παραπάνω κύκλο χιλιάδες φορές, ολόκληρες αποικίες όζοντος μπορούν να καταστραφούν από λίγα άτομα χλωρίου.

Στην εικόνα 4 απεικονίζεται η μείωση της συγκέντρωσης του όζοντος διαχρονικά, ενώ στο διάγραμμα 1 φαίνεται η δραματική αύξηση της συγκέντρωσης των ενώσεων CFC-11 και CFC-

12, από τη δεκαετία του ’40 έως και τα μέσα της δεκαετίας του ’90 και η έκτοτε μείωση τους ως και τα τέλη της πρώτης δεκαετίας του 2000.



Εικόνα 4. Η μείωση του συνολικού ποσού O_3 σε μονάδες DU[17] για τις περιόδους α) 1970 - 1972 και 1979 και β) 1992 - 1995
Πηγή: Κατσαφάδος, Π., Μαυροματίδης, Η., 2015. «Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή» Κεφ.7, Σχήμα.7.17, σελ. 205



Διάγραμμα 1. Η συγκέντρωση του CFC-11 & CFC-12 από το 1850 και μετά
Πηγή: Κατσαφάδος, Π., Μαυροματίδης, Η., 2015. «Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή» Κεφ.7, Σχήμα.7.18, σελ.206

Η μείωση των CFCs οφείλεται στην εφαρμογή των δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ (1987), το οποίο συνεισέφερε σημαντικά στην προστασία της στοιβάδας του όζοντος σε παγκόσμιο επίπεδο και οδήγησε στην σταδιακή κατάργηση των ουσιών εκείνων

[17] Dobson Unit (DU):μία μονάδα Dobson αντιστοιχεί σε πάχος στρώματος όζοντος ίσο με 0,001cm, σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας $0^{o}C$ και ατμοσφαιρικής πίεσης 1.013,25 mbar.

που καταστρέφουν το όζον[18]. Έτσι, ενώ μέχρι πριν λίγα χρόνια η αναφορά στα οικολογικά ψυκτικά ρευστά των εγκαταστάσεων ψύξης και κλιματισμού παρέπεμπε στις χημικές ενώσεις οι οποίες δεν καταστρέφουν το όζον, σήμερα λόγω του γεγονότος ότι οι ενώσεις αυτές (CFCs και HCFCs) έχουν πρακτικά καταργηθεί, η έννοια των οικολογικών ψυκτικών ρευστών περιορίζεται στις χημικές ενώσεις που συνεισφέρουν λιγότερο στη δημιουργία του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή στις ενώσεις εκείνες με χαμηλό δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη ή αλλιώς GWP[19]. Ήδη οι βιομηχανίες κατασκευής κλιματιστικών μηχανημάτων και αντλιών θερμότητας διαθέτουν από σήμερα μηχανήματα που λειτουργούν με οικολογικά ψυκτικά ρευστά (π.χ R32) με GWP μικρότερο από 750[20], το οποίο είναι και το ανώτατο όριο GWP που επιτρέπεται να έχει από 01.01.2025 το ψυκτικό ρευστό των παραπάνω μηχανημάτων.[21]

1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Το σύνολο σχεδόν της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα τελευταία χρόνια η κλιματική αλλαγή αποτελεί γεγονός. Η συντριπτική πλειοψηφία των επιστημόνων αλλά και των κυβερνήσεων των κρατών, αποδέχεται το γεγονός ότι το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής απειλεί σοβαρά τις ανθρώπινες κοινωνίες και τα οικοσυστήματα του πλανήτη[22]. Υπάρχουν όμως και επιστήμονες που υποστηρίζουν ότι η κλιματική αλλαγή είναι ένα φυσικό φαινόμενο που έχει ξανασυμβεί στο παρελθόν και άρα δεν συντρέχουν σοβαροί λόγοι ανησυχίας και ότι η κινδυνολογία για την κλιματική αλλαγή και τις καταστροφές που φέρεται ότι αυτή θα επισύρει, σχετίζεται κυρίως με κοινωνικοπολιτικά και οικονομικά ενδιαφέροντα ή συμφέροντα, παρά με επιστημονικά δεδομένα[23].

---

[18] Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2013, ανακτήθηκε από: https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/montreal-protocol-25-years-protecting-ozone-layer_el

[19] Global Warming Potential:δείκτης της θερμότητας που παγιδεύει ένα θερμοκηπιακό αέριο σε σχέση με το CO_2 και για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα, το οποίο αν δεν αναφέρεται αλλιώς, είναι τα 100 έτη.Για το CO_2 GWP=1.

[20] GWP value για R32=677, από: https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf

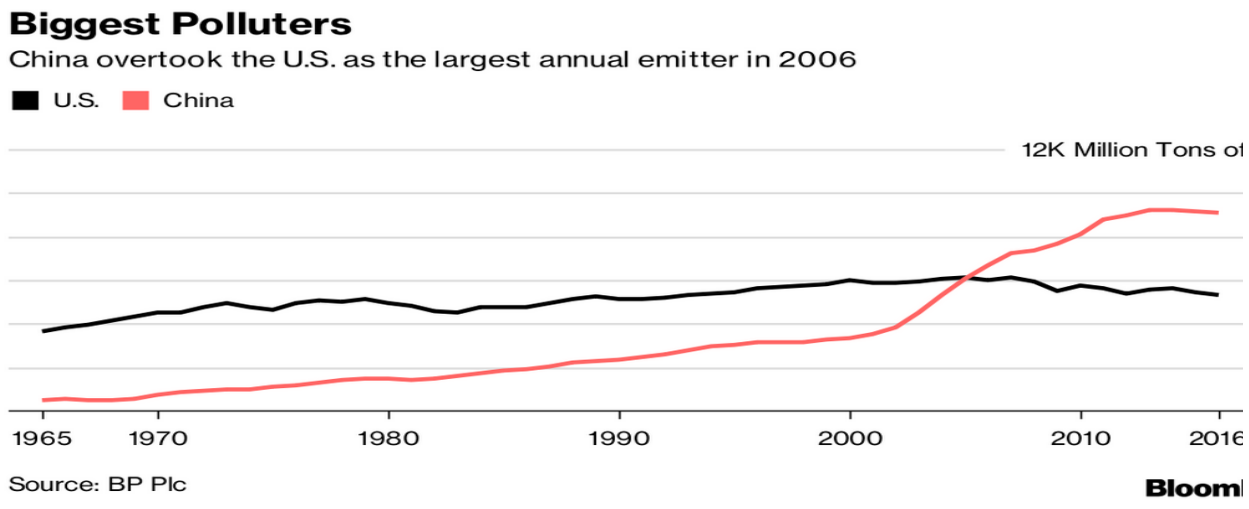
[21] Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006, Official Journal of the EuropeanUnion, L 150, 20.05.2014, Annex III, p.222

[22] Συμφωνία των Παρισίων, 2015, σελ.1 και WHO, 2018,«COP24, Special Report on Health & Climate Change», p. 8

[23]Κουτσογιάννης Δ., 2011. «Το κλίμα αλλάζει εδώ και 4 δισεκατομμύρια χρόνια», διαθέσιμο στο: https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/1181/

Πράγματι, το κλίμα έχει αλλάξει έχει αρκετές φορές στη διάρκεια της ιστορίας του πλανήτη[24]. Στο παρελθόν οι αλλαγές αυτές οφείλονταν σε φυσικά φαινόμενα, όπως τεράστιες εκρήξεις ηφαιστείων που απελευθέρωναν μεγάλες ποσότητες σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, πτώσεις ουράνιων σωμάτων, περιοδικές αλλαγές στην τροχιά της γης, διακυμάνσεις της ηλιακής ακτινοβολίας, φυσικές διεργασίες ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ των ωκεανών και της ατμόσφαιρας και τέλος σε σχετικά αργές μεταβολές της συγκέντρωσης των θερμοκηπιακών αερίων. Όμως σήμερα, όπως προκύπτει από τις περισσότερες επιστημονικές εκθέσεις, το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής πιθανότατα δεν οφείλεται σε φυσικά φαινόμενα όπως στο παρελθόν, αλλά είναι κυρίως προϊόν της ανθρώπινης δραστηριότητας[25] .

Δεν ασπάζονται όμως όλοι αυτές τις εκτιμήσεις και εκθέσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αμφισβήτησης των επιστημονικών ερευνών και προβλέψεων αποτελούν οι ΗΠΑ, όπου το Ρεπουμπλικανικό κόμμα και ένα μέρος του Δημοκρατικού δεν «πείθεται» από τα επιστημονικά δεδομένα, με αποτέλεσμα η δράση των ΗΠΑ στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής να μην εναρμονίζεται με αυτή των περισσότερων κρατών, αλλά απεναντίας να περιορίζεται αρκετά. Αυτό επηρεάζει σημαντικά την παγκόσμια προσπάθεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, μιας και οι ΗΠΑ αποτελούν τον δεύτερο μεγαλύτερο παγκόσμιο ρυπαντή του περιβάλλοντος με διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), πίσω μόνο από την Κίνα.



Διάγραμμα 2. Οι δύο μεγαλύτεροι ρυπαντές παγκοσμίως
Πηγή: Bloomberg 2017, ανακτήθηκε από: https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-19/china-unveils-plan-for-world-s-biggest-carbon-trading-market

[24] NASA, Earth Observatory

[25] IPCC, 2014, AR-5 Synthesis Report 2014,SPM, p.2

Το γεγονός του ότι είμαστε πιθανότατα μάρτυρες μιας συντελούμενης κλιματικής αλλαγής, επιβεβαιώνεται από μια σειρά επισημάνσεων, ανακοινώσεων και εκθέσεων διεθνώς αναγνωρισμένων και έγκυρων Οργανισμών όπως η NASA, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, η ASHRAE και άλλων, στις επίσημες ιστοσελίδες των οποίων δημοσιεύονται ενδεικτικά τα παρακάτω:

α) *Η πρόληψη της επικίνδυνης κλιματικής αλλαγής αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Ευρώπη εργάζεται σκληρά για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που παράγει, ενθαρρύνοντας παράλληλα άλλα έθνη και περιφέρειες να πράξουν το ίδιο*[26].

β) *Η κλιματική αλλαγή συντελείται ήδη*[27]

γ) *Το 97% των επιστημονικών δημοσιεύσεων συμφωνεί ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη*[28].

δ*) Η παγκόσμια ανησυχία για την αλλαγή του κλίματος κλιμακώνεται καθώς οι επιστημονικές αποδείξεις έχουν γίνει πιο σαφείς, συνδέοντας την υπερθέρμανση του πλανήτη με τις αυξημένες εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων*[29].

1.3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Πολλοί φορείς και Οργανισμοί ασχολούνται με το φαινόμενο της μεταβολής του παγκόσμιου κλίματος. Ο φορέας όμως που ασχολείται αποκλειστικά με τη μελέτη και την αξιολόγηση του φαινομένου αυτού είναι η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC). Η IPCC ιδρύθηκε το 1988 υπό την αιγίδα των ΗΕ [Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP)] και τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO), με σκοπό την αξιολόγηση του φαινομένου και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Σήμερα 195 κράτη είναι μέλη της.

[26] Ευρωπαϊκή Επιτροπή

[27] Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος

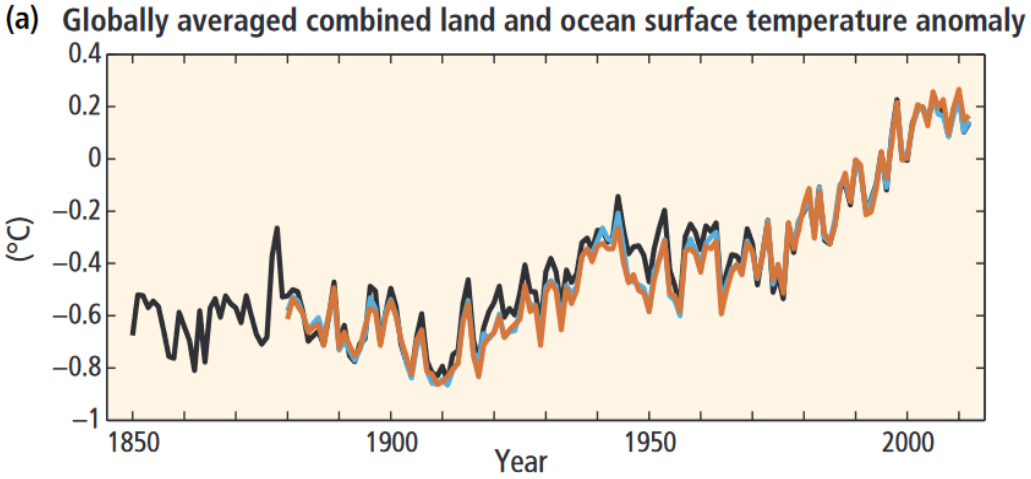
[28] NASA, https://climate.nasa.gov/

[29] ASHRAE, 2018, «ASHRAE Position document on climate change», p.3, ανακτήθηκε από: https://www.ashrae.org/File%20Library/About/Position%20Documents/ASHRAE-Position-Document-on-Climate-Change.pdf

Η IPCC δεν περιορίζεται μόνο στην αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης, αλλά μέσω μοντέλων και σεναρίων προβαίνει σε εκτιμήσεις των μελλοντικών εξελίξεων, συντάσσοντας ανά τακτές χρονικές περιόδους και τις σχετικές εκθέσεις. Μέχρι σήμερα έχει προβεί στην δημοσίευση πέντε εκθέσεων αξιολόγησης (1990, 1995, 2001, 2007 και 2014), ενώ η έκτη κατά σειρά έκθεση της (Sixth Assessment Report) αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2022. Εν τω μεταξύ, το 2018 η IPCC δημοσίευσε μια ειδική έκθεση σχετική με τις επιπτώσεις της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη με τίτλο «IPCC, Special Report on Global Warming of 1,5^{o}C».

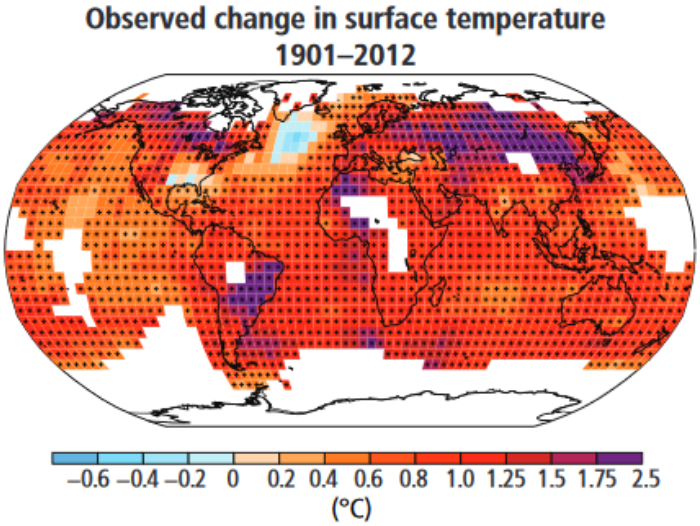
Μερικές από τις κυριότερες παρατηρούμενες και καταγεγραμμένες αλλαγές στο κλιματικό σύστημα, είναι οι παρακάτω:

α) η θερμοκρασία του πλανήτη τις τρεις τελευταίες δεκαετίες είναι διαδοχικά θερμότερη από κάθε προηγούμενη δεκαετία, από το 1850 και ύστερα. Η περίοδος 1983 - 2012, πιθανώς να είναι η πιο θερμή περίοδος του Βόρειου Ημισφαιρίου τα τελευταία 1400 χρόνια.[30] Η επεξεργασία των υπαρχόντων δεδομένων δείχνει ότι η μέση αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης και των ωκεανών, για την περίοδο 1880 - 2012 ανέρχεται σε 0,85^{o}C (0,65^{o}C – 1,06^{o}C).



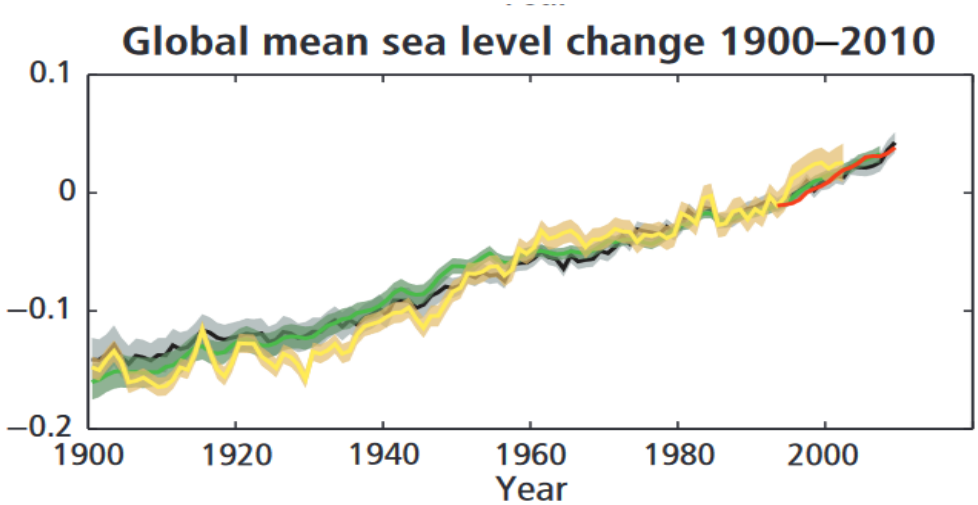
Διάγραμμα 3. Μέση θερμοκρασιακή διακύμανση εδάφους και ωκεανών σε σχέση με την μέση τιμή θερμοκρασίας της περιόδου 1986 - 2005
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014,Figure SPM 1a,σελ.3

[30] IPCC , AR-5 Synthesis Report 2014,SPM,p.2



Εικόνα 5. Χάρτης παρατηρούμενων θερμοκρασιών επιφάνειας για τη χρονική περίοδο 1901 - 2012
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Figure 1.1.b,σελ.41

β) το μεγαλύτερο μέρος της αποθηκευμένης ενέργειας του κλιματικού συστήματος λόγω της αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) έχει απορροφηθεί από τους ωκεανούς, οδηγώντας έτσι λόγω της θερμικής διαστολής του νερού σε αύξηση της στάθμης τους[31]. Η μέση στάθμη της θάλασσας τη χρονική περίοδο 1901 - 2010, έχει αυξηθεί κατά 0,19m. Ο ρυθμός αύξησης της στάθμης της θάλασσας από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα είναι με μεγάλη βεβαιότητα, μεγαλύτερος από το μέσο ρυθμό αύξησης των δύο προηγούμενων χιλιετιών[32].Σε παγκόσμια κλίμακα, η θέρμανση των ωκεανών είναι μεγαλύτερη στην επιφάνεια και στα πρώτα 75 μέτρα παρατηρείται μια αύξηση της θερμοκρασίας του νερού κατά 0,11^{o}C (0,09^{o}C - 0,13^{o}C) ανά δεκαετία, για τη χρονική περίοδο 1971 - 2010.



Διάγραμμα 4. Μεταβολή της μέσης στάθμης της θάλασσας σε σχέση με τη μέση στάθμη της περιόδου 1986 - 2005
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Figure 1.1.d, σελ.41

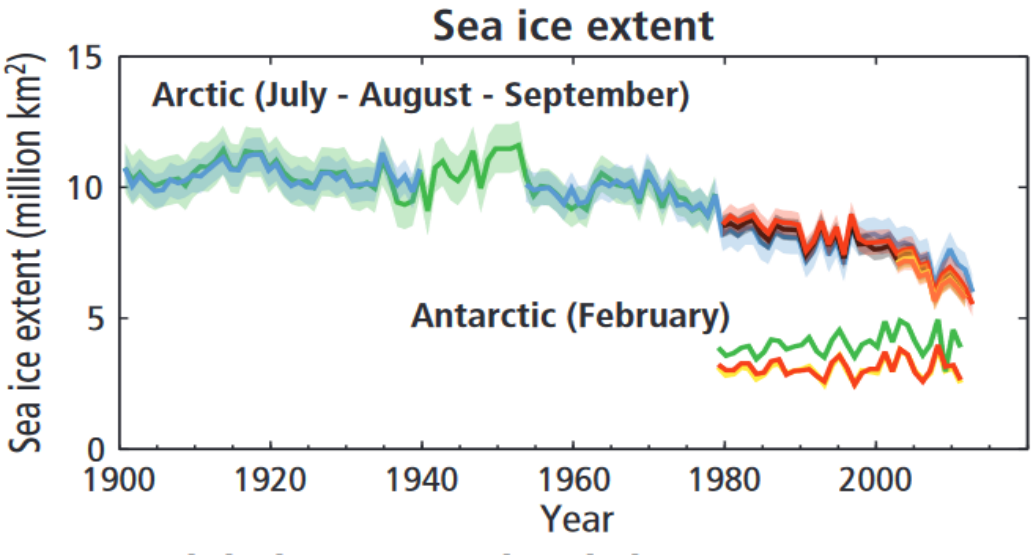
[31] PNAS, 2019, Άρθρο με τίτλο «Global reconstruction of historical ocean heat storage and transport», p.1, ανακτήθηκε από: https://www.pnas.org/content/pnas/early/2019/01/04/1808838115.full.pdf

[32] IPCC , AR-5 Synthesis Report 2014, SPM, p.4

Το pH των ωκεάνιου νερού έχει μειωθεί από 8,2 σε λιγότερο από 8,1 κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής εποχής λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του CO2 στην ατμόσφαιρα, κάτι που αντιστοιχεί σε αύξηση της οξύτητας του κατά 30% περίπου.Ο ρυθμός της οξύνισης αυτής τις τελευταίες δεκαετίες, είναι 100 φορές μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν εξαιτίας των φυσικών φαινομένων τα τελευταία 55 εκατομμύρια χρόνια[33].

γ) Στη Γροιλανδία, την Αρκτική αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα και κυρίως τις δύο τελευταίες δεκαετίες, παρατηρείται με μεγάλη βεβαιότητα συρρίκνωση της επιφάνειας και του όγκου των παγετώνων, το λιώσιμο των οποίων συνεισφέρει στην αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας. Πιο συγκεκριμένα, η μέση ετήσια έκταση του πάγου στην Αρκτική θάλασσα για τη χρονική περίοδο 1979 - 2012 βαίνει μειούμενη, με ρυθμό ο οποίος ανέρχεται με μεγάλη πιθανότητα σε 3,5% - 4,1% ανά δεκαετία. Όσον αφορά στην Ανταρκτική, παρατηρείται μια μέση αύξηση της επιφάνειας των παγετώνων με ρυθμό 1,2% - 1,8% ανά δεκαετία[34].

Από τα μέσα του 20ου αιώνα παρατηρείται στο Βόρειο ημισφαίριο και με πολύ μεγάλη βεβαιότητα, μια μείωση της χιονοκάλυψης για τη χρονική περίοδο 1967 - 2012, κατά 1,6% (0,8% - 2,4%) ανά δεκαετία από το Μάρτιο έως και τον Απρίλιο και κατά 11,7% ανά δεκαετία για τον μήνα Ιούνιο.

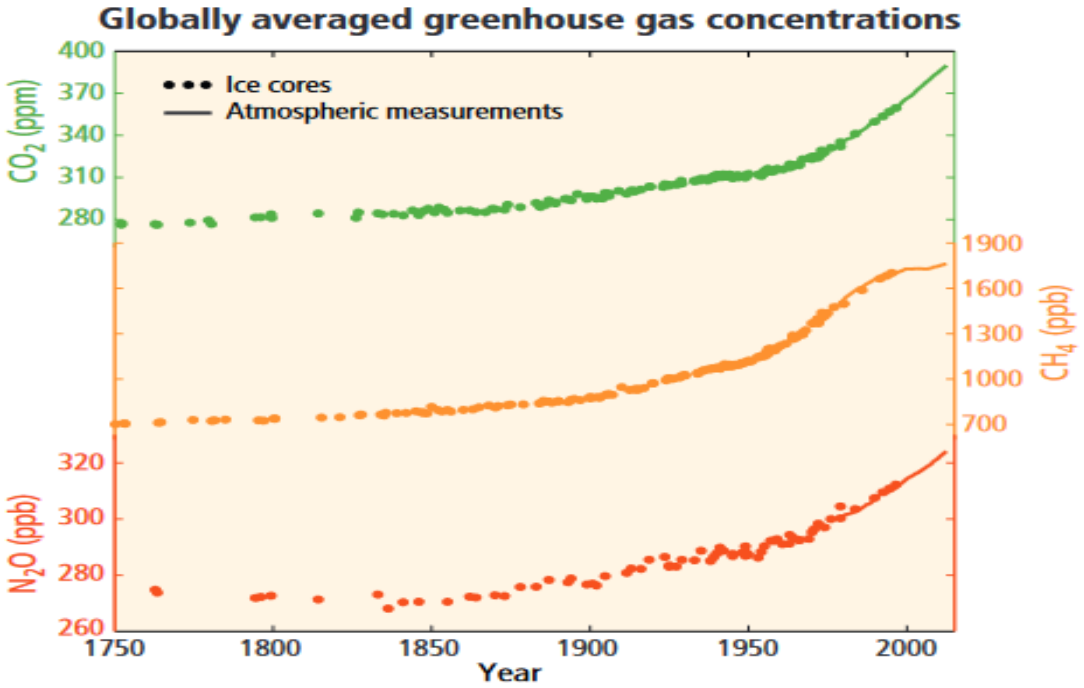


Διάγραμμα 5. Μεταβολή της έκτασης των παγετώνων
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Figure 1.1.c, σελ.41

[33] European Enviroment Agency, ανακτήθηκε από https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/ocean-acidification-1/assessment

[34] IPCC , AR-5 Synthesis Report 2014,SPM, p.4

δ) η συγκέντρωση των θερμοκηπιακών αερίων σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή έχει αυξηθεί σημαντικά. Αυτό οφείλεται σε ανθρωπογενή αίτια, όπως στην οικονομική ανάπτυξη και στην αύξηση του πληθυσμού[35]. Την περίοδο 2000 - 2010 τα επίπεδα των θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα ήταν τα υψηλότερα καταγεγραμμένα στην ιστορία.



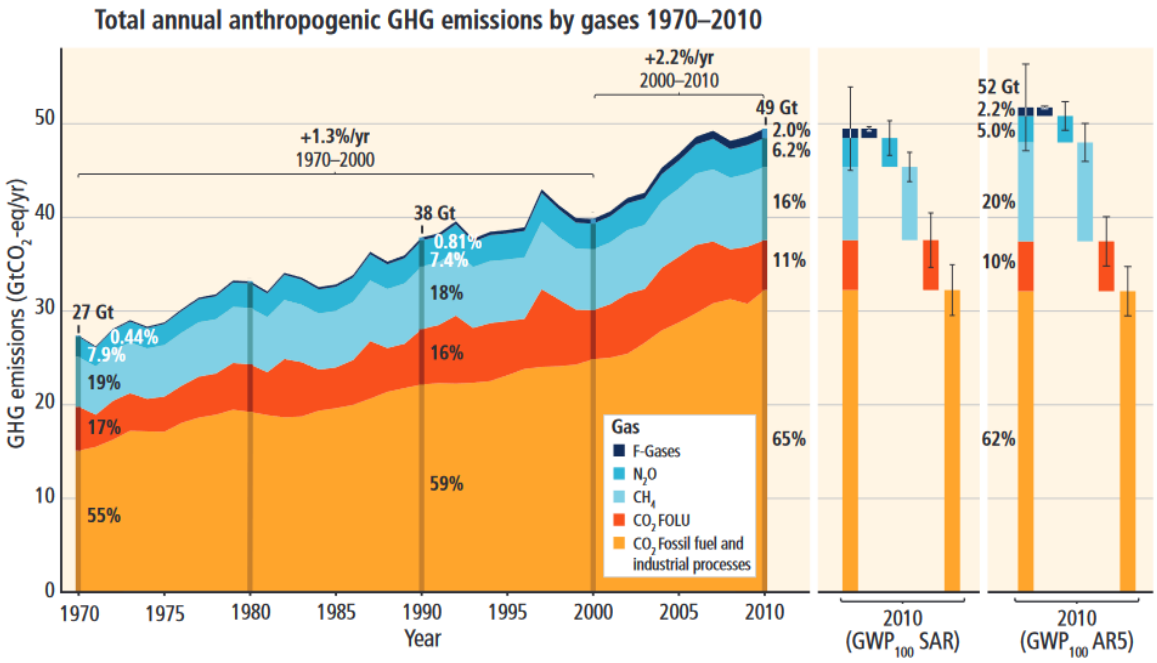
Διάγραμμα 6. Συγκέντρωση θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Figure 1.3, σελ.44

Παρ΄όλο που η συντριπτική πλειοψηφία των θερμοκηπιακών αερίων έχει φυσική προέλευση, οι σύγχρονες ανθρώπινες δραστηριότητες (καύση ορυκτών καυσίμων, χρήση λιπασμάτων, εξόρυξη και διανομή φυσικού αερίου, αποψίλωση δασών, χρήση χλωροφθορανθράκων ως ψυκτικά μέσα κλπ) είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για την αύξηση της συγκέντρωσης τους, με αποτέλεσμα την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Το σύνολο των σωρευτικών ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για το χρονικό διάστημα 1750 – 2011, ανέρχεται σε 2040 ± 310 $GtCO_2$. Από αυτό περίπου το 40% παρέμεινε στην ατμόσφαιρα με το υπόλοιπο να αποθηκεύεται στο έδαφος, στα φυτά και στους ωκεανούς, προκαλώντας με αυτό τον τρόπο την οξίνιση (μείωση του pH) των ωκεανών. Χαρακτηριστικό είναι ότι περίπου το 50% των ανθρωπογενών εκπομπών CO_2, εκλύθηκε στην ατμόσφαιρα στο χρονικό διάστημα των τελευταίων 40 ετών[36]. Η συνεισφορά της ανθρώπινης

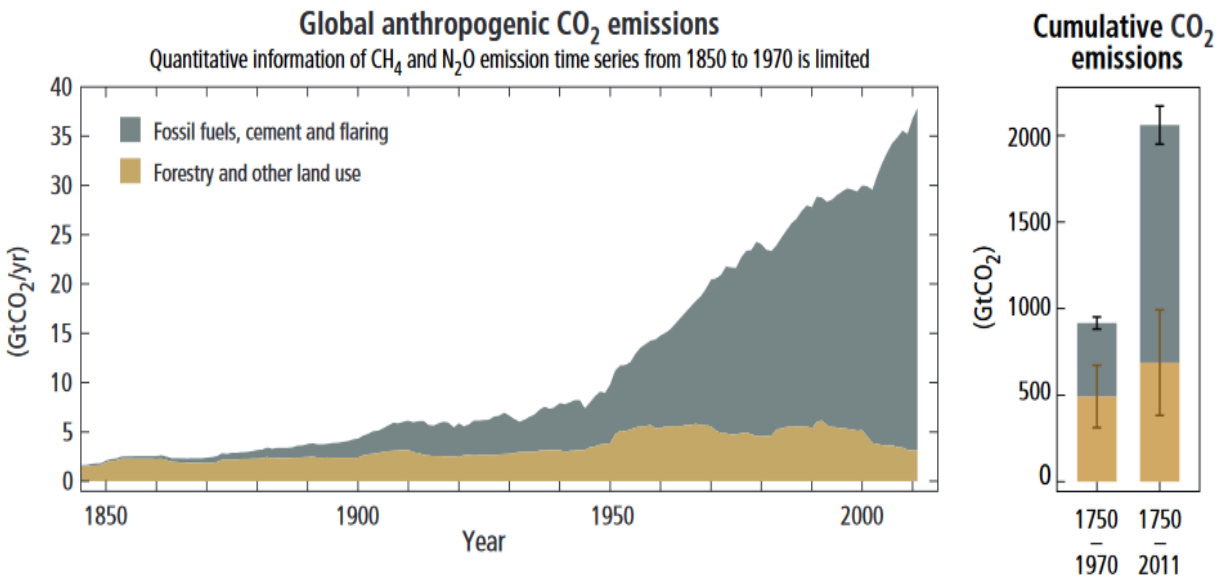
[35] IPCC , AR-5 Synthesis Report 2014,SPM, p.4

[36] IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, SPM- p.4

δραστηριότητας[37] στην αύξηση της συγκέντρωσης των σημαντικότερων αερίων του θερμοκηπίου, απεικονίζεται σχηματικά στα διαγράμματα 7 και 8.



Διάγραμμα 7. Συνολικές ετήσιες ανθρωπογενείς εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων (GHC), σε ισοδύναμους τόνους CO_2 ανά έτος.
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Figure 1.6, σελ.46



Διάγραμμα 8. Ανθρωπογενείς εκπομπές CO_2
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014,Figure 1.5, σελ.45

[37] Ορισμένοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η υπόθεση ότι οι πρόσφατες αλλαγές (π.χ. η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας τις τελευταίες τρεις δεκαετίες) είναι ανθρωπογενείς, διαφέροντας από τις φυσικές αλλαγές που πάντα συντελούνται, δεν στοιχειοθετείται. (Πηγή: Κουτσογιάννης Δ., 2011. από: https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/1181/)

1.3.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

Προκειμένου να αναλυθεί και μελετηθεί στο μέτρο του δυνατού η κλιματική αλλαγή, να εκτιμηθούν οι μελλοντικές της επιπτώσεις αλλά και να προταθούν μέτρα για την καταπολέμηση της, η IPCC ανέπτυξε κατά καιρούς μακροπρόθεσμα σενάρια εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων. Τα σενάρια εκπομπών αποτελούν το βασικό εργαλείο αξιολόγησης της κλιματικής αλλαγής, αλλά παράλληλα ενσωματώνουν και αρκετές αβεβαιότητες λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου. Οι κυριότερες από αυτές τις αβεβαιότητες αφορούν στα δεδομένα που εισάγονται στα αριθμητικά μοντέλα, στην ελλιπή κατανόηση των φαινομένων που προσομοιώνονται ή στις παραδοχές που υιοθετούνται καθώς και στην έλλειψη επιστημονικής γνώσης (Κατσαφάδος, Π, Μαυροματίδης, Η, 2015). Για την εκτίμηση του μελλοντικού κλίματος, ο καθοριστικότερος παράγοντας όλων των χρησιμοποιούμενων μοντέλων προσομοίωσης είναι η εξέλιξη της συγκέντρωσης των θερμοκηπιακών αερίων.

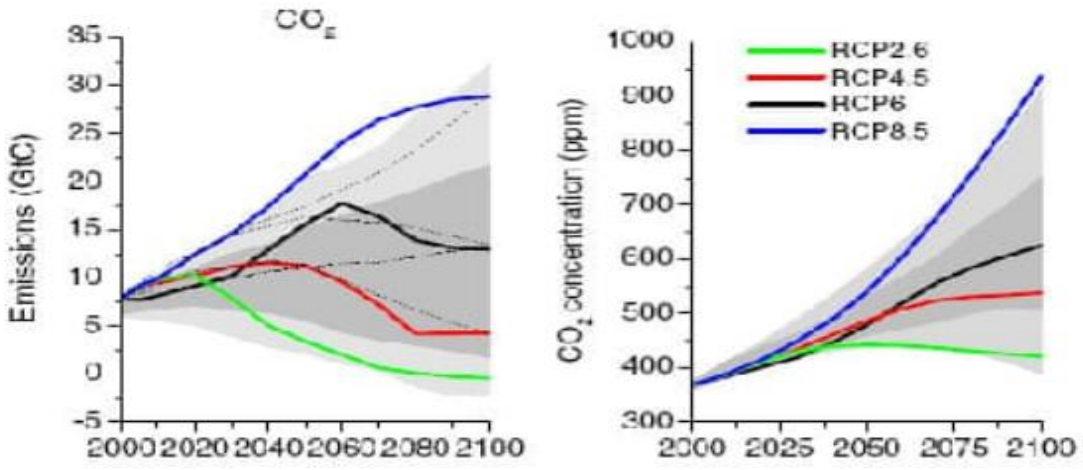
Η ανάπτυξη τέτοιων σεναρίων εκπομπών ξεκίνησε από την IPCC το 1990. Το 1992 δημοσιεύτηκαν έξι σενάρια εκπομπών που αφορούσαν στις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), του υποξειδίου του αζώτου (N_2O), των οξειδίων του αζώτου (NO_x), του μεθανίου (CH_4) και του διοξειδίου του θείου (SO_2). Τα σενάρια αυτά γνωστά ως IS92, χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την ανάλυση της κλιματικής αλλαγής, αλλά οι συνεχόμενες αλλαγές στη χρήση γης και στους τομείς της παγκόσμιας ενεργειακής και οικονομικής πολιτικής, έκανε επιτακτική την ανάγκη δημιουργίας μοντέλων πιο σύγχρονων και ολοκληρωμένων, τα οποία θα λάμβαναν υπ' όψη τις ανωτέρω αλλαγές και εξελίξεις. Έτσι, αναπτύχθηκε μια δεύτερη σειρά σεναρίων, γνωστά ως SRES, τα οποία δημοσιεύτηκαν το 2000 και στα οποία ενσωματώθηκαν δημογραφικά στοιχεία καθώς και οι οικονομικές, τεχνολογικές και ενεργειακές εξελίξεις. Τα σενάρια SRES, που είναι στην ουσία 40 διαφορετικά σενάρια που σχετίζονται με την εξέλιξη των μελλοντικών εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων, υιοθετήθηκαν στην 3η (2001) και στην 4η (2007) έκθεση αξιολόγησης της IPCC.

Στην 5η κατά σειρά έκθεση αξιολόγησης της IPCC (2014) υιοθετήθηκε η 3η σειρά γενιά σεναρίων, γνωστή ως RCP (Representative Concentration Pathways), η οποία και αντικατέστησε τα SRES. Η σειρά RCPs αποτελείται από 4 σενάρια εκπομπών, χρησιμοποιεί αναβαθμισμένα μοντέλα προσομοίωσης και λαμβάνει υπ' όψη μεταξύ των άλλων και τις διάφορες πολιτικές κλιματικής προσαρμογής[38]. Τα σενάρια RCPs περιγράφουν μια μελλοντική

[38] Σημείωση: Τα σενάρια δεν λαμβάνουν υπ' όψη υψηλές εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων από φυσικές δραστηριότητες (π.χ έκρηξη ηφαιστείων), μεταβολές στην ηλιακή ακτινοβολία, την τροχιά της γης κλπ.

κατάσταση του κλίματος βασιζόμενη στην ύπαρξη διαφορετικών συγκεντρώσεων των θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα. Η ονοματολογία των σεναρίων αυτών (RCP2,6 - RCP4,5 - RCP6,0 και RCP8,5) προέρχεται από την μεταβολή του ενεργειακού εξαναγκασμού (radiative forcing) το έτος 2100, κατά 2,6 - 4,5 - 6,0 και 8,5W/m2 αντίστοιχα και πάντα σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο. Είναι προφανές ότι το RCP2,6 είναι το πιο αισιόδοξο, τα RCP4,5 και RCP6,0 τα μετριοπαθή, και το RCP8,5 το πιο απαισιόδοξο σενάριο ως προς την εξέλιξη των συγκεντρώσεων αυτών. Πιο συγκεκριμένα:

- το σενάριο RCP2,6 προβλέπει την κορύφωση των εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων το 2020 και στη συνέχεια τη δραματική μείωση τους
- το σενάριο RCP4,5 προβλέπει την κορύφωση των εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων το 2040, στη συνέχεια την γρήγορη μείωση τους μέχρι το 2080 και την έκτοτε σταθεροποίηση τους, μέχρι το 2100.
- το σενάριο RCP6,0 προβλέπει την κορύφωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου το 2060, την έκτοτε σταδιακή μείωση και τη σχεδόν σταθεροποίηση τους το τελευταίο πέμπτο του 21^{ου} αιώνα
- το σενάριο RCP8,5 τέλος, προβλέπει την συνεχή αύξηση των εκπομπών μέχρι το 2100.



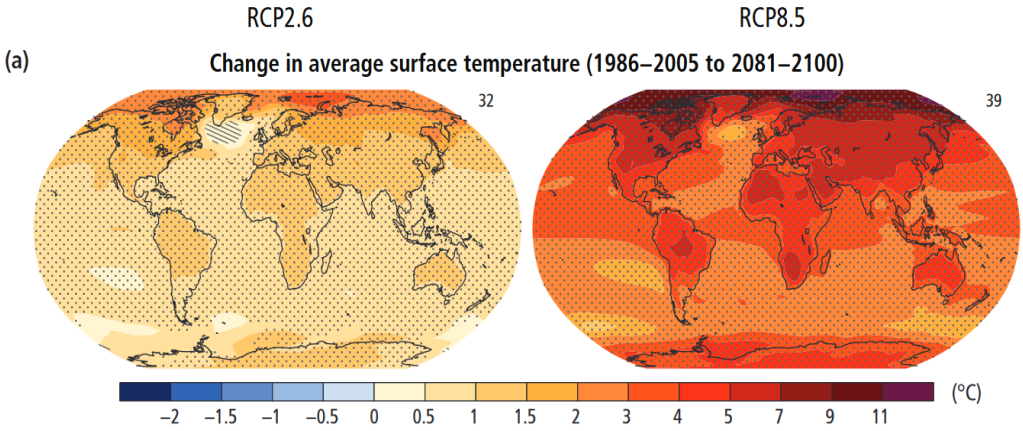
Διάγραμμα 9. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) και συγκέντρωση τους στην ατμόσφαιρα, σύμφωνα με τα RCPs σενάρια
Πηγή: theguardian, 2013[39]

Δυστυχώς όμως η μείωση των εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων δε σημαίνει απαραίτητα και την ταυτόχρονη μείωση της συγκέντρωσης τους στην ατμόσφαιρα. Γενικά ισχύει ότι όσο αυξάνονται οι εκπομπές των αερίων αυτών, τόσο αυξάνεται και η συγκέντρωση τους. Μείωση

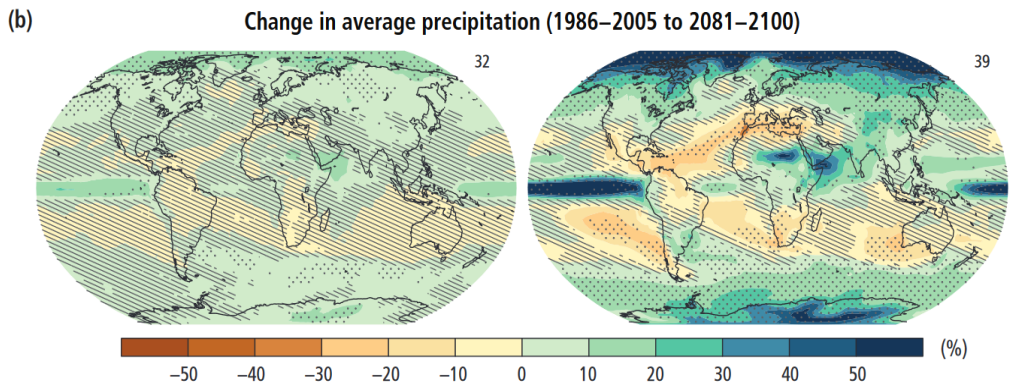
[39] Ηλεκτρονική έκδοση της εφημερίδας «The Guardian»,Ημερομηνία δημοσίευσης 30.08.2013. Ανακτήθηκε από: https://amp.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-per-cent/2013/aug/30/climate-change-rcp-handy-summary

όμως των εκπομπών δεν σημαίνει απαραίτητα και μείωση της συγκέντρωσης τους, επειδή η τελευταία εξαρτάται από τον χρόνο ζωής του αερίου στην ατμόσφαιρα και από τον ρυθμό των φυσικών διεργασιών απομάκρυνσης του. Για παράδειγμα, αν και περισσότερο από το μισό του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα σε χρονικό ορίζοντα μιας εκατονταετίας, ένα σημαντικό ποσοστό 20% περίπου παραμένει σε αυτή, για χρονική περίοδο 1.000 ετών. (Κατσαφάδος, Π., Μαυροματίδης, Η., 2015).

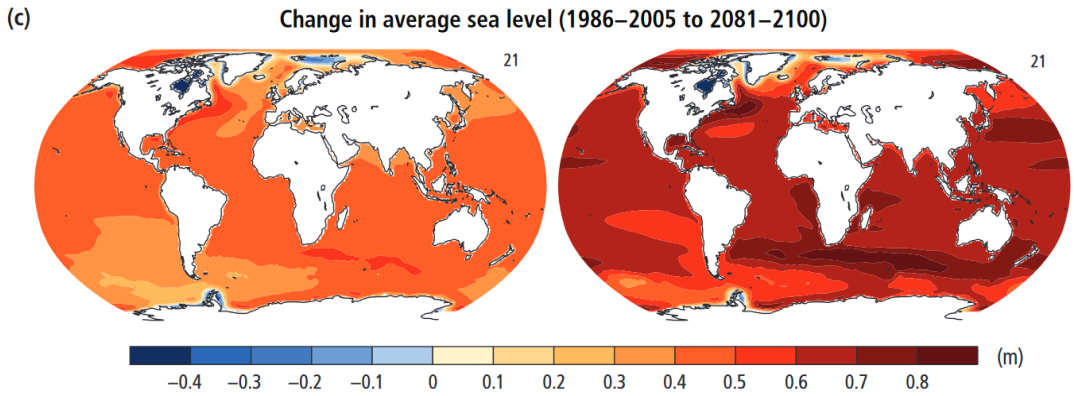
Ανεξάρτητα από το πιο από τα σενάρια αυτά τελικά θα επικρατήσει, οι αλλαγές στο μελλοντικό κλίμα του πλανήτη πρέπει σύμφωνα με τους ειδικούς να θεωρούνται δεδομένες και σημαντικές. Η μέση θερμοκρασία της επιφάνεια της γης σε κάθε περίπτωση θα ανέλθει, σε πολλές περιοχές η ποσότητα και η ένταση των μετεορολογικών κατακριμνησμάτων (βροχή, χιόνι, χαλάζι κλπ) θα αυξηθεί και σε άλλες θα μειωθεί σημαντικά, ενώ και η μέση στάθμη της θάλασσας θα ανυψωθεί. Η πρόβλεψη των παραπάνω μεταβολών για το τελευταίο πέμπτο του 21^{ου} αιώνα (2081 - 2100), και σε σχέση με την περίοδο 1986 - 2005, απεικονίζεται σχηματικά για τα σενάρια RCP2,6 και RCP8,5 στις εικόνες 6, 7 και 8 και συγκεντρωτικά για όλα τα σενάρια RCPs, στον Πίνακα 1.



Εικόνα 6. Μεταβολές μέσης ετήσιας θερμοκρασίας επιφάνειας
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014,Figure 2.2a,σελ.61



Εικόνα 7. Ποσοστιαία μέση μεταβολή μετεορολογικών κατακρημνισμάτων
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Figure 2.2b, σελ.61



Εικόνα 8. Μέση μεταβολή στάθμης θαλάσσης
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Figure 2.2c, σελ.61

Πίνακας 1. Εκτίμηση μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας και μέση ανύψωση στάθμης θαλάσσης, σε σχέση με την περίοδο 1986 - 2005
Πηγή: IPCC, AR-5 Synthesis Report 2014, Table 2.1, σελ.60

		2046–2065		2081–2100	
	Scenario	Mean	*Likely* range [c]	Mean	*Likely* range [c]
Global Mean Surface Temperature Change (°C) [a]	RCP2.6	1.0	0.4 to 1.6	1.0	0.3 to 1.7
	RCP4.5	1.4	0.9 to 2.0	1.8	1.1 to 2.6
	RCP6.0	1.3	0.8 to 1.8	2.2	1.4 to 3.1
	RCP8.5	2.0	1.4 to 2.6	3.7	2.6 to 4.8
	Scenario	Mean	*Likely* range [d]	Mean	*Likely* range [d]
Global Mean Sea Level Rise (m) [b]	RCP2.6	0.24	0.17 to 0.32	0.40	0.26 to 0.55
	RCP4.5	0.26	0.19 to 0.33	0.47	0.32 to 0.63
	RCP6.0	0.25	0.18 to 0.32	0.48	0.33 to 0.63
	RCP8.5	0.30	0.22 to 0.38	0.63	0.45 to 0.82

Notes:

[a] Based on the Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) ensemble; changes calculated with respect to the 1986–2005 period. Using Hadley Centre Climatic Research Unit Gridded Surface Temperature Data Set 4 (HadCRUT4) and its uncertainty estimate (5 to 95% confidence interval), the observed warming from 1850–1900 to the reference period 1986–2005 is 0.61 [0.55 to 0.67] °C. *Likely* ranges have not been assessed here with respect to earlier reference periods because methods are not generally available in the literature for combining the uncertainties in models and observations. Adding projected and observed changes does not account for potential effects of model biases compared to observations, and for natural internal variability during the observational reference period. *{WGI 2.4.3, 11.2.2, 12.4.1, Table 12.2, Table 12.3}*

[b] Based on 21 CMIP5 models; changes calculated with respect to the 1986–2005 period. Based on current understanding (from observations, physical understanding and modelling), only the collapse of marine-based sectors of the Antarctic ice sheet, if initiated, could cause global mean sea level to rise substantially above the *likely* range during the 21st century. There is *medium confidence* that this additional contribution would not exceed several tenths of a meter of sea level rise during the 21st century.

[c] Calculated from projections as 5 to 95% model ranges. These ranges are then assessed to be *likely* ranges after accounting for additional uncertainties or different levels of confidence in models. For projections of global mean surface temperature change in 2046–2065, *confidence* is *medium*, because the relative importance of natural internal variability, and uncertainty in non-greenhouse gas forcing and response, are larger than for the 2081–2100 period. The *likely* ranges for 2046–2065 do not take into account the possible influence of factors that lead to the assessed range for near term (2016–2035) change in global mean surface temperature that is lower than the 5 to 95% model range, because the influence of these factors on longer term projections has not been quantified due to insufficient scientific understanding. *{WGI 11.3.1}*

[d] Calculated from projections as 5 to 95% model ranges. These ranges are then assessed to be *likely* ranges after accounting for additional uncertainties or different levels of confidence in models. For projections of global mean sea level rise *confidence* is *medium* for both time horizons.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, ακόμα και στην περίπτωση που τελικά επικρατήσει το πιο αισιόδοξο σενάριο (RCP2,6), αναμένεται με πολύ μεγάλη βεβαιότητα περαιτέρω αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας στο τέλος του 21^{ου} αιώνα (2081 – 2100) κατά 1°C, με πιθανό εύρος 0,3^{o}C – 1,7^{o}C, και ανύψωση της μέσης στάθμης της θάλασσας κατά 0,40m, με πιθανό εύρος 0,26-0,55m. Υιοθετώντας τα πιο μετριοπαθή σενάρια (RCP4,5 και RCP6,0) η μέση

αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του πλανήτη προβλέπεται σε 1,8^{o}C και 2,2^{o}C ενώ η ανύψωση της μέσης στάθμης της θάλασσας σε 0,47m και 0,48m αντίστοιχα. Τέλος, στην περίπτωση που επικρατήσει το πιο απαισιόδοξο (RCP8,5) και ταυτόχρονα πιο καταστροφικό από τα σενάρια αυτά, η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας προβλέπεται σε 3,7^{o}C και η ανύψωση της μέσης στάθμης της θάλλασας σε 0,63m.

1.3.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Τα αίτια της κλιματικής αλλαγής είναι σε γενικές γραμμές γνωστά. Δεν μπορούμε όμως να πούμε το ίδιο και για το ακριβές μέγεθος των επιπτώσεων και των συνεπειών αυτής. Η συγκράτηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας της γης σε όχι περισσότερο από 1,5^{o}C σε σχέση με τη προβιομηχανική εποχή, είναι ένας στόχος που πρέπει σύμφωνα με τις πρόσφατες επιστημονικές εκθέσεις (π.χ IPCC,Special Report 2018) οπωσδήποτε να επιτευχθεί, επειδή σε διαφορετική περίπτωση οι επιπτώσεις θα είναι μακροχρόνιες και ενδεχομένως μη αναστρέψιμες για τη ζωή στον πλανήτη. Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι πολυσύνθετες, επιδρούν ήδη και αναμένεται να επιδράσουν και μελλοντικά στο σύνολο του οικοσυστήματος και σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης ζωής. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει και αναμένεται να επηρεάσει ακόμα περισσότερο:

- την υγεία των ανθρώπων και τη διαθεσιμότητα τροφής - πόσιμου νερού[40]
- την οικονομία σε ατομικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο[41]
- την άσκηση ορισμένων επαγγελμάτων, σε εξωτερικούς κυρίους χώρους, λόγω θερμοπληξίας και αφυδάτωσης[42]
- την πολιτική των κυβερνήσεων των κρατών (μέτρα προσαρμογής - μετριασμού κλιματικής αλλαγής, μεταναστευτικά ρεύματα[43] κλπ)
- μεγάλο ποσοστό ζωντανών οργανισμών του ζωικού και φυτικού βασιλείου[44]

[40] WHO, 2018, «COP24 Special Report-Health & Climate Change», p.p 13-16-20

[41] WMO, 2018, «WMO Statement on the state of the global climate 2017», p.33

[42] Έρευνα του Γαλλικού φορέα Anses(French Agency for Food, Environmental, Occupational Health and Safety),Ανακτήθηκε από τον ιστότοπο www.greenagenda.gr

[43] WMO,2018, «WMO Statement on the state of the global climate 2017», p.32

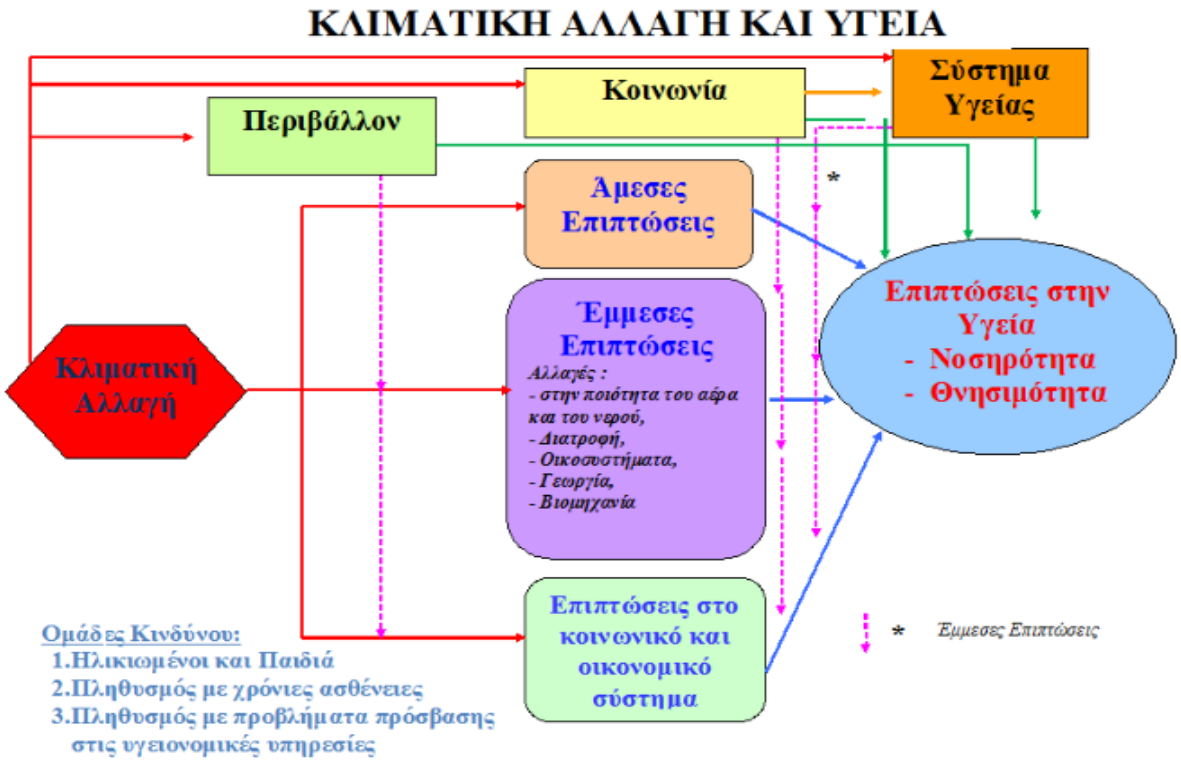
[44] IPCC, 2018 «Special Report on Global Warming of 1,5^{o} C»,SPM.p.7

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία των ανθρώπων, μπορούν να χωριστούν σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας[45] αλλά και την Τράπεζα της Ελλάδας[46], σε τρεις γενικές κατηγορίες:

α) Άμεσες, που προκαλούνται από τα ακραία καιρικά φαινόμενα (ασθένειες και θάνατοι)

β) Έμμεσες, οι οποίες είναι συνέπεια των περιβαλλοντικών και οικολογικών διαταραχών (μεταδιδόμενες ασθένειες, διαθεσιμότητα τροφής - νερού κλπ)

γ) Άλλες, που περιλαμβάνουν επιπτώσεις στο κοινωνικοοικονομικό σύστημα λόγω των οικονομικών ή και ψυχολογικών προβλημάτων που δημιουργούνται από την αλλαγή του κλίματος σε μέρος του πληθυσμού



Διάγραμμα 10. Σχέση υγείας και κλιματικής αλλαγής
Πηγή: ΤτΕ, Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, Κλιματική Αλλαγή και Υγεία, 2011

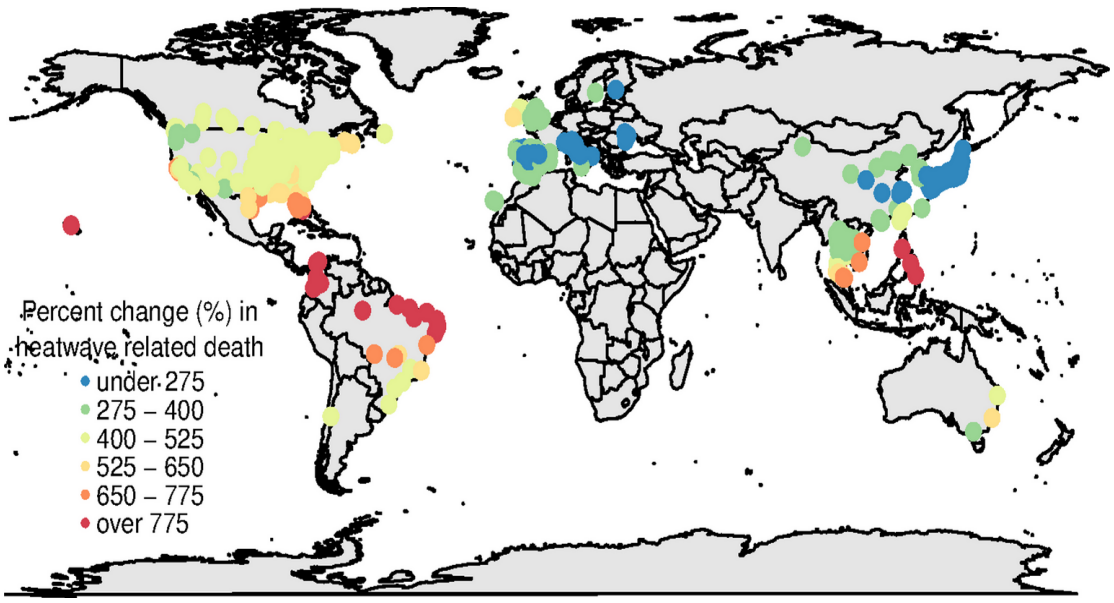
Ειδικότερα, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων θα είναι σημαντικές, αφού αναμένεται να επηρεαστούν αρνητικά μερικές από τις σημαντικότερες προϋποθέσεις για την εξασφάλιση της καλής υγείας όπως ο καθαρός αέρας, το πόσιμο νερό, η ποιότητα και επάρκεια της τροφής και

[45] WHO, 2018, «COP24 Special Report-Health & Climate Change», σελ.20, 21

[46] ΤτΕ,2011, «Κλιματική αλλαγή και υγεία», σελ.3, διαθέσιμο στο: https://www.bankofgreece.gr/BoGDocuments/%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AE%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A5%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1.pdf

η εύρεση καταλύματος. Η ενίσχυση των ακραίων καιρικών φαινομένων (π.χ καύσωνες), έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση των θανάτων από καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα, ενώ η ενίσχυση της έντασης και της συχνότητας των βροχοπτώσεων και των πλημμυρών σε κάποια μέρη και η ξηρασία σε κάποια άλλα, συνδέονται άμεσα με την απώλεια καταλυμάτων, την μετανάστευση και τον κίνδυνο εκδήλωσης διαφόρων ασθενειών. Λόγω της κλιματικής αλλαγής έχουν αυξηθεί τα νοσήματα που μεταδίδονται με διαβιβαστές. Αυτά είναι τα νοσήματα (ιός του Δυτικού Νείλου, ελονοσία, Δάγκειος πυρετός κλπ) που μεταδίδονται μέσω του δαγκώματος ή του τσιμπίματος από τρωκτικά ή έντομα (π.χ κουνούπια, μύγες) που φέρουν τον λοιμώδη παράγοντα. Το 2018, η διάρκεια της περιόδου του έτους στην οποία καταγράφηκαν κρούσματα λοίμωξης από τον ιού του Δυτικού Νείλου στην Ελλάδα, ήταν σημαντικά αυξημένη σε σχέση με τα έτη 2010 - 2017[47].

Μελέτη δημοσιευμένη στην ηλεκτρονική έκδοση της εφημερίδας PLOS Medicine journal[48], αναφέρει ότι ο αριθμός των θανάτων από τις ακραίες θερμοκρασίες σε περίπτωση που επικρατήσει το σενάριο RCP8,5, αναμένεται να αυξηθεί το διάστημα 2031 - 2080 σε περισσότερο από 775%, σε σχέση με αυτόν της περιόδου 1970 - 2020, ιδίως στις τροπικές περιοχές του πλανήτη.



Εικόνα 9. Εκτίμηση του ρυθμού αύξησης (%) θανάτων, λόγω κυμάτων καύσωνα
Πηγή: PLOS Medicine journal, 2018

[47] ΚΕΕΛΠΝΟ, Εβδομαδιαία έκθεση επιτήρησης για τη λοίμωξη από τον ιό του Δυτικού Νείλου, ανακτήθηκε από: http://www.keelpno.gr/Portals/0/WNV_weekly_report_20_12_2018_GR.pdf

[48] PLOS medicine journal, 2018. Article on «*Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study*», διαθέσιμο στο: https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002629

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας[49] η κλιματική αλλαγή θεωρείται ως η μεγαλύτερη απειλή για τις ανθρώπινες κοινωνίες, απειλώντας ξεκάθαρα την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον οι εκπομπές από την καύση των ορυκτών καυσίμων συνεχιστούν με τον ίδιο ρυθμό, η ποιότητα του αέρα θα χειροτερέψει και τα επίπεδα του τροποσφαιρικού όζοντος θα αυξηθούν, με αποτέλεσμα την ραγδαία αύξηση των αναπνευστικών παθήσεων. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα θα ενταθούν κι άλλο, με αποτέλεσμα ολοένα και μεγαλύτερο ποσοστό του ανθρώπινου πληθυσμού να εκτίθεται σε κύματα καύσωνα, σε πλημμύρες, σε τροπικές καταιγίδες και σε δασικές πυρκαγιές μεγάλης έκτασης. Ήδη και μόνο για το χρονικό διάστημα 2000-2013, παρατηρείται μια αύξηση του αριθμού των ακραίων καιρικών φαινομένων κατά 46%, ενώ και ο αριθμός των ανθρώπων που εκτίθενται σε κύματα καύσωνα έχει αυξηθεί κατά 125 εκατομμύρια, εντός της χρονικής περιόδου 2000 - 2016. Αυτοί που θα πληγούν περισσότερο από την κλιματική αλλαγή είναι τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και οι οικονομικά ασθενέστεροι.

Στις αμέσως επόμενες δεκαετίες τα αποθηκευμένα αποθέματα νερού στους παγετώνες και στις χιονισμένες περιοχές θα μειωθούν σημαντικά, προκαλώντας την έλλειψη νερού σε περισσότερο από ένα δισεκατομμύριο ανθρώπους, ενώ στα χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη και κυρίως στις ξηρές και τροπικές περιοχές, αυξήσεις της θερμοκρασίας της τάξης των 1°C - 2°C, αναμένεται να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης λιμών (IPCC:AR-4, 2007). Προβλέπεται επίσης εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας, των μεταβολών στη συχνότητα και στην ένταση των βροχοπτώσεων και της αποδόμησης των υδατικών αποθεμάτων, μείωση της γεωργικής παραγωγής σε πολλές χώρες (IPCC:AR-5, 2014). Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των αποθεμάτων τροφής, την αύξηση της τιμής των γεωργικών προϊόντων και την εμφάνιση φαινομένων υποσιτισμού.

Σε ότι αφορά στο κόστος των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην οικονομία και στην κοινωνία αυτό αναμένεται να είναι τεράστιο αφού περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων, το κόστος αποκατάστασης των υλικών ζημιών εξαιτίας των αυξημένων σε συχνότητα και ένταση ακραίων καιρικών φαινομένων (πλημμύρες, τυφώνες, πυρκαγιές εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών) και το κόστος της θεραπείας - αποκατάστασης της σχετιζόμενης με την κλιματική αλλαγή επιδείνωσης της ανθρώπινης υγείας. Οι αναπτυσσόμενες χώρες παρουσιάζονται πολύ πιο ευάλωτες στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αφού λόγω των περιορισμένων οικονομικών δυνατοτήτων τους δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στα κόστη της

[49] WHO, 2018, «COP24 Special Report-Health & Climate Change», p.p.19,20,23

αποκατάστασης των πληγέντων υποδομών και της ανθρώπινης υγείας, αλλά ούτε και στην υλοποίηση έργων ικανών για την πρόληψη των καταστρεπτικών συνεπειών των ακραίων καιρικών φαινομένων.

Τομείς που επηρεάζουν ή και στηρίζουν κατά μεγάλο ποσοστό την οικονομία ορισμένων κρατών όπως π.χ ο τουρισμός, αναμένεται να επηρεαστούν με άμεσο ή έμμεσο τρόπο. Χώρες οι οποίες σήμερα αποτελούν πόλο έλξης τουριστών για τις ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες και για την φυσική τους ομορφιά, ενδέχεται λόγω των αλλαγών στο κλίμα και στο φυσικό τους περιβάλλον να πάψουν μελλοντικά να αποτελούν τουριστικό προορισμό και να αντιμετωπίσουν έτσι οικονομικά προβλήματα. Τα μικρά νησιωτικά κράτη της Καραϊβικής που σήμερα αποτελούν τουριστικούς παραδείσους, κινδυνεύουν άμεσα από την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας λόγω του λιωσίματος των παγετώνων και της θέρμανσης του ωκεάνιου νερού[50]. Το ίδιο αναμένεται να συμβεί και σε πολλές άλλες παράκτιες περιοχές του πλανήτη.

Η αναμενόμενη μελλοντικά παρατεταμένη ξηρασία - ερημοποίηση ορισμένων περιοχών που συνεπάγεται την έλλειψη τροφής και νερού και η εμφάνιση ακραίων φαινομένων (πλημμύρες, κυκλώνες) σε άλλες, είναι πολύ πιθανό εκτός της επίδρασης που θα έχουν στην ανθρώπινη υγεία, να οδηγήσουν και σε μετακινήσεις πληθυσμών εντός των ορίων των κρατών[51] (εσωτερική μετανάστευση) ή εκτός αυτών (εξωτερική μετανάστευση).

Άλλες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ενδέχεται να είναι η μόλυνση του νερού και της τροφής μέσω της αύξησης των επικίνδυνων παθογόνων, όπως της ciguatera στα ψάρια καθώς και ο αυξημένος κίνδυνος εξάπλωσης μικροβίων και άλλων βιολογικών παραγόντων που βρίσκονται στα διάφορα οικοσυστήματα[52].

Κατά τη διάρκεια της διάσκεψης της Συνόδου των Παρισίων, η IPCC και η Μετεωρολογική Υπηρεσία της Βρετανίας (Met Office) προέβησαν στην απαρίθμηση των επιπτώσεων που αναμένεται να έχει η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης κατά ένα βαθμό, έως και τους 5°C. Σύμφωνα με αυτό το κείμενο[53] με τίτλο «Paris climate talks:what difference will temperature rises really means», μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή, θα έχει μεταξύ των άλλων ως εκτιμώμενο αποτέλεσμα, την έκθεση κάθε χρόνο 1,5 δισεκατομμυρίου ανθρώπων σε κύματα καύσωνα και σε φαινόμενα λειψυδρίας, 30 εκατομμύρια άνθρωποι θα πλήττονται από τις πλημμύρες, ενώ το pH των

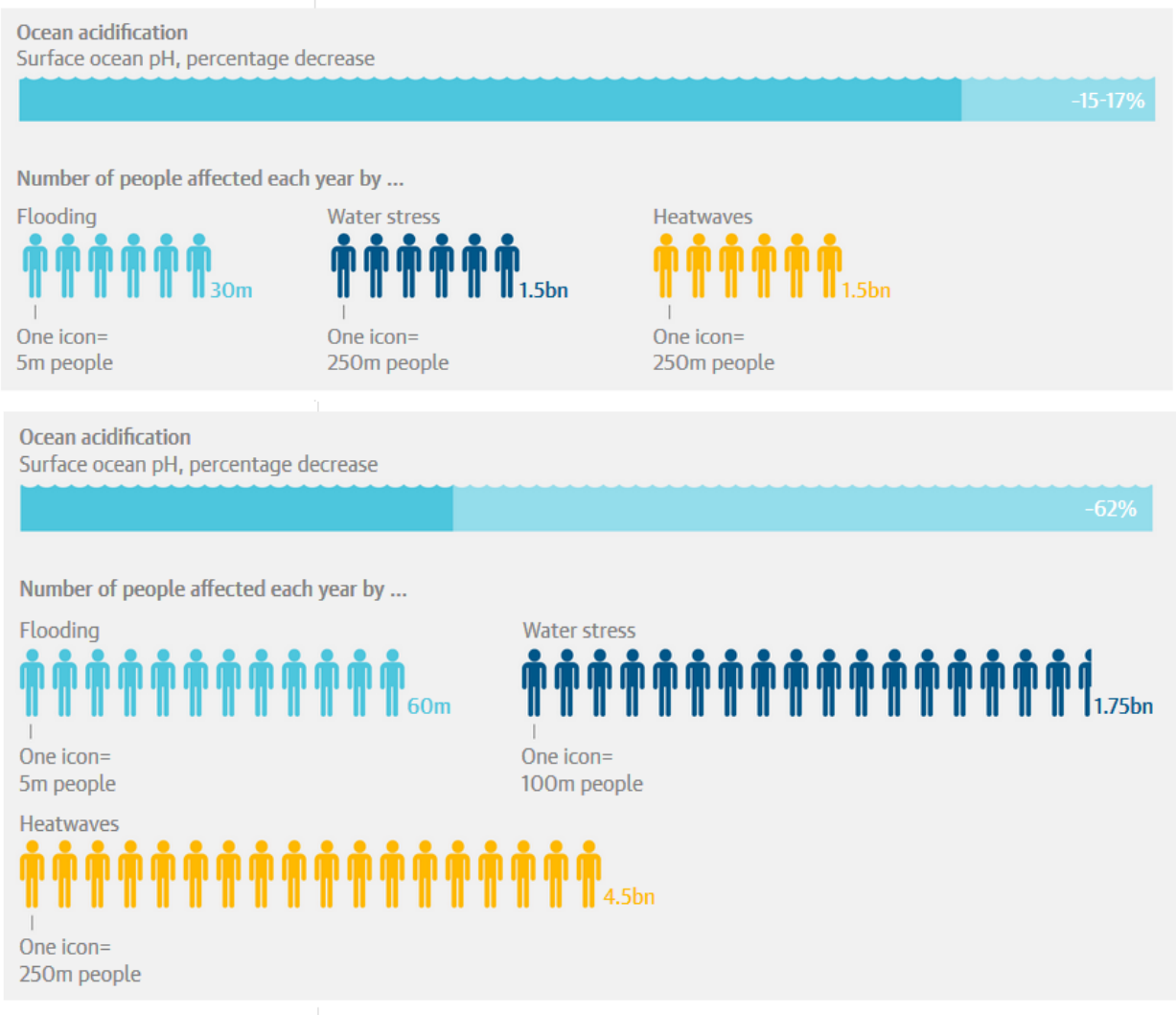
[50] IPCC, 2018 «Special Report on Global Warming of 1,5^{o} C», p.10

[51] WHO, 2018, «COP24 Special Report-Health & Climate Change», p.20

[52] WHO, 2018, «COP24 Special Report-Health & Climate Change», p.20

[53] Δημοσιεύτηκε στην ηλεκτρονική έκδοση της εφημερίδας «The Guardian», στις 04.12.2015

ωκεανών θα μειωθεί κατά 15-17%. Αν η μέση θερμοκρασία αυξηθεί κατά 3° C, τότε εκτιμάται ότι 1,75 δισεκατομμύρια άνθρωποι θα βρεθούν αντιμέτωποι με φαινόμενα λειψυδρίας, 60 εκατομμύρια άνθρωποι θα πλήττονται από τις πλημμύρες, 4,5 δισεκατομμύρια θα βρεθούν αντιμέτωποι με κύματα καύσωνα, ενώ το pH των ωκεανών θα μειωθεί κατά 62%.



Εικόνα 10. Επιπτώσεις σύμφωνα με IPCC και Met Office, από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 2°C και 3°C αντίστοιχα (από πάνω προς τα κάτω), σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή
Πηγή: https://www.theguardian.com/environment/2015/dec/04/paris-climate-talks-what-difference-will-temperature-rises-really-make

Κλείνοντας το κεφάλαιο των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής θα ήταν μεγάλη παράλειψη να μην γίνει αναφορά στην βιοποικιλότητα. Σύμφωνα με τον Travis (2003), η κλιματική αλλαγή σε συνδυασμό με την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος αποτελούν τις δύο σοβαρότερες απειλές της παγκόσμιας βιοποικιλότητας[54], κάτι που επιβεβαιώνεται και από την πιο πρόσφατη ειδική έκθεση της IPCC (2018).

[54] Βασιλείου Ι., 2017. «*Κλιματική αλλαγή: Διαχειρίσιμο πρόβλημα ή αργός θάνατος του πλανήτη;*», Εκδόσεις Historical Quest, Αθήνα, σελ.36

1.4 ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Για την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έτσι ώστε οι επιπτώσεις στα διάφορα οικοσυστήματα του πλανήτη αλλά και στην ανθρώπινη ζωή και στην υγεία να είναι αναστρέψιμες, έχουν έως σήμερα ληφθεί μέτρα και δράσεις τα οποία αποφασίσθηκαν ύστερα από μια σειρά διεθνών συσκέψεων και συνόδων.

Η κλιματική αλλαγή άρχισε να απασχολεί έντονα την διεθνή κοινότητα μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και ειδικότερα το 1988, όταν στο Τορόντο έλαβε χώρα η Παγκόσμια Διάσκεψη για την Αλλαγή της Ατμόσφαιρας, όπου και αποφασίστηκε η μείωση των εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων μέχρι το 2005 σε επίπεδα κατά 20% χαμηλότερα σε σχέση με αυτά του 1988.

Μέχρι τότε, τα μέτρα που λαμβάνονταν σε παγκόσμιο επίπεδο αφορούσαν στην προστασία του περιβάλλοντος κυρίως από την άποψη της ρύπανσης. Για πρώτη φορά το θέμα της προστασίας του περιβάλλοντος εμφανίζεται σοβαρά στην διεθνή πολιτική ατζέντα το 1972, οπότε και πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του ίδιου έτους στη Στοκχόλμη η συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον. Ένα από τα βασικά αποτελέσματα της συνδιάσκεψης του 1972, ήταν η θέσπιση ενός προγράμματος για την προστασία του περιβάλλοντος από τον ΟΗΕ, όπου οι πολιτικές ηγεσίες αναγνώρισαν ότι η τεχνολογία μπορεί να βλάψει σοβαρά το περιβάλλον, συμφώνησαν στο ότι η κάθε χώρα υποχρεούται να μην μολύνει την άλλη και αναγνώρισαν ότι τα απειλούμενα είδη χρήζουν διεθνούς προστασίας. Απότοκο της συνδιάσκεψης της Στοκχόλμης ήταν η λήψη μέτρων από τα κράτη μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων για την προστασία του περιβάλλοντος και ο ορισμός μερικών εκ των βασικών αρχών[55] της Κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής, οι οποίες συνεχίζουν να ισχύουν και σήμερα. Το σοβαρότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα που απασχόλησε τον πλανήτη μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980 ήταν η εξασθένηση της στοιβάδας του όζοντος, μέσω της αύξησης των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων των ανθρωπογενών χημικών ουσιών και των κινδύνων που αυτή συνεπαγόταν, κάτι που οδήγησε στη μόνη συνθήκη που επικυρώθηκε ποτέ σε διεθνές επίπεδο, στο Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (1987), το οποίο και ευθύνεται για τη σταδιακή κατάργηση του 98% της παραγωγής και κατανάλωσης των ουσιών (CFCs) που καταστρέφουν το όζον.[56]

---

[55] Αρχή της πρόληψης, της διατήρησης των φυσικών πόρων, της επικουρικότητας, της ενσωμάτωσης καθώς και της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει».

[56] European Commission/Enviroment

Την επόμενη χρονιά (1988) με την σύγκληση της Παγκόσμιας Διάσκεψης για την Αλλαγή της Ατμόσφαιρας στο Τορόντο, ιδρύεται η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), ενώ παράλληλα έτυχε το καλοκαίρι του 1988 να είναι ένα από τα ξηρότερα και θερμότερα στην ιστορία των ΗΠΑ, αναγκάζοντας έτσι την Αμερικανική Γερουσία να ζητήσει τη γνώμη των ειδικών επιστημόνων για το θέμα αυτό. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με το ότι το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής είχε ήδη γίνει κεντρικό θέμα σε πρωτοσέλιδα έγκυρων περιοδικών και εφημερίδων πολλών ανεπτυγμένων χωρών, αποτέλεσαν το προοίμιο για την υιοθέτηση της πρώτης Παγκόσμιας Συμφωνίας για την κλιματική αλλαγή (Σύμβαση - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, 1992), για την μετέπειτα την υπογραφή του Πρωτοκόλλου το οποίο υιοθετήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας (1997) και για τη Συμφωνία των Παρισίων (2015).

1.4.1 Η ΣΥΜΒΑΣΗ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η σύμβαση - πλαίσιο των ΗΕ για την κλιματική αλλαγή [United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)] η οποία συμφωνήθηκε το 1992 στο Ρίο Ντε Τζανέιρο, αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη διεθνή συνθήκη για την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος. Κύρια επιδίωξη της είναι η αποτροπή κάθε επικίνδυνης ανθρωπογενούς παρεμβολής εντός του κλιματικού συστήματος του πλανήτη, ενώ αριθμεί 197 συμβαλλόμενα μέρη εντός των οποίων βρίσκονται και όλα τα κράτη - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης[57].

Με το κείμενο της σύμβασης αυτής, επήλθε ένας πρώτος ιστορικός συμβιβασμός της διεθνούς Κοινότητας πάνω σε ορισμένες βασικές αρχές[58].

Με την πρώτη αρχή, αναγνωρίστηκε από το διεθνές δίκαιο η κλιματική αλλαγή ως παγκόσμιο πρόβλημα και η διασύνδεση του προβλήματος αυτού με τις εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Με τη δεύτερη αρχή, τα κράτη - μέλη δεσμεύονται μέσω μέτρων πρόληψης, να σταθεροποιήσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδα τέτοια ώστε να

[57] Βασιλείου Ι., 2017. «*Κλιματική αλλαγή: Διαχειρίσιμο πρόβλημα ή αργός θάνατος του πλανήτη;*», Εκδόσεις Historical Quest, Αθήνα , σελ.25

[58] Δούση Ε., 2017. «*Κλιματική Αλλαγή*», Εκδόσεις Παπαδόπουλος, σελ.36, 37

αποτραπούν οι βλαβερές συνέπειες στο περιβάλλον. Τα μέτρα πρόληψης και ο χρόνος εφαρμογής τους δεν περιλήφθηκαν στην σύμβαση - πλαίσιο, αλλά εξειδικεύτηκαν αργότερα.

Με την τρίτη βασική αρχή η οποία αποτελεί και αναμφισβήτητο κριτήριο δικαιοσύνης που δύσκολα αμφισβητείται, αναγνωρίζεται η κοινή αλλά διαφοροποιημένη ευθύνη. Αυτό σημαίνει ότι παρόλο που όλα τα κράτη - μέλη που υπέγραψαν τη συμφωνία αναγνωρίζουν την κοινή τους ευθύνη στην αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής, δεν επωμίζονται όλα το ίδιο βάρος αφού δεν έχουν εκπέμψει διαχρονικά τους ίδιους ρύπους. Με την αρχή αυτή, τα αναπτυγμένα κράτη υποχρεούνται να συμβάλλουν περισσότερο στην αντιμετώπιση του προβλήματος, αφού έχουν εκπέμψει αποδεδειγμένα έως και σήμερα πολύ μεγαλύτερες ποσότητες θερμοκηπιακών αερίων στο περιβάλλον από τα αναπτυσσόμενα.

1.4.2 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Ύστερα από την υπογραφή της σύμβασης - πλαίσιο το 1992, έλαβαν χώρα αρκετές διαπραγματεύσεις προκειμένου να καθοριστούν οι όροι εφαρμογής των γενικών υποχρεώσεων που απέρρεαν από αυτή. Αφού προηγήθηκαν για το σκοπό αυτό, η 1^{η} (COP1) και η 2^{η} (COP2) Σύνοδος των συμβαλλόμενων μερών το 1995 στο Βερολίνο και το 1996 στη Γενεύη αντίστοιχα, τα ζητήματα αυτά ρυθμίστηκαν κατά τη διάρκεια της 3^{ης} Συνόδου (COP3), το 1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας μέσω του ομώνυμου Πρωτοκόλλου, το οποίο και επικυρώθηκε το 1998.

Με το Πρωτόκολλο αυτό τέθηκαν, βάσει της αρχής της κοινής αλλά και διαφοροποιημένης ευθύνης, οι ποσοτικοί και χρονικοί στόχοι σταθεροποίησης ή και μείωσης των εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων για τις αναπτυγμένες καθώς και για μερικές από τις χώρες του πρώην ανατολικού μπλοκ. Βασική επιδίωξη του Πρωτοκόλλου είναι η μείωση σε όλον τον πλανήτη των εκπομπών αυτών. Τέθηκε ως στόχος μια συνολική μείωση των εκπομπών κατά 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, η οποία και επιμερίστηκε μεταξύ των συμβαλλόμενων κρατών, λαμβάνοντας πάντα υπ'όψη την αρχή της διαφοροποιημένης ευθύνης, ενώ ως περίοδος εφαρμογής των μέτρων ορίστηκε το διάστημα 2008 - 2012.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνει δύο Παραρτήματα. Στο Παράρτημα Α, περιλαμβάνονται τα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς και οι τομείς και οι κατηγορίες των πηγών που είναι υπεύθυνοι για τα αέρια αυτά, ενώ στο Παράρτημα Β αναφέρονται οι ποσοτικοί στόχοι των συμβαλλόμενων μερών.

Μερικά από τα σημαντικότερα σημεία του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι τα εξής:

- Καθορίζεται για κάθε συμβαλλόμενο μέρος και σε σχέση πάντοτε με τις συμφωνηθείσες υποχρεώσεις, η ποσοτική δέσμευση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων (άρθρο 3)
- Οι προηγμένες (αναπτυγμένες) χώρες θα παρέχουν τεχνογνωσία και οικονομικές διευκολύνσεις στις αναπτυσσόμενες για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής (άρθρο 11)
- Η λήψη και η εφαρμογή των μέτρων που κρίνονται απαραίτητα για την επίτευξη των στόχων κάθε συμβαλλόμενης χώρας, βασίζονται στην εκάστοτε εθνική πολιτική και στις τυχόν ιδιαιτερότητες κάθε κράτους μέλους. Προτείνεται δε, ενδεικτικός κατάλογος μέτρων (άρθρο 10)
- Προβλέπεται μέσω της σύναψης συμφωνιών μεταξύ των κρατών - μελών, η από κοινού δυνατότητα εκπλήρωσης των στόχων (άρθρο 4)
- Καθορίζονται σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με τις εκάστοτε υποχρεώσεις και δεσμεύσεις κάθε χώρας, οι ανάλογες επιπτώσεις (άρθρο 18)

Ειδικότερα, στο Πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπονται τρεις μηχανισμοί[59] οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα κράτη προκειμένου αυτά να μειώσουν τις εκπομπές τους. Ο πρώτος είναι ο *μηχανισμός της καθαρής ανάπτυξης (clean development mechanism)*. Σύμφωνα με αυτόν, τα αναπτυγμένα κράτη μέσω της χρηματοδότησης επενδύσεων σε χώρες που δεν έχουν αναλάβει υποχρέωση μείωσης εκπομπών, μπορούν να εκπληρώσουν τις δεσμεύσεις τους. Νοείται ότι οι επενδύσεις αυτές πρέπει να αφορούν σε τεχνολογίες αντιμετώπισης του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής.

Ο δεύτερος είναι ο *μηχανισμός της από κοινού εφαρμογής των δεσμεύσεων (joint implementation)*. Σύμφωνα με αυτόν δύο ή και περισσότερα κράτη δύναται να ανταποκριθούν από κοινού στις αναλαμβανόμενες δεσμεύσεις και να επιμερίσουν τα αναλογούντα ποσοστά τους, όπως αυτά επιθυμούν.

Ο τρίτος είναι ο *μηχανισμός του συστήματος* της *εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών (emissions trading).* Σύμφωνα με αυτόν, οι χώρες που δεν έχουν εξαντλήσει το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο εκπομπών, δύνανται να εμπορεύονται το «απόθεμα» τους σε τρίτες χώρες οι οποίες έχουν ξεπεράσει το δικό τους επιτρεπόμενο όριο.

Αν και το Πρωτόκολλο του Κιότο επικυρώθηκε το 1998, χρειάστηκε να περάσουν οκτώ χρόνια προκειμένου να τεθεί σε ισχύ και αυτό γιατί υπήρχαν ζητήματα που έχρηζαν επίλυσης. Το

[59] Δούση Ε., 2017. «*Κλιματική Αλλαγή*», Εκδόσεις Παπαδόπουλος, σελ.41- 44

σημαντικότερο όμως γεγονός το οποίο καθυστέρησε την εφαρμογή του, ήταν η απόφαση της Κυβέρνησης των ΗΠΑ να μην προχωρήσει στην επικύρωση του. Το ίδιο το Πρωτόκολλο προέβλεπε για την θέση του σε ισχύ, την επικύρωση του από 55 χώρες οι οποίες θα αντιπροσώπευαν τουλάχιστον το 55% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα το 1990. Με την αποχώρηση των ΗΠΑ ήταν πολύ δύσκολο να συγκεντρωθεί το ποσοστό αυτό. Τελικά με την απόφαση της Κυβέρνησης της Ρωσίας να συνυπογράψει το Πρωτόκολλο, αυτό τέθηκε σε ισχύ από τις 16 Φεβρουαρίου 2005.

1.4.3 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΙΣΙΩΝ

Από την υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Κιότο κιόλας, ξεκίνησαν οι διαδικασίες διαπραγμάτευσης για την αναζήτηση μιας καινούργιας και αποτελεσματικότερης συμφωνίας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, η οποία θα αντικαθιστούσε αυτή του Κιότο αμέσως μετά τη λήξη της πρώτης περιόδου εφαρμογής της (2008 - 2012). Η συμφωνία των Παρισίων αποτελεί στην ουσία το επιστέγασμα των χρόνιων διεθνών διαπραγματεύσεων και διασκέψεων καθ' όλη τη διάρκεια της πρώτης δεκαπενταετίας της νέας χιλιετίας. Κατά τη διάρκεια της 21^{ης} (COP21) συνόδου των συμβαλλόμενων μερών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής το 2015 στο Παρίσι, και αφού είχε προηγηθεί μεταξύ των άλλων η 15^{η} σύνοδος της Κοπεγχάγης (COP15) το 2009, όπου τριάντα περίπου κράτη που αντιπροσώπευαν το 80% των εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων αναγνώρισαν την κλιματική αλλαγή σαν τη μεγαλύτερη πρόκληση της εποχής και αποφάσισαν τη συγκράτηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη σε λιγότερο από 2°C, αλλά και η 16^{η} σύνοδος (COP16) στο Κανκούν το 2010 όπου ιδρύθηκε το Πράσινο Ταμείο για το Κλίμα, υπογράφηκε το Δεκέμβριο του 2015 η Συμφωνία των Παρισίων (Paris Agreement), η οποία και τέθηκε σε ισχύ πολύ γρήγορα, στις 4 Νοεμβρίου του 2016 μιας και συμπληρώθηκε σχεδόν αμέσως ο απαραίτητος αριθμός για την κύρωση της. Αυτό το γεγονός είναι σπάνιο, μιας και η εμπειρία έχει δείξει ότι η επικύρωση διεθνών συνθηκών είναι μια ιδιαιτέρως χρονοβόρα διαδικασία, που συνήθως διαρκεί αρκετά χρόνια.

Η Συμφωνία των Παρισίων που ενσωματώνει σε ένα νομικώς δεσμευτικό κείμενο τον στόχο της πολιτικής συμφωνίας της Κοπεγχάγης, είναι μια παγκόσμια συμφωνία για την κλιματική αλλαγή και αποτελεί στην ουσία ένα σχέδιο δράσης από το 2020 και μετά για τη συγκράτηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Κατά τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η

συμφωνία αυτή που έχει επικυρωθεί έως σήμερα από 183 κράτη, αποτελεί ένα σημαντικό δίχτυ προστασίας της παγκόσμιας υγείας[60].

Ο κύριος στόχος της συμφωνίας όπως αναφέρεται στο άρθρο 2 αυτής, αποσκοπεί στην ενίσχυση της παγκόσμιας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και των προσπαθειών καταπολέμησης της φτώχειας, ειδικά α) μέσω της συγκράτησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2°C, σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα και της ενίσχυσης των προσπαθειών για τον περιορισμό της στον 1,5^{o}C β) μέσω της αύξησης της προσαρμοστικής ικανότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, της ενίσχυσης της ανθεκτικότητας στις κλιματικές μεταβολές και μιας ανάπτυξης βασισμένης σε χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με τέτοιο τρόπο ώστε να μην απειλείται η παραγωγή των τροφίμων και γ) καθιστώντας τις χρηματοδοτικές ροές συμβατές προς την κατεύθυνση μιας ανάπτυξης βιώσιμης με χαμηλές εκπομπές θερμοκηπιακών ρύπων.

Σύμφωνα με το άρθρο 3 της Συμφωνίας, κάθε χώρα - μέλος υποχρεούται στο πλαίσιο των εθνικά καθορισμένων στόχων να αναλάβει φιλόδοξες προσπάθειες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που ορίζονται στο άρθρο 2.

Η Συμφωνία του Παρισιού περιλαμβάνει συνολικά 29 άρθρα, με τα κύρια στοιχεία της να είναι τα εξής[61]:

- *μακροπρόθεσμος στόχος*: η συγκράτηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη αρκετά κάτω από τους 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή και η συνέχιση των προσπαθειών ώστε αυτή να περιοριστεί στον 1,5°C
- *συνεισφορές*: υποβολή, πριν και κατά τη διάρκεια της διάσκεψης ολοκληρωμένων εθνικών σχεδίων κλιματικής δράσης, με στόχο τη μείωση των εκπομπών τους
- *φιλοδοξία*: συμφωνία των κυβερνήσεων να γνωστοποιούν ανά 5ετία τις συνεισφορές τους, με σκοπό τον καθορισμό πιο φιλόδοξων στόχων
- *διαφάνεια*: γνωστοποίηση, όχι μόνο μεταξύ τους αλλά και στο κοινό, της πρόοδου προς την επίτευξη των στόχων τους, με σκοπό την εξασφάλιση διαφάνειας και εποπτείας
- *αλληλεγγύη*: η ΕΕ και άλλες αναπτυγμένες χώρες θα εξακολουθήσουν να συνεισφέρουν στη χρηματοδότηση των μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, προκειμένου να βοηθηθούν οι αναπτυσσόμενες χώρες τόσο στο να μειώσουν τις εκπομπές τους, όσο και στο να θωρακιστούν έναντι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής

[60] WHO, 2018, «COP24 Special Report-Health & Climate Change», p.13

[61] Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Ανακτήθηκε από: https://www.consilium.europa.eu/el/policies/climate-change/timeline/

Το κείμενο της Συμφωνίας προβλέπει τη δυνατότητα δύο μηχανισμών[62]. Σύμφωνα με τον πρώτο μηχανισμό, οι συμβαλλόμενοι μπορούν να συνεργάζονται προκειμένου να πετύχουν τις καθορισμένες συνεισφορές, συμπεριλαμβανομένων των «διεθνώς μεταφερόμενων αποτελεσμάτων μετριασμού», που αποτελεί τη νέα ορολογία της εμπορίας δικαιώματος εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων. Ο δεύτερος μηχανισμός αφορά στη δημιουργία πλεονάσματος εκπομπών, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη του στόχου της μείωσης τους. Σύμφωνα με αυτόν, ένα μέλος θα επιτρέπεται να αντισταθμίζει ποσοστά που θα συνυπολογίζονται στη μείωση των εκπομπών του μέσω της ανάπτυξης προγραμμάτων μείωσης των εκπομπών σε τρίτες χώρες, κάτι δηλαδή ανάλογο αλλά πιο διευρυμένο με το μηχανισμό της καθαρής ανάπτυξης του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Επιπλέον, το κείμενο της Συμφωνίας των Παρισίων κάνει αναφορά και στην προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, στην ενίσχυση δηλαδή της ανθεκτικότητας και στην μείωση της τρωτότητας έναντι των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής, ενώ περιλαμβάνει και μέτρα για τις ζημίες και τις απώλειες εξαιτίας των συνεπειών αυτών.

[62] Δούση Ε., 2017. «*Κλιματική Αλλαγή*», Εκδόσεις Παπαδόπουλος, σελ. 67, 68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ - ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

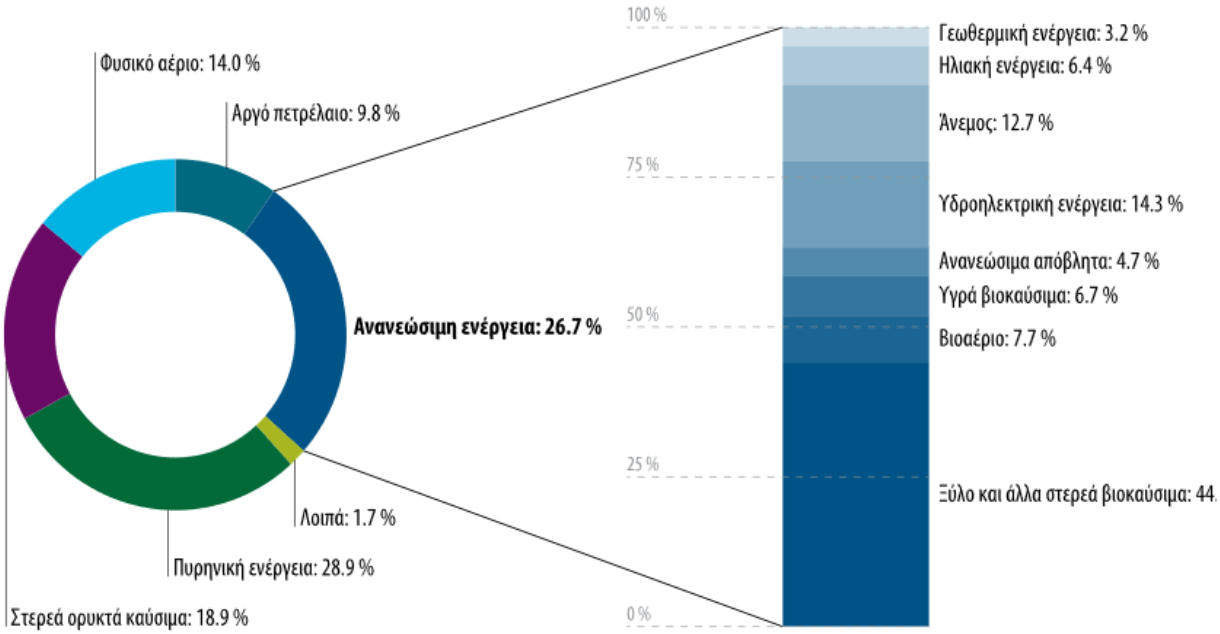
Η κύρια αιτία του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τις πρόσφατες επιστημονικές εκθέσεις, είναι οι ανθρωπογενείς εκπομπές μεγάλων ποσοτήτων θερμοκηπιακών αερίων και κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Είναι προφανές ότι σημαίνοντα ρόλο για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της αλλά και για την επίτευξη των δεσμευτικών στόχων που έχουν αναλάβει τα κράτη στο πλαίσιο των παγκόσμιων συμφωνιών για την συγκράτηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη σε λιγότερο από 2^oC, διαδραματίζει η μείωση των εκπομπών τους.

Ένας τομέας που μπορεί να επιδράσει καταλυτικά στην προσπάθεια της μείωσης των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, είναι αυτός της εξοικονόμησης ενέργειας του κτιριακού τομέα.

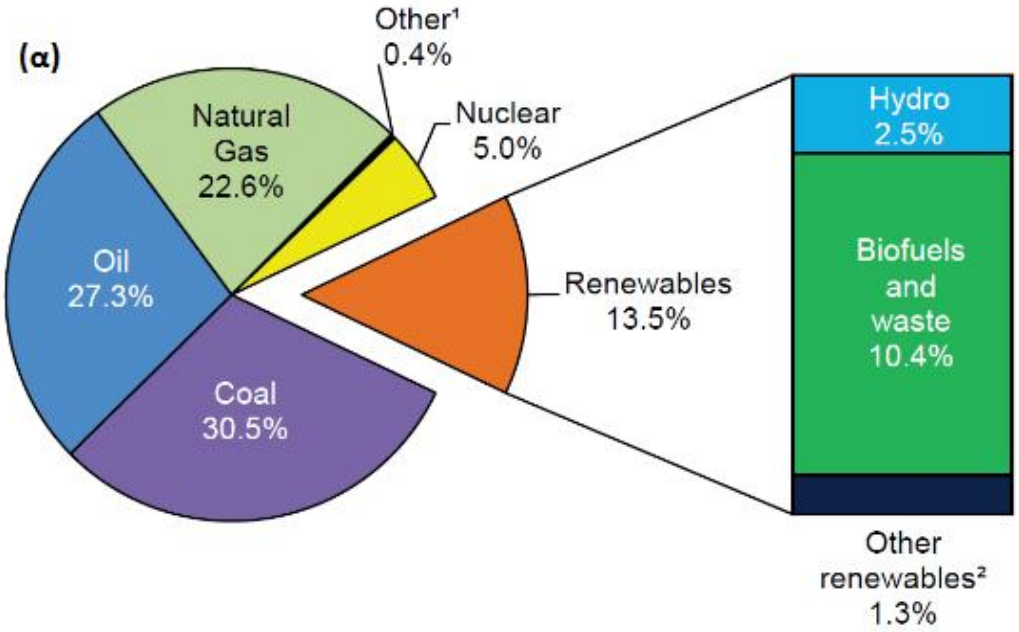
Περισσότερο από ποτέ σήμερα, είναι αναγκαία η κατανάλωση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτούμενες ανάγκες σε φωτισμό, θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, παρασκευή φαγητού κ.λ.π, όχι μόνο του πληθυσμού των κτιρίων κατοικιών, αλλά και του τριτογενούς τομέα. Η ενέργεια αυτή παράγεται κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό από την καύση ορυκτών καυσίμων (ορυκτών ανθράκων, πετρελαίου και φυσικού αερίου).

Μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία έχει καταβάλει μέχρι σήμερα τεράστιες προσπάθειες για τον περιορισμό της καύσης ορυκτών καυσίμων, η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ορυκτά καύσιμα για το έτος 2015, ανερχόταν στο 42,7% επί του συνόλου, με το ποσοστό των στερεών ορυκτών καυσίμων να είναι 18,9%, του φυσικού αερίου 14% και του αργού πετρελαίου 9,8% (Σχήμα 4).

Σε ότι αφορά στην παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, η χρήση των ορυκτών καυσίμων παρουσιάζεται ιδιαιτέρως αυξημένη, μιας και η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ορυκτά καύσιμα για το έτος 2013, ανήλθε στο εξωπραγματικό 80,4% επί του συνόλου, με το ποσοστό των στερεών ορυκτών καυσίμων να αντιστοιχεί στο 30,5%, του φυσικού αερίου στο 22,6% και του αργού πετρελαίου στο 27,3% (Σχήμα 5).



Σχήμα 4. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ των 28, για το έτος 2015 (% επί του συνόλου, βάσει στοιχείων σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου)
Πηγή: Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ειδική Έκθεση 5/2018 [63]



Σχήμα 5. Παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας για το έτος 2013
Πηγή: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ανακτήθηκε από:
http://eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/MHXB122/Enotita_4.pdf

[63] Διαθέσιμη στο: http://publications.europa.eu/webpub/eca/special-reports/renewable-energy-5-2018/el/

Η καθαρότερη μορφή ενέργειας είναι η μη χρήση ενέργειας. Επειδή αυτό είναι πρακτικά αδύνατο, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ο πιο άμεσος, αποτελεσματικότερος αλλά και οικονομικότερος τρόπος για την επίτευξη της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, κάτι που αποτελεί και πρωταρχικό στόχο της παγκόσμιας διακυβέρνησης της κλιματικής αλλαγής. Παράλληλα, η εξοικονόμηση ενέργειας συμβάλλει σημαντικά και στον περιορισμό της επικίνδυνης για την υγεία των ανθρώπων αλλά και για το περιβάλλον ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που παρατηρείται κυρίως στα αστικά κέντρα και προκαλείται κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό από την καύση των ορυκτών καυσίμων.

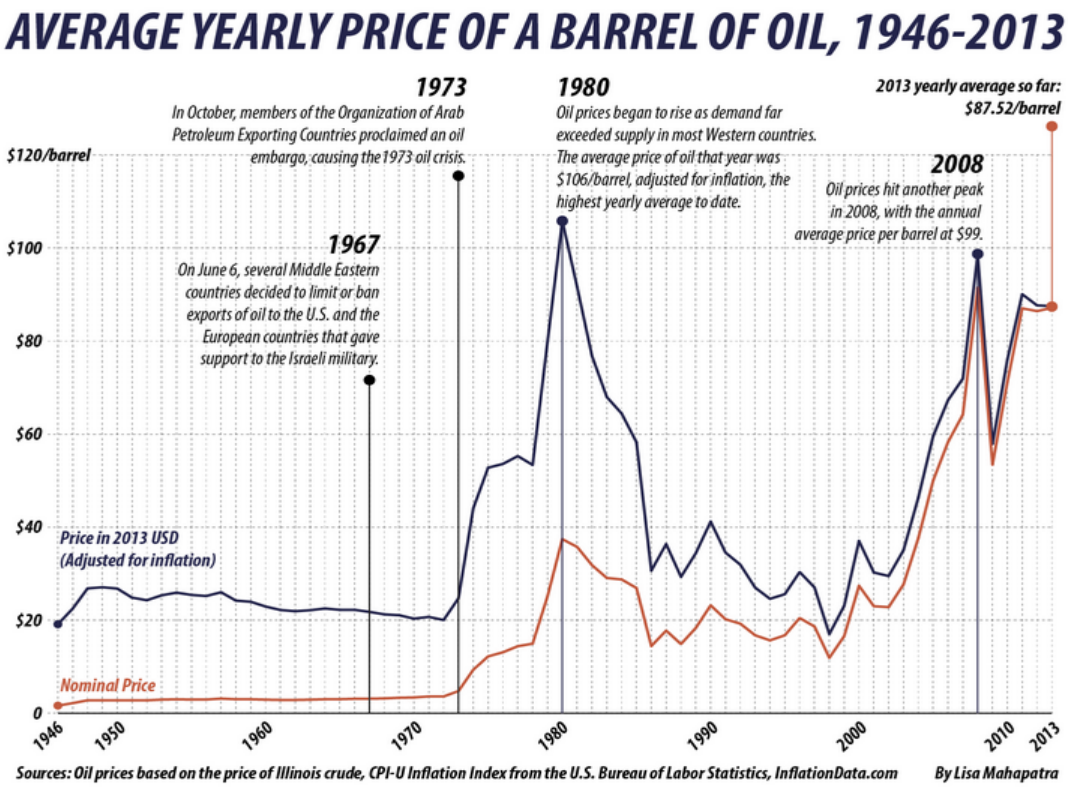
Η εξοικονόμηση της ενέργειας βασίζεται κυρίως στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών, τεχνικών αλλά και απλών τρόπων (π.χ αλλαγή συνηθειών των πολιτών), οι οποίοι ελαττώνουν την ενεργειακή ζήτηση ή παράγουν ενέργεια χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον και χωρίς να γίνεται καμία παραχώρηση στην άνεση και στις συνθήκες διαβίωσης των χρηστών. Όσο μικρότερη ενέργεια καταναλώνει ένα κτίριο για την κάλυψη των αναγκών των χρηστών του, τόσο αποδοτικότερο ενεργειακά είναι. Έτσι η εξοικονόμηση ενέργειας και η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι δύο έννοιες που στην ουσία συμβαδίζουν.

2.2 Η ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΗ ΚΡΙΣΗ ΤΟΥ 1973

Η εξοικονόμηση καυσίμων και ενέργειας δεν ήταν πάντα προτεραιότητα των κοινωνιών και των κυβερνήσεων των κρατών. Αντιθέτως, για να επιβληθούν μέτρα περιορισμού της ενεργειακής κατανάλωσης έπρεπε πρώτα να έχει συμβεί κάποια σοβαρή κρίση. Τέτοια ήταν και η μεγάλη πετρελαϊκή κρίση του 1973.

Ήταν Οκτώβριος του 1973 όταν τα μέλη του ΟΑΡΕ�C[64] κήρυξαν εμπάργκο στο πετρέλαιο, με αποτέλεσμα μέχρι το τέλος του αποκλεισμού αυτού τον Μάρτιο του 1974, η τιμή του πετρελαίου να έχει εκτοξευτεί από τα 4 περίπου δολάρια το βαρέλι, σε δυσθεώρατα για την εποχή ύψη. Η πετρελαϊκή κρίση του 1973 συγκλόνισε όλες τις αναπτυγμένες οικονομικά χώρες αλλά περισσότερο τις ΗΠΑ, γιατί θεωρήθηκε ως αμφισβήτηση της αυξανόμενης ευημερίας μετά τον Β’ Παγκόσμιο Πόλεμο και η οποία είχε βασιστεί στην απεριόριστη παροχή φθηνής ενέργειας.

[64] Οργανισμός Αραβικών Πετρελαϊοπαραγωγικών Χωρών



Διάγραμμα 11. Διαχρονική πορεία της τιμής του πετρελαίου
Πηγή: www.ibtimes.com [65]

Για έναν αιώνα περίπου, οι ΗΠΑ ήταν ο μεγαλύτερος παραγωγός και ταυτόχρονα ο μεγαλύτερος καταναλωτής πετρελαίου στον κόσμο. Μέχρι το 1947 οι Ηνωμένες Πολιτείες παρήγαγαν περισσότερο πετρέλαιο από όσο κατανάλωναν, ήταν δηλαδή εξαγωγέας πετρελαίου. Μετά το 1947 όμως, μετατράπηκαν σε καθαρό εισαγωγέα καθώς η αυξανόμενη κατανάλωση ξεπέρασε κατά πολύ την εγχώρια παραγωγή. Έτσι το εμπάργκο του 1973 βρήκε τις ΗΠΑ να εξαρτώνται ενεργειακά από τις χώρες που είχαν μεγάλα αποθέματα πετρελαίου, δηλαδή τις Αραβικές χώρες.

Την πετρελαϊκή κρίση του 1973 ακολούθησαν πολλά χρόνια πληθωρισμού και οικονομικής στασιμότητας των χωρών που βασίζονταν σε εισαγωγές πετρελαίου. Η κυβέρνηση των ΗΠΑ θέσπισε μια σειρά μέτρων που αποσκοπούσαν στον περιορισμό της κατανάλωσης πετρελαίου αλλά και σε επενδύσεις στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας. Ο Πρόεδρος Νίξον εξήγγειλε έκτακτα μέτρα μετριασμού της κατανάλωσης, ενώ λίγο μετά την εκλογή του ο Πρόεδρος Κάρτερ, προέβη σε τηλεοπτικό διάγγελμα για την ενεργειακή κρίση την οποία και περιέγραψε ως «τη μεγαλύτερη πρόκληση που θα αντιμετωπίσει η χώρα μας στη διάρκεια της ζωής μας».

[65] Διαθέσιμο στο: https://www.ibtimes.com/four-decades-after-arab-oil-embargo-us-outperforms-saudi-arabia-how-1973-crisis-1431010

Προκειμένου να περιοριστούν οι εισαγωγές πετρελαίου, ο Κάρτερ πίεσε για την εξοικονόμηση καυσίμων και για την μεγαλύτερη εξάρτηση της χώρας από την ηλιακή ενέργεια, τον άνθρακα και τα «συνθετικά» καύσιμα που παράγονται από τον άνθρακα και τον σχιστόλιθο[66].

Ανάλογα μέτρα θεσπίστηκαν την περίοδο αυτή και σε πολλές άλλες χώρες. Στην Ελλάδα μια τέτοια χαρακτηριστική περίπτωση αποτέλεσε ο Νόμος 40/1975 «*Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενεργείας*», στον οποίο γίνεται μεταξύ των άλλων αναφορά για επιβολή παντός είδους περιορισμών στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, στη διάθεση υγρών καυσίμων καθώς και στον περιορισμό της κατανάλωσης αυτών σε γραφεία, παντός είδους επιχειρήσεις, κατοικίες, ιδρύματα, κοινοτικά καταστήματα και σε παντός είδους και κάθε κατηγορίας οχήματα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το ΦΕΚ Β' 366/13.04.1979, όπου στην διάταξη «*Περί υποχρεωτικής τοποθετήσεως θερμοστατών εις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης*» επιβάλλει στα συστήματα θέρμανσης, την υποχρεωτική εγκατάσταση αντιστάθμισης μέσω της τοποθέτησης αισθητηρίου εξωτερικής θερμοκρασίας και τρίοδης βάνας, κάτι που δεν εφαρμόστηκε πρακτικά ποτέ, αλλά ξεκίνησε να εφαρμόζεται πριν λίγα χρόνια (μετά το 2010) στα νεόδμητα κυρίως κτίρια, ως υποχρεωτική απαίτηση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, γνωστού και ως ΚΕΝΑΚ. Επιστέγασμα των μέτρων της περιόδου αυτής αποτέλεσε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ), ο οποίος εγκρίθηκε με το ΦΕΚ 362/Δ/1979. Σύμφωνα με αυτόν, η χώρα και ανάλογα με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες (κυρίως θερμοκρασία) χωρίστηκε σε τρεις κλιματικές ζώνες (Α, Β και Γ), καθορίστηκαν οι θερμοκρασίες σχεδιασμού του συστήματος θέρμανσης για κάθε χώρο και χρήση και επιβλήθηκε η τοποθέτηση κατάλληλων θερμομονωτικών υλικών και κουφωμάτων με διπλούς υαλοπίνακες για τη μείωση των θερμικών απωλειών του κτιρίου και άρα την βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης, λόγω των μικρότερων απαιτήσεων σε πετρέλαιο ή σε ηλεκτρική ενέργεια για τις ανάγκες θέρμανσης του.

Αν και ακολούθησαν κι άλλες πετρελαϊκές κρίσεις (1979), αυτή του 1973 αποτέλεσε στην ουσία, χωρίς να είναι αυτός ο αρχικός της στόχος, την πρώτη σοβαρή προσπάθεια της διεθνούς κοινότητας στο να μειώσει έστω και ακούσια τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

[66] Άρθρο του Michael L. Ross, καθηγητή Πολιτικών Επιστημών στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, δημοσιευμένο στην ηλεκτρονική έκδοση του Περιοδικού Foreign Affairs, στις 15.10.2013. Διαθέσιμο στο: https://www.foreignaffairs.com/articles/north-america/2013-10-15/how-1973-oil-embargo-saved-planet

2.3 ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το μεγαλύτερο μέρος των ανθρώπινων έργων και δραστηριοτήτων συνδέεται με το δομημένο περιβάλλον και πιο ειδικά με τα κτίρια. Ο κτιριακός τομέας δεν ευθύνεται μόνο για την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και για την κλιματική αλλαγή λόγω της κατανάλωσης τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας για την υποστήριξη της λειτουργίας του, αλλά επιβαρύνει το περιβάλλον και με άλλους τρόπους. Μπορεί η ενεργειακή ζήτηση για την εξυπηρέτηση των αναγκών της λειτουργίας ενός κτιρίου να δημιουργεί τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά στην πραγματικότητα οι επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον αρχίζουν με την έναρξη των εργασιών κατασκευής τους και τελειώνουν με τις εργασίες κατεδάφισης.

Κατ΄αρχήν, για την παραγωγή των δομικών στοιχείων του κτιρίου (κουφωμάτων, σκυροδεμάτων, τούβλων, κεραμιδιών κλπ) απαιτείται η κατανάλωση ποσών ενέργειας καθώς και πρώτων υλών (π.χ νερό, ξυλεία) στις βιομηχανικές μονάδες στις οποίες παράγονται. Η μεταφορά των υλικών κατασκευής από τον τόπο παραγωγής στο εργοτάξιο, απαιτεί επίσης κατανάλωση ενέργειας και ως εκ τούτου εκλύει κι αυτή με τη σειρά της αέριους ρύπους. Στη συνέχεια, οι κατασκευαστικές εργασίες παράγουν θόρυβο και εκ νέου ρύπους όπως σκόνη, που προκαλείται από τη μεταφορά των λεπτομερών αδρανών υλικών (άμμος, τσιμέντο, γύψος κλπ) στην ατμόσφαιρα λόγω των ανέμων, εκλύσεις φορμαλδεΰδης και πτητικών ενώσεων λόγω της εφαρμογής χρωμάτων, βερνικιών, στόκων και άλλων παρεμφερών υλικών, υγρά απόβλητα λόγω της απόρριψης διαλυτικών, χρωμάτων, κονιαμάτων ή από το ξέπλυμα του χώρου του εργοταξίου από τη βροχή τα οποία καταλήγουν στον υδροφόρο ορίζοντα ή μολύνουν το έδαφος και τέλος στερεά απόβλητα (μπάζα).

Το στάδιο της λειτουργίας είναι σίγουρα αυτό με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κτιρίου. Πέρα από την κατανάλωση ενέργειας και την έκλυση αέριων ρύπων, ευθύνεται για μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης του γλυκού νερού, παράγει μεγάλες ποσότητες υγρών και στερεών αποβλήτων, διαταράσσει τα τοπικά οικοσυστήματα και το μικροκλίμα της περιοχής και εκπέμπει θορύβους και ακτινοβολίες[67].

Τέλος, οι εργασίες κατεδάφισης προκαλούν ξανά την απελεύθερωση σκόνης, θορύβου και την δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων στερεών αποβλήτων (μπάζων), τα οποία είναι στην

[67] Παπαμανώλης, Ν., 2015. *Δομική φυσική και αρχές περιβαλλοντικού σχεδιασμού κτιρίων*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, σελ. 88-89

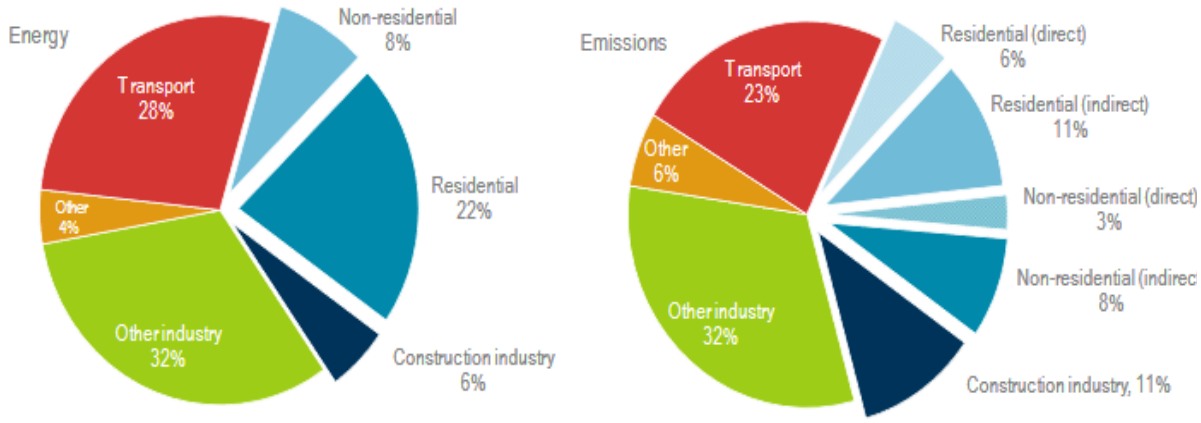
πλειοψηφία τους μη βιοαποδομήσιμα υλικά (σκυρόδεμα, γυαλί, άσφαλτος, πλαστικά υλικά), η ανεξέλεγκτη απόρριψη των οποίων δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον.

Πίνακας 2. Συνοπτική καταγραφή των κυριότερων περιβαλλοντικών επιδράσεων των κτιρίων
Πηγή: Παπαμανώλης, Ν., 2015

<u>Στάδιο κατασκευής</u> -Κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας, για την παραγωγή δομικών υλικών και στοιχείων -Εκπομπές ρύπων, για την παραγωγή δομικών υλικών και στοιχείων -Μεταφορά δομικών υλικών και στοιχείων -Κατανάλωση ενέργειας για την λειτουργία των μηχανημάτων στο εργοτάξιο -Εκπομπές ρύπων (αέριων, υγρών και στερεών) λόγω της λειτουργίας του εργοταξίου -Θόρυβος λόγω των κατασκευαστικών εργασιών -Αλλοίωση του τοπίου και του επιφανειακού και υδρολογικού δικτύου της περιοχής -Επίδραση στη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής
<u>Στάδιο λειτουργίας</u> -Κατανάλωση ενέργειας για τη ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών (π.χ κλιματιστικά μηχανήματα), για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων (π.χ ανελκυστήρες) και των συσκευών -Εκπομπές αέριων, υγρών και στερεών ρύπων, λόγω των δραστηριοτήτων των χρηστών -Θόρυβος -Αλλοίωση του μικροκλίματος της περιοχής
<u>Στάδιο κατεδάφισης</u> - Κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των μηχανημάτων της κατεδάφισης - Εκπομπές αέριων, υγρών και στερεών ρύπων στο εργοτάξιο -Θόρυβος λόγω των εργασιών κατεδάφισης -Μεταφορά και απόρριψη μπαζών -Εκ νέου αλλοίωση του μικροκλίματος της περιοχής

2.4 ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο κτιριακός τομέας μαζί με αυτούς των μεταφορών και της βιομηχανίας, είναι παγκοσμίως οι μεγαλύτεροι καταναλωτές ενέργειας και ταυτόχρονα εκπομπείς ανθρακούχων και όχι μόνο αερίων. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκθεση της IEA (2018), η ενέργεια που καταναλώνεται από τον κτιριακό τομέα συνολικά -δηλαδή από τη χρήση του αλλά και για την κατασκευή του-, αντιστοιχεί στο 36% της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας και ευθύνεται για το 39% των σχετιζόμενων με την κατανάλωση ενέργειας εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, με αποτέλεσμα ο κτιριακός τομέας να θεωρείται τομέας κλειδί για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής[68].



Note: *Construction industry* is an estimate of the portion of the overall industry sector that applies to the manufacture of materials buildings construction, such as steel, cement and glass.

Σχήμα 6. Ποσοστιαία (%) κατανομή της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ανά τομέα για το έτος 2017
Πηγή: UN Enviroment, «Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2018», σελ.11

Από το 2010 έως και το 2016, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα εξαιτίας των ενεργειακών αναγκών του παγκόσμιου κτιριακού αποθέματος, παρουσίασαν μια αυξητική τάση της τάξης του 1% ετησίως και απελευθέρωσαν στην ατμόσφαιρα σωρευτικά 76GtCO_2[69]. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το περίπου 40% της κατανάλωσης ενέργειας και για το 36% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα[70]. Σε ότι αφορά στην Ελλάδα, η

[68] IEA, 2018, «Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2018», p.11

[69] IEA, 2017, «Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2017», p.15

[70] European Commission. Διαθέσιμο στο: https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings

κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα για το έτος 2011, ανήλθε στο 40% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης της χώρας (ΥΠΕΚΑ, 2014), ενώ στις ΗΠΑ για το έτος 2010 στο 41% της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.

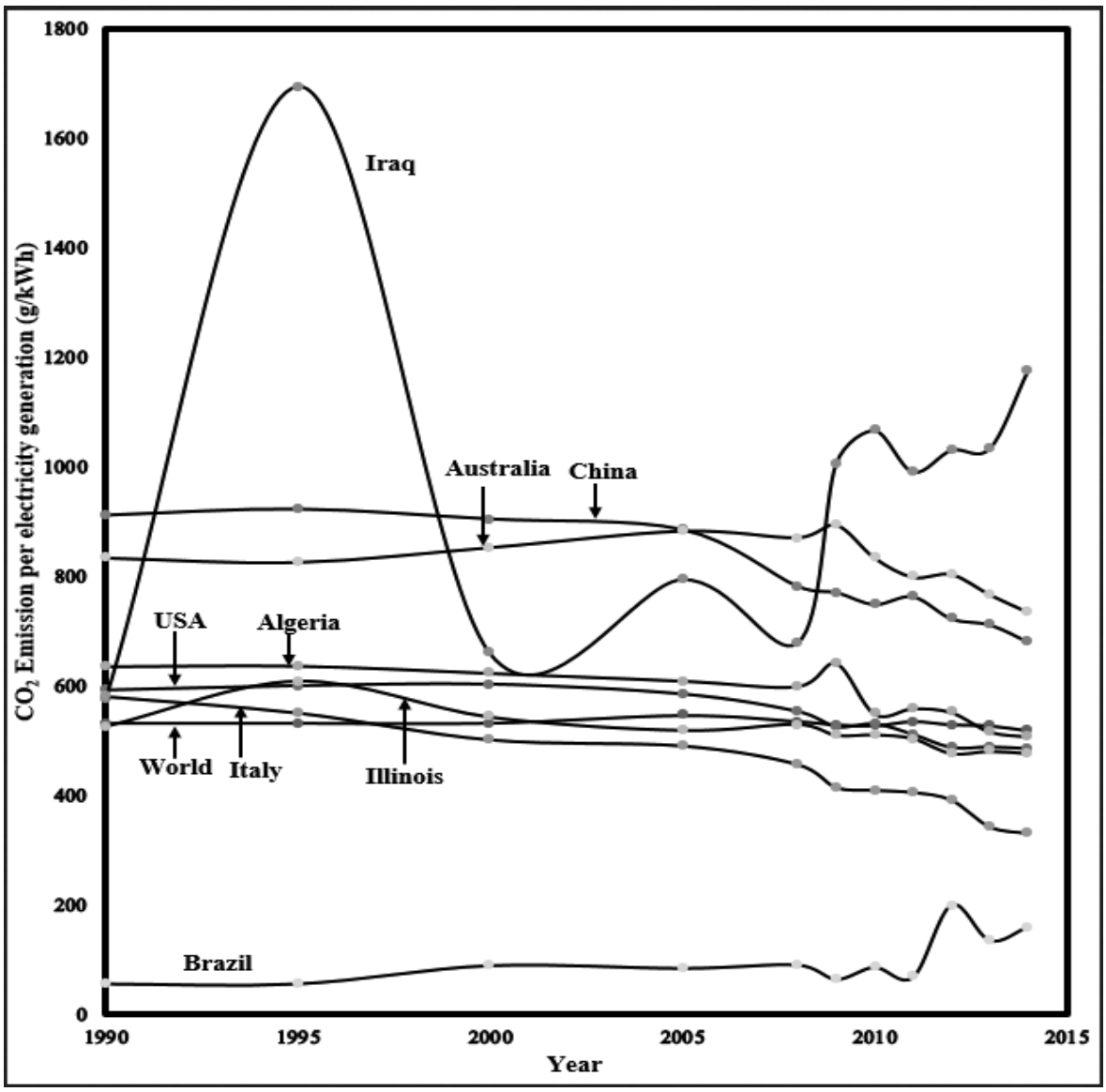
Η ενέργεια που καταναλώνεται για την κάλυψη των αναγκών ενός κτιρίου χωρίζεται στη *θερμική* και στην *ηλεκτρική*.

Θερμική είναι η ενέργεια που προέρχεται από την μετατροπή της ενέργειας λόγω της καύσης ενός ενεργειακού πόρου εντός του κτιρίου (π.χ. υγραέριο / φυσικό αέριο για μαγείρεμα ή πετρέλαιο για θέρμανση) ή σε κάποιο απομακρυσμένο σταθμό (π.χ. τηλεθέρμανση), καθώς και η πρωτογενής παραγωγή (π.χ. ενέργεια που παράγεται από έναν ηλιακό θερμοσίφωνα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης), χωρίς όμως να προσμετράται η ηλεκτρική ενέργεια, ενώ *ηλεκτρική* είναι η ενέργεια που παράγεται στους διάφορους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και διανέμεται στο κτίριο μέσω του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση διαφόρων πρωτογενών πηγών ενέργειας και παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τους διαθέσιμους εγχώριους ενεργειακούς πόρους, την ενεργειακή πολιτική της χώρας, τις γεωλογικές, γεωφυσικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες αυτής.

Οι πηγές παραγωγής ενέργειας διακρίνονται στις συμβατικές που βασίζονται σε ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο και το υγραέριο, στην πυρηνική ενέργεια και τέλος στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές (άνεμος, ήλιος, νερό κλπ) και με αυτό τον τρόπο δεν καταναλώνουν τα περιορισμένα ενεργειακά ορυκτά αποθέματα.

Λόγω των διαφοροποιήσεων στον τρόπο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε χώρα, αντίστοιχα διαφοροποιημένες είναι και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα λόγω της κατανάλωσης μίας (1) kWh ηλεκτρικής ενέργειας. Στις ΗΠΑ ειδικότερα, αυτές οι διαφοροποιήσεις συναντώνται και μεταξύ των Πολιτειών. Οι διαχρονικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για επτά χώρες, την Πολιτεία του Ιλλινόις αλλά και παγκόσμια για το χρονικό διάστημα 1990 - 2015, απεικονίζονται στο διάγραμμα 12. Από την παρατήρηση του διαγράμματος προκύπτει ότι οι παγκόσμιες μέσες εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα λόγω παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ανέρχονται σήμερα σε περίπου 500 gr/kWh, ενώ σε σχέση με το 1990 έχουν σημειώσει μια μείωση της τάξης των περίπου 20 gr/kWh, κάτι που οφείλεται πιθανότατα στην εφαρμογή των πολιτικών και στη λήψη μέτρων για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.



Διάγραμμα 12. Εκπομπές CO_2 ανά μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
Πηγή: G.Ali Mansoori, Sohaib Mohammed, 2017[71]

Τις τελευταίες δεκαετίες κυρίως λόγω της οικονομικής ανάπτυξης, της ανόδου του βιοτικού επιπέδου και της ραγδαίας αύξησης της χρήσης συσκευών (μονάδων κλιματισμού, ηλεκτρονικών υπολογιστών, ασύρματων και κινητών τηλεφώνων, τηλεοράσεων κλπ), η κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου, οικιακού ή μη, έχει αυξηθεί σημαντικά. Για παράδειγμα, ο οικιακός τομέας στη χώρα μας σημείωσε μια αύξηση της κατανάλωσης της τάξης του 64,8% σε σχέση με το 1990, στον τριτογενή τομέα η κατανάλωση σχεδόν τριπλασιάστηκε[72], ενώ στις

[71] Άρθρο με τίτλο «A unique view on Carbon Dioxide Emissions around the World», δημοσιευμένο στην Global Journal of Earth science and engineering", Volume 4, No.1, pages 8-17, 2017

[72] "Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος (Άρθρο 4, Οδηγία 27/2012/ΕΕ)" - Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΕΝ), 2018.

ΗΠΑ η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας των κτιρίων το 2009, ήταν κατά 48% αυξημένη σε σχέση με το 1980[73].

Σύμφωνα με έρευνα της ΕΛΣΤΑΤ[74] σχετική με την κατανάλωση ενέργειας στα νοικοκυριά, που πραγματοποιήθηκε με τη συνδρομή του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) σε μόνιμες κατοικίες και για το χρονικό διάστημα Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012, πρόεκυψε ότι η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση ανά νοκοκυριό ανήλθε σε 13.994 kWh/y. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής και συγκεκριμένα οι 10.244 kWh αφορούσαν στην καταναλισκόμενη θερμική ενέργεια, ενώ οι υπόλοιπες 3.750 kWh στην ηλεκτρική. Από την ίδια έρευνα προκύπτει ότι οι ανάγκες ενός νοικοκυριού για θέρμανση χώρων και μαγείρεμα αποτελούν το 81% της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας.

Διάγραμμα 13. Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας (Kwh/y) ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα, για τη χρονική περίοδο 2011-2012
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2013

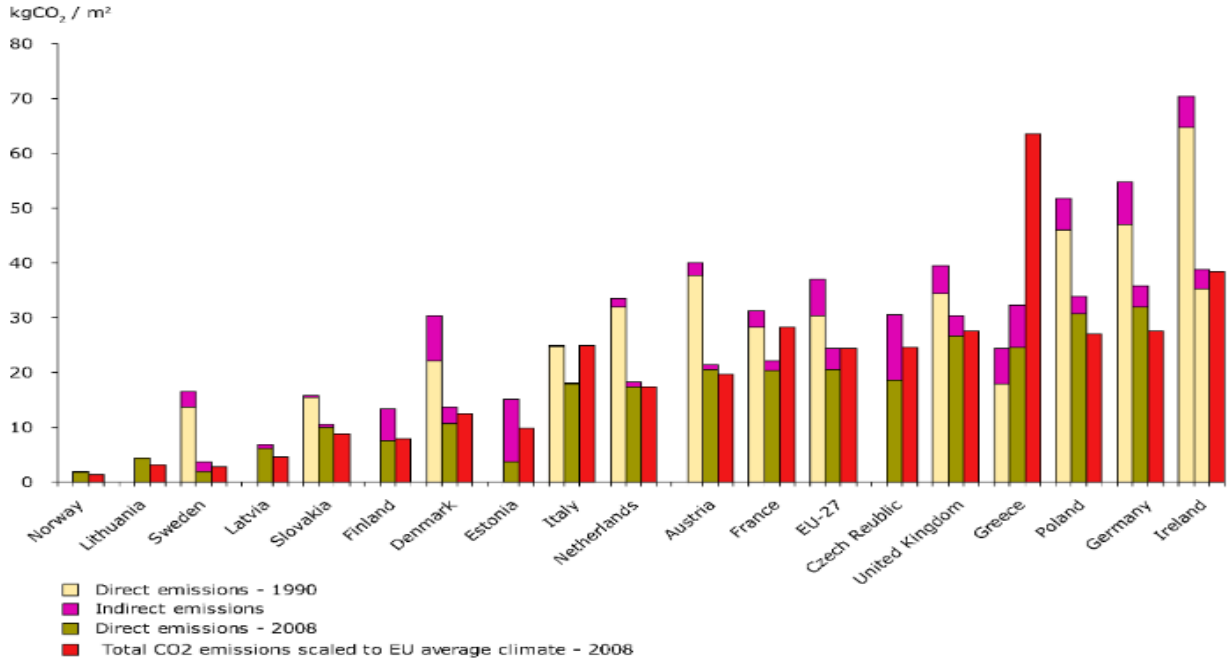
Πίνακας 3. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας των νοικοκυριών, ανά τελική χρήση στην Ελλάδα
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2013

Θέρμανση χώρων	63,7
Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ)	5,7
Μαγείρεμα	17,3
Ψύξη Χώρων	1,3
Φωτισμός	1,7
Συσκευές (ηλεκτρικές / ηλεκτρονικές)	10,2
Σύνολο	100,0

[73] US Department of Energy, «*2011 Buildings Energy Data Book*»

[74] ΕΛΣΤΑΤ, «*Έρευνα κατανάλωσης στα νοικοκυριά, 2011-2012*», Δελτίο Τύπου της 29.10.2013

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που απαιτεί ένα κτίριο κατοικίας, όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 3, καταναλώνεται για τη θέρμανση των χώρων του. Αυτό δεν ισχύει μόνο για την Ελλάδα, αλλά παγκόσμια. Στην ΕΕ για παράδειγμα, για τη θέρμανση των χώρων ενός κτιρίου κατοικίας απαιτείται το 70% περίπου της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας (ΕΕΑ, 2007), ενώ οι εκπομπές CO_2 λόγω αυτών των αναγκών θέρμανσης, παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις από χώρα σε χώρα (διάγραμμα 14).



Διάγραμμα 14. Εκπομπές CO_2 ανά m2 θερμαινόμενου χώρου, για διάφορες χώρες της ΕΕ, για το έτος 2008
Πηγή: ΕΕΑ, 2011

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα η Ελλάδα για το έτος 2008, βρισκόταν στην πρώτη θέση και μακριά από τη δεύτερη στην κατάταξη χώρα της ΕΕ, σε ότι αφορά τις διορθωμένες βάση του κλίματος εκπομπές CO_2, εξαιτίας των θερμικών αναγκών των κτιρίων της.

Για το έτος 2012 η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα ανήλθε σε 17,129 Mtoe[75] με τους δύο τομείς με την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας να είναι ο κτιριακός τομέας (οικιακός και τριτογενής) με μερίδιο 45% και ο τομέας των μεταφορών με 37% (ΥΠΕΚΑ, 2014).

Στην ΕΕ, η μέση ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια του κτιριακού απόθεματος ανηγμένη ανά m2 δομημένης επιφάνειας, σύμφωνα με την Eurostat, ανήλθε για τα έτη 2011, 2012 και 2013 σε 197,29 Kwh/m2, 202,60 Kwh/m2 και 201,05 Kwh/m2 αντίστοιχα[76].

[75] Million Tones of Oil Equivalent.1 Tone of Oil Equivalent (toe) αντιστοιχεί στην ενέργεια που απελευθερώνεται από την καύση ενός τόνου αδιύλιστου πτρελαίου και ισοδυναμεί με 11,63Mwh ή 41,868 GJ.

[76]European Commission. Διαθέσιμο στο: https://ec.europa.eu/energy/en/eu-buildings-database

Η ποσότητα των εκλυόμενων αέριων ρύπων ενός κτιρίου εξαρτάται από το είδος της ενεργειακής πηγής που χρησιμοποιείται. Η πηγή που επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον με διοξείδιο του άνθρακα, είναι με διαφορά και τουλάχιστον για τη χώρα μας η ηλεκτρική ενέργεια, ακολουθούμενη από την ενέργεια που παράγεται μέσω τηλεθέρμανσης από τους θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η καύση υγραερίου αντί πετρελαίου για τη θέρμανση των κτιρίων δεν συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αντιθέτως η αντικατάσταση των ηλεκτρικών κουζινών με κουζίνες υγραερίου ή φυσικού αερίου οδηγεί σε μεγάλη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τα παραπάνω αποτυπώνονται και ποσοτικά στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Συντελεστές[77] μετατροπής τελικής κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια και εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας
Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας ($kgCO_2/kWh$)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,9	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	0,7	0,347
Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ	0,5	---

Παράλληλα με την ενεργειακή κατανάλωση του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος, η βιομηχανία κατασκευής νέων κτιρίων παρουσιάζει παγκοσμίως τεράστια ανάπτυξη. Η συνολική παγκόσμια δόμηση για το έτος 2016, ανήλθε σε 235 δισεκατομμύρια τ.μ[78], ενώ άλλα 230 δισεκατομμύρια υπολογίζεται να προστεθούν μέχρι το 2060[79]. Ο ρυθμός κατασκευής νέων κτιρίων σήμερα είναι τέτοιος που κάθε πέντε μέρες προστίθεται στον πλανήτη επιφάνεια

[77] Ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια εξαρτάται από το ενεργειακό μίγμα της χώρς και γι' αυτό το λόγο δύναται να αλλάζει συνεχώς.

[78] IEA, 2017, «Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2017», p. 7

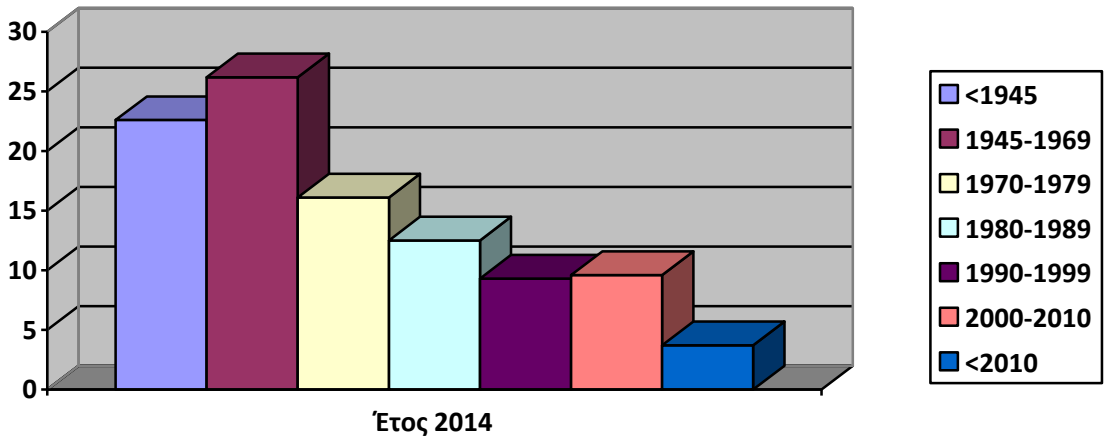
[79] IEA, 2017, «Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2017», p. 2

κτιρίων όσο η έκταση του Παρισιού, ενώ κάθε χρόνο όσο η έκταση της Ιαπωνίας. Είναι σαφές, ότι χωρίς τη λήψη μέτρων για τον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού τομέα στο ελάχιστο δυνατό, περιορίζονται σημαντικά και οι πιθανότητες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

2.5 ΗΛΙΚΙΑΚΑ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

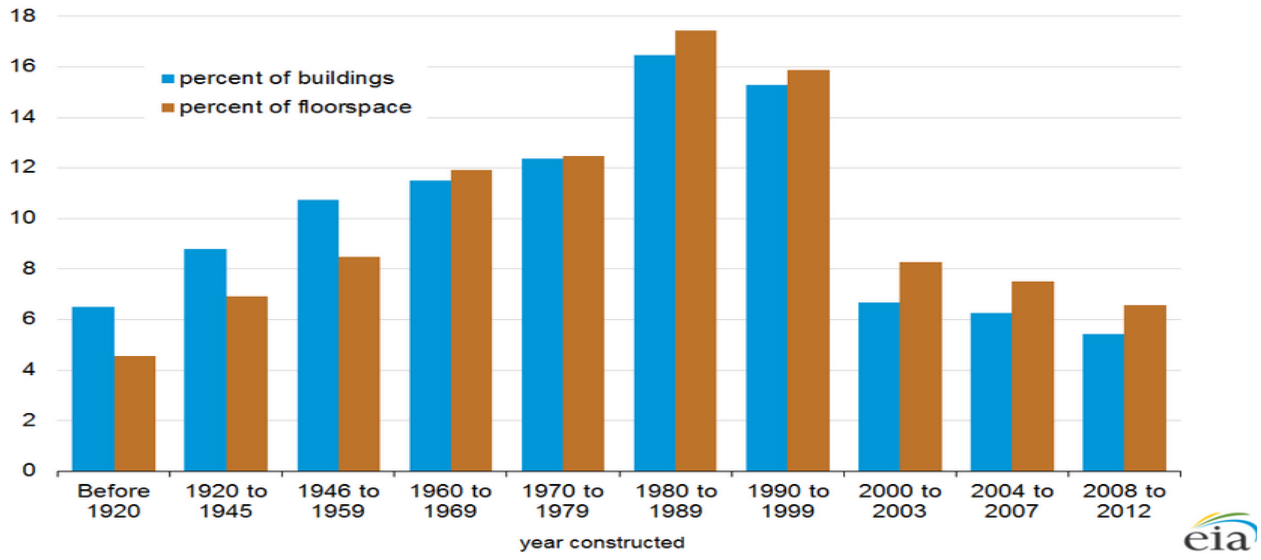
Το παγκόσμιο κτιριακό απόθεμα αποτελείται από κτίρια κατασκευασμένα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Γενικά ισχύει ότι όσο παλαιότερο είναι ένα κτίριο, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ενεργειακές του ανάγκες. Αυτό είναι απολύτως λογικό, μιας και παλαιότερα δεν υπήρχε καμία νομοθεσία σχετική με την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια. Έτσι δε λαμβάνονταν ιδιαίτερη μέριμνα στο σχεδιασμό και στην κατασκευή ενός κτιρίου για την αύξηση της ενεργειακής του απόδοσης, παρά ακολουθούνταν και σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις, κάποιες βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού βασιζόμενες στην εμπειρία εκατοντάδων ετών και αξιοποιώντας κυρίως την ηλιακή ενέργεια και τους ανέμους.

Ένα σημαντικό ποσοστό του παγκόσμιου κτιριακού αποθέματος είναι κτισμένο πριν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, ενώ ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό αυτού, πριν το 1980. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία των διαφόρων εθνικών στατιστικών αρχών, της Eurostat και του Προγράμματος Odyssee, για την ΕΕ και για το έτος 2014 τα οικήματα κατανέμονται ποσοστιαία ανά περίοδο κατασκευής όπως στο διάγραμμα 15.



Διάγραμμα 15. Ποσοστιαία (%) κατανομή κτιριακού απόθεματος στην ΕΕ για το έτος 2014, ανά περίοδο κατασκευής
Πηγή: European Commission, EU Buildings Database, Ιδία επεξεργασία

Στις ΗΠΑ[80], περίπου το 50% των κτιρίων εμπορικής χρήσης έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980.



Διάγραμμα 16. Ποσοστιαία κατανομή (%) κτιριακού αποθέματος εμπορικής χρήσης στις ΗΠΑ
Πηγή: US Energy Information Administration, 2012

Ειδικά για την Ελλάδα,ο αριθμός των κτιρίων όλων των χρήσεων, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ (2011), ανέρχεται σε 4.105.637. Από αυτά, τα κτίρια κατοικιών (μονοκατοικίες και πολυκατοικίες) ανέρχονται σε 3.246.008 και καταλαμβάνουν το 79,1% του συνόλου του εγχώριου κτιριακού απόθέματος, ενώ το υπόλοιπο 20,9% αφορά σε κτίρια άλλων χρήσεων όπως κτίρια γραφείων και καταστημάτων, εκπαιδευτήρια, ξενοδοχεία, νοσοκομεία κλπ.

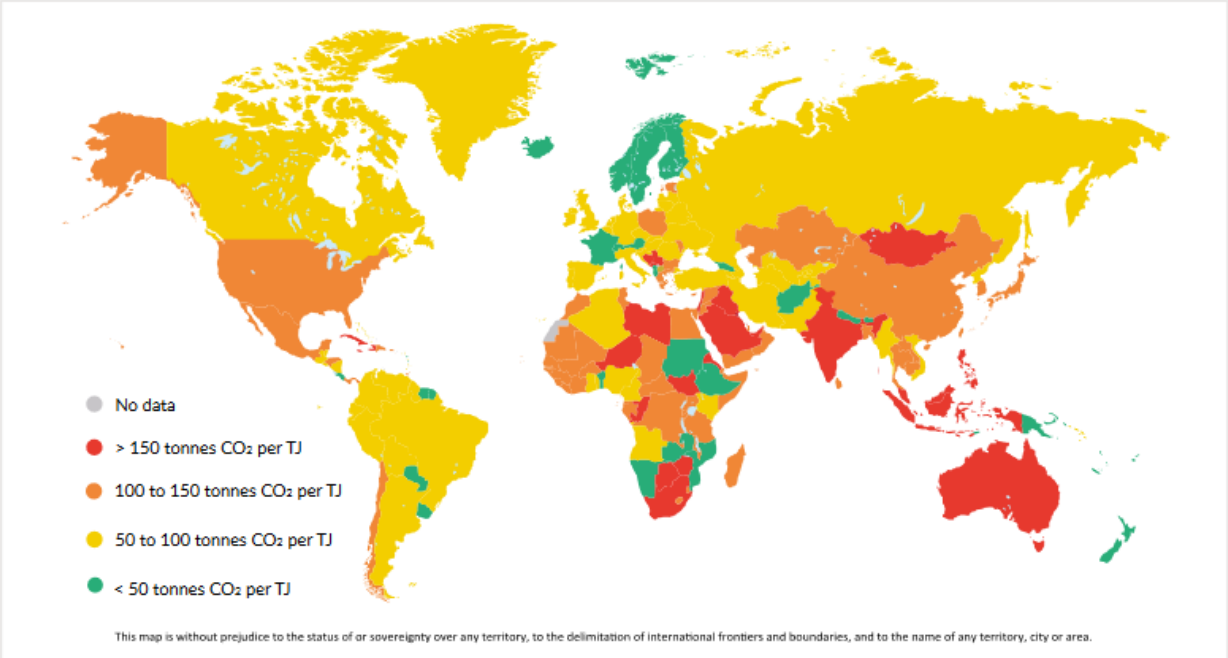
Σε ότι αφορά στα ηλικιακά χαρακτηριστικά τους, 2.395.772 κτίρια ήτοι το 58% περίπου του κτιριακού αποθέματος έχει κατασκευαστεί πριν το 1980, πριν δηλαδή την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.

[80] ΕΙΑ, 2018

Πίνακας 5. Ηλικιακή κατανομή εγχώριου κτιριακού αποθέματος
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011

ΗΛΙΚΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΧΩΡΑΣ							
Ιδιοκτησία	Προ του 1919	1919 - 1960	1961 - 1980	1981 - 2000	2001 - 2011	Υπό κατασκευή 2011	ΣΥΝΟΛΟ
Δημοσίου	17891	33025	28308	27669	10063	945	117901
Ιδιωτική	135498	863761	1313331	1203360	413448	51202	3980600
Μικτή	617	1165	2176	2329	810	39	7136
Σύνολο	154006	897951	1343815	1233358	424321	52186	**4105637**

Τα εκλυόμενο ποσό CO_2 του κτιριακού τομέα για το έτος 2015, ανά χώρα και ανά μονάδα καταναλισκόμενης ενέργειας, απεικονίζεται στην εικόνα 11.



Εικόνα 11. Ποσό εκπεμπόμενου CO_2 ανά μονάδα καταναλισκόμενης ενέργειας (energy carbon intensity) κτιριακού τομέα ανά χώρα, για το έτος 2015
Πηγή: IEA, 2017, «Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector,Global Status Report 2017»

Σύμφωνα με αυτήν το "αποτύπωμα" των εκπομπών CO_2 του κτιριακού τομέα παγκοσμίως ποικίλει. Αυτό εξαρτάται πρωτίστως από το ενεργειακό μίγμα κάθε χώρας. Στην Γαλλία, στη Σουηδία και στην Ελβετία όπου το ποσοστό της πυρηνικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα υψηλό, το "αποτύπωμα" αυτό εμφανίζεται ιδιαιτέρως

χαμηλό. Το ίδιο ισχύει και για τη Νορβηγία και τη Γκάνα, όπου το ποσοστό της υδροηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζει υψηλές τιμές (Πηγή: ΡΑΕ).

2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ - ΠΡΟΦΙΛ ΚΤΙΡΙΩΝ

Κύριο χαρακτηριστικό μεγάλου ποσοστού του παγκόσμιου κτιριακού αποθέματος, ως απότοκο του σχεδιασμού του χωρίς περιβαλλοντική θεώρηση κατά τα παρελθόντα κυρίως έτη, αποτελεί η υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Όμως η επιβίωση του ανθρώπινου γένους και του πλανήτη γενικότερα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος της ανάπτυξης που θα ακολουθηθεί, κάτι που συνδέεται άμεσα με την ποσότητα και τις μορφές ενέργειας που θα χρησιμοποιηθούν. Η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος και της σχεδίασης των νέων κτιρίων με βάση την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση, μπορούν μαζί με τη χρησιμοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας φιλικών προς το περιβάλλον να συμβάλλουν καθοριστικά στην επίτευξη αυτού του στόχου, αν λάβουμε υπόψη ότι από την καύση π.χ ενός κιλού πετρελαίου diesel εκλύονται στο περιβάλλον περίπου 3,0 kgCO_2.

Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου εκτιμάται μέσω της έκδοσης του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης[81] γνωστού ως (ΠΕΑ), κατόπιν της διενέργειας Ενεργειακής Επιθεώρησης από τον αρμόδιο μηχανικό, με βάση την υπολογιζόμενη τελική ενεργειακή του κατανάλωση αναγόμενη σε πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας. Ως πρωτογενής[82] ενέργεια ορίζεται η ενέργεια από ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές που δεν έχει υποστεί μετατροπή ή μετασχηματισμό. Σύμφωνα με το ΦΕΚ 2367/Β/12.07.2017 «*Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*», γνωστού και ως ΚΕΝΑΚ, τα κτίρια κατατάσσονται ως προς την ενεργειακή τους απόδοση σε εννέα ενεργειακές κατηγορίες, από Α+ έως και Η. Το ΠΕΑ εκτός από την κατάταξη του κτιρίου σε μία από τις παραπάνω ενεργειακές κατηγορίες, δίνει πληροφορίες σχετικά με την εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση ενέργειας, τις εκπομπές CO_2 καθώς και τη συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (εφόσον αυτές υπάρχουν) στην ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου. Το ΠΕΑ πρέπει να συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας εφόσον αυτή δεν είναι ενεργειακά αποδοτική, ενώ οι συστάσεις αυτές πρέπει να είναι τεχνικά

[81] Σημείωση: Αυτό ισχύει για όλη την Ευραπαϊκή Ενωση

[82] Ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α’42/19.02.2013), άρθρο 2

υλοποιήσιμες λαμβάνοντας υπ' όψη τη σχέση κόστους / ενεργειακού οφέλους, δίνοντας την ευκαιρία στον ιδιοκτήτη να γνωρίζει ποια μέτρα μπορεί να λάβει και ποιο το κόστος αυτών, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου.

Σχήμα 7. Ενεργειακή κατάταξη κτιρίων σύμφωνα με το ΦΕΚ 2367/Β/2017

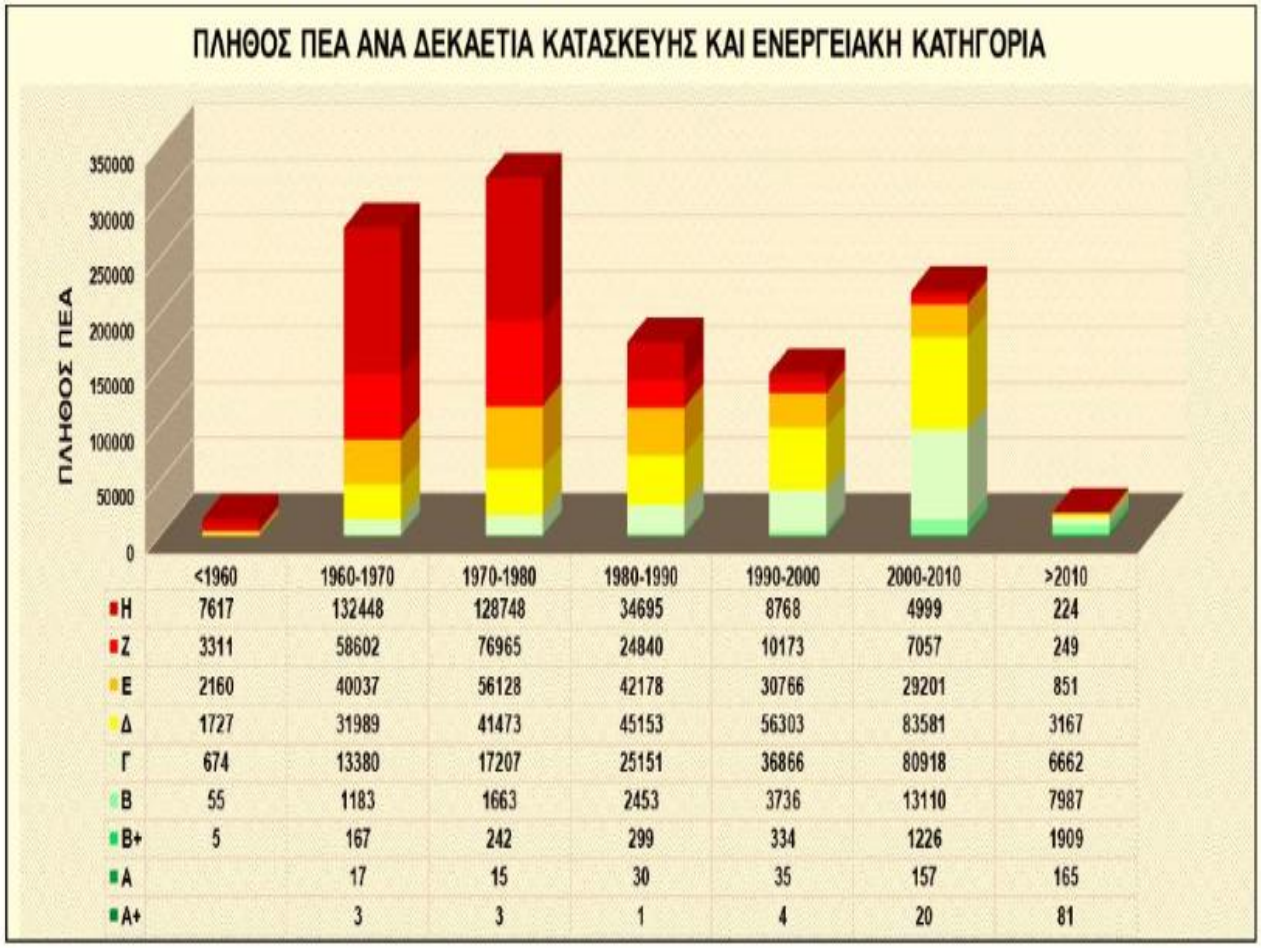
Στο σχήμα 7, ο δείκτης R_R αντιστοιχεί στην υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς[83], ενώ ο συμβολισμός EP αντιστοιχεί στην υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου. Ένα νέο ή υφιστάμενο κτίριο, σύμφωνα με το ΦΕΚ 2367/Β/2017, πληρεί τις ελάχιστες από το Νόμο απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης όταν:

α) πληρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις - προδιαγραφές κτιρίων (θερμομόνωση, χαρακτηριστικά κουφωμάτων, ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων, απαιτήσεις νωπού αέρα, παραγωγή ΖΝΧ από ηλιακά κλπ) όπως αυτές καθορίζονται στο άρθρο 7 του ΚΕΝΑΚ, για νέα, υφιστάμενα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια,

β) η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι μικρότερη ή ίση της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται στο άρθρο 9 του ΚΕΝΑΚ, και το κτίριο ή η κτιριακή μονάδα κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β.

[83] Το κτίριο αναφοράς έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο,σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 8 του ΦΕΚ2367/Β/2017, ενώ λαμβάνει την κατηγορία Β της ενεργειακής ταξινόμησης.

Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, σχετίζεται άμεσα με την περίοδο κατασκευής του. Αυτό επιβεβαιώνεται τουλάχιστον για τη χώρα μας, από τα στατιστικά στοιχεία των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) που έχουν εκδοθεί μέχρι σήμερα (ΥΠΕΝ, 2018).



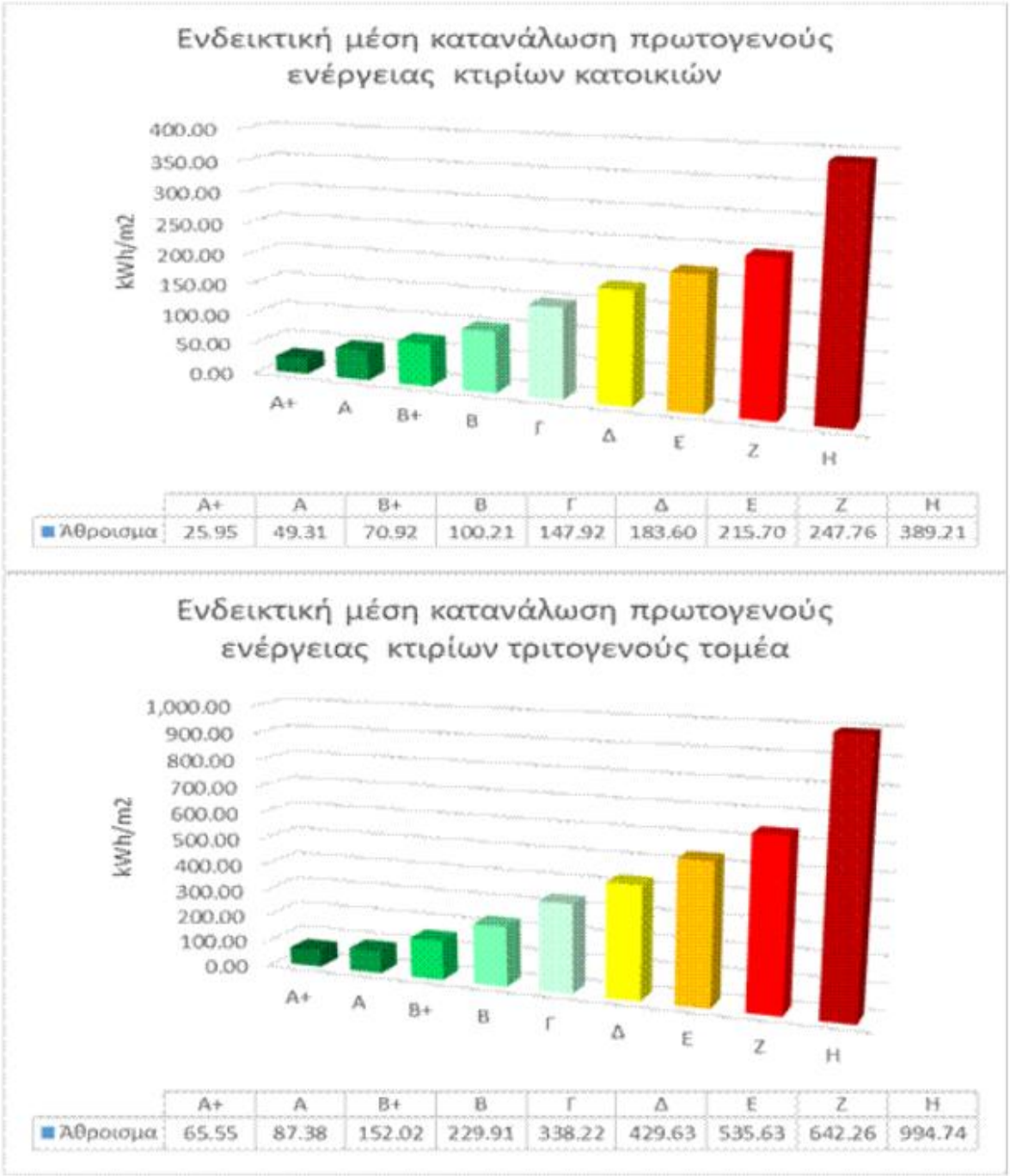
	<1960	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	>2010
H	7617	132448	128748	34695	8768	4999	224
Z	3311	58602	76965	24840	10173	7057	249
E	2160	40037	56128	42178	30766	29201	851
Δ	1727	31989	41473	45153	56303	83581	3167
Γ	674	13380	17207	25151	36866	80918	6662
B	55	1183	1663	2453	3736	13110	7987
B+	5	167	242	299	334	1226	1909
A		17	15	30	35	157	165
A+		3	3	1	4	20	81

Διάγραμμα 17. Πλήθος ΠΕΑ ανά δεκαετία κατασκευής κτιρίων και ενεργειακή κατηγορία
Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

Σύμφωνα με τα εκδοθέντα ΠΕΑ τα κτίρια που είναι κατασκευασμένα πριν το 1980, έτος δηλαδή που άρχισε να ισχύει ο Κανονισμός Θερμόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ), κατατάσσονται ως επί το πλείστον, στην δυσμενέστερη ενεργειακή κατηγορία Η. Την περίοδο 1980 - 2009 που βρισκόταν εν ισχύ ο ΚΘΚ, η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων βελτιώθηκε σταδιακά, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων να κατατάσσεται στις κατηγορίες Γ και Δ, ενώ από το 2010 και μετά με την υποχρεωτική εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ, τα κτίρια αναβαθμίζονται στην Β ενεργειακή κατηγορία.

Από την επεξεργασία των στατιστικών στοιχείων των περίπου 1.800.000 εκδοθέντων ΠΕΑ, προκύπτει ότι η μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (σε kWh/m2) των κτιρίων του

τριτογενούς τομέα, είναι για όλες σχεδόν τις ενεργειακές κατηγορίες, υπερδιπλάσια έως και τριπλάσια σε σχέση με αυτή των κτιρίων κατοικιών (Σχήμα 8).



Σχήμα 8. Ενδεικτική μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίων κατοικιών και κτιρίων τριτογενούς τομέα
Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

Ίδια τάση με την Ελλάδα όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σε σχέση με την παλαιότητα τους παρατηρείται και στις άλλες χώρες της ΕΕ, δηλαδή τα νεότερης κατασκευής κτίρια κατατάσσονται σε υψηλότερες ενεργειακές κατηγορίες, προφανώς λόγω της

υποχρεωτικής εφαρμογής κανονισμών και διατάξεων που αφορούν στη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης.

Διευκρινίζεται ότι το ΠΕΑ εξετάζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου μόνο κατά το στάδιο της λειτουργίας του και δε λαμβάνει υπ' όψη μια σειρά άλλων παραγόντων, οι οποίοι επηρεάζουν το περιβάλλον ποικιλοτρόπως. Στο πλαίσιο μιας τέτοιας ολοκληρωμένης διαδικασίας ολιστικής θεώρησης των επιπτώσεων της κατασκευής και της λειτουργίας μιας κτιριακής εγκατάστασης, υπάρχουν άλλες διαδικασίες περιβαλλοντικής αξιολόγησης οι οποίες εξετάζουν το σύνολο των δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται κατά την υλοποίηση του έργου και λαμβάνουν υπ΄όψη πέρα από την κατανάλωση ενέργειας κι άλλους τομείς όπως την προκαλούμενη ρύπανση του περιβάλλοντος, τους καταναλισκόμενους υδάτινους πόρους, τον τόπο του έργου, τα χρησιμοποιούμενα υλικά, την προστασία της βιοποικιλότητας κ.α. Τέτοιες ολοκληρωμένες διαδικασίες αξιολόγησης και πιστοποίησης της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων είναι η μέθοδος LEED[84] και η μέθοδος BREAM[85].

2.7 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα κτίρια αποτελούν ένα μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή που διαθέτει όμως ταυτόχρονα και υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Το δυναμικό αυτό οφείλεται κυρίως στα ηλικιακά χαρακτηριστικά του κτιριακού απόθεματος λόγω του ότι τα κτίρια μεγάλης ηλικίας επιδέχονται σημαντικών ενεργειακών αναβαθμίσεων, επειδή ενσωματώνουν από καθόλου έως ελάχιστα στοιχεία ενεργειακού σχεδιασμού.

Στα πλαίσια της Βιώσιμης Ανάπτυξης, της κάλυψης δηλαδή των αναγκών των σημερινών γενεών χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες, αλλά και της επίτευξης των εθνικών και διεθνών στόχων για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, είναι δυνατή με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών η σημαντική βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των υφιστάμενων κτιρίων, αλλά και η κατασκευή νέων κτιρίων με περιορισμένη έως σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση, με σημαντικά περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Αυτό άλλωστε επιβάλλεται και από την Κοινοτική Οδηγία 2010/31/ΕΕ, η οποία στο πλαίσιο της επίτευξης του στόχου εξοικονόμησης 20% ενέργειας έως το 2020 και

[84] **L**eadership in **E**nergy and **E**nvironmental **D**esign

[85] **B**uilding **R**esearch **E**stablishment **E**nviromental **A**ssessment **M**ethod

αναγνωρίζοντας τον κρίσιμο ρόλο του κτιρίου για την επίτευξη του στόχου αυτού, περιλαμβάνει πληθώρα διατάξεων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, με την χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο[86]. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την εκπλήρωση των στόχων που έθεσε η Συμφωνία των Παρισίων, η ενεργειακή ένταση (kWh/m2) των κτιρίων πρέπει να μειωθεί κατά 30%, σε σχέση με αυτήν του 2015[87].

Η εξοικονόμηση ενέργειας και η επίτευξη της βέλτιστης ενεργειακής απόδοσης ενός υπό κατασκευή κτιρίου ξεκινάει από το στάδιο της μελέτης σχεδιασμού του, εφαρμόζοντας όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, ενώ καλό θα ήταν στο πλαίσιο της γενικότερης περιβαλλοντικής θεώρησης να ενσωματώνονται στην κατασκευή και όπου αυτό είναι εφικτό, υλικά χαμηλής ενσωματωμένης ενέργειας[88]. Πολύ σημαντική θεωρείται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών λύσεων, κυρίως στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου.

Αντιθέτως, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός υφιστάμενου κτιρίου, περιορίζεται συνήθως σε επεμβάσεις στο κέλυφος και στον υπάρχοντα ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό όπως τοποθέτηση θερμοπρόσοψης, θερμομόνωση δώματος ή πυλωτής, αντικατάσταση παλαιού τύπου κουφωμάτων με νέα ενεργειακά, τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα για την παρασκευή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) και αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων και κλιματιστικών μηχανημάτων με καινούργια, ανώτερης ενεργειακής κλάσης.

Στα συνέχεια εξετάζονται οι συνηθέστεροι μέθοδοι και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

2.7.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

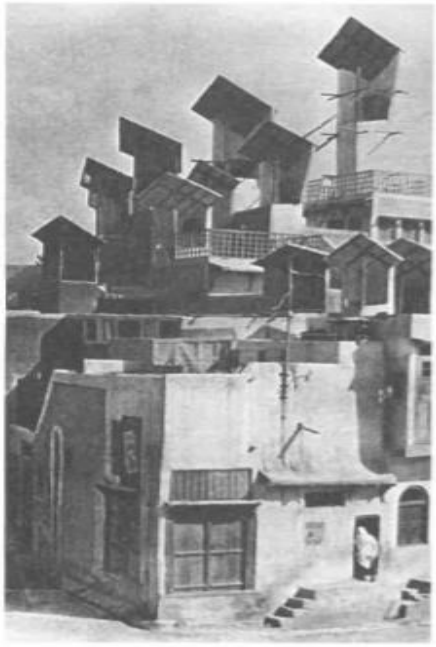
Ο βιοκλιματικός ή ενεργειακός σχεδιασμός εντάσσεται στην στρατηγική της βιωσιμότητας, μιας δηλαδή ήπιας και συμβιωτικής διαχείρισης του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος και αποσκοπεί στην προσαρμογή των κτιρίων στο τοπικό περιβάλλον και κλίμα, διασφαλίζοντας παράλληλα τις συνθήκες εσωτερικής άνεσης των χρηστών τους. Η λογική του

[86] ΥΠΕΚΑ, 2017 «Εθνικό σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας», σελ.3

[87] IEA, 2017, Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2017», p. 6

[88] βλ. κεφάλαιο 2.7.2

σχεδιασμού αυτού του τύπου ανταποκρίνεται στις εποχιακές μεταβολές του κλίματος. Η πυκνή δόμηση με τους στενούς δρόμους και τις εσωτερικές αυλές στις πόλεις και στους οικισμούς της Μεσογείου για παράδειγμα, ανταποκρίνεται στην εξασφάλιση του σκιασμού των κτιρίων και της διόδου των δροσερών ανέμων στη διάρκεια της αρκετά θερμής θερινής περιόδου. Σε πιο εύκρατα κλίματα οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες οδηγούν στην κατασκευή πιο ανοικτών οικισμών, ενώ σε κλίματα πολύ ψυχρά όπως στην Β.Κίνα και αλλού, επιλέγεται ακόμη και η δημιουργία υπόσκαφων οικισμών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής στοιχείων βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν πολλά κτίρια πόλεων της Μέσης Ανατολής και του Πακιστάν, όπου η διοχέτευση εντός του κτιρίου των δροσερών ανέμων που πνέουν κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου γίνεται μέσω ανεμοσυλλεκτών, οι οποίοι έχουν στραμένη την επιφάνεια τους προς την κατεύθυνση των ανέμων αυτών τους οποίους και κατευθύνουν μέσω μιας καμινάδας στο εσωτερικό του κτιρίου[89].



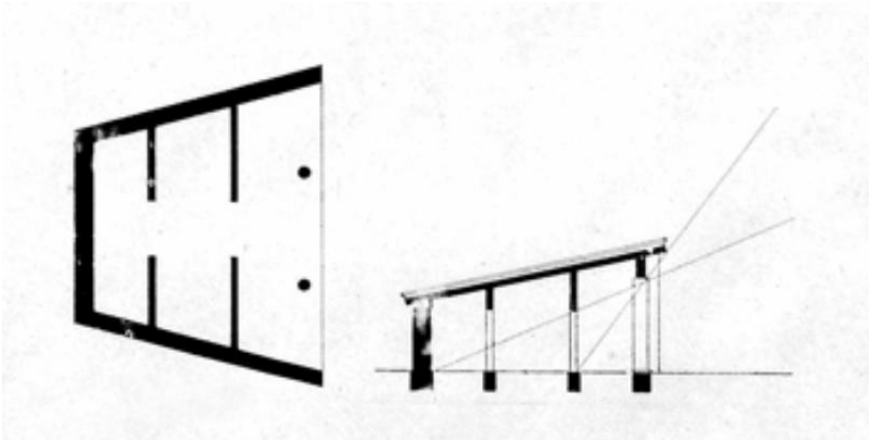
Εικόνα 12. Αριστερά: Πυκνή δόμηση με εσωτερικές αυλές στο Marrakesh. Δεξιά: Ανεμοσυλλέκτες στο Δ. Πακιστάν
Πηγή: Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ε, 2017

Παράδειγμα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα αποτελούν οι κατοικίες στις Κυκλάδες. Τα υπόσκαφα σπίτια της Σαντορίνης, τα διακοσμητικά υπέρθυρα της Τήνου που λειτουργούσαν ως φυσικός αερισμός για την έξοδο του θερμού αέρα, η διαμόρφωση εσωτερικής αυλής – αίθριου, οι εσοχές και οι προεξοχές, τα διαφορετικά ύψη, οι διάφοροι ημιυπαίθριοι χώροι (βεράντα, στοά, ημιυπαίθριος εισόδου κλπ), οι φυτεμένες πέργκολες, οι

[89] Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ε,. 2017. «Βιοκλιματικός σχεδιασμός - 2η έκδοση» Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ.47-50

στέρνες που συγκέντρωναν το νερό από τα δώματα, οι ασπρισμένοι με ασβέστη τοίχοι και άλλα, αποτελούν βιοκλιματικές πρακτικές.

Η μεγάλη έξαρση της βιομηχανίας κατασκευής κτιρίων στη χώρα μας (1990 - 2009) συνέπεσε δυστυχώς με την κατασκευή κτιρίων ιδιαίτερα ενεργοβόρων. Σε μια χώρα με τιμές ηλιοφάνειας που κυμαίνονται ανάλογα με την περιοχή, από 2.200 - 3.000 περίπου ώρες ετησίως[90], η παρατήρηση μεγάλου αριθμού πολυόροφων κτίριων γραφείων κυρίως αλλά και κατοικιών, επενδεδυμένων με τεράστιες γυάλινες προσόψεις και χωρίς καμία μέριμνα σκιασμού, δηλαδή κτιρίων τελείως ακατάλληλων για το κλίμα της περιοχής είναι ένα φαινόμενο που πρέπει να προβληματίζει μιας και οι βασικές αρχές προσαρμογής ενός κτιρίου στο κλίμα και στις ανάγκες των χρηστών του είναι γνωστές από την αρχαιότητα. (Ηλιακό σπίτι του Σωκράτη, 470 π.χ).



Εικόνα 13. Το ηλιακό σπίτι του αρχαίου φιλόσοφου Σωκράτη
Πηγή: ΚΑΠΕ

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας και για την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενισχύουν την υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στην πράξη μέσω της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής διατυπώνεται μια εμπλουτισμένη άποψη για το σχεδιασμό όχι μόνο των κτιρίων αλλά και του ευρύτερου δομημένου χώρου, η οποία εμπεριέχει την οικολική διάσταση και επομένως πρόκειται για μια αρχιτεκτονική φιλική για το περιβάλλον και για τους χρήστες.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρείται αναγκαίος στις μέρες μας επειδή εξυπηρετεί τέσσερις βασικούς στόχους[91]:

[90] Στοιχεία ηλιοφάνειας από ΕΜΥ, για 7 πόλεις της Ελλάδας.

[91] Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ε., 2017. «Βιοκλιματικός σχεδιασμός - 2η έκδοση» Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ. 59-61

1. *Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα*, κάτι που συνεπάγεται τη χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας φιλικών προς το περιβάλλον καθώς και την πολιτική και ενεργειακή απεξάρτηση των κρατών που δε διαθέτουν επαρκείς ενεργειακούς πόρους.
2. *Την εξοικονόμηση χρηματικών πόρων.* Η χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων των κτιρίων και για την παρασκευή ζεστού νερού χρήσης, καθώς και η αξιοποίηση των ανέμων προκειμένου αυτά να δροσιστούν τους θερμούς μήνες του χρόνου, αποτελεί οικονομική πρόκληση μιας και η ηλιακή και αιολική ενέργεια διατίθεται από τη φύση αδαπάνως.
3. *Την προστασία του περιβάλλοντος.* Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας πέρα από εξοικονόμηση χρημάτων, προστατεύει το περιβάλλον και συντελεί αποφασιστικά μέσω της ελαχιστοποίησης της καύσης ορυκτών καυσίμων, στην μείωση των εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων και άρα στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.
4. *Τη βελτίωση του εσωκλίματος των κτιρίων*, μέσω της θερμικής και οπτικής άνεσης και του φυσικού αερισμού με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός υγιεινού περιβάλλοντος για τους κατοίκους.

Ειδικότερα, το όφελος και η επίτευξη της υψηλής ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λόγω της εφαρμογής τεχνικών αρχιτεκτονικού σχεδιασμού όπως κατάλληλης επιλογής χωροθέτησης, σχήματος και προσανατολισμού κτιρίου, μεγέθους ανοιγμάτων και συστημάτων σκιασμού, χρώματος εξωτερικών επιφανειών, φύτευσης δωμάτων, εφαρμογής παθητικών ηλιακών συστημάτων και συστημάτων φυσικού αερισμού και φωτισμού κ.α, οφείλεται κυρίως στην:

- Θερμική προστασία του κτιρίου τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του (βλ. και κεφάλαιο 2.6.3), την επιλογή συστημάτων σκίασης, την φύτευση των δωμάτων κ.α.
- Αξιοποίηση της ενέργειας του ήλιου για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο, μέσω του κατάλληλου προσανατολισμού των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων, της διαρρύθμισης των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες, και της χρήσης παθητικών ηλιακών συστημάτων που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης αλλά και φωτισμού.
- Εξασφάλιση μέσω τεχνικών φυσικού φωτισμού, επαρκούς και ομαλής κατανομής φωτός μέσα στους χώρους.

- Απομάκρυνση της θερμότητας που συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο την καλοκαιρινή περίοδο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον, μέσω συστημάτων και τεχνικών παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός τις νυχτερινές ώρες.

Σύμφωνα με το ΚΑΠΕ στην Ελλάδα τα βιοκλιματικά κτίρια όπως προκύπτει από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις, παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30% σε σχέση με τα συνήθη συμβατικά κτίρια, ενώ σε σχέση με τα μεγαλύτερης ηλικίας και χωρίς μόνωση κτίρια, η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να φτάσει και σε ποσοστό της τάξης του 80%.

2.7.2 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Ένα κτίριο αρχίζει να καταναλώνει ενέργεια και να απελευθερώνει εκπομπές ανθρακούχων αερίων στο περιβάλλον με την έναρξη κιόλας των εργασιών κατασκευής του. Η ενέργεια των ορυκτών καυσίμων που περιέχεται στα υλικά δόμησης αλλά και στη διαδικασία της ανέγερσης και της κατεδάφισης ενός τυπικού κτιρίου, ισοδυναμεί με την ενέργεια που καταναλώνει το ίδιο το κτίριο για την κάλυψη των αναγκών κλιματισμού του (ψύξης - θέρμανσης), για μια χρονική περίοδο 7 - 8 ετών[92].

Στην προσπάθεια περιορισμού αυτών των εκπομπών αλλά και των γενικότερων επιπτώσεων που δημιουργεί στο περιβάλλον ο ολοκληρωμένος κύκλος ζωής ενός κτιρίου, δηλαδή η ανέγερση και η κατεδάφιση και όχι μόνο η λειτουργία του, επιβάλλεται στο στάδιο της κατασκευής η χρησιμοποίηση οικολογικών δομικών υλικών και στοιχείων καθώς και η όσο το δυνατόν ευρύτερη χρήση τοπικών υλικών όπως ξύλο, πλίνθοι, λίθοι κλπ, για τη μεταφορά των οποίων στον τόπο κατασκευής απαιτείται η κατανάλωση πολύ μικρότερων ποσών ενέργειας σε σχέση με αυτή που απαιτεί η μεταφορά υλικών σύγχρονων τεχνολογιών.

Γενικά, ένα υλικό θεωρείται οικολογικό εφόσον α) είναι ανακυκλώσιμο και αφομοιώσιμο από το περιβάλλον, β) δεν καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών και πρώτων υλών, γ) δεν είναι επιβλαβές για την υγεία των χρηστών και για το περιβάλλον και δ) δεν απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή και την επεξεργασία του. Ένας από τους δείκτες του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών είναι η

[92]Δημούδη Α., 2006. «Οικολογικά Δομικά Υλικά», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, ανακτήθηκε από: https://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/4367/1262.pdf

ενσωματωμένη ενέργεια, βάσει και της οποίας μπορεί να αξιολογηθεί η φιλικότητα τους στο περιβάλλον, τουλάχιστον ως προς τον τομέα κατανάλωσης ενέργειας.

Στον πίνακα 6 καταγράφονται μερικές ενδεικτικές τιμές ενσωματωμένης ενέργειας υλικών και στοιχείων που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην κατασκευή ενός κτιρίου, ενώ παράλληλα διαπιστώνεται ότι το τσιμέντο είναι ένα σχετικά «οικολογικό» υλικό, αφού για την παραγωγή ενός κιλού, καταναλώνεται ποσό ενέργειας ίσο με 1,11 MJ και εκλύονται στην ατμόσφαιρα 0,159 kg CO_2. Δεν ισχύει όμως το ίδιο για το αλουμίνιο, εφόσον για την παραγωγή ενός κιλού απαιτείται ενέργεια ίση με 155 MJ και εκλύονται 8,24 kgCO_2. Μια άλλη ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά (π.χ ελαιόχρωμα και υδρόχρωμα), παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στην ενσωματωμένη τους ενέργεια και στο ποσό του CO_2 που απελευθερώνεται για την παραγωγή τους.

Πίνακας 6. Τιμές ενσωματωμένης ενέργειας και εκπομπών CO_2, συνηθισμένων οικοδομικών υλικών.
Πηγή: Παπαμανώλης, Ν., 2015. «*Δομική φυσική και αρχές περιβαλλοντικού σχεδιασμού κτιρίων», σελ.90*

Υλικό	Πυκνότητα (kg/m³)	Ενσωματωμένη ενέργεια (MJ/kg)	Εκπομπές CO_2 (kgCO_2/kg)
Αμμοχάλικο	2.240	0,083	0,0048
Τσιμέντο	2.400	1,11	0,159
Κοινά τούβλα	1.700	3	0,24
Τσιμεντόλιθοι (μέσης πυκνότητας)	1.450	0,67	0,073
Τούβλα από ελαφρομπετόν	750	3,5	0,3
Ασβεστολιθικά τούβλα	2.180	0,85	
Μάρμαρο	2.500	2	0,116
Τσιμεντοκονία (1:3)		1,33	0,208
Χάλυβας (κοινός)	7.800	20,1	1,37
Ανοξείδωτος χάλυβας	7.850	56,7	6,15
Ξυλεία	480-720	10	0,72
Αντικολλητή ξυλεία		12	0,87
Υαλοβάμβακας	12	28	1,35
Πετροβάμβακας (σε πλάκες)	24	16,8	1,05
Διογκωμένη πολυστερίνη	15-30	88,6	2,55
Πολυουρεθάνη (αφρός)	30	101,5	3,48
Πλάκες αμιαντοτσιμέντου	1.850	37	2,7
Σχιστόλιθος	1.600	0,1-1,0	0,006-0,058
Κεραμικά πλακάκια	1.900	6,5	0,45
Αλουμίνιο	2.700	155	8,24
Άσφαλτος		51	0,38-0,43
MDF	680-760	11	0,72
Κόντρα-πλακέ	540-700	15	1,07
Γυψοσανίδες	800	6,75	0,38
Γυψοκονίαμα	1.120	1,8	0,12
Γυαλί	2.500	15	0,85
PVC	1.380	77,2	2,41
Φύλλα βινιλίου για δάπεδα	1.200	65,64	2,92
Κεραμικά κεραμίδια	2.000	12	0,74
Σίδηρος	7.870	25	1,91
Χαλκός	8.600	42	2,6
Μόλυβδος	11.340	25,21	1,57
Κεραμικά είδη υγιεινής (λεκάνες κτλ.)		29	1,51
Υδροχρώματα		59	2,12
Ελαιοχρώματα		97	3,13

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια η χρησιμοποίηση οικολογικών οικοδομικών υλικών, τουλάχιστον στην Ελλάδα, ήταν μια διαδικασία που απαιτούσε πολύ χρόνο και ψάξιμο, μιας και αυτά δεν ήταν ευρέως διαδεδομένα. Σήμερα διατίθενται σχεδόν παντού και πολλά από αυτά κοστίζουν το ίδιο, ή και λιγότερο σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά. Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένα οικολογικά υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις διάφορες εργασίες κατασκευής ενός κτιρίου.

- *το ξύλο* είναι ένα φυσικό υλικό, απολύτως αφομοιώσιμο από το περιβάλλον. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η επεξεργασία και η συντήρηση των προϊόντων ξυλείας να γίνεται με φυσικά αβλαβή παρασιτοκτόνα και μη τοξικά υλικά φυτικής προέλευσης (φυτικά έλαια, κερί, φυτικές ρητίνες) και η χρησιμοποιούμενη ξυλεία να προέρχεται από ελεγχόμενες και πιστοποιημένες δασικές καλλιέργειες.
- *η πέτρα* είναι ένα απολύτως φυσικό προϊόν δόμησης με πολύ καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και μεγάλη αντοχή, ενώ για να χαρακτηριστεί οικολογική δεν πρέπει να περαστεί με τοξικά βερνίκια. Η αλόγιστη εξόρυξη πέτρας όπως του μαρμάρου για παράδειγμα, αλλοιώνει αισθητικά και υποβαθμίζει περιβαλλοντικά το τοπίο.
- *ο ηρακλείτης ή ξυλόμαλλο* είναι ένα μονωτικό υλικό, που παράγεται από πρόσμιξη τσιμέντου και ινών ξύλου. Σε αντίθεση με τα περισσότερα μονωτικά υλικά χημικής προελεύσεως, το ξυλόμαλλο είναι ανακυκλώσιμο υλικό, αβλαβές για την υγεία, παράγεται χωρίς μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, ενώ καίγεται δύσκολα και σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες. Ανάλογες μονωτικές ιδιότητες παρουσιάζει και το *μαλλί προβάτου*.
- *ο διογκωμένος φελλός* είναι ένα απόλυτα υγιεινό θερμομονωτικό υλικό με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας παραγωγής και 100% ανακυκλώσιμο. Μειονέκτημα αποτελεί η υψηλή τιμή κτήσης, σε σχέση με τα υπόλοιπα μονωτικά.
- *η ωμή άργιλος*. Μπορεί τα κεραμικά προϊόντα (τούβλα, κεραμίδια, πλακίδια), να είναι ανακυκλώσιμα και φυσικά προϊόντα με βάση το νερό και το χώμα, αλλά το ψήσιμο τους απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια έχει αναβιώσει η χρήση της άψητης αργίλου (πλίνθοι), επειδή η ωμή άργιλος είναι ένα εξαιρετικό δομικό υλικό με άριστες μονωτικές ιδιότητες και μηχανική αντοχή.
- *τα οικολογικά χρώματα* είναι η ασφαλέστερη και ουσιαστικά μοναδική οικολογική επιλογή αφού είναι απόλυτα ασφαλή για τον άνθρωπο, φιλικά προς το περιβάλλον και πλήρως ανακυκλώσιμα.

2.7.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ - ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Η σωστή θερμική προστασία του κελύφους των κτιριακών εγκαταστάσεων είναι το μέτρο με τη σημαντικότερη συμβολή στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην επίτευξη υψηλής ενεργειακής απόδοσης μιας κτιριακής κατασκευής. Πέρα από την προστασία που παρέχεται μέσω της επιλογής της χωροθέτησης του κτιρίου στο φυσικό χώρο (π.χ σκιασμός λόγω φυσικών όπως βλάστηση, ή τεχνητών όπως γειτνιάζοντα κτίρια, εμποδίων), και της επιλογής συστημάτων τεχνητού σκιασμού, η σωστή θερμική μόνωση του κελύφους του κτιρίου και τα χαρακτηριστικά των ανοιγμάτων του, διαδραματίζουν σημαντικότατο ρόλο στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Είναι γνωστό από τη θερμοδυναμική ότι μεταξύ δύο σωμάτων που έχουν διαφορετική θερμοκρασία, προκαλείται πάντοτε και από το θερμότερο προς το πιο ψυχρό μία συνεχόμενη ροή θερμότητας. Έτσι το χειμώνα η ροή αυτή έχει κατεύθυνση από το πιο ζεστό εσωτερικό του κτιρίου προς τον κρύο εξωτερικό αέρα ή και προς κάποιον άλλο χώρο πιο ψυχρό, με αποτέλεσμα οι εσωτερικοί χώροι να ψύχονται. Αντίθετα το καλοκαίρι η ροή αυτή έχει κατεύθυνση από τον εξωτερικό ζεστό αέρα προς το δροσερότερο εσωτερικό του κτιρίου, με αποτέλεσμα οι εσωτερικοί χώροι να θερμαίνονται. Αυτή η ροή θερμότητας προκαλεί τις θερμικές απώλειες ή τις ψυκτικές ανάγκες του κτιρίου, οι οποίες για να αντιμετωπιστούν απαιτούν την κατανάλωση θερμικής (π.χ καύση πετρελαίου) ή ηλεκτρικής ενέργειας (λειτουργία κλιματιστικών συσκευών). Όσο μικρότερες είναι οι θερμικές ή ψυκτικές ανάγκες τόση μικρότερη ενέργεια απαιτείται για την αντιμετώπιση τους. Ο περιορισμός των αναγκών αυτών επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση κατάλληλων μονωτικών υλικών στο κέλυφος του κτιρίου.

Τα κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα μετά το 1980 θεωρούνται μονωμένα λόγω της υποχρεωτικής εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ), ενώ όλα σχεδόν τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980, δεν διαθέτουν μόνωση. Στην πράξη το ποσοστό των χωρίς μόνωση κτιρίων στη χώρα μας είναι πολύ μεγαλύτερο, μιας και παρά την υποχρεωτική εφαρμογή του ΚΘΚ, οι κατασκευαστές άρχισαν να τοποθετούν μαζικά θερμομόνωση στα κτίρια μετά το 1985 και κυρίως στην Αττική, ενώ στην επαρχία η θερμομόνωση άρχισε να εφαρμόζεται αργότερα. Σύμφωνα με το ΚΑΠΕ, η αναλογία κατανάλωσης ενέργειας για τις ανάγκες θέρμανσης - ψύξης μεταξύ κτιρίων με και χωρίς μόνωση κυμαίνεται περίπου στο ένα προς τρία.

Μεγάλη συμβολή στον περιορισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων του κτιρίου, έχουν και τα ανοίγματα (κουφώματα), αφού αποτελούν σημαντικό ποσοστό της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας ενός κτιρίου[93]. Στα κτίρια μεγάλης ηλικίας, η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα με νέα ενεργειακά κουφώματα είναι μια παρέμβαση που μπορεί να βελτιώσει αρκετά την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά ενεργειακά - περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Προς αυτή την κατεύθυνση, το ΚΑΠΕ προσομοίωσε ένα διαμέρισμα εμβαδού 100 τ.μ, σε 4 πόλεις στην Ελλάδα με χαρακτηριστικό κλίμα (Φλώρινα, Θεσσαλονίκη, Αθήνα και Χανιά) και υπολόγισε την εξοικονόμηση ενέργειας που θα επέφερε η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα με νέα, τα οποία φέρουν διπλούς υαλοπίνακες (τριών τύπων). Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης.

Πίνακας 7. Εξοικονόμηση ενέργειας - πετρελαίου σε τυπικό διαμέρισμα, από τη χρήση βελτιωμένων υαλοπινάκων σε 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.
Πηγή: ΚΑΠΕ, Έργο "Double Glazing in Southern Countries", 2000

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Θεωρώντας ότι κάθε παραγόμενη kWh από την καύση πετρελαίου θέρμανσης εκλύει 0,264kg CO_2 στην ατμόσφαιρα, προκύπτει ότι για κάθε διαμέρισμα, η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων του διαμερίσματος με διπλούς, του πιο απλού και οικονομικού τύπου 4-6-4, είναι η παρακάτω:

[93] Στα κτίρια γραφείων και στα δημόσια κτίρια γενικά, το ποσοστό των ανοιγμάτων είναι σε αρκετές περιπτώσεις πολύ μεγαλύτερο από ότι αυτό στα κτίρια κατοικίας.

ΠΕΡΙΟΧΗ	Εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας (kWh/έτος)	Μείωση εκπομπών CO_2 (kg/έτος)
Φλώρινα	12.216	3.225
Θεσσαλονίκη	8.551	2.257,47
Αθήνα	5.192	1.370,69
Χανιά	4.191	1.106,43

Τα αποτελέσματα της έκθεσης «Τυπολογία Ελληνικών Κτιρίων Κατοικίας, Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας» του Ευρωπαϊκού προγράμματος EPISCOPE, δείχνουν ότι για τα κτίρια του οικιακού τομέα, τα ποσοστά εξοικονόμησης θερμικής ενέργειας που σχετίζονται με τη θερμομόνωση του κελύφους και την εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων, είναι όπως στον πίνακα 8:

Πίνακας 8. Συμβολή θερμομόνωσης και τοποθέτησης διπλών υαλοπινάκων στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων του οικιακού τομέα
Πηγή : ENERGYCERT.GR

Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας	Ποσοστιαία συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας (%)	
	Θερμική Ενέργεια	Ηλεκτρική Ενέργεια
Προσθήκη θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων	49	
Προσθήκη θερμομόνωση οροφής	10	
Εγκατάσταση διπλών υαλοστασίων	19	

Επίσης η θερμομόνωση των παλαιότερων κτιρίων στην ΕΕ θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 42% (Ημερίδα ΚΑΠΕ-ΙΕΝΕ, 2006), ενώ η σημασία της θερμομόνωσης και της τοποθέτησης κουφωμάτων σύγχρονης τεχνολογίας σε ένα υφιστάμενο και χωρίς μόνωση κτίριο, φαίνεται ξεκάθαρα μέσω των αναβαθμίσεων που πραγματοποιήθηκαν σε κτίριο γραφείων στο Πικέρμι Αττικής[94].

Πιο συγκεκριμένα το 2009 στο εν λόγω κτίριο γραφείων κατασκευής του 1985, πραγματοποιήθηκαν οι εξής παρεμβάσεις:

[94] Παπαδόπουλος Άγις, 2014., «Ενεργειακή θωράκιση κτιρίων», Ημερίδα με θέμα: «Αειφόρος δόμηση και Δομικά Υλικά», Θεσσαλονίκη, 07.05.2014. Ανακτήθηκε από: http://www.sbbe.gr/ekd/140507_domisi/papadopoulos.pdf

α)Τοποθετήθηκε εξωτερική θερμομόνωση (θερμοπρόσοψη) πάχους 6 cm στην τοιχοποιία

β)Τοποθετήθηκε θερμομόνωση πάχους 10 cm στις στέγες και στα δώματα

γ)Αντικαταστάθηκαν τα υφιστάμενα κουφώματα με νέα (U=2,6W/m2 K)

Το αποτέλεσμα αυτών των παρεμβάσεων ήταν η επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στη θέρμανση κατά περίπου 70% και στην ψύξη κατά περίπου 50%.

2.7.4 ΦΥΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ ΔΩΜΑΤΩΝ

Το δώμα αποτελεί την περισσότερο επιβαρυμένη περιοχή ενός κτιρίου το καλοκαίρι ενώ αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό των θερμικών και ψυκτικών απωλειών ενός κτιρίου και επομένως ένα αντίστοιχα μεγάλο ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης του. Η τοποθέτηση θερμομονωτικών υλικών σε ένα δώμα κτιρίου το οποίο δεν έχει καμία θερμική μόνωση, μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να βελτιώσει από μόνη της την ενεργειακή κατάταξη του κατά μία ενεργειακή κατηγορία. Επιπλέον, η πλάκα ενός δώματος βαμμένη σε σκούρο χρώμα μπορεί να παρουσιάσει επιφανειακή θερμοκρασία αυξημένη κατά αρκετούς βαθμούς σε σχέση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος με αντίστοιχη επιβάρυνση των ψυκτικών φορτίων του υποκείμενου ορόφου και άρα και της ενεργειακής κατανάλωσης των μονάδων κλιματισμού, ενώ η αντίστοιχη υπέρβαση φτάνει μόλις στον 1°C, εφόσον το δώμα βαφεί με ασβέστη ή κάποιο άλλο άσπρο χρώμα[95].

Η φύτευση του δώματος ή αλλιώς το «πράσινο δώμα», έχει ακόμη μεγαλύτερη επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Τα φυτά του πράσινου δώματος βελτιώνουν το μικροκλίμα αφού μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα απορροφώντας μεγάλη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ ταυτόχρονα εκλύουν οξυγόνο και απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα. Η εκτεταμένη χρήση φυτεμένων δωμάτων περιορίζει το φαινόμενο της Θερμικής Αστικής Νησίδας και συμβάλει στην σημαντική μείωση της παραγόμενης ποσότητας CO_2. Από μελέτες προκύπτει ότι α) η μέση μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά στην εξωτερική επιφάνεια μεταξύ ενός συμβατικού και ενός φυτεμένου δώματος φτάνει τους 32°C -με την απόλυτη να ξεπερνάει τους 40°C-, κατά τη διάρκεια μιας τυπικής θερινής μέρας β) για τον υποκείμενο όροφο η θερμοκρασία του αέρα των εσωτερικών χώρων μπορεί να είναι το καλοκαίρι 6 ^{o}C – 8°C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και γ) η εξοικονόμηση ενέργειας

[95] Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ε., 2017. «Βιοκλιματικός σχεδιασμός - 2^{η} έκδοση» Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ. 95

μπορεί να φτάσει στο 30%, με αποτέλεσμα η απόσβεση της κατασκευής να υπολογίζεται σε 6 - 8 χρόνια[96].

Επίσης, ένα πράσινο δώμα μπορεί να αυξήσει την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων που είναι εγκατεστημένα κοντά του έως και 16% λόγω της τοπικής μείωσης της θερμοκρασίας, ενώ παράλληλα μειώνει την ένταση της απορροής των ομβρίων υδάτων, απορροφά σκόνη και ρύπους και μειώνει την ηχορύπανση.

Λόγω του ότι ένα φυτεμένο δώμα εκτός από την μείωση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου έχει και άλλα πολλαπλά οφέλη, πολλά κράτη επιδοτούν την κατασκευή του και έχουν ενσωματώσει τα φυτεμένα δώματα στους οικοδομικούς τους κανονισμούς. Στη Γερμανία για παράδειγμα, το 14% των επιστεγάσεων αποτελείται από πράσινα δώματα επιφάνειας περίπου 86.000.000 m2. Ακόμη, στη Στουτγκάρδη είναι υποχρεωτική η κατασκευή φυτεμένου δώματος ή στέγης, ενώ στο Ντίσελντορφ από το 2010 τα πράσινα δώματα επιδοτούνται με παράλληλη μείωση των τελών αποχέτευσης κατά 50% [97].

Εικόνα 14. Φυτεμένα δώματα στη Γερμανία
Πηγή: Θεοδοσίου Θ.,2015

[96] Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ε., 2017. «Βιοκλιματικός σχεδιασμός - 2η έκδοση» Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ. 101

[97] Θεοδοσίου Θ., 2015. «Φυτεμένα δώματα και ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίων», 2η Τεχνική Ημερίδα στη Β.Ελλάδα, 09.05.2015, ανακτήθηκε από: http://www.ashrae.gr/EstaK2015/EstaK2015_Theodosiou.pdf

Εικόνα 15. Φυτεμένα δώματα στο 7^{ο} Δημοτικό Σχολείο Γέρακα (αριστερά) και στο 6^{ο} Νηπιαγωγείο Π.Φαλήρου (δεξιά)
Πηγή: ΟΣΚ Α.Ε

Τέλος, στα πλαίσια της γενικότερης περιβαλλοντικής και ενεργειακής θεώρησης και των μέτρων βελτίωσης του μικροκλίματος των πόλεων, αξίζει να γίνει μια αναφορά στη συμβολή της φύτευσης και της δημιουργίας χώρων πρασίνου εντός του αστικού ιστού. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι:

- ένα πάρκο μέσα στην πόλη έχει θερμοκρασία αέρα έως και 8°C μικρότερη από τους γειτονικούς δομημένους χώρους, συμβάλλοντας έτσι στην μειωμένη χρήση των κλιματιστικών μηχανημάτων των γύρω κτιρίων έως και 40%, με σημαντική συμβολή στην εξοικονόμηση ενέργειας και στον περιορισμό των θερμοκηπιακών αερίων
- η αύξηση της δενδροκάλυψης μιας πόλης κατά 30%, μπορεί να μειώσει την καταναλισκόμενη ενέργεια για την ψύξη έως και 30% ετησίως
- μια επιφάνεια πρασίνου έκτασης 10 στρεμμάτων, δεσμεύει 900kg CO_2 εντός μιας χρονικής περιόδου 12 ωρών[98].

[98] Λάζαρη Ε., 2006. «Ενεργειακή απόδοση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στο Ελληνικό κτίριο», Ημερίδα ΚΑΠΕ-ΙΕΝΕ, 16.11.2006

2.7.5 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2011), το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται για φωτισμό ανέρχεται σε 19% σε παγκόσμιο επίπεδο και σε 14% όσον αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση.

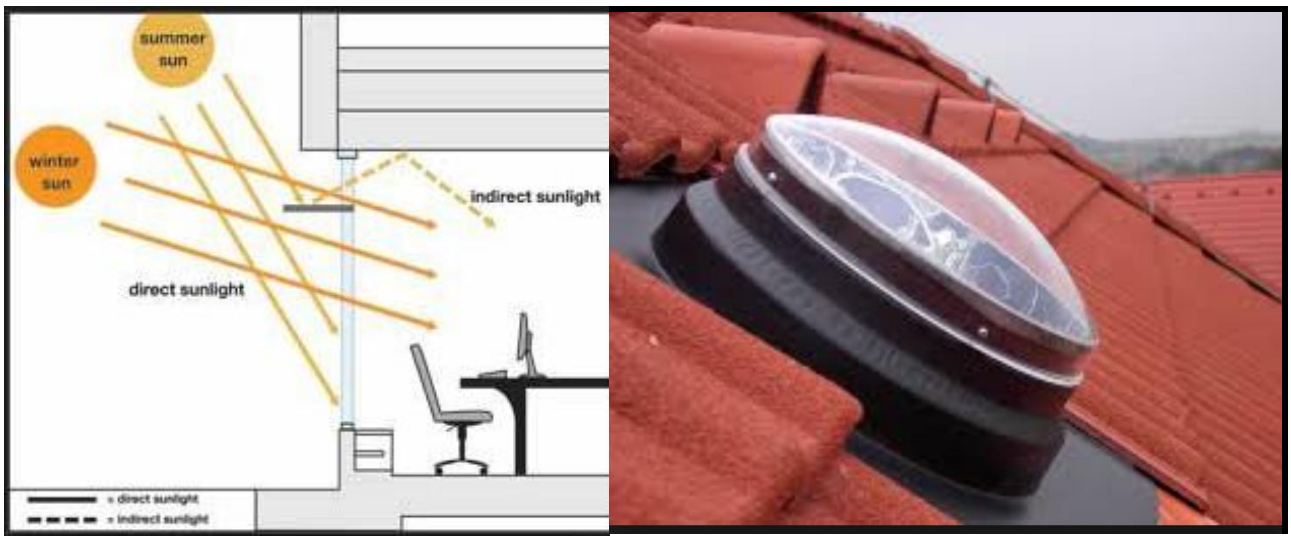
Στις ΗΠΑ μόνο, η κατανάλωση για τις ανάγκες φωτισμού του κτιριακού τομέα και του τομέα του εμπορίου και υπηρεσιών (κτιριακού και μη), ανήλθε για το 2017 σε 273 δισεκατομμύρια kWh κάτι που αντιστοιχεί στο 10% της συνολικά καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των δύο αυτών τομέων και στο 7% της εθνικής ηλεκτρικής κατανάλωσης. Από αυτά, οι 129 δισεκατομμύρια kWh αφορούν στον οικιακό κτιριακό τομέα[99].

Στην Ελλάδα ο φωτισμός αντιπροσωπεύει το 18% της τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του τριτογενούς τομέα, με το ποσοστό αυτό να ανέρχεται στο 28% για τα κτίρια γραφείων (Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, ΥΠΑΝ, 6/2008).

Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω του φωτισμού μπορεί να γίνει είτε με τη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού, είτε με τη μείωση του χρόνου λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων. Στην πρώτη περίπτωση απαιτείται η αντικατάσταση των υπάρχοντων λαμπτήρων πυράκτωσης ή αλογόνου των φωτιστικών σωμάτων, με νέους υψηλής ενεργειακής απόδοσης που εξασφαλίζουν με πολύ χαμηλότερη κατανάλωση ίδια ή και καλύτερη ποιότητα φωτισμού (π.χ led ή φθορισμού). Στην δεύτερη περίπτωση η εξοικονόμηση μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση αυτόματων συστημάτων ελέγχου του φωτισμού (φωτοκύταρα, χρονοδιακόπτες, ανιχνευτές κίνησης ή και κεντρικά συστήματα διαχείρισης ενέργειας ΕΙΒ) ή και με την προσωπική ευαισθητοποίηση των χρηστών. Είναι προφανές ότι ο συνδυασμός των δύο ανωτέρω περιπτώσεων δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Σημαντική εξοικονόμηση μπορεί να επιτευχθεί και με την αντικατάσταση των επαγωγικών διατάξεων έναυσης (ballast) των λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά, ενώ περαιτέρω εξοικονόμηση προκύπτει και από τη σωστή συντήρηση και τον καθαρισμό των φωτιστικών σωμάτων.

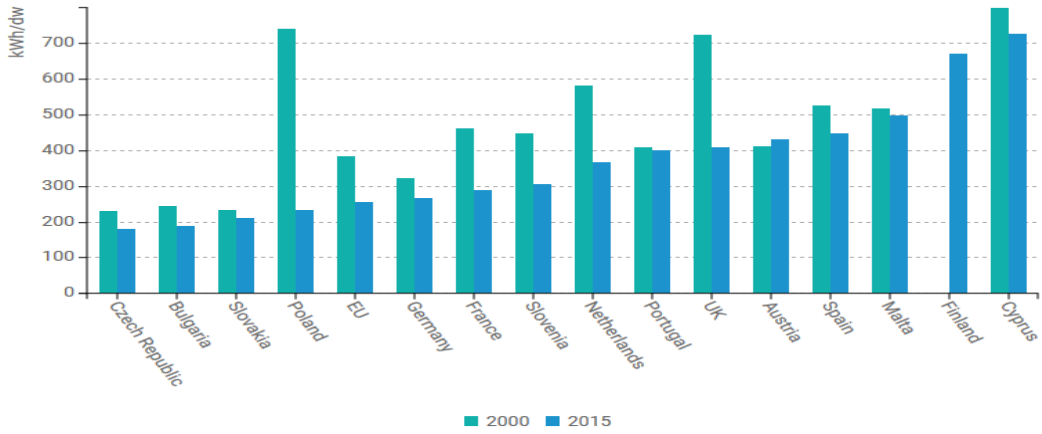
Επίσης μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για το φωτισμό μπορεί να επιτευχθεί και με την υιοθέτηση αρχιτεκτονικών λύσεων, όπως την υιοθέτηση φωτεινών ραφιών (light selves) ή την τοποθέτηση φωτοσωλήνων (light tubes) στην οροφή του κτιρίου.

[99] US Energy Information Administration (EIA).
Ανακτήθηκε από: https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=99&t=3



Εικόνα 16. Φωτεινό ράφι (αριστερά) και φωτοσωλήνας (δεξιά)

Για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας λόγω του φωτισμού, η ΕΕ έχει επιβάλει μέσω της Κοινοτικής Οδηγίας 874/2012 την επισήμανση της ενεργειακής κατανάλωσης των λαμπτήρων και των φωτιστικών σωμάτων. Αυτό γίνεται μέσω της υποχρεωτικής τοποθέτησης ετικετών στα προϊόντα αυτά, οι οποίες στοχεύουν στην πληροφόρηση του καταναλωτή για την ενεργειακή απόδοση τους. Πράγματι, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στην ΕΕ μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για το φωτισμό των κτιρίων.



Διάγραμμα 18. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh/έτος, για τον φωτισμό κτιρίων για τα έτη 2000 και 2015
Πηγή: Odyssee. Ανακτήθηκε από: http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/households/electricity-consumption-dwelling-electrical-appliances-lighting.html

Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι τα κτίρια του τριτογενούς τομέα και ιδίως τα κτίρια γραφείων, απαιτούν πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό τους σε σχέση με αυτά των κατοικιών. Στην Ελλάδα, ο φωτισμός των δημόσιων κτιρίων γίνεται χωρίς προδιαγραφές και συνήθως μέσω φωτιστικών σωμάτων παλαιάς τεχνολογίας, με λαμπτήρες

φθορισμού και στραγγαλιστικό (όχι ηλεκτρονικό) πηνίο, ενώ αυτά μένουν αναμμένα πολύ παραπάνω από όσο χρειάζεται.

Στη συνέχεια αποτυπώνεται και ποσοτικά μέσω δύο παραδειγμάτων[100], η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας που επιτεύχθηκε σε δύο κτίρια του τριτογενούς τομέα μέσω παρεμβάσεων στα συστήματα φωτισμού τους.

1. ΕΦΕΤΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

-Κτίριο γραφείων εμβαδού 1.400 τ.μ

-Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού:24,85 kW

-Ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση λόγω φωτισμού:79.920 kWh_e

Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο φωτισμό:

-Χρονικός προγραμματισμός:	Εξοικονόμηση:	9.930	kWh_e	(12,4%)
-Τοποθέτηση ηλεκτρονικών πηνίων:	Εξοικονόμηση:	18.275	kWh_e	(22,8%)
-Τοποθέτηση συστήματος ΕΙΒ:	Εξοικονόμηση:	7.190	kWh_e	(9,1%)

***ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*:** **35.395 kWh_e (44,3%)**

ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO_2: 35.395 kWh_e * 0,989 $kgCO_2/kWh$= **35.006 kg**

2. ΣΤΑΔΙΟ ΕΙΡΗΝΗΣ ΚΑΙ ΦΙΛΙΑΣ (ΚΥΡΙΩΣ ΑΙΘΟΥΣΑ)

Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο φωτισμό, ιδίων προδιαγραφών απόδοσης

-Πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες «Αθήνα 2004»: 424kW (212 προβολείς, ισχύος 2 kW έκαστος)

-Μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες«Αθήνα 2004»: 230kW (230 προβολείς, ισχύος 1 kW έκαστος)

***ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*: 424-230=194 kW (46%)**

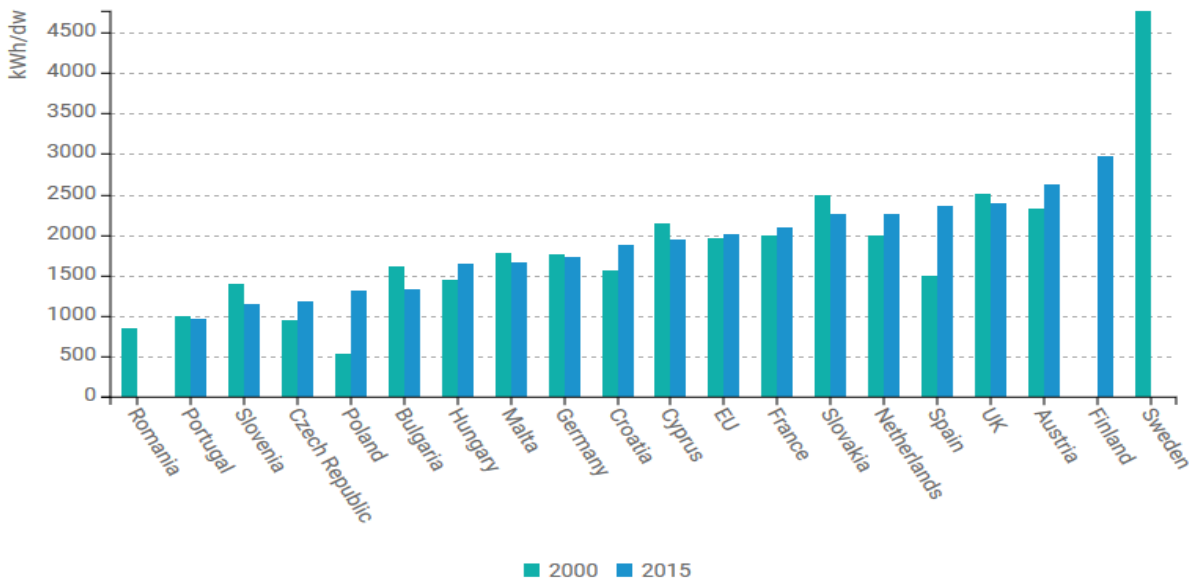
[100] Λαδόπουλος Γ., 2008. «Κατανάλωση και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια», ανακτήθηκε από: http://library.tee.gr/digital/m2362/m2362_ladopoulos.pdf

2.7.6 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Στα πλαίσια του ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού και των παρεμβάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης ενός κτιρίου, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι ηλεκτρομηχανολογικές (ΗΜ) του εγκαταταστάσεις. Με τον όρο αυτό νοούνται οι εγκαταστάσεις εκείνες που αφορούν στην ψύξη – θέρμανση – αερισμό των χώρων του κτιρίου, στην παραγωγή ΖΝΧ και στο φωτισμό.

Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής έχουν εκδοθεί κατά καιρούς Ευρωπαϊκές Οδηγίες και Κανονισμοί (Οδηγία 2010/30/ΕΕ και 2010/31/ΕΕ, Κανονισμός 811/2013/ΕΕ κ.α.) που καθορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις και επιβάλουν την υποχρεωτική σήμανση της ενεργειακής απόδοσης των συσκευών και μηχανημάτων καθώς και την απαγόρευση πώλησης συσκευών θέρμανσης χώρων και νερού, που δεν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις αυτών των Οδηγιών και Κανονισμών.

Με τον τρόπο αυτό και με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΦΕΚ Β’ 2367/12-7-2017) γίνεται μεταξύ των άλλων, υποχρεωτική η υιοθέτηση μέτρων εξοικοκονόμησης ενέργειας και η χρησιμοποίηση συσκευών υψηλής απόδοσης για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις θέρμανσης - ψύξης, αερισμού, παραγωγής ΖΝΧ και φωτισμού των νέων κυρίως κτιρίων. Επίσης προωθείται η σταδιακή κατάργηση των μη ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και η απαγόρευση πώλησης τους. Παρά την βελτίωση του βαθμού απόδοσης των συσκευών που απαιτούν για τη λειτουργία τους την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, στην ΕΕ και για το έτος 2015 παρατηρείται σε σχέση με το 2000, μια αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων λόγω της λειτουργίας αυτών των συσκευών, η οποία πιθανότατα να οφείλεται στην αύξηση του αριθμού τους.



Διάγραμμα 19. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh/έτος, λόγω της λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών (εξαιρουμένου του φωτισμού) για τα έτη 2000 και 2015
Πηγή: Odyssee. Ανακτήθηκε από: http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/households/electricity-consumption-dwelling-electrical-appliances-lighting.html

Βασικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στις ΗΜ εγκαταστάσεις των υφιστάμενων κτιρίων, μιας και στα νέα κτίρια τα περισσότερα από τα παρακάτω μέτρα εφαρμόζονται υποχρεωτικά λόγω του ΚΕΝΑΚ, είναι η καλή μόνωση των δικτύων μεταφοράς του θερμαντικού ή του ψυκτικού μέσου (εξοικονόμηση ενέργειας σε πολυκατοικίες 2%, σύμφωνα με το ΚΑΠΕ), η τοποθέτηση συστήματος αντιστάθμισης στο σύστημα θέρμανσης (εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας 15%-25%, ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες), η σωστή συντήρηση και η αντικατάσταση του λέβητα παλαιάς τεχνολογίας με νέο υψηλής απόδοσης (εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας έως και 25%), η τοποθέτηση θερμοστατικών κεφαλών στα θερμαντικά σώματα (εξοικονόμηση 20% σε πολυκατοικίες σύμφωνα με το ΚΑΠΕ), η τοποθέτηση εναλλακτών ανάκτησης θερμότητας για τον αερισμό των κτιρίων (εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των απαιτήσεων θέρμανσης ή ψύξης του απαιτούμενου φρέσκου αέρα,της τάξης του 65-75%), η αντικατάσταση κλιματιστικών μηχανημάτων παλαιάς τεχνολογίας με νέα (εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη και θέρμανση των χώρων των κτιρίων έως και 60%), η χρήση ηλιακών συστημάτων παραγωγής ΖΝΧ (εξοικονόμηση έως και 75% της ενέργειας που δαπανάται για την παρασκευή του ΖΝΧ), η αντικατάσταση των συμβατικών συστημάτων έναυσης και των λαμπτήρων των φωτιστικών σωμάτων με καινούργιους υψηλής απόδοσης και η αντιστάθμιση της αέργου ισχύος της ηλεκτρικής εγκατάστασης (ιδιαίτερα σε κτίρια του τριτογενούς τομέα). Επίσης, η χρήση ανεμιστήρων[101] οροφής βελτιώνει τις

[101] ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, σελ.121

συνθήκες θερμικής άνεσης σε κλιματιζόμενους και μη χώρους, με αποτέλεσμα στα κλιματιζόμενα κτίρια να επιτρέπει τη ρύθμιση του θερμοστάτη της κλιματιστικής μονάδας σε υψηλότερη θερμοκρασία κατά 2-3°C, μειώνοντας έτσι σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας μιας και για κάθε βαθμό μείωσης του θερμοστάτη το χειμώνα ή αύξησης το καλοκαίρι, επιτυγχάνεται 7%[102] εξοικονόμηση ενέργειας.Τα παραπάνω μεμονωμένα ή συνδυαστικά, μαζί και με την υιοθέτηση συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης στα κτίρια του τριτογενούς τομέα (κτίρια γραφείων, εμπορικά καταστήματα, νοσοκομεία κλπ), αλλά και απλών συστημάτων αυτοματισμού στα κτίρια κατοικιών, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικότατη εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία μαζί με τη σωστή θερμική μόνωση του κελύφους και την κατάλληλη επιλογή των ανοιγμάτων μπορεί να ξεπεράσει ακόμη και το 70% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας ενός παλαιού κτιρίου[103].

Η σημασία των ΗΜ εγκαταστάσεων στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου καταδεικνύεται μέσω των στοχευμένων επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ, στο Σισμανόγλειο Νοσοκομείο[104].

<u>ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ</u>

Ετήσια κατανάλωσης θερμικής ενέργειας (Β.Α συστήματος: 67,6%): 7.960.000 kWt_{th}

Επεμβάσεις εξοικονόμησης στα συστήματα θέρμανσης και ΖΝΧ:

-Αλλαγή λεβήτων/Μονώσεις δικτύων (Β.Α 84,6%) : Εξοικονόμηση: 1.600.000 kWt_{th}

-Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών παραγωγής ΖΝΧ: Εξοικονόμηση: 680.000 kWt_{th}

ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: **(30%)** ***2.280.000*** **kWt_{th}**

ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ[105] CO_2: 2.280.000 kWh_{th} * 0,264 $kgCO_2$/ kWh_{th} = **601.920 kg**

[102] ΚΑΠΕ,ανακτήθηκε από http://www.cres.gr/kape/news/deltia/deltio_typoy_cres_thermansi.htm

[103] Παρουσίαση Τζανακάκη Εύης, Αρχιτέκτονα Μηχανικού, κατά τη διάρκεια της Ημερίδας του έργου AIDA με τίτλο «Κτίρια σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας», με τη συμμετοχή του ΚΑΠΕ. Ανακτήθηκε από: http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/aida/2_Tzanakaki.pdf

[104] Λαδόπουλος Γ., 2008. «Κατανάλωση και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια», ανακτήθηκε από: http://library.tee.gr/digital/m2362/m2362_ladopoulos.pdf

[105] Για τον υπολογισμό της μείωσης των εκπομπών CO_2, θεωρήθηκε ότι το καύσιμο είναι πετρέλαιο θέρμανσης.

2.8 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Για την επίτευξη των εθνικών στόχων της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, της μείωσης της ενεργειακής εξάρτησης, αλλά και της ελαχιστοποίησης των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου, εμβληματικό ρόλο έχει για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας[106].

Σύμφωνα με το άρθρο 2 της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ορίζονται: «*οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια, ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια, υδραυλική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια)*».

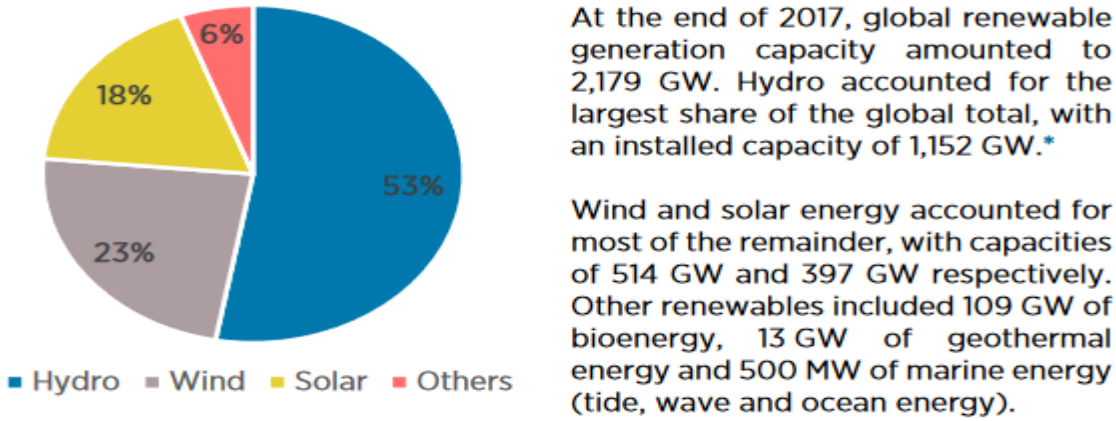
Ο τομέας των ΑΠΕ είναι ένας τομέας που τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται με διαρκώς αυξανόμενο ρυθμό και ο οποίος στο πλαίσιο της επίτευξης των παγκόσμιων κλιματικών στόχων αναμένεται να αυξηθεί κι άλλο.

Από το σχήμα 9 προκύπτει ότι σήμερα, η ανανεώσιμη πηγή με τη μεγαλύτερη διείσδυση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως είναι η υδροηλεκτρική με εγκατεστημένη ισχύ 1.152GW, ενώ αμέσως μετά ακολουθεί η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, με εγκατεστημένη ισχύ 514GW και 397GW αντίστοιχα.

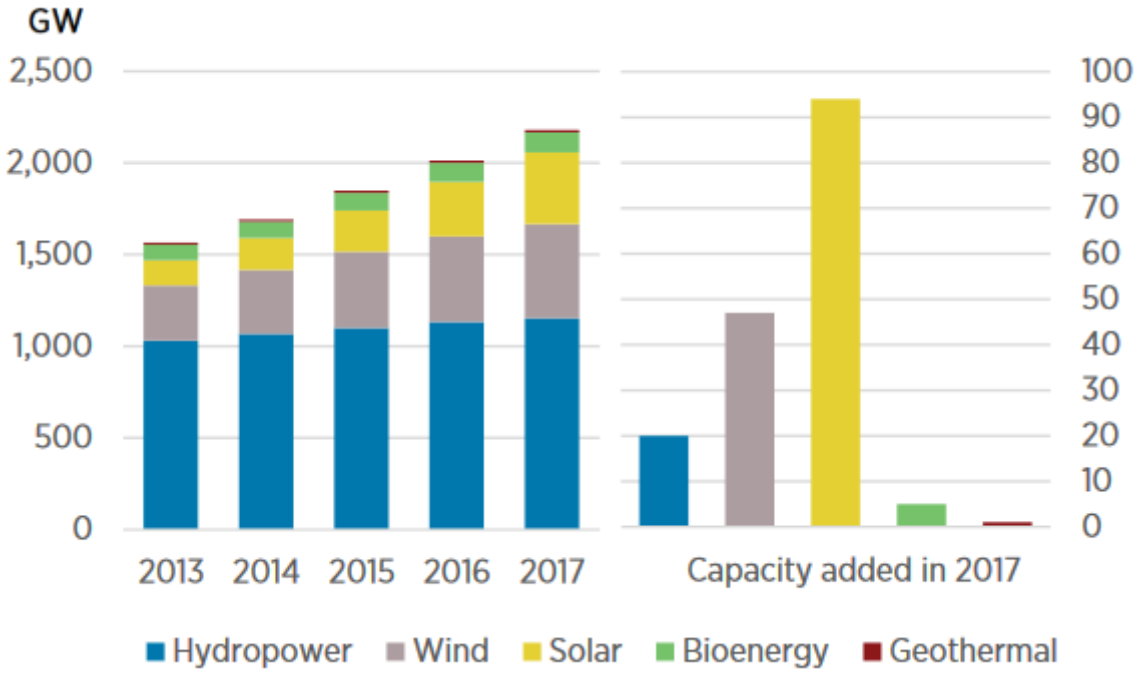
Όμως η ανανεώσιμη μορφή ενέργειας με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια, είναι με μεγάλη διαφορά από τη δεύτερη, η ηλιακή. Το 2050 εκτιμάται ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των Φ/Β παγκόσμια, θα κυμαίνεται μεταξύ 3000 και 3800 GW (IRENA[107], 2016) (βλ.σχήμα 11).

[106] ΥΠΕΝ, 2018. «Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα», Σχέδιο προς διαβούλευση, Νοέμβριος 2018

[107] International Renewable Energy Agency



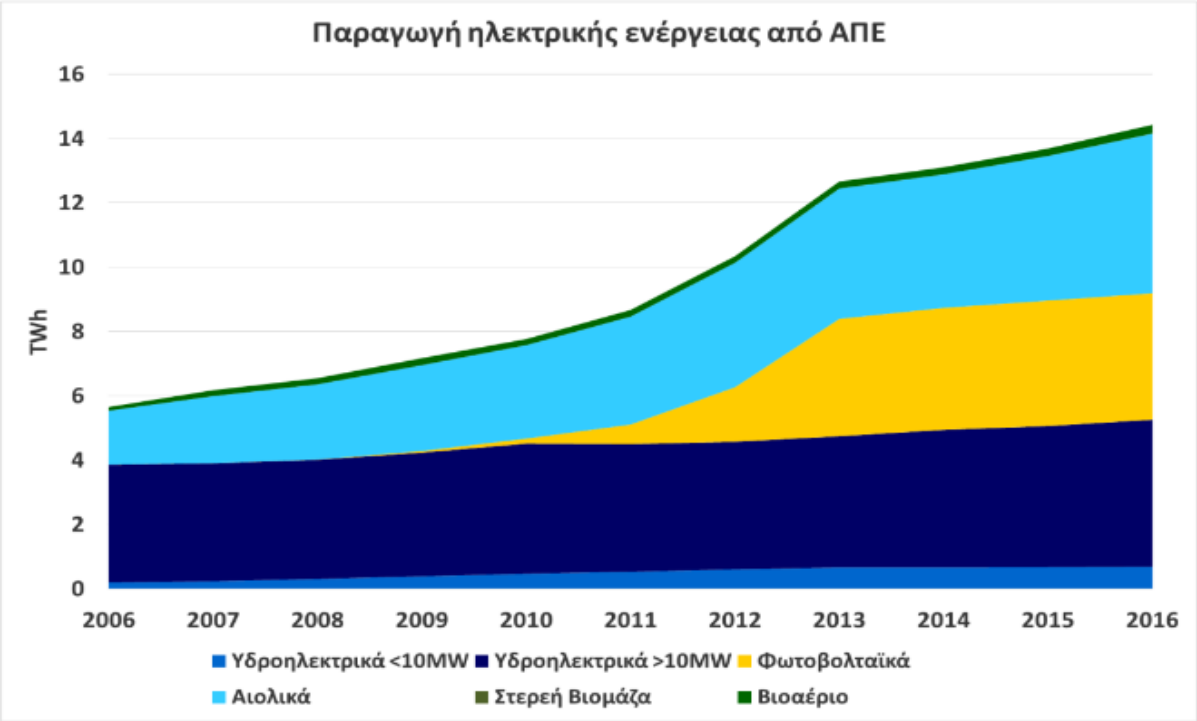
Σχήμα 9. Παγκόσμια παραγωγή ενέργειας μέσω της χρήσης ΑΠΕ
Πηγή: IRENA, 2018. Ανακτήθηκε από:
https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Mar/RE_capacity_highlights_2018.pdf?la=en&hash=21795787DA9BB41A32D2FF3A9C0702C43857B39C



Διάγραμμα 20. Ρυθμός διείσδυσης μορφών ΑΠΕ, την τελευταία πενταετία παγκοσμίως
Πηγή: IRENA, 2018

Όσον αφορά στην Ελλάδα, το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2016 διαμορφώθηκε σε 23,8%, παρουσιάζοντας εντυπωσιακή άνοδο σε σχέση με το έτος 2006 όπου το αντίστοιχο μερίδιο κυμαινόταν στο 9%. Η ηλεκτροπαραγωγή από τα αιολικά πάρκα αντιστοιχεί σε πάνω από 35% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής μέσω των ΑΠΕ στην Ελληνική επικράτεια, ακολουθεί η ηλεκτροπαραγωγή από τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα και έπεται αυτή των φωτοβολταϊκών με μερίδιο κοντά στο

27%. Η ηλεκτροπαραγωγή από όλες τις υπόλοιπες τεχνολογίες ΑΠΕ, ανέρχεται αθροιστικά κατά μέσο όρο περίπου στο 5% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής των ΑΠΕ[108].



Σχήμα 10. Ηλεκτροπαραγωγή ανά κατηγορία ΑΠΕ στην Ελληνική επικράτεια
Πηγή: ΥΠΕΝ, ΕΣΕΚ 2018

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρούνται ιδιαίτερα φιλικές προς το περιβάλλον επειδή γενικά δεν αποδεσμεύουν κατά τη χρήση τους υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά απόβλητα, ενώ απαντούν και σε δύο σημαντικές επιταγές γενικών χαρακτηριστικών: α) εγγράφονται στον οικολογικό κύκλο επειδή διαρκώς ανανεώνονται και εξοικονομούν φυσικούς πόρους και β) γίνονται αποδεκτές από τις τοπικές κοινωνικές μονάδες[109], αν και ως προς το τελευταίο υπάρχουν κατά καιρούς ενστάσεις από διάφορες οικολογικές οργανώσεις (π.χ μερικές από αυτές θεωρούν ότι η εγκατάσταση ανεμογεννητριών υποβαθμίζει οπτικά το φυσικό τοπίο και ευθύνεται για το θάνατο σημαντικού αριθμού πουλιών και νυχτερίδων[110]).

[108] ΥΠΕΝ, 2018. «Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα», Σχέδιο προς διαβούλευση, Νοέμβριος 2018

[109] Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ε., 2017. «Βιοκλιματικός σχεδιασμός-2η έκδοση» Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ. 32,33

[110] WWF, 2010, ανακτήθηκε από: http://www.wwf.gr/blog/1522-ta-arpaktika-poylia-kai-ta-aiolika-parka-sti-thraki

2.8.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που έχουν πρακτικά τοπική εφαρμογή στα κτίρια είναι κυρίως η ηλιακή και η γεωθερμική, σε αρκετά μικρότερο βαθμό η χρήση βιομάζας, ενώ η χρήση της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε συμβατικά κτίρια δε συνηθίζεται, αλλά περιορίζεται συνήθως σε συστήματα κλίμακας οικισμού ή σε περιπτώσεις ειδικών κτιρίων.

Εικόνα 17. Εφαρμογές εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας σε κτίρια. Αριστερά, το κτίριο του Παγκόσμιου Κέντρου εμπορίου στο Μπαχρέιν και δεξιά το κτίριο Strata SE1 στο Λονδίνο
Πηγή: ΚΑΠΕ

2.8.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στα κτίρια γίνεται μέσω των εγκατεστημένων σε αυτά ηλιακών συστημάτων. Τα ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε παθητικά και ενεργητικά. Κι ενώ τα παθητικά ηλιακά συστήματα (υαλοστάσια, ηλιακοί τοίχοι μάζας, ηλιακά αίθρια κλπ) αποτελούν αντικείμενο του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι αυτά που έρχονται στο μυαλό των περισσότερων, όσον αφορά στις ανανεώσιμες πηγές

ενέργειας. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες και τα φωτοβολταϊκά πανέλα.

Ηλιακοί συλλέκτες

Η πιο διαδεδομένη χρήση ηλιακών συλλεκτών είναι στην κατασκευή του ηλιακού θερμοσίφωνα (ΗΘ). Ένα τυπικό σύστημα (ΗΘ) αποτελείται από τον ηλιακό συλλέκτη ή συλλέκτες, το δοχείο αποθήκευσης νερού χρήσης και το δίκτυο των σωληνώσεων, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις επιβάλλεται η χρήση κυκλοφορητών. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης, όπου και θερμαίνει το νερό χρήσης. Η τοποθέτηση (ΗΘ) σε ένα τυπικό κτίριο κατοικίας βελτιώνει αρκετά την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, επειδή ελαχιστοποιεί την κατανάλωση ρεύματος ή την καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ). Στην Ελλάδα με τις επικρατούσες τιμές ηλιοφάνειας, η χρήση (ΗΘ) καλύπτει το 80% περίπου των ετήσιων αναγκών σε ΖΝΧ μιας οικογένειας (ΚΑΠΕ). Σε περιπτώσεις κτιρίων που απαιτείται η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ΖΝΧ, όπως σε ξενοδοχεία, νοσοκομεία, γυμναστήρια κλπ, η χρήση ηλιακών συλλεκτών επιβάλλεται, μιας και οδηγεί σε πολύ μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Σε ένα τυπικό διαμέρισμα πολυκατοικίας (3 ατόμων και, 80 τ.μ) η ετήσια εξοικονόμηση σύμφωνα με το επίσημο υπολογιστικό πρόγραμμα του ΤΕΕ, ανέρχεται σε περίπου 1.500 kWh ενέργειας με αντίστοιχη μείωση των εκπομπών CO_2 κατά 1.480 kg.

Ηλιακοί συλλέκτες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση του νερού της πισίνας κολυμβητηρίων, ξενοδοχείων ή και κτιρίων κατοικιών προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας ή ακόμη και για την παραγωγή του ζεστού νερού για τη θέρμανση του κτιρίου.

Φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β)

Τα Φ/Β συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πανέλο ή αλλιώς την ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται.

Στην περίπτωση των κτιρίων οι Φ/Β συστοιχίες είναι στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων τοποθετημένες στο δώμα ή στη στέγη, ενώ το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται είτε διοχετεύεται απ' ευθείας στο δίκτυο διανομής ενέργειας, είτε χρησιμοποιείται για την μερική ή και για την πλήρη κάλυψη των ηλεκτρικών ενεργειακών αναγκών τους. Εφόσον

απαιτηθεί η ηλεκτρική αυτονομία της κτιριακής εγκατάστασης, η μη σύνδεσης της δηλαδή με δίκτυο παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας, επιβάλλεται η χρησιμοποίηση συστοιχίας μπαταριών για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας και τη μελλοντική χρήση της.

Εικόνα 18. Παραδείγματα ενσωμάτωσης Φ/Β σε κτίρια

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να βελτιώσουν εντυπωσιακά την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, εφόσον όμως η ηλεκτρική ενέργεια που θα παραχθεί από αυτά χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη μέρους ή του συνόλου των ηλεκτρικών του αναγκών, με ή χωρίς συμψηφισμό (NET METERING). Είναι προφανές ότι στην περίπτωση που τοποθετηθεί στο κτίριο Φ/Β σύστημα το οποίο διοχετεύει το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα αποκλειστικά στο δίκτυο διανομής, κάτι που ισχύει για την πλειοψηφία των Φ/Β που έχουν τοποθετηθεί στην Ελλάδα τα προυγούμενα χρόνια[111], η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου δεν βελτιώνεται. Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ (2013), η μέση ετήσια κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό για τη χρονική περίοδο 2011 -2012, ήταν 3.750kWh$_e$. Δεδομένου ότι 1kWp εγκατεστημένου φωτοβολταϊκού συστήματος στην Ελλάδα, παράγει περίπου 1.400 - 1.500 kWh$_e$/έτος, 2,6 kWp εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών πανέλων στο κτίριο, θεωρητικά επαρκούν για την πλήρη κάλυψη[112] των ετήσιων ηλεκτρικών αναγκών μιας οικογένειας. Στην πράξη, θεωρούμε ότι μια ρεαλιστική προσέγγιση της μέσης ηλεκτρικής κατανάλωσης μιας τριμελούς οικογένειας της μεσαίας τάξης σε ένα αστικό κέντρο, κυμαίνεται σήμερα σε περίπου 5.500 - 6.000 kWh$_e$/έτος, κάτι που σημαίνει ότι μια Φ/Β εγκατεστημένης ισχύος 4kWp περίπου, αρκεί για την κάλυψη των ετήσιων αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια.

[111] Εδώ και μερικά χρόνια είναι υποχρεωτική η σύνδεση τηε φωτοβολταϊκής εγκατάστασης ενός κτιρίου, μέσω του συστήματος ενεργειακού συμψηφισμού (NET METERING)

[112] Με τον όρο πλήρη κάλυψη νοείται ο κατά 100% ετήσιος ενεργειακός συμψηφισμός της κατανάλωσης που αναγράφεται στους λογαριαμούς του παρόχου της ηλεκτρικής ενέργειας κι όχι η ηλεκτρική αυτονόμηση της εγκατάστασης.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα κτιριακού συγκροτήματος στη χώρα μας το οποίο χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον ήλιο για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών του αναγκών, είναι το Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος (ΚΠΙΣΝ). Στο κτίριο της όπερας έχει τοποθετηθεί «ενεργειακό» στέγαστρο διαστάσεων 100 m x 100 m, το οποίο καλύπτεται εξ ολοκλήρου από Φ/Β πανέλα, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ίση με 2 GWhe ετησίως. Το ΚΠΙΣΝ κατέκτησε την πλατινένια Πιστοποίηση LEED ως Πράσινο Κτίριο, η οποία είναι η υψηλότερη δυνατή διάκριση για περιβαλλοντικά και βιώσιμα κτίρια και αποτελεί την πρώτη διάκριση αυτού του είδους για πολιτιστικό έργο τέτοιας κλίμακας στην Ελλάδα και την Ευρώπη[113].

Εικόνα 19. Ενεργειακό στέγαστρο ΚΠΙΣΝ
Πηγή: TERNA SA

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να αποδεσμεύουν κατά την λειτουργία τους διοξείδιο του άνθρακα ή άλλους ρύπους, όμως δεν είναι συστήματα μηδενικών εκπομπών ρύπων. Στην πραγματικότητα κανένα σύστημα δεν είναι μηδενικών εκπομπών ρύπων. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή των φωτοβολταϊκών στοιχείων αλλά και του πλαισίου των πανέλων, στην ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή των μεταλλικών βάσεων στήριξης τους και τέλος στην ενέργεια που δαπανάται για τη μεταφορά τους από τον τόπο της παραγωγής, σε αυτόν της τοποθέτησης. Σύμφωνα με πρόσφατο δημοσίευμα[114], οι εκπομπές ενός φωτοβολταϊκού συστήματος κυμαίνονται από 20 έως 40 grCO_2/kWhe εφόσον αυτό έχει παραχθεί εντός της ΕΕ, και σε μέχρι και 80 grCO_2/kWhe εφόσον έχει παραχθεί σε χώρα που το

[113]Πληροφορίες από τον επίσημο ιστότοπο του ΚΠΙΣΝ.Ανακτήθηκε από:https://www.snfcc.org/construction/leed/

[114] Imperial College of London, 2014, Δημοσίευση με τίτλο «Solar power for CO2 mitigation»,σελ.10. Ανακτήθηκε από:https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/Solar-power-for-CO2-mitigation

ενεργειακό της σύστημα βασίζεται στην καύση ορυκτών καυσίμων, π.χ Κίνα. Επίσης και σύμφωνα με το ίδιο δημοσίευμα, η κατασκευή των φωτοβολταϊκών κυττάρων από πυρίτιο (c-Si) που είναι και η πιο διαδεδομένη τεχνολογία παγκοσμίως, είναι σημαντικά πιο ενεργοβόρα από αυτή του τελλουριούχου καδμίου (CdTe), με αποτέλεσμα για την πρώτη να εκπέμπονται 1.500-2.500 $kgCO_2/kWp$, σε αντίθεση με τα μόλις 600 $kgCO_2/kWp$ που εκπέμπονται από τη δεύτερη.

Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα που χρήζει σοβαρής αντιμετώπισης, δεδομένου ότι η διάρκεια ζωής μιας Φ/Β εγκατάστασης κυμαίνεται σε 25 - 30 περίπου χρόνια, είναι η διαχείριση του τεράστιου όγκου των Φ/Β πανέλων. Λαμβάνοντας υπ΄όψη ότι α) η εγκατεστημένη ισχύς των Φ/Β για το 2017 ανερχόταν σε περίπου 397GW παγκοσμίως, β) η απόδοση ενός Φ/Β πανέλου τελευταίας τεχνολογίας, εμβαδού 1,65 τ.μ ανέρχεται σύμφωνα με την American Physics Society σε 320W και επομένως απαιτούνται περίπου 5 τ.μ Φ/Β πανέλων για εγκατεστημένη ισχύ Φ/Β συστήματος ίση 1 kWp και γ) τα Φ/Β πανέλα των προηγούμενων γενεών απαιτούσαν επιφάνεια 8 - 12 τ.μ[115] προκειμένου να παραχθεί η ισχύς του 1kWp, προκύπτει μια ποσότητα ήδη εγκατεστημένων Φ/Β πανέλων παγκοσμίως εμβαδού μεγαλύτερου των 3 δισεκατομμυρίων τ.μ. Έρευνα[116] υπολογίζει ότι τα απόβλητα λόγω του τέλους του κύκλου ζωής των Φ/Β πανέλων θα ανέρχονται το 2050, μεταξύ 60 και 78 εκατομμυρίων τόννων. (σχήμα 11)

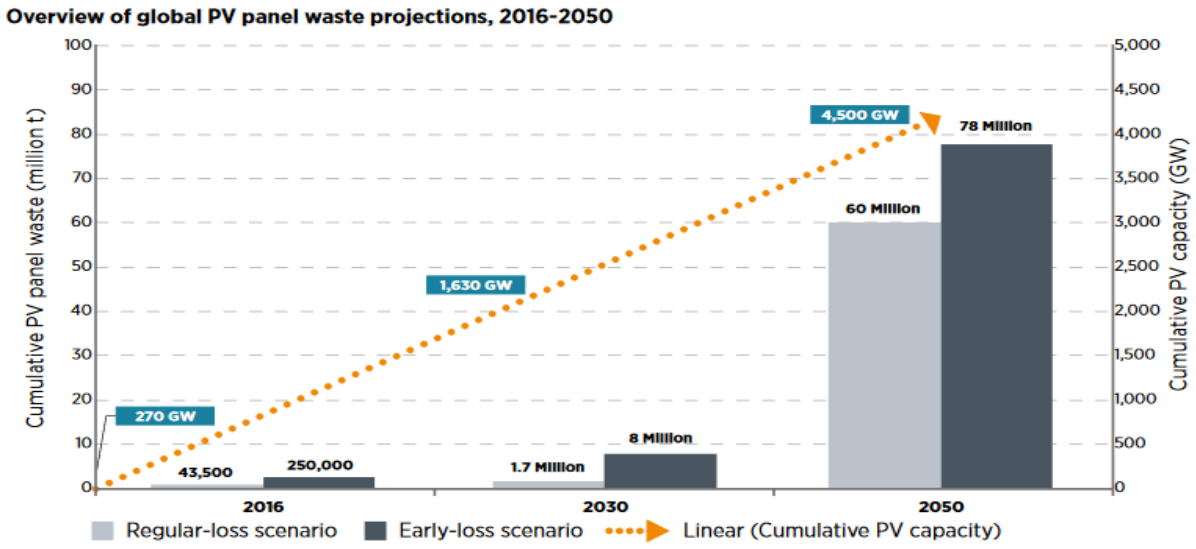
Εκτός της διαχείρισης του τεράστιου όγκου αποβλήτων των Φ/Β πανέλων, ένα ακόμη ζήτημα εντοπίζεται και στους κινδύνους για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, λόγω των επικίνδυνων ουσιών που χρησιμοποιούνται στο στάδιο της παραγωγής αλλά και που εμπεριέχονται σε αυτά. Πιο συγκεκριμένα, τα Φ/Β περιέχουν βαρέα μέταλλα, όπως μόλυβδο και κάδμιο,τα οποία είναι πολύ τοξικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η βροχή μπορεί να απελευθερώσει το 13% - 90% του μολύβδου που περιέχεται σε ένα Φ/Β πανέλο τεχνολογίας c-Si και το 7% του καδμίου που περιέχεται σε ένα πανέλο τεχνολογίας CdTe[117]. Η λύση στα παραπάνω και για να μη γυρίσει μπούμερανγκ η χρήση τους πιθανότατα να βρίσκεται στην υπεύθυνη διαχείριση-ανακύκλωση του αποσυρόμενου όγκου των Φ/Β, και στην ανάπτυξη τεχνολογιών κατασκευής μη τοξικών Φ/Β πανέλων.

---

[115] Μυλωνάς Σ, «Φωτοβολταικά συστήματα», Σεμινάριο μικρής διάρκειας ΤΕΕ, Ανακτήθηκε από: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/FWTOVOLTAIKA_MARCH_11/DAY2.pdf

[116] IRENA, 2016. «End of life management-Solar photovoltaic panels». Ανακτήθηκε από: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf

[117] Παναγιωτόπουλος Ι., 2015. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία «Μελέτη βιωσιμότητας εταιρείας ανακύκλωσης Φωτοβολταικών Συστημάτων στην Ελλάδα», Πανεπιστήμιο Πειραιώς , σελ. 55



Σχήμα 11. Εκτίμηση αποβλήτων λόγω τέλους κύκλου ζωής των Φ/Β πανέλων, σε παγκόσμια κλίμακα
Πηγή: IRENA, 2016

2.8.1.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Στο εσωτερικό της γης επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες που στον πυρήνα της υπερβαίνουν τους 5000° C. Γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της γης και είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί μια πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας για τα ανθρώπινα δεδομένα. Προχωρώντας από την επιφάνεια της γης προς τον πυρήνα παρατηρείται μια αύξηση της θερμοκρασίας σε σχέση με το βάθος, η οποία ονομάζεται γεωθερμική βαθμίδα. Κοντά στην επιφάνεια της γης η γεωθερμική βαθμίδα έχει μέση τιμή περίπου 30°C/km. Σε μερικές περιοχές, είτε λόγω ηφαιστειότητας σε πρόσφατη γεωλογική περίοδο, είτε λόγω της ανόδου ζεστού/θερμού νερού από μεγάλα βάθη μέσω ρηγμάτων, η γεωθερμική βαθμίδα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση γήινη, με αποτέλεσμα σε μικρό σχετικά βάθος να απαντώνται υδροφόροι ορίζοντες που περιέχουν νερό ή ατμό υψηλής θερμοκρασίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται γεωθερμικά πεδία και εκεί η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας είναι εξαιρετικά συμφέρουσα[118].

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν αναλόγως με τη θερμοκρασία του παραγόμενου ρευστού[119] (Tr) και περιλαμβάνουν κυρίως την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σε πεδία υψηλής Tr >150° C και μέσης ενθαλπίας 90° < Tr <150° C), αλλά και την χρήση της

[118] ΚΑΠΕ, ανακτήθηκε από: http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_geothermal.htm

[119] Με τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας των πεδίων υψηλής και μέσης ενθαλπίας, παράγεται συνήθως ζεστό ή θερμό νερό ή και ατμός.

στην παραγωγή ΖΝΧ και στον κλιματισμό των χώρων ενός κτιρίου. Η εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας στον κλιματισμό είναι αυτή που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα πλαίσια της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Σε αυτό το πλαίσιο, γεωθερμία νοείται η εκμετάλλευση της θερμοκρασίας των γεωλογικών σχηματισμών και των επιφανειακών ή υπόγειων υδάτων. Πρόκειται στην ουσία για την ανταλλαγή θερμότητας με το έδαφος, η οποία πραγματοποιείται μέσω ενός υδάτινου διαλύματος (συνήθως νερό ή μίγμα νερού/γλυκόλης). Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας για την θέρμανση - ψύξη των χώρων των κτιριακών εγκαταστάσεων, γίνεται μέσω της χρήσης της αβαθούς γεωθερμίας (πολύ χαμηλής ενθαλπίας <25°C), της επιφανειακής δηλαδή οριζόντιας ή κάθετης εντός γεωτρήσεων βάθους έως 400m[120] τοποθέτησης του γεωεναλλάκτη[121] και μιας ηλεκτρομηχανολογικής διάταξης που ονομάζεται γεωθερμική αντλία θερμότητας, η οποία μεταφέρει το ενεργειακό φορτίο από και προς τη γη. Το πλεονέκτημα της γεωθερμίας σε σχέση με τις άλλες μορφές των ΑΠΕ (αιολική, ηλιακή) είναι ότι είναι σταθερή δεν επηρεάζεται δηλαδή από τις καιρικές συνθήκες.

Εικόνα 20. Αριστερά, γεώτρηση για την τοποθέτηση των γεωεναλλακτών. Δεξιά, τοποθετημένοι γεωεναλλάκτες εντός της γεώτρησης στο Ειδικό Γυμνάσιο Άνω Λιοσίων
Πηγή: Προσωπικό αρχείο

[120] Η πιο συνηθισμένη περίπτωση εφαρμογής αβαθούς γεωθερμίας, είναι η τοποθέτηση του γεωεναλλάκτη σε βάθος έως 100μ, επειδή σε μεγαλύτερα βάθη το κόστος ανεβαίνει αρκετά.

[121] Το σύστημα σωληνώσεων εντός του οποίου μεταφέρεται το υδάτινο διάλυμα.

Η επιλογή του τύπου του συστήματος της γεωθερμίας που θα χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή την ψύξη του κτιρίου, αν δηλαδή ο γεωεναλλάκτης θα τοποθετηθεί οριζόντια ή κάθετα εντός γεωτρήσεων και αν το σύστημα θα είναι ανοικτού ή κλειστού τύπου ή ακόμη και υβριδικό[122], εξαρτάται από παράγοντες όπως: α) οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου, β) η διαθέσιμη έκταση και η υδροφορία της περιοχής και γ) οικονομικά κριτήρια.

Εικόνα 21. Αριστερά, τυπική εφαρμογή συστήματος γεωεναλλάκτη σε γεώτρηση και αντλίας θερμότητας. Δεξιά, τοποθέτηση οριζόντιου γεωεναλλάκτη σε μονοκατοικία
Πηγή: Μαμάσης Ν, Εισαγωγή στην ενεργειακή τεχνολογία, ΕΜΠ

Η γεωθερμία χρησιμοποιείται στις εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης των χώρων των διαφόρων κτιριακών εγκαταστάσεων ως μια τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας, επειδή μια γεωθερμική αντλία για τη λειτουργία της απαιτεί μικρότερα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας από μια συμβατική αντλία θερμότητας, ίδιας πάντα απόδοσης. Αυτό οφείλεται στο ότι[123]:

1. Η θερμοκρασία της γης παραμένει σταθερή ανεξαρτήτως των κλιματικών συνθηκών
2. Το έδαφος αποτελεί μη κορεσμένο αποδέκτη, αφού η θερμοχωρητικότητα του θεωρείται άπειρη.
3. Η θερμοκρασία του εδάφους στην περίπτωση της αβαθούς γεωθερμίας (περίπου 18°C), είναι πολύ κοντά στην επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου που θέλουμε να κλιματίσουμε.

[122] Συνδυασμός χρήσης γεωθερμικής και άλλης μορφής ενέργειας (π.χ χρησιμοποίηση λέβητα πετρελαίου)

[123] Ψαρράς Ν., 2007 «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - Η θέση τους στο νέο ενεργειακό τοπίο της χώρας και στην περιοχή της Θεσσαλίας» Ημερίδα ΤΕΕ - Τμ. Κεντρ. & Δυτ. Θεσσαλίας, ανακτήθηκε: http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_psarras.pdf

Έτσι ο βαθμός της εποχιακής απόδοσης[124] μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, είναι μεγαλύτερος από αυτόν μιας αντίστοιχης συμβατικής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ενέργειας που εξοικονομείται λόγω της χρήσης της γεωθερμίας για τον κλιματισμό ενός κτιρίου, είναι η μελέτη[125] των J.D Spitler, L.H.Southard, του Oklahoma State University και του Xiaobing Liu του Oak Ridge National Laboratory, η οποία εκπονήθηκε με τη συνεργασία της ASHRAE, χρηματοδοτήθηκε από τη GEO[126] και το τελικό αποτέλεσμα της δημοσιεύτηκε στην ASHRAE journal.

Το αντικείμενο της παραπάνω μελέτης αφορούσε στην ενεργειακή σύγκριση των δύο συστημάτων κλιματισμού του κτιρίου των κεντρικών γραφείων της ASHRAE, στην Ατλάντα των ΗΠΑ. Στα πλαίσια της ριζικής ανακαίνισης και για την εξυπηρέτηση των ενεργειακών αναγκών σε ψύξη - θέρμανση των χώρων του 1^{ου} ορόφου του κτιρίου, εγκαταστάθηκε ένα σύστημα κλιματισμού με συμβατικές (αερόψυκτες) αντλίες θερμότητας τύπου VRF, ενώ για τον ίδιο λόγο στον 2^{ο} όροφο του κτιρίου προτιμήθηκε η χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (GSHP). Η μελέτη αυτή η οποία διήρκησε 2 χρόνια, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι λόγω των θερμοδυναμικών πλεονεκτημάτων αποβολής θερμότητας ή εξαγωγής θερμότητας από το έδαφος και όχι από τον αέρα, το σύστημα των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας έχει καλύτερη λειτουργική αποτελεσματικότητα, ιδιαίτερα όταν ο καιρός είναι ιδιαίτερα κρύος το χειμώνα και ζεστός το καλοκαίρι.

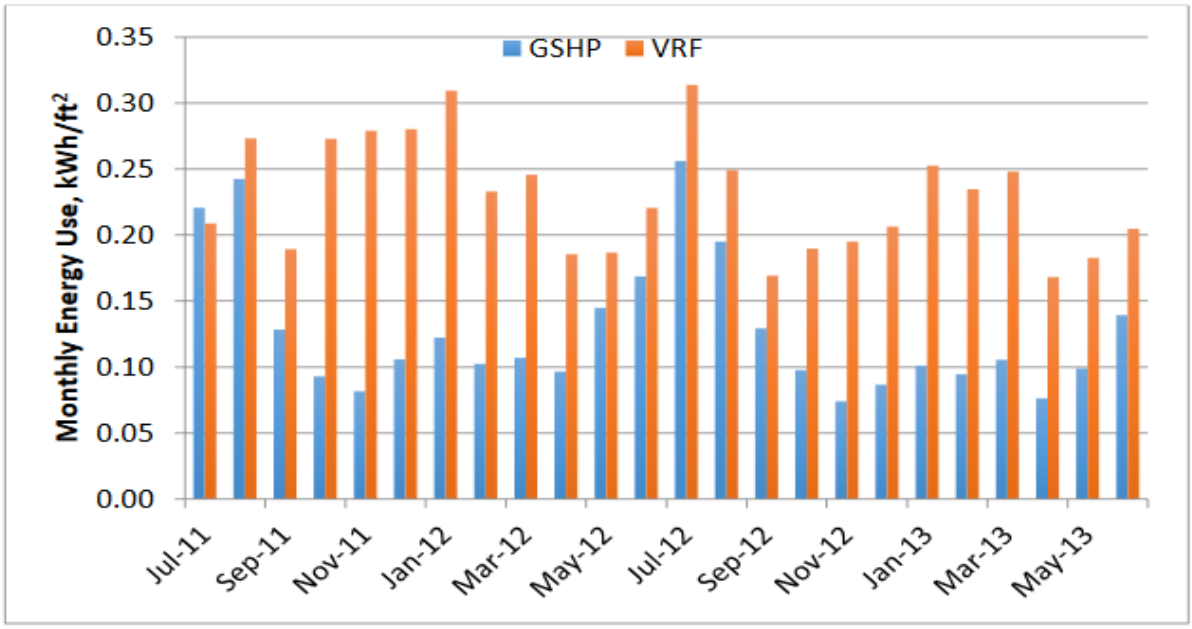
Αναλυτικότερα, και κατά τη διάρκεια των δύο ετών της μελέτης, το συμβατικό σύστημα κλιματισμού (VRF), κατανάλωσε συνολικά 98% περισσότερη ενέργεια από το γεωθερμικό σύστημα (GSHP) του κτιρίου, 41% περισσότερο κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου (Μάιος - Σεπτέμβριος) και 172% περισσότερη ενέργεια κατά τη διάρκεια της χειμερινής και της ενδιάμεσης περιόδου (Οκτώβριος - Απρίλιος). Τα αποτελέσματα αυτά είναι εντυπωσιακά αν ληφθεί υπ΄ όψη ότι ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου (VRF), θεωρείται ιδιαίτερα αποδοτικό ενεργειακά.

---

[124] Ο βαθμός εποχιακής απόδοσης αντανακλά την πραγματική κατανάλωση ενέργειας μιας αντλίας θερμότητας, με βάση την ενεργειακή της απόδοση για ένα ολόκληρο έτος. Οι δείκτες SEER και SCOP, μετρούν την ετήσια κατανάλωση ενέργειας και την απόδοση της αντλίας, κατά τη συνήθη καθημερινή χρήση.

[125] Southard, L.E., X. Liu, J.D. Spitler., 2014."Performance of HVAC Systems at ASHRAE HQ – Part 1."ASHRAE Journal September 2014, 56(9):14-24

[126] The Geothermical Exchange Organization,www.geoexchange.org



Διάγραμμα 21. Σύγκριση μηνιαίας κατανάλωσης ενέργειας σε kWh ανά τετραγωνικό πόδι, για σύστημα VRF και σύστημα γεωθερμίας GSHP, κεντρικού κτιρίου γραφείων ASHRAE στην Ατλάντα
Πηγή: GEO, 2014.

Οι περισσότερες μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η χρήση της γεωθερμίας για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων των κτιρίων ή ακόμη και για την παραγωγή ΖΝΧ, οδηγεί τις περισσότερες φορές σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και επομένως σε ανάλογη μείωση των εκπομπών ενός κτιρίου. Επειδή όμως η τελική απόδοση και επομένως η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται μέσω ενός γεωθερμικού συστήματος κλιματισμού εξαρτάται άμεσα από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά του εδάφους, πρέπει κάθε φορά και λόγω του αυξημένου κόστους του σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού, να εξετάζονται και τα οικονομικά στοιχεία της επένδυσης.

2.8.1.3 ΒΙΟΜΑΖΑ

Σύμφωνα με το ΚΑΠΕ, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Μπορεί να περιλαμβάνει φυτικές ύλες είτε από φυσικά οικοσυστήματα (αυτοφυή φυτά και δάση) είτε από ενεργειακές καλλιέργειες, υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής (άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, φύκια, κτηνοτροφικά απόβλητα κλπ), υποπροϊόντα που μπορεί να προέρχονται από τη μεταποίηση των υλικών αυτών (πυρηνόξυλα, πριονίδια κλπ) καθώς και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Το βασικότερο πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του CO_2 στην ατμόσφαιρα, επειδή κατά την καύση της εκπέμπονται οι ποσότητες CO_2 που έχουν ήδη δεσμευτεί από αυτήν κατά τη δημιουργία της. Επίσης, δε μολύνει το περιβάλλον με εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO_2).

Η χρήση της βιομάζας ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας τοπικά σε ένα κτίριο περιορίζεται σχεδόν αποκλειστικά στη χρήση λεβήτων ξύλου ή πέλλετ ή άλλου παρόμοιου τύπου καυσίμου, κυρίως σε κτίρια μονοκατοικιών σε αγροτικές περιοχές και σε μικρούς οικισμούς. Στα μεγάλα αστικά κέντρα η χρήση τέτοιων συστημάτων δεν εμφανίζει ιδιαίτερη διείσδυση εξαιτίας της ανάγκης για τακτικό καθαρισμό και για συντήρηση του συστήματος και λόγω της απαίτησης της συχνής χειροκίνητης διαδικασίας τροφοδότησης του συστήματος με καύσιμο. Αντιθέτως η χρήση της βιομάζας μπορεί να παρουσιάζει ενδιαφέρον σε κεντρικό ή και περιφερειακό επίπεδο, μέσω της δημιουργίας κεντρικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή μονάδων συμπαραγωγής. Σε κάθε περίπτωση πάντως η παγκόσμια τάση στην παραγωγή ενέργειας μέσω της χρήσης ΑΠΕ, είναι η διείσδυση άλλων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική) κι όχι βιομάζας (διάγραμμα 20).

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι η χρήση της βιομάζας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών ενός κτιρίου συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών CO_2 και επομένως στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, αλλά συνήθως δε συνεισφέρει στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, αντιθέτως ενδέχεται να την επιβαρύνει. Αυτό συμβαίνει επειδή σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κατασκευαστών, ο βαθμός απόδοσης μιας εγκατάστασης καύσης βιομάζας που χρησιμοποιεί ξύλο, πυρηνόξυλο ή πέλλετ χαμηλής ποιότητας[127] (μη πιστοποιημένο) για την παραγωγή νερού θέρμανσης είναι περίπου 80%, σε αντίθεση με μια σύγχρονη εγκατάσταση καύσης πετρελαίου diesel ή φυσικού αερίου που είναι >92% και εφόσον πρόκειται για συμπυκνωτικούς λέβητες, η απόδοση του συστήματος μπορεί υπό προϋποθέσεις να ξεπεράσει το 100%[128].

[127] Τα πιστοποιημένα πέλλετ είναι μεν πιο ακριβά αλλά προσφέρουν καλύτερη θερμική απόδοση, με αποτέλεσμα ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης να πλησιάζει αυτόν των εγκαταστάσεων θέρμανσης με καύσιμο το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο

[128] Οι λέβητες συμπύκνωσης εκμεταλλεύονται την λανθάνουσα θερμότητας ατμοποίησης κατά τη συμπύκνωση του παραγόμενου υδρατμού-ο οποίος προέρχεται από το υδρογόνο του καυσίμου, την υγρασία του καυσίμου και την υγρασία του αέρα καύσης- που υπάρχει στα καυσαέρια

2.9 ΚΤΙΡΙΑ nZEB΄Η ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ανάγκη λήψης άμεσων και δραστικών μέτρων για τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη οδήγησε στην εισαγωγή μιας νέας κατηγορίας κτιρίων, αυτήν των κτιρίων της σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (ή αλλιώς κτίρια nZEB). Μέσω της Κοινοτικής Οδηγίας 2010/31/ΕΕ, η ΕΕ προωθεί δυναμικά την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια με κύριο σκοπό την κάλυψη των στόχων του 20% μείωση της κατανάλωσης ενέργειας έως το 2020, και 27% έως το 2030, αντίστοιχα[129]. Βάσει του άρθρου 2 της ανωτέρω Οδηγίας, ως κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, ορίζεται «*το κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση του οποίου η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.*»

Επιπλέον, τα κράτη - μέλη βάσει του άρθρου 9 της Οδηγίας αυτής, πρέπει να μεριμνήσουν ώστε:

α) μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 2020, όλα τα νέα[130] κτίρια να αποτελούν κτίρια nZEB και

β) μετά τις 31 Δεκεμβρίου του 2018, τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους, να αποτελούν κτίρια nZEB.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η ενέργεια που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου nZEB δεν καθορίζεται ποσοτικά από την Οδηγία 2010/31/ΕΕ, αλλά σύμφωνα με το άρθρο 9 αυτής, τα κράτη μέλη οφείλουν να καταρτίσουν εθνικά σχέδια αύξησης των κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, τα οποία μεταξύ των άλλων θα περιλαμβάνουν και τις λεπτομέρειες όσον αφορά στην πρακτική εφαρμογή των τεχνικών χρακτηριστικών των κτιρίων nZEB, που απηχεί τις εθνικές, περιφερειακές ή τοπικές συνθήκες κάθε κράτους - μέλους, περιλαμβανομένου και του αριθμητικού δείκτη της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m2 κατ΄ έτος.

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι τεχνικές προδιαγραφές αλλά και οι ενεργειακές καταναλώσεις των κτιρίων nZEB, δύναται να διαφέρουν μεταξύ των κρατών - μελών της ΕΕ και σε μερικές

[129] Σκεπτικό έκδοσης της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ

[130] Εξαιρούνται: μνημεία,κτίρια προστατευόμενα ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας, χώροι λατρείας,κτίρια που η διάρκεια της χρήσης τους δεν υπερβαίνει τα 2 έτη, μεμονωμένα κτίρια με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50 τ.μ (ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017,σελ.19)

περιπτώσεις μάλιστα αρκετά. Στην περίπτωση της Ελλάδας, για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως κτίριο με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση (nZEB) πρέπει[131]:

α) οι νέες κατοικίες και τα νέα κτίρια του τριτογενούς τομέα να κατατάσσονται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Α.

β) οι υφιστάμενες κατοικίες και τα υφιστάμενα κτίρια του τριτογενούς τομέα να κατατάσσονται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β+, ενώ για όλες τις παραπάνω κατηγορίες ο αριθμητικός δείκτης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας είναι αυτός που προκύπτει από την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ.

Πίνακας 9. Εύρος ενεργειακών καταναλώσεων σε kWh/m2 κατ' έτος, για τις ενεργειακές κατηγορίες Β μέχρι και Α+
Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

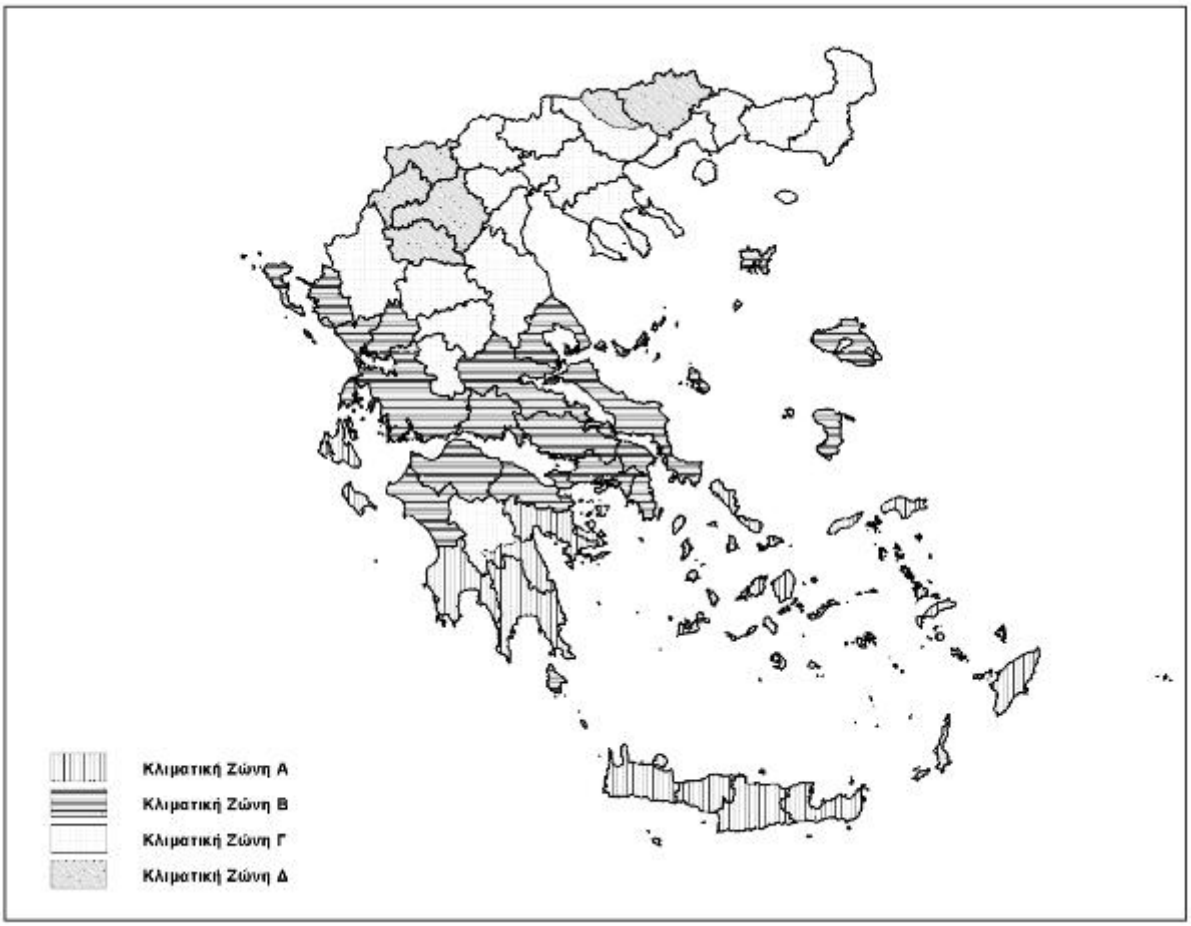
Ενεργειακή κατηγορία	Ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας κτιρίων κατοικίας ανά Κλιματική Ζώνη (kWh/m²a)			
	Α	Β	Γ	Δ
Α+	11 - 25	14 - 35	10 - 44	17 - 36
Α	18 - 56	21 - 55	26 - 74	54 – 88
Β+	32 - 81	31 - 99	45 - 125	37 - 128
Β	45 - 112	56 - 126	72 - 172	63 - 184
Ενεργειακή κατηγορία	**Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίων τριτογενούς τομέα ανά Κλιματική Ζώνη (kWh/m² a)**			
	Α	Β	Γ	Δ
Α+	12 - 77	14 - 91	52 - 69	30
Α	65 - 185	41 - 114	68 - 119	82
Β+	98 - 218	60 - 196	99 - 218	105 - 156
Β	133 - 266	115 - 245	120 - 280	149 - 218

Η πρόβλεψη για την συμμετοχή των ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα δίνεται στον Πίνακα 10, ενώ οι κλιματικές ζώνες για τη χώρα καθορίζονται στην εικόνα 22.

[131] ΥΠΕΝ, 2018. «Εθνικό σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας». Ανακτήθηκε από: https://diavgeia.gov.gr/doc/6%CE%963%CE%A54653%CE%A08-22%CE%98?inline=true

Πίνακας 10. Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα
Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

(%)	2005	2010	2015	2020
Κατοικίες	15%	17%	22%	27%
Εμπορικά	10%	14%	27%	39%
Βιομηχανικά				
Σύνολο	14%	16%	24%	30%



Εικόνα 22. Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών Ελληνικής επικράτειας
Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017

Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι ο καθορισμός των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας καθώς και της συμμετοχής των ΑΠΕ σε αυτόν, διαφέρει μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ. Για παράδειγμα στη Φιλανδία το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου δεν καθορίζεται λεπτομερώς, ενώ οι ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας των νέων και υφιστάμενων κτιρίων έχουν όπως στον πίνακα 11.

Πίνακας 11. Καθορισμός στόχου πρωτογενούς ενέργειας για κτίρια nZEB, για τη Φιλανδία
Πηγή: Τζωρτζάκη Αγγ., 2017. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία «Nearly zero energy buildings: Comparison of the targets set by the Eyropean countries and analysis of their diffusion», Πολυτεχνείο του Μιλάνο, p. 45

	Residential		Non Residential	
	New	Existing	New	Existing
	kWh/m2 per year	*kWh/m2 per year*	*kWh/m2 per year*	*kWh/m2 per year*
Primary Energy	78-115	78-115	78-115	78-115

Στην Κύπρο αντιθέτως, το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ ορίζεται στο 25% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, ενώ οι ενεργειακές καταναλώσεις των κτιρίων nZEB ορίζονται στον πίνακα 12.

Πίνακας 12. Καθορισμός στόχου πρωτογενούς ενέργειας για κτίρια nZEB, για την Κύπρο
Πηγή: Τζωρτζάκη Αγγ., 2017. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία «Nearly zero energy buildings: Comparison of the targets set by the Eyropean countries and analysis of their diffusion», Πολυτεχνείο του Μιλάνο, p.37

	Residential		Non- Residential	
	New	Existing	New	Existing
Energy	*kWh/m²* *per year*	*kWh/m²* *per year*	*kWh/m²* *per year*	*kWh/m²* *per year*
Primary Energy	100	100	125	125

Επειδή όμως και τα κτίρια nZEB καταναλώνουν έστω μειωμένα ποσά ενέργειας, το επόμενο βήμα στην εξοικονόμηση ενέργειας του κτιριακού τομέα είναι η κατασκευή κτιρίων χωρίς καθόλου κατανάλωση ενέργειας (net zero energy buildings). Αυτά τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια μικρότερη ή ίση από αυτή που παράγουν, μέσω της χρήσης ΑΠΕ.

2.9 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ - ΔΡΑΣΕΙΣ

2.9.1 ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Εξαιτίας της υποβάθμισης του περιβάλλοντος λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, η ΕΕ εδώ και μερικές δεκαετίες έχει προβεί σε μια σειρά δράσεων για τη διαμόρφωση ενός θεσμικού πλαισίου, το οποίο έχει σαν στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ελαχιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε όλους τους τομείς (κτιριακό, μεταφορές και βιομηχανία).

Ήδη από το 1991, εκδόθηκε η 91/565/ΕΟΚ[132] απόφαση του Συμβουλίου «*σχετικά με την προώθηση της αποτελεσματικής χρήσης ενέργειας στην Κοινότητα (πρόγραμμα SAVE*)». Με την απόφαση αυτή, το Συμβούλιο συνεκτιμώντας μεταξύ των άλλων ότι:

α) πρέπει να επιτευχθεί αποτελεσματική χρήση της ενέργειας, ώστε να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις από τη χρήση της στο περιβάλλον και

β) η Κοινότητα δε πρόκειται να πετύχει τους στόχους που έχουν καθορισθεί για την αποτελεσματική χρήση της ενέργειας και οι οποίοι συνίστανται στην κατά 20% πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας, εφόσον δε ληφθούν αυστηρά μέτρα, προχώρησε στη χρηματοδότηση μιας σειράς δράσεων που αφορούσαν στην αποτελεσματικότερη χρήση της ενέργειας (άρθρο 2 της απόφασης) και συγκεκριμένα: τεχνικές αξιολογήσεις για την εκτίμηση των δεδομένων που απαιτούνται για τον καθορισμό των τεχνικών προτύπων και προδιαγραφών, μέτρα στήριξης των πρωτοβουλιών των κρατών μελών για τη διεύρυνση ή τη δημιουργία υποδομών για την αποτελεσματικότερη χρήση της ενέργειας και μέτρα σχετικά με την εκτέλεση του προγράμματος για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας κατά τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε συνέχεια της απόφασης 91/565/ΕΟΚ, εκδόθηκε η Οδηγία 93/76/ΕΟΚ[133] του Συμβουλίου «*για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης».* Η Οδηγία αυτή που στο σκεπτικό της μεταξύ των άλλων αναφέρει *ότι:*

α) ο τομέας της κατοικίας και ο τριτογενής τομέας απορροφούν περίπου το 40% της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης της Κοινότητας και διευρύνονται συνεχώς, πράγμα που θα

[132] Council decision 91/565/EEC, of 29 October 1991 concerning the promotion of energy efficiency in the Community , Official Journal of the European Communities, L 307, 8.11.1991

[133] Council directive 93/76/EEC, of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emissions by improving energy efficiency , Official Journal of the European Communities, L 237, 22.9.1993

διογκώσει την κατανάλωση τους σε ενέργεια και συνεπώς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

β) *επιβάλλεται να προωθηθεί στο δημόσιο τομέα η πραγματοποίηση επενδύσεων στην εξοικονόμηση ενέργειας,* και

γ) τα κτίρια θα επηρεάσουν την μακροπρόθεσμη ενεργειακή κατανάλωση και επομένως επιβάλλεται στα νέα κτίρια να γίνεται ικανοποιητική θερμομόνωση, προσαρμοσμένη στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, αποτέλεσε στην ουσία τη βάση για τις μετέπειτα αποφάσεις και Οδηγίες της Ένωσης στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων αφού σύμφωνα με το άρθρο 1, αποσκοπεί στην επίτευξη του στόχου του περιορισμού των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα χάρη στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με την υλοποίηση προγραμμάτων στους τομείς της ενεργειακής πιστοποίησης των κτιρίων, της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων των επενδύσεων τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα, της θερμομόνωσης των κτιρίων, της περιοδικής επιθεώρησης των λεβήτων και της ενεργειακής επιθεώρησης των ενεργοβόρων επιχειρήσεων. Επιπλέον η Οδηγία αυτή ορίζει ότι:

- τα κράτη μέλη καταρτίζουν και εφαρμόζουν προγράμματα σχετικά με τη ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων (άρθρο 2)
- τα κράτη μέλη καταρτίζουν και θέτουν σε εφαρμογή προγράμματα που θα επιτρέψουν την χρηματοδότηση των επενδύσεων εκ μέρους τρίτων στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα (άρθρο 4)
- τα κράτη μέλη υποβάλλουν ανά διετία στην Επιτροπή έκθεση σχετικά με τα αποτελέσματα των μέτρων που έχουν λάβει για την εφαρμογή των προγραμμάτων της παρούσας οδηγίας (άρθρο 9)

Απόρροια της 93/76/ΕΟΚ Οδηγίας, είναι η έκδοση της 2002/91/ΕΚ[134] Οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «*για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων*». Ο στόχος της Οδηγίας είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Κοινότητας, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους / οφέλους (άρθρο 1). Η Οδηγία αναφέρεται επίσης στην θέσπιση της μεθοδολογίας καθορισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (άρθρο 3), στον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για τα νέα και τα υφιστάμενα κτίρια (άρθρο 4), στην υποχρεωτική έκδοση του

[134] Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Communities, L 1, 4.1.2003

Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), το οποίο έχει δεκαετή ισχύ κατ' ανώτατο όριο (άρθρο 7) και στην υποχρεωτική επιθεώρηση, για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, των λεβήτων (άρθρο 8) και συστημάτων κλιματισμού (άρθρο 9).

Με την 2009/28/ΕΚ[135] Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, προωθείται η χρήση ενέργειας μέσω των ΑΠΕ, θεσπίζεται ένα κοινό πλαίσιο για την προώθηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, ενώ τίθενται και υποχρεωτικοί εθνικοί στόχοι για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας.

Η Οδηγία 2010/30/ΕΕ «*για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων από τα συνδεόμενα με την ενέργεια προϊόντα μέσω της επισήμανσης και της παροχής ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με αυτά»*, μπορεί να μην αναφέρεται ευθέως στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, αλλά είναι μια σημαντική οδηγία η οποία επηρεάζει εμμέσως την ενεργειακή κατανάλωση αυτών. Στο σκεπτικό για την έκδοση της συγκεκριμένης Οδηγίας, το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκτιμάει ότι η παροχή επακριβών, εύστοχων και συγκρίσιμων πληροφοριακών στοιχείων για την ενεργειακή κατανάλωση των συνδεόμενων με την ενέργεια προϊόντων, θα επηρεάσει τις επιλογές των τελικών χρηστών υπέρ των προϊόντων που είναι λιγότερο ενεργοβόρα ή που συνδέονται έμμεσα με την κατανάλωση λιγότερης ενέργειας και ότι θα παροτρύνει την ορθολογική χρήση των προϊόντων αυτών, με σκοπό την συμβολή στην υλοποίηση του στόχου ενεργειακής απόδοσης 20% της ΕΕ. Κύριος σκοπός της παραπάνω Οδηγίας είναι οι χρήστες να επιλέγουν αποδοτικότερα ενεργειακά προϊόντα που έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας (άρθρο 1). Εξαιτίας της 2010/30/ΕΕ Οδηγίας έγινε υποχρεωτική η ενεργειακή σήμανση των προϊόντων μέσω των γνωστών ενεργειακών ετικετών.

Το βασικό όμως νομικό κείμενο που αφορά στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων είναι η Οδηγία 2010/31/ΕΕ[136] «*για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων»*, η οποία στην ουσία αποτελεί επαναδιατύπωση της 2002/91/ΕΚ Οδηγίας. Τα βασικότερα σημεία της είναι:

- η θέσπιση μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, βάσει ενός κοινού γενικού πλαισίου (άρθρο 3)

[135]Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, Official Journal of the European Union, L 140, 5.6.2009

[136]Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Union, L 153, 18.6.2010.

- ο υπολογισμός των βέλτιστων από πλευράς κόστους ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης με βάση το συγκριτικό μεθοδολογικό πλαίσιο, όπως αυτό θεσπίζεται στην Οδηγία
- η θέσπιση των συστημικών απαιτήσεων των τεχνικών συστημάτων των κτιρίων, όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση, στην ορθή εγκατάσταση, στην ρύθμιση και στον έλεγχο των συστημάτων αυτών (άρθρο 8)
- η έκδοση ΠΕΑ, στο οποίο μεταξύ των άλλων θα περιλαμβάνονται συστάσεις για τη βέλτιστη από πλευράς κόστους ή οικονομικά συμφέρουσα βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου (άρθρο 11). Στην περίπτωση επίσης που ένα ακίνητο διατίθεται προς πώληση ή ενοικίαση, απαιτείται η δήλωση του δείκτη ενεργειακής απόδοσης σε όλες τις εμπορικές του διαφημίσεις (άρθρο 12), ενώ όλα τα κτίρια ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 500 τ.μ για τα οποία έχει εκδοθεί ΠΕΑ και χρησιμοποιούνται από δημόσιες αρχές και δέχονται επισκέψεις από το κοινό, πρέπει να αναρτούν το ΠΕΑ σε περίοπτη για το κοινό θέση (άρθρο 13)
- η θέσπιση του όρου των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. Τα κράτη-μέλη οφείλουν να καταρτίσουν εθνικά σχέδια αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, μετά τις 31.12.2018 τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους πρέπει να αποτελούν κτίρια nZEB, ενώ από 31.12.2020 όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι κτίρια nZEB (άρθρο 9)
- τα κράτη μέλη οφείλουν να καθιερώσουν και θεσπίσουν την τακτική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού των κτιρίων (αρθρα 14, 15)
- τα κράτη μέλη πρέπει να μεριμνούν για τη θέσπιση ανεξαρτήτων συστημάτων ελέγχου των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης και των εκθέσεων επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού (άρθρο 18)
- τέλος, τα κράτη μέλη οφείλουν να καθορίσουν τους κανόνες σχετικά με τις κυρώσεις που επιβάλλονται για τυχόν παραβιάσεις των εθνικών διατάξεων, οι οποίες έχουν θεσπιστεί σε εκτέλεση της οδηγίας αυτής.

Την 14η Νοεμβρίου του 2012, δημοσιεύτηκε στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης η Οδηγία 2012/27/ΕΕ[137] του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου *«για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την*

[137] Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, Official Journal of the EuropeanUnion, L 315, 14.11.2012.

κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ». Στο κείμενο της Οδηγίας αυτής αναφέρεται ότι η Ένωση αντιμετωπίζει πρωτόγνωρες προκλήσεις που απορρέουν μεταξύ των άλλων από την ανάγκη περιορισμού της κλιματικής αλλαγής καθώς και ότι ο στόχος της ενεργειακής απόδοσης της Ένωσης δε βρίσκεται στο σωστό δρόμο, με συνέπεια να απαιτείται αποφασιστική δράση για την αξιοποίηση του σημαντικού δυναμικού για μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, στις μεταφορές, σε προϊόντα και διεργασίες. Αναφορά γίνεται επίσης και στην έγκριση ενός χάρτη πορείας για τη μετάβαση σε μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών το 2050, με ιδιαίτερη έμφαση στην ενεργειακή απόδοση.

Η 2012/27/ΕΕ είναι μια Οδηγία με ευρύ αντικείμενο που δεν περιορίζεται μόνο στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η Οδηγία αυτή αναφέρεται μεταξύ των άλλων και σε ζητήματα αγοράς προϊόντων υψηλής ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 6), συστημάτων μέτρησης της ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 9), πληροφοριών τιμολόγησης (άρθρο 10), ενημέρωσης του καταναλωτή για την αποδοτική χρήση της ενέργειας (άρθρο 12) καθώς και στη δημιουργία κινήτρων στους πολίτες και στους φορείς για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας (άρθρο 19). Ακόμα στο άρθρο 3 της οδηγίας καθορίζεται ο στόχος της ενεργειακής απόδοσης της ΕΕ, σύμφωνα με τον οποίο η κατανάλωση ενέργειας της Ένωσης το 2020 δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 1.474 εκατομμύρια ΤΙΠ πρωτογενούς ενέργειας ή τα 1.078 εκατομμύρια ΤΙΠ τελικής ενέργειας.

Όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, μέσω του άρθρου 4 της 2012/27/ΕΕ Οδηγίας, καθορίζεται η στρατηγική για την κινητοποίηση των επενδύσεων που αφορούν στην ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος, ενώ το άρθρο 5 αναφέρεται στον υποδειγματικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας που πρέπει να έχουν τα κτίρια που ανήκουν σε δημόσιους φορείς.

Με την 2018/844/ΕΕ[138] Οδηγία, τροποποιείται η 2010/31/ΕΕ Κοινοτική οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθώς και η οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Σκοπός της είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην ΕΕ, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες κλιματικές και τοπικές συνθήκες, ενώ στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων για την καθαρή ενέργεια, η αναθεωρημένη οδηγία συμπληρώνει τη νομοθεσία περί ενεργειακής απόδοσης. Η οδηγία (ΕΕ) 2018/844 πρέπει να καταστεί νόμος στις χώρες της

[138] Directive (EU) 2018/844/EU of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, Official Journal of the EuropeanUnion, L 156, 19.6.2018.

ΕΕ έως τις 10 Μαρτίου 2020 και απαιτεί από τις χώρες της ΕΕ να καταρτίζουν μακροπρόθεσμες στρατηγικές ανακαίνισης για την υποστήριξη της ανακαίνισης κτιρίων που προορίζονται για κατοικίες ή για άλλες χρήσεις και τη μετατροπή τους σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης και απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές κτιριακό δυναμικό έως το 2050. Οι στρατηγικές θα πρέπει να καθορίζουν έναν χάρτη πορείας με μέτρα και μετρήσιμους δείκτες προόδου ενόψει του μακροπρόθεσμου στόχου της ΕΕ για το 2050, που αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80 - 95% σε σχέση με το 1990. Επιπλέον, η αναθεωρημένη οδηγία:

- διευρύνει το πεδίο εφαρμογής του τρέχοντος καθεστώτος επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού περιλαμβάνοντας συνδυασμό συστημάτων (με εξαερισμό) και λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση των συστημάτων σε τυπικές συνθήκες λειτουργίας
- ενθαρρύνει τη χρήση τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών και τεχνολογιών έξυπνου αυτοματισμού και ελέγχου στα κτίρια
- υποστηρίζει την ανάπτυξη υποδομής για την επαναφόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων στους χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων των κτιρίων απαιτώντας την εγκατάσταση υποδομής αγωγών καλωδίωσης και σημείων επαναφόρτισης
- θεσπίζει «δείκτη ευφυούς ετοιμότητας» για την αξιολόγηση της ικανότητας προσαρμογής των κτιρίων στις ανάγκες των ενοίκων, τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους και την αλληλεπίδραση με το δίκτυο[139].

Τέλος η οδηγία 2018/2001/ΕΕ[140] του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, η οποία στην ουσία αποτελεί αναδιατύπωση της 2009/28/ΕΚ οδηγίας για την προώθηση των ΑΠΕ, θέτει έναν δεσμευτικό Ενωσιακό στόχο για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της Ένωσης το 2030.

[139] EUR- lex:Δίκαιο της ΕΕ, ανακτήθηκε από: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=legissum:en0021

[140] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources , Official Journal of the EuropeanUnion, L 328, 11.12.2018

2.9.2 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Με την εθνική νομοθεσία ενσωματώνονται στο δίκαιο της χώρας μεταξύ των άλλων και οι διάφορες Κοινοτικές οδηγίες. Ακολουθεί η αναφορά στις κυριότερες πρόσφατες αποφάσεις, νόμους και διατάγματα που αφορούν την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Με το Ν.3661/2008 (ΦΕΚ Α΄89/2008) «*Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις»,* η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Σύμφωνα με το άρθρο 3 του νόμου εγκρίνεται κατόπιν Κοινής Υπουργικής Απόφασης, ο Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Επίσης για πρώτη φορά γίνεται αναφορά στην υποχρεωτική έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (άρθρο 6), στην επιθεώρηση των λεβήτων (άρθρο 7) και των συστημάτων κλιματισμού των κτιρίων (άρθρο 8), ενώ στο άρθρο 9 ορίζεται ότι η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού διεξάγονται από ειδικευμένους και για το σκοπό αυτόν διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές.

Αμέσως μετά τη δημοσίευση του Ν.3661/2008 εκδόθηκε η ΚΥΑ Δ6/Β/14826/2008 (ΦΕΚ 1122/Β/2008) «*Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα»,* σύμφωνα με την οποία επιβάλλεται για όλα τα κτίρια του δημοσίου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα η σύνδεση, εφόσον αυτή είανι δυνατή, με το δίκτυο φυσικού αερίου (άρθρο 1), η μείωση της αέργου ισχύος των ηλεκτρικών καταναλώσεων (άρθρο 2), η προληπτική συντήρηση των κλιματιστικών εγκαταστάσεων (άρθρο 3), η αντικατάσταση όλων των φωτιστικών σωμάτων εφόσον η ενεργειακή τους κλάση είναι κατώτερη της Β (άρθρο 5), η εγκατάσταση διατάξεων αυτοματισμού (άρθρο 6), και η προμήθεια ηλεκτρικών συσκευών με ενεργειακή σήμανση Α ή με σήμανση “EnergyStar” (άρθρο 7). Επίσης σύμφωνα με το άρθρο 9 της ΚΥΑ, πρέπει για τα κτίρια που χρησιμοποιούνται από το δημόσιο και τον ευρύτερο δημόσιο τομέα, να ορίζεται τουλάχιστον ένας ενεργειακός υπεύθυνος με αρμοδιότητα την συλλογή στοιχείων για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, πετρελαίου και φυσικού αερίου, την τήρηση αρχείου ή βάσης δεδομένων για τις ενεργειακές καταναλώσεις το κτιρίου και την ετήσιας συνοπτικής έκθεσης ενεργειακής καταγραφής και ελέγχου.

Με την ΚΥΑ Δ6/Β/οικ.5825/2010 (ΦΕΚ Β΄407/2010) εγκρίθηκε ο Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και στη συνέχεια με την αριθ. οικ. 17178 (ΦΕΚ Β 1387/2010) απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, εγκρίθηκε και

ορίστηκε υποχρεωτική η εφαρμογή των ΤΟΤΕΕ 20701/2010, σύμφωνα με τις οποίες καθορίστηκαν οι αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές των παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Με το Ν.4062/2012, (ΦΕΚ 70/Α/30-03-12), ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο η οδηγία 2009/28/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Με το Ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «*Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις*», η χώρα εναρμονίστηκε με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ. Στο Ν.4122/2013 γίνεται αναφορά για πρώτη φορά στα κτίρια nZEB (άρθρο 9), ενώ καθορίζονται και οι προβλεπόμενες κυρώσεις για τις περιπτώσεις πλημελλούς άσκησης των καθηκόντων των ενεργειακών επιθεωρητών και για την παραβίαση των διατάξεων του Νόμου, που αφορούν στην έκδοση του ΠΕΑ και στην επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού (άρθρο 20).

Απόρροια του Ν.4122/2013, είναι η έγκριση του Κανονισμού ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με την υπ' αρ. ΔΕΠΕΑ/οικ. 178581 Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών, Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΦΕΚ 2367Β/2017), βάσει της οποίας εκδόθηκε η αναθεωρημένη έκδοση των ΤΟΤΕΕ 20701/2017.

Κλείνοντας το κεφάλαιο της εθνικής νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει και στον Ν.4067/2012 (ΦΕΚ 79/Α/2012), «*Νέος Οικοδομικός Κανονισμός*», και συγκεκριμένα στο άρθρο 25 αυτού όπου αναφέρεται επί λέξει:

«*1. Στην περίπτωση όπου το κτίριο κατατάσσεται σύμφωνα με την ενεργειακή του μελέτη, στις ανώτερες ενεργειακά κατηγορίες όπως αυτές κάθε φορά ορίζονται και σύμφωνα με τον ενεργειακό σχεδιασμό του απαιτείται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενεργείας μέσω συστημάτων εξοικονόμησης ενεργείας καθώς και συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενεργείας, τότε δίνεται κίνητρο αύξησης του σ.δ*[141] *κατά 5 %.*

2. Ειδική αύξηση του σ.δ. κατά 10 % προσφέρεται σε κτίρια ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης που παρουσιάζουν παράλληλα εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση. Τα κτίρια αυτά θα πρέπει να παρουσιάζουν ετήσια πρωτογενή ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό, αερισμό και ζεστό νερό χρήσης κάτω των 10 kWh/m2/έτος.»

[141] (σ.δ): συντελεστής δόμησης

2.9.3 ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Προκειμένου να μειωθεί το ποσό της καταναλισκόμενης ενέργειας λόγω των λειτουργικών αναγκών των κτιρίων κατοικιών και των κτιρίων του τριτογενούς τομέα, έχουν κατά περιόδους ανακοινωθεί και υλοποιηθεί προγράμματα τα οποία παρέχουν οικονομικά κίνητρα στους πολίτες και στους φορείς του δημοσίου, προκειμένου αυτοί να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων ιδιοκτησίας τους. Στη συνέχεια ακολουθεί μια καταγραφή των σημαντικότερων προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας στην Ελλάδα.

➢ **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ ΓΙΑ ΤΟΥΣ Ο.Τ.Α»**

Από το 2007, το Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ) σε συνεργασία με την Κεντρική Ένωση Δήμων & Κοινοτήτων Ελλάδος (ΚΕΔΚΕ), το Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΙΤΑ), σχεδίασε με τη συμβολή του (ΚΑΠΕ) το «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ» με στόχο να βοηθήσει κάθε πόλη και τοπική κοινωνία να αποτελέσει ένα κύτταρο βιώσιμης ανάπτυξης και να προωθήσει δράσεις ενεργειακής αποδοτικότητας και εξοικονόμησης ενέργειας. Ο σχεδιασμός ολοκληρώθηκε το 2009 και αμέσως εκδόθηκε η Υπουργική Απόφαση Δ6/6716/27.03.2009 *"Πρό βαθμού Τοπικής Αυτοδιοίκησης για την υποβολή προτάσεων έργων (πράξεων) στο πλαίσιο του Προγράμματος «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ»*. Οι δράσεις του Προγράμματος, συνολικού προϋπολογισμού 100.000.000€ συγχρηματοδοτούμενου 100% από το ΕΣΠΑ 2007 - 2013, εξειδικεύτηκαν και κατανεμήθηκαν σε 6 θεματικούς άξονες[142] ως εξής:

- **Άξονας 1** «Παρεμβάσεις σε υφιστάμενα δημοτικά κτίρια»
- **Άξονας 2** «Παρεμβάσεις σε κοινόχρηστους χώρους του αστικού περιβάλλοντος»
- **Άξονας 3** «Πιλοτικές παρεμβάσεις στις αστικές μεταφορές»
- **Άξονας 4** «Παρεμβάσεις σε λοιπές τεχνικές αστικές (δημοτικές) υποδομές»
- **Άξονας 5** «Δράσεις διάδοσης, δικτύωσης και ενημέρωσης»
- **Άξονας 6** «Τεχνική υποστήριξη της εφαρμογής του Προγράμματος»

Οι δράσεις του Άξονα 1, που είναι και ο σχετικός με το θέμα της εργασίας, αφορούσαν σε έργα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων όπως Δημαρχεία, κτίρια δημοτικών υπηρεσιών, πολιτιστικά κέντρα, σχολεία, κτίρια αθλητικών εγκαταστάσεων, κ.α. με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Συνοπτικά προβλέπονταν 4 δράσεις:

[142] ΚΑΠΕ, 2017. *«Αποτελέσματα και αξιολόγηση του Προγράμματος 'Εξοικονομώ' για τους ΟΤΑ»*

Δράση 1: Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους με στοχευμένες εργασίες όπως: τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης, αντικατάσταση υαλοπινάκων και κουφωμάτων, φύτευση οροφών, τοποθέτηση σκιάστρων και ειδικών επιχρισμάτων για την ηλιοπροστασία κλπ

Δράση 2: Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων θέρμανσης/ψύξης

Δράση 3: Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού

Δράση 4: Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)

Συνολικά στη διάρκεια του Προγράμματος, εκδόθηκαν 105 Αποφάσεις Ένταξης συνολικού προϋπολογισμού 82,3 εκ. €, ενώ από τις Πράξεις που συμμετείχαν στο Πρόγραμμα ολοκληρώθηκαν τελικά οι 59, με συνολικό κόστος 23.337.531,14 €. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα έργα που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο των δράσεων του Αξονα 1, της ενεργειακής δηλαδή αναβάθμισης των υφιστάμενων δημοτικών κτιρίων, καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα του προϋπολογισμού (ποσοστό 69,55%) που δαπανήθηκε για τις δράσεις του συνόλου του «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ».Ως αποτέλεσμα των δράσεων εξοικονόμησης στα κτίρια ιδιοκτησίας των Δήμων, αναμένονταν συνολική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 30% και ετήσια μείωση εκπομπών CO_2 κατά 4,97 kt, στόχος που τελικά υπερκαλύφθηκε, αφού η συνολική ετήσια μείωση των εκπομπών ανήλθε σε περίπου 5,97 kt, όπως φαίνεται στον πίνακα 13.

Πίνακας 13. Συγκεντρωτικά οικονομικά και τεχνικά στοιχεία (κόστος, μείωση CO_2 και Εξοικονόμησης ενέργειας) των παρεμβάσεων του Άξονα 1, του προγράμματος «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΤΑ»
Πηγή: ΚΑΠΕ, 2017

ΑΞΟΝΑΣ 1: ΚΤΙΡΙΑ						
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ (€)	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ (€/m^2)	ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO_2 (kg)	ΕΞΕ (kWh)
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ - ΘΡΑΚΗ	2	1.365,07	137.692,87	100,87	58.613,11	193.523,20
ΑΤΤΙΚΗ	71	78.488,51	5.720.044,25	72,88	1.716.921,74	5.240.099,15
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	14	8.212,33	241.083,33	29,36	37.321,38	122.231,30
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	5	9.433,92	666.064,84	70,60	257.300,09	1.282.207,50
ΗΠΕΙΡΟΣ	4	6.728,73	607.832,45	90,33	507.835,55	1.711.587,10
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	15	19.802,69	1.973.022,18	99,63	1.106.458,43	3.245.584,10
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	41	55.826,70	4.440.994,50	79,55	1.408.702,74	5.351.311,90
ΚΡΗΤΗ	10	10.129,75	749.071,86	73,95	170.154,02	515.674,20
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	7	5.091,75	591.003,46	116,07	104.289,57	237.949,80
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	19	14.918,55	871.973,49	58,45	346.839,63	1.241.386,20
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	3	5.311,25	232.749,39	43,82	254.393,79	885.275,60
ΣΥΝΟΛΟ	191	215.309,25	16.231.532,62	75,39	5.968.830,04	20.026.830,05

➢ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ΄ΟΙΚΟΝ»

Με την ΚΥΑ Φ.Β1/Ε2.1/244/6/2011 (ΦΕΚ 54Β'/2011), προκηρύχθηκε το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ'οίκον», στα πλαίσια του συγχρηματοδοτούμενου προγράμματος ΕΣΠΑ 2007-2013. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα συνολικού προϋπολογισμού 396.000.000€, στην αρχική του μορφή δεν βρήκε την αναμενόμενη αποδοχή από τους πολίτες λόγω των περιορισμένων παρεχόμενων οικονομικών κινήτρων, και γι΄αυτό το λόγο αναθεωρήθηκε προς το ευνοϊκότερο με αποτέλεσμα να μην μπορούν να ικανοποιηθούν όλες οι αιτήσεις ένταξης λόγω της υπερκάλυψης του διαθέσιμου ποσού. Έτσι στο ανανεωμένο πρόγραμμα, επιλέξιμο ήταν το σύνολο των μονοκατοικιών, πολυκατοικιών και μεμονωμένων διαμερισμάτων τα οποία α) χρησιμοποιούνταν ως κύρια ή δευτερεύουσα κατοικία και βρίσκονταν σε περιοχές με τιμή ζώνης χαμηλότερης ή ίσης των 2.100 €/m2 β) η οικοδομική τους άδεια είχε εκδοθεί μέχρι 31.12.1989 και γ) είχαν καταταχθεί βάσει του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) σε κατηγορία χαμηλότερη ή ίση της Δ. Τα κίνητρα για την ένταξη στο ανανεωμένο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον», παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 14. Εισοδηματικά κριτήρια και χρηματοδοτικά κίνητρα ένταξης στο ανανεωμένο «Εξοικονόμηση κατ' οίκον»
Πηγή: ΥΠΕΚΑ

Κατηγορία Ωφελούμενων	A1	A2	B
Ατομικό Εισόδημα	Α.Ε. <=12.000€	12.000€ < Α.Ε. <=40.000€	40.000€ < Α.Ε. <=60.000€
Οικογενειακό Εισόδημα	Ο.Ε. <=20.000€	20.000€ < Ο.Ε. <=60.000€	60.000€ < Ο.Ε. <=80.000€
Κίνητρο	70% Επιχορήγηση 30% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)	35% Επιχορήγηση 65% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)	15% Επιχορήγηση 85% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)

Πιο συγκεκριμένα προβλέπονταν δυνατότητα λήψης 4/5/6ετούς δανείου, με ή χωρίς εγγυητή, χωρίς προσημείωση ακινήτου, δυνατότητα άμεσης αποπληρωμής του δανείου χωρίς επιβαρύνσεις, καθώς και εξόφληση των προμηθευτών - αναδόχων μέσω της τράπεζας χωρίς την εμπλοκή του πολίτη, ενώ για την ένταξη στο πρόγραμμα ήταν απαραίτητη η διενέργεια δύο ενεργειακών επιθεωρήσεων (πριν και μετά τις παρεμβάσεις), το κόστος των οποίων καλυπτόταν κατά 100% , μετά την επιτυχή υλοποίηση του έργου.

Η εξοικονόμηση που θα επιτυγχάνονταν μέσω των επιλέξιμων παρεμβάσεων στο κτίριο/διαμέρισμα, έπρεπε να αντιστοιχεί στην αναβάθμιση του κτιρίου/διαμερίσματος μιας

τουλάχιστον ενεργειακής κατηγορίας ή στο 30% της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου αναφοράς. Οι παρεμβάσεις αυτές αφορούσαν σε:

1. Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου συμπεριλαμβανομένου του δώματος/ στέγης και της πυλωτής (συμπεριλαμβάνονται πρόσθετες εργασίες όπως αποξηλώσεις και αποκομιδή, επεμβάσεις στη στέγη πχ. αντικατάσταση κεραμιδιών, κτλ)
2. Αντικατάσταση κουφωμάτων και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης (συμπ. εξώπορτα κτηρίου, κουφώματα κλιμακοστασίου, παντζούρια, ρολά, τέντες, κτλ)
3. Αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού χρήσης (αντικατάσταση εξοπλισμού του λεβητοστασίου και του δικτύου διανομής, τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα, συστήματα ελέγχου και αυτονομίας θέρμανσης κτλ)

Ο μέγιστος επιλέξιμος προϋπολογισμός των παρεμβάσεων, συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α. δεν μπορούσε να υπερβαίνει τα 15.000€ ανά ιδιοκτησία, ενώ πολύ σημαντικό ήταν το γεγονός ότι για την υλοποίηση των παρεμβάσεων δεν απαιτούνταν αδειοδότηση, ούτε καν έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, εκτός πολύ ειδικών περιπτώσεων.

- **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «Αλλάζω ΚΛΙΜΑτιστικό»**

Στις 05 Ιουνίου 2009, ξεκίνησε η δράση με την ονομασία «*Αλλάζω ΚΛΙΜΑτιστικό*», της Ειδικής Υπηρεσίας Συντονισμού και Εφαρμογής Δράσεων στους τομείς Ενέργειας, Φυσικού Πλούτου, Μεταποίησης και ΣΥ (ΕΥΣΕΔ ΕΝ/Β) του Υπουργείου Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ). Στόχος της δράσης ήταν η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και η μείωση των εκπομπών ρύπων (κυρίως CO_2) κατά την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω της χρήσης ενεργειακά αποδοτικότερων κλιματιστικών συσκευών στον οικιακό τομέα, συμβάλλοντας έτσι στην κάλυψη των απαιτήσεων που απορρέουν από το Πρωτόκολλο του Κιότο για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον μέσω της ανακύκλωσης των αποσυρόμενων συσκευών, επιτυγχανόταν η μείωση της ποσότητας των αποβλήτων προς τελική διάθεση και η αξιοποίηση / επαναχρησιμοποίηση μέρους αυτών, με τελικό όφελος την προστασία του περιβάλλοντος (ΥΠΑΝ,2009).

Μέσω του Προγράμματος «*Αλλάζω ΚΛΙΜΑτιστικό*», κάθε καταναλωτής μπορούσε να αποσύρει έως και δύο κλιματιστικές συσκευές παλαιάς τεχνολογίας, αγοράζοντας νέες, τεχνολογίας inverter και υψηλής ενεργειακής απόδοσης, από οποιοδήποτε κατάστημα συμμετείχε στη δράση αυτή, με επιδότηση 35% (με ανώτατο όριο επιδότησης 500€) της αξίας της συσκευής. Σύμφωνα με ανακοίνωση[143] του ΥΠΑΝ,η συμμετοχή των πολιτών ήταν τόσο μεγάλη που ενώ

[143] Διαθέσιμη στο: http://epan2.antagonistikotita.gr/uploads/DT_allazw_klima.doc

αρχικά η συνολική δαπάνη του Προγράμματος ήταν 15 εκ. €, τελικά έφτασε περίπου τα 40 εκ.€ ενώ και ο στόχος για την ενεργειακή εξοικονόμηση υπερκαλύφθηκε αφού λίγο πριν ολοκληρωθεί το Πρόγραμμα, υπολογίστηκε ότι η εξοικονόμηση ανέρχονταν σε 41,6 GWh/έτος όταν ο αρχικός σχεδιασμός ήταν 16,96 GWh/έτος και η μείωση των εκπομπών CO_2 έφτασε τους 36,6 kt/έτος, με αρχικό σχεδιασμό τη μείωση τους κατά 14,9 kt/έτος.

- **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ΄ΟΙΚΟΝ ΙΙ»**

Σε συνέχεια του προγράμματος «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον» της προγραμματικής περιόδου 2007-2013 που είχε σαν αποτέλεσμα την ενεργειακή αναβάθμιση πλέον των 60.000 κατοικιών, σχεδιάστηκε το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον ΙΙ». Για το λόγο αυτό δημοσιεύθηκε η ΚΥΑ 171563/131/2018 (ΦΕΚ 756/Β/2018) με την οποία προκηρύχθηκε το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον ΙΙ[144]», το οποίο θα υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος ΕΣΠΑ 2014 – 2020 και είναι ακόμη σε ισχύ.

Το πρόγραμμα απευθύνεται σε φυσικά πρόσωπα και συνίσταται στην παροχή κινήτρων για παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό κτηριακό τομέα με στόχο την μείωση των ενεργειακών αναγκών, ενώ αφορά σε κτίρια που διαθέτουν οικοδομική άδεια ή άλλο νομιμοποιητικό έγγραφο, έχουν καταταχθεί μέσω ΠΕΑ το οποίο έχει εκδοθεί μετά την 26.11.2017 στην ενεργειακή κατηγορία Δ ή χαμηλότερη, χρησιμοποιούνται ως κύρια κατοικία και των οποίων οι ιδιοκτήτες πληρούν συγκεκριμένα εισοδηματικά κριτήρια. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση που έχει γίνει υπαγωγή μιας κατοικίας

» της προγραμματικής περιόδου 2007 - 2013 και το έργο είναι ολοκληρωμένο, δεν μπορεί να υποβληθεί αίτηση για την εν λόγω κατοικία στο νέο Πρόγραμμα.

[144] ΥΠΕΝ, Οδηγός εφαρμογής προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ'οίκον ΙΙ», Ιούνιος 2018

Πίνακας 15. Εισοδηματικά κριτήρια και χρηματοδοτικά κίνητρα για την ένταξη στο «Εξοικονόμηση κατ' οίκον ΙΙ»
Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

Κατη-γορία	Ατομικό «Εισόδημα επιβολής εισφοράς αλληλεγγύης»	Οικογενειακό «Εισόδημα επιβολής εισφοράς αλληλεγγύης»	Βασικό Ποσοστό Επιχορήγησης	Αύξηση Επιχορήγησης ανά εξαρτώμενο τέκνο	Μέγιστο Ποσοστό Επιχορήγησης
1	Έως 10.000	Έως 20.000	60%	5%	70%
2	> 10.000 έως 15.000	> 20.000 έως 25.000	50%	5%	70%
3	> 15.000 έως 20.000	> 25.000 έως 30.000	40%	5%	70%
4	> 20.000 έως 25.000	> 30.000 έως 35.000	35%	5%	70%
5	> 25.000 έως 30.000	> 35.000 έως 40.000	30%	5%	50%
6	> 30.000 έως 35.000	> 40.000 έως 45.000	25%	5%	50%
7	> 35.000 έως 40.000	> 45.000 έως 50.000	0%	0%	0%

Το επιτόκιο της δανειακής σύμβασης ανέρχεται σε 4,00% και είναι επιδοτούμενο σε ποσοστό 100% για όλη τη διάρκεια (4/5/6 έτη) του δανείου, ενώ οι απαιτήσεις που θέτονται ως προς την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι αυξημένες σε σχέση με το πρώτο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον». Πιο συγκεκριμένα, για τις εισοδηματικές κατηγορίες 1 και 2 απαιτείται η κάλυψη των ελάχιστων απαιτήσεων του ΚΕΝΑΚ για κάθε παρέμβαση που υλοποιείται και επίτευξη ετήσιας εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας μεγαλύτερης από το 40% της κατανάλωσης (kWh/m2) του κτιρίου αναφοράς (προ παρεμβάσεων), ενώ για τις εισοδηματικές κατηγορίες 3 έως 7, απαιτείται η κάλυψη των ελάχιστων απαιτήσεων του ΚΕΝΑΚ για κάθε παρέμβαση που υλοποιείται και επίτευξη ετήσιας εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας μεγαλύτερης από το 70% της κατανάλωσης (kWh/m2) του κτιρίου αναφοράς (προ παρεμβάσεων).

Τέλος, οι παρεμβάσεις που επιδοτούνται είναι γενικά παρόμοιες με αυτές του πρώτου «Εξοικονόμηση κατ΄οίκον», ενώ ο επιλέξιμος προϋπολογισμός παρεμβάσεων ανά αίτηση ωφελούμενου δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 250 € ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας κύριας χρήσης της κατοικίας, με μέγιστο κόστος παρεμβάσεων ανά μονοκατοικία/διαμέρισμα τις 25.000 €, συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ **3**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό μέσω του προγράμματος του ΤΕΕ διενεργείται ενεργειακή επιθεώρηση σε μία κτιριακή εγκατάσταση του τριτογενούς τομέα και σε ένα διαμέρισμα πολυκατοικίας. Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του κτιριακού αποθέματος της χώρας αποτελείται από κτίρια κατασκευής προ του 1980. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν για τη διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων, δύο κτίρια κατασκευασμένα τη δεκαετία του 1970.

Πιο συγκεκριμένα, ενεργειακή επιθεώρηση πραγματοποιείται στο ενιαίο σχολικό συγκρότημα του 2ου «Ομήρειου» Γυμνασίου-Λυκείου και του 3ου «Κεντρικού» Γυμνασίου - Λυκείου Ν.Σμύρνης και σε ένα τυπικό διαμέρισμα πολυκατοικίας στην Αττική. Μέσω αυτών των ενεργειακών επιθεωρήσεων θα εκτιμηθούν η ενεργειακή κατανάλωση και οι εκπομπές CO_2 των εξεταζόμενων κτιρίων και στη συνέχεια θα προταθούν τρόποι βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης τους.

3.2 2ο «ΟΜΗΡΕΙΟ» ΓΥΜΝΑΣΙΟ - ΛΥΚΕΙΟ & 3ο «ΚΕΝΤΡΙΚΟ» ΓΥΜΝΑΣΙΟ-ΛΥΚΕΙΟ Ν.ΣΜΥΡΝΗΣ

Το ενιαίο κτιριακό σχολικό συγκρότημα που στεγάζει το 2ο «Ομήρειο» Γυμνάσιο-Λύκειο και το 3ο «Κεντρικό» Γυμνάσιο-Λύκειο Ν.Σμύρνης, βρίσκεται επί των οδών Νικομηδείας και Τραπεζούντος και είναι κτισμένο εντός οικοπέδου εμβαδού 8.916,78 τ.μ ιδιοκτησίας του ομώνυμου Δήμου, ενώ γειτνιάζει ΝΑ με το όμορο οικόπεδο του Δημοτικού κολυμβητηρίου.

Η ονομασία του 2ου Γυμνασίου-Λυκείου δόθηκε σε ανάμνηση του σπουδαίου «Ομήρειου» παρθεναγωγείου της Σμύρνης, ενώ το σύνολο του σχολικού συγκροτήματος είναι κατασκευής πιθανότατα του 1970, μιας και τα εγκαίνια του έγιναν τον Ιούνιο του 1971[145]. Το κτιριακό περίγραμμα του σχολικού συγκροτήματος έχει τη μορφή Π, με προσθήκη ισογείου κτιρίου (αίθουσας πολλαπλών χρήσεων) στο ΒΑ τμήμα αυτού και με ακόμη μία προσθήκη τετραόροφου κτιρίου αιθουσών διδασκαλίας και γραφείων καθηγητών, στο ΝΑ του τμήμα. Το σχολικό συγκρότημα αναπτύσσεται σε 4 επίπεδα και η συνολική δόμηση του ανέρχεται σε περίπου 4.000 τ.μ. Στο 1ο επίπεδο (ισόγειο) βρίσκεται η αίθουσα πολλαπλών χρήσεων, το

[145] Μπελίτσος Θ., 2011. «Από τη Σμύρνη στη Νέα Σμύρνη» .Έκδοση Γ' , 2ο Γυμνάσιο Ν.Σμύρνης

χημείο, το κυλικείο, αποθήκες και το λεβητοστάσιο, ενώ στα υπόλοιπα τρία επίπεδα βρίσκονται οι χώροι διδασκαλίας, τα γραφεία των καθηγητών και τα συγκροτήματα των WC.

Εικόνα 23. Γενική κάτοψη εξεταζόμενου σχολικού συγκροτήματος. Με το μπλε περίγραμμα το κυρίως κτίριο και με κόκκινο οι προσθήκες
Πηγή: google maps

Εικόνα 24. ΝΔ (αριστερά) και ΒΔ (δεξιά) όψη σχολικού συγκροτήματος
Πηγή:προσωπικό αρχείο

Εικόνα 25. Εσωτερικές όψεις σχολικού συγκροτήματος
Πηγή:Προσωπικό αρχείο

Το κέλυφος του συγκροτήματος δε φέρει μόνωση, ενώ ο Δήμος Ν.Σμύρνης σχετικά πρόσφατα προχώρησε στην αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων των κουφωμάτων του συγκροτήματος, με διπλούς υαλοπίνακες, κάτι που βελτίωσε αρκετά την ενεργειακή απόδοση του.Οι θερμικές ανάγκες του συγκροτήματος καλύπτονται μέσω δύο λεβήτων με καυστήρες ελαφρώς ακάθαρτου πετρελαίου diesel και δικτύου θερμαντικών σωμάτων,ενώ η πλειοψηφία των φωτιστικών σωμάτων των αιθουσών διδασκαλίας και των γραφείων καθηγητών φέρει λαμπτήρες φθορισμού τύπου Τ8 με στραγγαλιστικά πηνία (ballast).

Στην επόμενη σελίδα παραθέτεται το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του σχολικού συγκροτήματος.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Αρ. Πρωτ.:

ΧΡΗΣΗ:
Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Κτίριο ☑ **Τμήμα κτιρίου** ☐
Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου)
Κλιματική Ζώνη: Β
Διεύθυνση: Νικομήδειας & Τραπεζούντος
Τ.Κ. 17124
Πόλη: Ν. ΣΜΥΡΝΗ
Έτος κατασκευής: 1970.
Συνολική επιφάνεια (m^2): 3922.475
Όνομα ιδιοκτήτη: 2ο-3ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ – ΛΥΚΕΙΟ Ν. ΣΜΥΡΝΗΣ

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m^2*έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_R < EP ≤ 0.50 R_R	
B+ 0.50 R_R < EP ≤ 0.75 R_R	
B 0.75 R_R < EP ≤ 1.00 R_R	
Γ 1.00 R_R < EP ≤ 1.41 R_R	
Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R	162.46
E 1.82 R_R < EP ≤ 2.27 R_R	
Z 2.27 R_R < EP ≤ 2.73 R_R	
H 2.73 R_R < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m_^{2}]: 97.02

Δ

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m_^{2}]: 162.46

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 [$KgCO_2/m^2$] 49.10

Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO_2	**Θερμική άνεση** ☑
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm^3]: _____	**Οπτική άνεση** ☑
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενο'υς ενέργειας [kWh/m^2]: _____	**Ακουστική άνεση** ☑
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg/m^2]: _____	**Ποιότητα αέρα** ☑

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Αρ. Πρωτ.:

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση ☐ Ψύξη ☑ Αερισμός ☐ Φωτισμός ☑ Συσκευές ☐ ΖΝΧ ☐	37.67
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση ☑ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	62.33
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	0.00
	Άλλο	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Φωτισμό ☐ Συσκευές ☐ ΖΝΧ ☐	0.00
	Βιομάζα	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	
	Γεωθερμία	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	
	Άλλο	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Φωτισμό ☐ Συσκευές ☐ ΖΝΧ ☐	
	Σύνολο		
		ΣΥΝΟΛΟ	

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση [kWh/m²]

Θέρμανση	64.55	Φωτισμός	57.00
Ψύξη	13.19	Συσκευές	
Αερισμός	27.72	Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)	0.00

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1 Φωτιστικά Led (2.5W/100LX)
2 Θερμομόνωση τοίχων,οροφής,πυλωτής 8cm
3 Φωτοβολταικά 112m2 - n=0.15 – Προσανατολισμός N – Κλίση 29°
4 Αυτοματισμοί κατ.Γ (Αντιστάθμιση στο σύστημα θέρμανσης και θερμοστάτης)
5 Αυτοματισμοί κατ.Β (Αντιστάθμιση και θερμοστάτης – αλληλουχία λεβήτων – θερμοστατικές κεφαλές – κυκλοφορητές inverter)

Αριθμός σύστασης	Εκτιμούμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμούμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*		Εκτιμούμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO_2 * (kg/m²)	Εκτιμούμενη περίοδος αποπληρωμής* (έτη)
		(kWh/m²)	(%)		
1	20.000	14,8	9,1	5,9	27,2
2	243.000	37,3	23,0	9,2	19,4
3	42.000	21,2	13,1	7,2	13,1
4	3.800	14,5	8,9	3,7	0,8
5	12.100	32,8	20,2	8,4	1,1

** Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.*

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ:

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:

Α.Μ Επιθεωρητή:

Σφραγίδα:

Υπογραφή:

Από το ΠΕΑ προκύπτει ότι το σχολικό συγκρότημα κατατάσσεται στην Δ ενεργειακή κατηγορία,με την υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας να είναι ίση με 162,46 kWh/m2 και τις υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 ίσες με 49,10 kg/m2.

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας του συγκροτήματος υπολογίζεται σε 162,46 kWh/m2 * 3.922,47 m2 = 637.244,48 kWh και οι αντίστοιχες συνολικές εκπομπές CO_2 σε 49,10 kg CO_2/m2 * 3.922,47 m2=192.593,28 kgCO_2.

Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του σχολικού συγκροτήματος εξετάζονται πέντε σενάρια-συστάσεις[146].Αυτές, με τη σειρά που αναγράφονται στο ΠΕΑ είναι οι εξής:

1) αντικατάσταση των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με νέα, τύπου led

2) θερμομόνωση όλου του κελύφους του κτιρίου (τοίχοι – δώμα - πυλωτή) με μονωτικό πάχους 8 cm

3) εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πανέλων στο δώμα του κτιρίου, εμβαδού 112m2, βαθμού απόδοσης 15%, με κλίση 29° και νότιο προσανατολισμό

4) εγκατάσταση αντιστάθμισης στο σύστημα θέρμανσης και τοποθέτηση θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη (αυτοματισμοί κατ.Γ)

5) εγκατάσταση αντιστάθμισης στο σύστημα θέρμανσης, τοποθέτηση θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη, εγκατάσταση αυτοματισμού ελέγχου αλληλουχίας των λεβήτων, εγκατάσταση θερμοστατικών κεφαλών στα θερμαντικά σώματα και τέλος τοποθέτηση ηλεκτρονικών (inverter) κυκλοφορητών (αυτοματισμοί κατ.Β).

Βελτίωση ενεργειακής κατηγορίας του συγκροτήματος επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των συστάσεων No.2 και No.5, οπότε και στις δύο αυτές περιπτώσεις το κτίριο κατατάσσεται στην Γ ενεργειακή κατηγορία.

Αναλυτικότερα, με την θερμομόνωση όλου του κελύφους του συγκροτήματος εκτιμάται ότι επιτυγχάνεται συνολική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος κατά 23% ή 37,3 kWh/m2, ενώ με τις παρεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης (αυτοματισμοί κατ.Β) η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος εκτιμάται σε 20,2% ή 32,8 kWh/m2. Επιπλέον, η εκτιμούμενη ετήσια μείωση των εκπομπών CO_2 υπολογίζεται σε 9,2 και 8,4 kg/m2 αντίστοιχα.Παρατηρούμε δηλαδή ότι το εκτιμούμενο αποτέλεσμα σε εξοικονόμηση ενέργειας και σε μείωση των εκπομπών CO_2 είναι σχεδόν παρόμοιο και για τις δύο παρεμβάσεις, με την τεράστια όμως διαφορά να έγκειται στο κόστος εφαρμογής της κάθε παρέμβασης και

[146] Ο ενεργειακός επιθεωρητής σύμφωνα με το άρθρο 13 του ΦΕΚ 2367Β'/2017 «Έγκριση κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων», εφόσον δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, προτείνει τουλάχιστον μία και έως τρεις πιθανές παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.Για το σκοπό της εργασίας προτείνεται μεγαλύτερος αριθμός παρεμβάσεων - συστάσεων.

επομένως στην περίοδο αποπληρωμής τους.Έτσι, ενώ για την θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους το κόστος της τοποθέτησης της εκτιμάται στα 243.000€ με την περίοδο αποπληρωμής να ανέρχεται στα 19,4 έτη, οι παρεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης για την επίτευξη αυτοματισμών κατ.Β αναμένεται να κοστίσουν μόνο 12.100 € και η περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται σε μόλις 1,1 έτος.

Οι υπόλοιπες συστάσεις (1,3,4) δε βελτιώνουν την ενεργειακή κατηγορία του κτιριακού συγκροτήματος αλλά οδηγούν σε μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύσταση Νο.4 (αυτοματισμοί κατ.Γ), η οποία οδηγεί σε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 8,9%, με την απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου να εκτιμάται σε μόλις 0,8 έτη.Το κόστος τοποθέτησης φωτοβολταϊκών πλαισίων εμβαδού 112m2 και εγκατεστημένης ισχύος 20kW αποσβαίνεται σε 13,1 έτη και επομένως η υλοποίηση της εγκατάστασης τους λαμβάνοντας υπ΄όψη ότι η διάρκεια ζωής τους ανέρχεται σε περίπου 25 έτη είναι συζητήσιμη, ενώ η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα τύπου led δεν συνιστάται λόγω της πολύ μεγάλης εκτιμούμενης περιόδου αποπληρωμής τους (27,2 έτη).

3.3 ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Στη συνέχεια διενεργείται ενεργειακή επιθεώρηση σε ένα τυπικό διαμέρισμα 3^{ου} ορόφου μιας τετραόροφης πολυκατοικίας, δύο υπνοδωματίων και εμβαδού 75 τ.μ που βρίσκεται στην Αθήνα. Η πολυκατοικία είναι κατασκευής του 1975, χωρίς μόνωση και διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης (άνευ αυτονομίας) με συγκρότημα λέβητα - καυστήρα ακάθαρτου πετρελαίου diesel.

Από την ενεργειακή επιθεώρηση του διαμερίσματος προέκυψε το ΠΕΑ της επόμενης σελίδας.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Αρ.Πρωτ.:

ΧΡΗΣΗ:
Πολυκατοικία
Κτίριο ☐ **Κτιριακή Μονάδα** ☑
Αριθμός ιδιοκτησίας Γ2
Κλιματική Ζώνη: Β
Διεύθυνση:ΠΑΠΑΔΑ 64
Τ.Κ. 11525
Πόλη: ΑΘΗΝΑ
Έτος κατασκευής:1975
Συνολική επιφάνεια (m^2): 75.0
Όνομα ιδιοκτήτη: -

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m^2*έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_R < EP ≤ 0.50 R_R	
B+ 0.50 R_R < EP ≤ 0.75 R_R	
B 0.75 R_R < EP ≤ 1.00 R_R	
Γ 1.00 R_R < EP ≤ 1.41 R_R	
Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R	
E 1.82 R_R < EP ≤ 2.27 R_R	
Z 2.27 R_R < EP ≤ 2.73 R_R	
H 2.73 R_R < EP	252.9
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m_^{2}]: 81.1

H

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m_^{2}]: 252.9

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 [$KgCO_2/m^2$] 70.3

Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO_2	**Θερμική άνεση** ☑
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm^3]: _____	**Οπτική άνεση** ☑
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενο'υς ενέργειας [kWh/m^2]: _____	**Ακουστική άνεση** ☑
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg/m^2]: _____	**Ποιότητα αέρα** ☑

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση ☐ Ψύξη ☑ ΖΝΧ ☑ Φωτισμός ☐	18.67
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση ☑ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	81.31
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	0.00
	Άλλο:.....	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐ Φωτισμός ☐	0.00
	Βιομάζα	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	
	Γεωθερμία	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐	
	Άλλο:.....	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ ΖΝΧ ☐ Φωτισμός ☐	
	Σύνολο		
		ΣΥΝΟΛΟ	

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση [kWh/m²]

Θέρμανση:160.2 Ψύξη: 22.2

Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ): 70.4 Φωτισμός: 0.0

ΑΠΕ & ΣΗΘ: (-) 0.0

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1 Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα-Επιλεκτικού 2,5 m2

2 Θερμοπρόσοψη 7 cm (στην πρόσοψη και πίσω όψη)

3.....

Αριθμός σύστασης	Εκτιμούμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμούμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*		Εκτιμούμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO_2* (kg/m²)	Εκτιμούμενη περίοδος αποπληρωμής* (έτη)
		(kWh/m²)	(%)		
1	875	54.4	21.5	18.58	5,65
2	1622	53.1	21.0	12.98	5,23
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

** Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.*

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ:

Σφραγίδα:

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:.

Υπογραφή:

Α.Μ. Επιθεωρητή:

Από το ΠΕΑ αυτό προκύπτει ότι το διαμέρισμα κατατάσσεται στην Η ενεργειακή κατηγορία, με υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 252,9kWh/m2 και υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 ίσες με 70,3kg/m2.

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας του διαμερίσματος υπολογίζεται σε 252,9 kWh/m2 * 75 m2 = 18.967,5 kWh και οι συνολικές εκπομπές CO_2 σε 70,3 kgCO_2/m2 * 75m2=5.272,5 kgCO_2.

Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του διαμερίσματος εξετάζονται δύο σενάρια-συστάσεις: 1) η εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα και 2) η τοποθέτηση θερμοπρόσοψης στους τοίχους που βρίσκονται σε επαφή με το περιβάλλον, με μονωτικό υλικό πάχους 7cm.

Με την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα με επιλεκτικούς συλλέκτες επιφάνειας 2,5m2, προκύπτει συνολική εκτιμούμενη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος είναι ίση με 21,5% ή 54,4 kWh/m2, η αντίστοιχη εκτιμούμενη μείωση των εκπομπών CO_2 υπολογίζεται σε 18,58 kg CO_2/m2 * 75m2=1.393,5 kgCO_2, ενώ το διαμέρισμα κατατάσσεται στην αμέσως καλύτερη ενεργειακή κατηγορία (Ζ).

Με την τοποθέτηση θερμοπρόσοψης με μονωτικό υλικό πάχους 7cm στις εξωτερικές τοιχοποιϊες (πρόσοψη και πίσω όψη) του κτιρίου, η συνολική εκτιμούμενη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος υπολογίζεται σε 21,0% ή 53,1 kWh/m2,η συνολική εκτιμούμενη μείωση του CO_2 σε 12,98kgCO_2/m2 * 75m2=973,5 kgCO_2, ενώ το διαμέρισμα κατατάσσεται επίσης στην Ζ ενεργειακή κατηγορία.

Τέλος και για τις δύο ανωτέρω παρεμβάσεις, η απόσβεση των δαπανηθέντων χρημάτων εκτιμάται σε κάτι περισσότερο από 5 χρόνια,είναι δηλαδή και οι δύο συμφέρουσες οικονομικά.

3.3 ΣΧΟΛΙΑ

‘Υστερα από την διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων στο σχολικό συγκρότημα του 2^{ου} - 3^{ου} Γυμνασίου - Λυκείου Ν.Σμύρνης και στο τυπικό διαμέρισμα πολυκατοικίας, προκύπτει ότι αρκετές φορές τα αποτελέσματα κάποιων παρεμβάσεων ως προς τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι μικρότερα ή μεγαλύτερα από τα ‘’αναμενόμενα’’ και έτσι κάποιες απλές παρεμβάσεις ενδέχεται να έχουν την ίδια ή και μεγαλύτερη επίδραση στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σε σχέση με κάποιες άλλες, που μπορεί να κοστίζουν πολύ περισσότερο και να θεωρούνται από τους περισσότερους ως επιτακτικές (π.χ θερμομόνωση ή αλλαγή τζαμιών). Αυτό σε καμία περίπτωση δε σημαίνει ότι οι επεμβάσεις αυτές δεν πρέπει να

εξετάζονται ή να υλοποιούνται ή ότι δε βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, αλλά κάθε περίπτωση εξεταζόμενου κτιρίου είναι διαφορετική και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η χρήση του και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (ποσοστό ανοιγμάτων, εμβαδό εξωτερικών επιφανειών, σκιάσεις κλπ).Αυτό σημαίνει με άλλα λόγια ότι η ίδια παρέμβαση σε διαφορετικά κτίρια πιθανόν να δίνει αρκετά διαφορετικά αποτελέσματα ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας.Πρέπει ακόμη να έχουμε υπ΄ όψη, ότι η πραγματική[147] κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τις συνήθειες και την ενεργειακή συμπεριφορά[148] των χρηστών του, κάτι που δε λαμβάνεται υπ' όψη στην ενεργειακή επιθεώρηση. Σε κάθε περίπτωση, είναι υποχρέωση του ενεργειακού επιθεωρητή να προτείνει και να αξιολογήσει σε συνεργασία με τον ενδιαφερόμενο τρόπους βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κάθε φορά εξεταζόμενου κτιρίου.

[147] Μέσω της ενεργειακής επιθεώρησης εκτιμάται η κατανάλωση ενέργειας μιας κτιριακής εγκατάστασης μέσω παραδοχών και προσομοιώσεων του προγράμματος του ΤΕΕ, που ενδέχεται να μην ανταποκρίνονται επακριβώς στην πραγματικότητα.Η πραγματική κατανάλωση ενός κτιρίου ή διαμερίσματος, προκύπτει από τις πραγματοποιούμενες μετρήσεις όπως αυτές αναγράφονται στους λογαριαμούς των παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας ή καυσίμου αερίου (π.χ ΔΕΗ,Εταιρεία Παροχής Αερίου) ή και από τα τιμολόγια αγοράς πετρελαίου.

[148] Για παράδειγμα σε τι θερμοκρασία ρυθμίζεται ο θερμοστάτης, αν αφήνονται φώτα αναμένα σε χώρους που δε χρησιμοποιούνται κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ **4**

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΚΡΙΤΙΚΗ

4.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πεποίθηση της συντριπτικής πλειοψηφίας της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας αποτελεί το γεγονός ότι το φαινόμενο της πιθανότατα συντελούμενης κλιματικής αλλαγής απειλεί σοβαρά τον πλανήτη και ότι αν δεν γίνουν εντατικές προσπάθειες για τον μετριασμό του, οι επιπτώσεις θα είναι μη αναστρέψιμες. Χωρίς καμία αμφιβολία, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αξιοσημείωτες προσπάθειες στο πλαίσιο της αντιμετώπισης του φαινομένου αυτού. Η σύμβαση-πλαίσιο των ΗΕ (UNFCCC), το Πρωτόκολλο του Κιότο και πιο πρόσφατα η Συμφωνία των Παρισίων, είναι αναμφίβολα παγκόσμιες συμφωνίες που στοχεύουν στην προστασία του περιβάλλοντος και στον περιορισμό των ανθρωπογενών εκπομπών των θερμοκηπιακών αερίων και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα.

Σε αυτή την παγκόσμια προσπάθεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής πρωτοστατεί η ΕΕ, καθώς μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου καθορίζει τις σχετικές βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες Ενωσιακές πολιτικές και στη συνέχεια με την έκδοση σειρών μέτρων και Οδηγιών, δεσμεύει τα κράτη-μέλη ώστε αυτά αρχικά να θέσουν και στη συνέχεια να εκπληρώσουν τους ενεργειακούς εθνικούς τους στόχους. Λόγω του ότι όμως δεν αποδέχονται ή δε συνεργάζονται όλες οι χώρες του πλανήτη το ίδιο για την εκπλήρωση των στόχων των παγκόσμιων συμφωνιών, υπάρχουν αρκετές φορές αποκλίσεις από τους στόχους αυτούς.

Μέσω πιο σύγχρονων και ακριβέστερων μεθόδων πρόγνωσης του μελλοντικού κλίματος και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, οι επιστημονικές μελέτες έχουν καταλήξει σήμερα στο ότι το ανώτατο όριο αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης σε σχέση με τη προβιομηχανική εποχή, πρέπει να περιοριστεί στον 1,5^{o}C (IPCC, 2018) και όχι απλώς στους λιγότερο από 2°C, όριο που είχε τεθεί πριν από λίγα χρόνια.Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο πρέπει να ληφθούν άμεσα ιδιαιτέρως δραστικά μέτρα. Επειδή η υπερθέμανση του πλανήτη οφείλειται σύμφωνα τους επιστήμονες και με σχεδόν απόλυτη βεβαιότητα, στην αύξηση των θερμοκηπιακών αερίων κυρίως λόγω της καύσης των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή της ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπινου πληθυσμού, τα περισσότερα από τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν και που ήδη λαμβάνονται για την αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, αφορούν στην μείωση της χρήσης των καυσίμων αυτών.

Για την τήρηση των δεσμεύσεων που απορρέουν μέσα από τις παγκόσμιες συμφωνίες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ένας κύριος και

στρατηγικός στόχος των εθνικών σχεδίων δράσης των κρατών. Πέρα από τον μετριασμό των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος, η εξοικονόμηση ενέργειας έχει και άλλα οφέλη όπως την ενεργειακή απεξάρτηση των κρατών από τα ορυκτά καύσιμα και τη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας, λόγω της σημαντικά καλύτερης ποιότητας του απαλλαγμένου από ρύπους αέρα του περιβάλλοντος. Σε αυτή την προσπάθεια για την εξοικονόμηση ενέργειας ο ρόλος του κτιριακού τομέα είναι πολύ σημαντικός, αφού τα κτίρια ευθύνονται για το 36% της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας και για το 39% των σχετιζόμενων με την κατανάλωση ενέργειας παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (IEA, 2018).

Γενικά ισχύει ότι όσο παλαιότερης κατασκευής είναι ένα κτίριο, τόσο λιγότερο ενεργειακά αποδοτικό είναι. Στην Ελλάδα τα κτίρια κατασκευής προ του 1980 είναι αμόνωτα λόγω μη ύπαρξης σχετικού κανονισμού, ενώ ακόμη και μετά την θεσμοθέτήση του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων το 1979, οι κατασκευαστές συνέχιζαν να μην τοποθετούν μόνωση ως όφειλαν από τους κανονισμούς για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι ο κτιριακός τομέας της χώρας να εμφανίζει υψηλή κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων των κτιρίων του και μόνο μετά την υποχρεωτική εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ το 2010, τα κτίρια άρχισαν να γίνονται ενεργειακά αποδοτικά.

Μέσω της εργασίας αυτής έγινε κατανοητό ότι η σωστή θερμομόνωση των κτιρίων, η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και του φυσικού φωτισμού και αερισμού, η τακτική συντήρηση των ΗΜ εγκαταστάσεων των κτιρίων, η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών διαχείρισης ενέργειας καθώς και η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών, συμβάλλουν τα μέγιστα στην επίτευξη της υψηλής ενεργειακής απόδοσης του οικιακού και τριτογενούς κτιριακού τομέα. Επίσης, η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι επιβεβλημένη όχι μόνο για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, αλλά και για την απεξάρτηση των εθνικών οικονομιών από τα ορυκτά καύσιμα καθώς και για την βελτίωση της ανθρώπινης υγείας και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, μέσω ενός καθαρότερου περιβάλλοντος απαλλαγμένου από τους ρύπους που προέρχονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Η χρήση και η διαχείριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει όμως πάντα να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην επηρεάζονται τα οικοσυστήματα και να μην επιβαρύνεται το περιβάλλον με τεράστιο όγκο αποβλήτων.

Η υποχρεωτική κατασκευή των νέων κτιρίων ως κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (nZEB), είναι ένα πολύ θετικό μέτρο στην προσπάθεια που κάνει η ΕΕ αλλά και άλλες χώρες στους τομείς της εξοικονόμησης ενέργειας και της μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Επειδή όμως αυτό το μέτρο τουλάχιστον για την Ελλάδα, αφορά μόνο

σε νέα κτίρια και στη ριζική ανακαίνιση των υφιστάμενων κτιρίων, πολύ σημαντική θεωρείται και η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος μέσω στοχευμένων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Λόγω της αρκετά μεγάλης οικονομικής επιβάρυνσης που σε αρκετές περιπτώσεις επιφέρουν οι παρεμβάσεις αυτού του είδους, ιδιαίτερα σημαντική και επιτυχημένη κρίνεται η εφαρμογή προγραμμάτων τα οποία παρέχουν οικονομικά κίνητρα σε φυσικά πρόσωπα αλλά και σε φορείς του τριτογενούς τομέα, προκειμένου αυτοί να αναβαθμίσουν ενεργειακά τα οικήματα ιδιοκτησίας τους. Η ανταπόκριση των πολιτών κυρίως σε τέτοιου είδους προγράμματα, έχει γνωρίσει ιδιαίτερη επιτυχία όχι μόνο στη χώρα μας που έχει πληγεί περισσότερο από την παρατεταμένη οικονομική κρίση, αλλά παγκόσμια.

Σε ότι αφορά στη διακυβέρνηση της κλιματικής αλλαγής το πρόβλημα που πολλές φορές εντοπίζεται είναι το ότι αυτή βασίζεται κυρίως στη διπλωματία, αφού αφορά σε διεθνείς συμφωνίες και δεσμεύσεις οι οποίες προκύπτουν μέσω διακρατικών διαπραγματεύσεων.Με αυτόν τον τρόπο και προκειμένου κάποια κράτη να δεχθούν να συμμετέχουν στις διάφορες παγκόσμιες συμφωνίες για την καταπολέμηση και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, πρέπει πολλές φορές να ικανοποιούνται και διάφορες απαιτήσεις που αυτά μπορεί να εγείρουν.Ακόμη, το δίκαιο της κλιματικής αλλαγής βασίζεται σε κάποιες αρχές μία από τις οποίες είναι η αρχή του «ο ρυπαίνων πληρώνει». Αυτό ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα στο όλο εγχείρημα της αντιμετώπιση της, μιας και οι ισχυρά οικονομικά χώρες που συνήθως έχουν και το μεγαλύτερο μερίδιο στην δημιουργία του προβλήματος αυτού, μπορούν πληρώνοντας και εφόσον αυτό είναι προς το συμφέρον τους, να καταστρατηγούν τους όρους και τις δεσμεύσεις που έχουν αναλάβει. Ένα άλλο πρόβλημα που πρέπει άμεσα να ξεκαθαριστεί είναι η υποχρεωτική δέσμευση των συμβαλλόμενων μερών στους στόχους και τις δεσμεύσεις που κατά καιρούς αυτά αναλαμβάνουν στο πλαίσιο των παγκόσμιων συμφωνιών, μιας και στο διεθνές δίκαιο η νομική δέσμευση τις περισσότερες φορές δεν συνοδεύεται από εξαναγκαστικούς μηχανισμούς συμμόρφωσης ή από κυρώσεις για αυτούς που την παραβιάζουν[149].

Κλείνοντας την εργασία αυτή, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η επιτυχία του εγχειρήματος της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής εξαρτάται πρωτίστως από την βούληση των κυβερνήσεων των κρατών να θέσουν το πρόβλημα αυτό ως πρώτη πολιτική τους προτεραιότητα κοιτάζοντας στο μέλλον κι όχι εξυπηρετώντας κοντόφθαλμα πολιτικά και οικονομικά συμφέροντα, ακόμη και αν αυτό δημιουργήσει έστω και πρόσκαιρα, προβλήματα

[149] Δούση Ε., 2017. «*Κλιματική Αλλαγή*», Εκδόσεις Παπαδόπουλος, σελ.74

στην οικονομική τους ανάπτυξη. Η Συμφωνία του Παρισιού είναι μια συμφωνία που έχει χαρακτηριστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ως η σημαντικότερη συμφωνία του αιώνα για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, αλλά από μόνη της δε μπορεί να πετύχει και πολλά, ιδίως αν κράτη όπως οι ΗΠΑ συνεχίσουν να την αμφισβητούν. Πολλές από τις επιπτώσεις (π.χ κύματα κάυσωνα) λόγω της υπερθέρμανσης της γης σύμφωνα τις τελευταίες επιστημονικές εκθέσεις, αυξάνονται σχεδόν εκθετικά με την αύξηση κάθε ενός βαθμού πάνω από τους 2°C. Μέχρι σήμερα μόνο η ΕΕ με μια σειρά Οδηγιών, Νόμων και επενδύσεων πράσινων τεχνολογιών, έχει θέσει ως πρωταρχικό στόχο την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, τουλάχιστον εμπράκτως. Πολύ σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας και στον μετριασμό των επιπτώσεων που επιφέρει η κλιματική αλλαγή, θα διαδραματίσει και η αλλαγή των καταναλωτικών συνηθειών των πολιτών και ιδιαιτέρως των αναπτυγμένων χωρών, μέσω της απαραίτητης πληροφόρησης και καλλιέργειας της καταναλωτικής τους συνείδησης μιας και η άσκοπη υπερκατανάλωση αγαθών, ξεκάθαρα προϊόν του marketing των διαφόρων εταιριών οι οποίες έχουν σαν μοναδικό σκοπό το κέρδος αδιαφορώντας για σχεδόν οτιδήποτε άλλο, οδηγεί στην παραγωγή μεγάλων ποσών αποβλήτων και απαιτεί την κατανάλωση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας, αποδεσμεύοντας έτσι στην ατμόσφαιρα και τα ανάλογα ποσά διοξειδίου του άνθρακα. Αποτελεί λοιπόν υποχρέωση και κοινωνική ευθύνη όλων η προστασία του περιβάλλοντος και η παράδοση στις επόμενες γενιές ενός πλανήτη, ο οποίος θα εγγυάται την υγεία και τη βιωσιμότητα του ανθρώπινου γένους και όχι μόνο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Dow, Kirstin., Downing, Thomas E.,2011. «*The atlas of climate change:mapping the world's greatest challenge*», Publisher: Berkeley : University of California Press

International Energy Agency and Organisation for Economic Co-operation and Development (2009),"Towards a more energy efficient future-Applying indicators to enhance energy policy",

Paris: IEA Publications

Sam B.Badger.,2016. «Alternative Energy: Renewable Energy Resources»,Kindle edition

Southard, L.E., X. Liu, J.D. Spitler. 2014. Technical report on «*Performance of HVAC Systems at ASHRAE HQ –Part 1*.», ASHRAE Journal. September 2014, 56(9):14-24

Αγγελίδης Μ., 2000. «*Χωροταξικός σχεδιασμός και βιώσιμη ανάπτυξη*», Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα

Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε., 2017. «Βιοκλιματικός σχεδιασμός-2η έκδοση» Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη

Αραβαντινός Δ, 2005. «*Θερμομόνωση και στεγάνωση των κτιρίων*», Εκδόσεις Κτίριο, Θεσσαλονίκη

Βασιλείου Ι., 2017. «*Κλιματική αλλαγή: Διαχειρίσιμο πρόβλημα ή αργός θάνατος του πλανήτη*;», Εκδόσεις Historical Quest, Αθήνα

Δούση Ε, 2017.«*Κλιματική Αλλαγή*», Εκδόσεις Παπαδόπουλος ,Αθήνα

Κατσαφάδος, Π., Μαυροματίδης, Η., 2015. «*Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή*». [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: http://hdl.handle.net/11419/3708

Κρητικός Αθ., 2010. «*Ανεμογεννήτριες και φωτοβολταικά*»,Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα

Παπαμανώλης, Ν., 2015. «*Δομική φυσική και αρχές περιβαλλοντικού σχεδιασμού κτιρίων*». [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: http://hdl.handle.net/11419/5407

ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, *«Αναλυτικές Εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης»*

ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 «*Αναλυτικές Εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης,σύμφωνα με την αναθεώρηση του Κ.ΕΝ.Α.Κ 2017*»

ΠΗΓΕΣ

GP Wayne, 2013. «*A guide to the IPCC's new RCP emissions pathways*», available at: https://amp.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-per-cent/2013/aug/30/climate-change-rcp-handy-summary

Imperial College of London, 2014. Δημοσίευση με τίτλο «*Solar power for CO2 mitigation*»,available at :https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/Solar-power-for-CO2-mitigation

IPCC, 2007. «Climate change 2007, Fourth Assesment Report»

IPCC, 2014. «*Climate change 2014, Fifth Assesment Report*», available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf

IPCC, 2018. «*Special report on global warming of 1,5^{o} C*» available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/07/SR15_SPM_High_Res.pdf

PLOS medicine journal, 2018. Article on «*Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios:A multicountry time series modelling study*», available at: https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002629

PNAS, 2019. «*Global reconstruction of historical ocean heat storage and transport*», available at: https://doi.org/10.1073/pnas.1808838115

Torcellini et al. ,2006. «*Zero Energy Buildings: A critical look at the definition-Preprint*»,available at:http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf

ΤτΕ, 2011. «Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής,κλιματική αλλαγή και υγεία», από: https://www.bankofgreece.gr/BoGDocuments/%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AE%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A5%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1.pdf

UN Enviroment, 2017 «*Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector,Global Status Report 2017*»

UN, 1998. «*Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*», available at: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf

UN, 2015. «*Paris agreement*», available at: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

WHO, 2018. «*COP24, Special Report on Health & Climate Change*», available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276405/9789241514972-eng.pdf

WMO, 2014, «*Statement on the status of the global climate in 2013*» available at: http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1130_en.pdf

WWF UK, 2005. «*Climate chaos-Information for teachers*», available at: http://www.se-ed.co.uk/sites/default/files/resources/climate_chaos_info_pack.pdf

Θεοδοσίου Θ., 2015 «*Φυτεμένα δώματα και ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίων*», 2η Τεχνική ημερίδα στη Β.Ελλάδα, από: http://www.ashrae.gr/EstaK2015/EstaK2015_Theodosiou.pdf

IRENA, 2016. «*End of life management-Solar photovoltaic panels*», available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf

ΚΑΠΕ, 2000. Έργο «*Double Glazing in Southern Countries*», XVII/4.1031/99-33,Τελική Έκθεση, Πρόγραμμα SAVE,της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, από:http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopinakon.htm

ΚΑΠΕ, 2017. «*Αποτελέσματα και αξιολόγηση του Προγράμματος 'Εξοικονομώ' για τους ΟΤΑ*»

Κουτσογιάννης Δ., 2011. «Το κλίμα αλλάζει εδώ και 4 δισεκατομμύρια χρόνια»,ΕΜΠ, διαθέσιμο στο: https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/1181/

Λάζαρη Ε., 2006 «*Ενεργειακή απόδοση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στο Ελληνικό κτίριο*», Ημερίδα ΚΑΠΕ-ΙΕΝΕ

Μαμάσης Ν., 2011. «Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Κλίμα και κλιματική αλλαγή», ΕΜΠ, διαθέσιμο στο: http://users.itia.ntua.gr/nikos/ydatiko/per_kllm12.pdf

Μαμάσης Ν., 2014. «Εισαγωγή στην ενεργειακή τεχνολογία-Υδροηλεκτρική ενέργεια», ΕΜΠ, διαθέσιμο στο: http://users.itia.ntua.gr/nikos/energy/YHS2014.pdf

Παναγιωτόπουλος Ι., 2015. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία με θέμα: «*Μελέτη βιωσιμότητας εταιρείας ανακύκλωσης Φωτοβολταικών Συστημάτων στην Ελλάδα*», Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Παπαδόπουλος Άγις, 2014. «*Ενεργειακή θωράκιση κτιρίων*», Ημερίδα ''Αειφόρος δόμηση και Δομικά Υλικά'', ΑΠΘ, από: http://www.sbbe.gr/ekd/140507_domisi/papadopoulos.pdf

Τζωρτζάκη Αγγ., 2017. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία «*Nearly zero energy buildings: Comparison of the targets set by the Eyropean countries and analysis of their diffusion*», Πολυτεχνείο του Μιλάνο. Διαθέσιμη στο: https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/136384/1/Nearly Zero Energy Buildings Comparison of the targets set by the European countries and analysis of their diffusion.pdf

ΥΠΕΝ, 2018. «*Εθνικό σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας*»

ΥΠΕΝ, 2018. «*Οδηγός εφαρμογής προγράμματος ''Εξοικονόμηση κατ'οίκον ΙΙ''*»

ΥΠΕΝ, 2018. Σχέδιο προς διαβούλευση: «*Εθνικό Σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα*»,από: http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/2018/11/NECP_131118_final.pdf

Ψαρράς Ν., 2007. «*Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - Η θέση τους στο νέο ενεργειακό τοπίο της χώρας και στην περιοχή της Θεσσαλίας*» Ημερίδα ΤΕΕ - Τμ. Κεντρ. & Δυτ. Θεσσαλίας, από: http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_psarras.pdf

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources , Official Journal of the EuropeanUnion, L 328, pp.82-209

Directive (EU) 2018/844/EU of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, Official Journal of the EuropeanUnion, L 156, pp.75-91

Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, Official Journal of the EuropeanUnion, L 315, pp.1-56

Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Union, L 153, pp.13-35

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, Official Journal of the European Union, L 140, pp.16-61

Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Communities, L 1, pp.65-71

ΔΕΠΕΑ/οικ. 178581 Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών, Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΦΕΚ 2367 Β/2017) «*Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*»

ΚΥΑ Δ6/Β/οικ.5825/2010 (ΦΕΚ Β' 407/2010) «*Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*»

Οικ. 17178 (ΦΕΚ Β' 1387/2010) απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής για την «*Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων*»

Π.Δ. της 1.6/1979 (ΦΕΚ 362Δ/79) «*Περί εγκρίσεως κανονισμού δια την θερμομόνωσιν των κτιρίων*»

Ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «*Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων–Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις*»

Ν.3661/2008 (ΦΕΚ Α΄89/2008) «*Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις»*

ΚΥΑ Δ6/Β/14826/2008 (ΦΕΚ 1122/Β/2008) «*Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα»*