



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια μέσα από Συμπεριφορικές Αλλαγές

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

Καγιόγλου Δ. Ιωάννη

Επιβλέπων: Ασκούνης Δημήτριος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2024



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια μέσα από Συμπεριφορικές Αλλαγές

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

Καγιόγλου Δ. Ιωάννη

Επιβλέπων: Ασκούνης Δημήτριος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 01/03/2024.

.....
Ασκούνης Δημήτριος,
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ψαρράς Ιωάννης,
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Μαρινάκης Ευάγγελος,
Επίκουρος Καθηγητής
Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2024



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Copyright © Καγιόγλου Δ. Ιωάννης, 2024.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

.....

Καγιόγλου Δ. Ιωάννης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γεγονός, πως η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στις μέρες μας αυξάνεται με ανησυχητικούς ρυθμούς, ενώ έχει ήδη φτάσει σε μη βιώσιμο επίπεδο για τον πλανήτη. Η συνεχής υποβάθμιση του περιβάλλοντος, επιβάλλει να βρεθούν άμεσα λύσεις, προκειμένου να σταματήσει η παραγωγή ενέργειας από συμβατικές πηγές, οι οποίες παράγουν άμεσους ρύπους ή μη-συμβατικές πηγές, που οδηγούν σε ρύπους έμμεσα. Οι ενέργειες που γίνονται από κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμούς φαίνεται να μην επαρκούν για να αναστρέψουν την παρούσα κατάσταση και η προσοχή στρέφεται και πάλι στο άτομο.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των σημερινών ενεργειακών συμπεριφορών, η μοντελοποίησή τους και η πρόταση αλλαγών, προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω συμπεριφορικών αλλαγών. Ακόμα, γίνεται λόγος για απόδοση των ευθυνών, ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν τις συνήθειες και ρουτίνες και κατηγοριοποίηση των ενεργειακών συμπεριφορών, ώστε να αποκτηθεί από τον αναγνώστη μια ολιστική εικόνα ως προς τη χρήση ενέργειας.

Κατά τη διάρκεια της εργασίας θα δούμε, πως η συνεισφορά του ατόμου στην προσπάθεια εξοικονόμησης είναι πολύ σημαντική, όπως και αυτές των επιχειρήσεων και των κοινοτήτων. Η ορθή ενεργειακή συμπεριφορά, σε συνδυασμό με το κατάλληλο υλικό/εξοπλισμό και την σωστή ανατροφοδότηση, είναι ικανή να αλλάξει το ενεργειακό τοπίο και να μειώσει αισθητά την κατανάλωση, αναλογικά με τον πληθυσμό που θα την ακολουθήσει.

Τέλος, παραθέτονται προτάσεις βελτίωσης εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και τις κοινότητες και υιοθέτησης ορθών ενεργειακών συμπεριφορών στα άτομα, διαχωρίζοντας την παθητική από την ενεργητική εξοικονόμηση, αντίστοιχα. Με την αλλαγή του μοτίβου κατανάλωσης, μπορούν να προκύψουν προκλήσεις και ευκαιρίες οι οποίες αναλύονται διεξοδικά στις τελευταίες ενότητες.

- Λέξεις κλειδιά: συμπεριφορικές αλλαγές, εξοικονόμηση ενέργειας, μοντέλα-πρότυπα συμπεριφοράς, συνήθειες-ρουτίνες, κατανάλωση ενέργειας, ενεργειακή συμπεριφορά.

ABSTRACT

It is a fact that, the consumption of electricity nowadays is increasing at an alarming rate, while it has already reached an unsustainable level for the planet. The continuous degradation of the environment requires immediate solutions to be found, in order to stop the production of energy from conventional sources, which produce direct pollutants, or non-conventional sources, which lead to pollution indirectly. Actions taken by governments and international organizations seem to be insufficient to reverse the current situation and the attention drops once again on the individual.

The purpose of this study is to investigate current energy behaviors, model them and propose changes, to achieve the best possible electricity savings through behavioral changes. Furthermore, there is reference of attributing responsibilities, analysis of the factors that influence habits and routines and categorization of energy behaviors, so that the reader can obtain a holistic picture of energy use.

During this paper, we will see how the individual's contribution to the saving effort is very important, as well as those of businesses and communities. The right energy behavior, combined with the right material/equipment and the right feedback, is capable of changing the energy landscape and significantly reducing consumption, in proportion to the population that will follow it.

Finally, suggestions are given to improve energy savings in buildings and communities and to adopt correct energy behaviors in individuals, separating passive from active savings, respectively. With the change of the consumption pattern, challenges and opportunities can arise which are thoroughly analyzed in the last sections.

- Key words: behavioral changes, energy saving, behavior models-patterns, habits-routines, energy consumption, energy behavior.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον κύριο Ασκούνη Δημήτριο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε προκειμένου να διεκπεραιώσω τη μελέτη, καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα Κοντζίνο Χρήστο, ο οποίος με συμβούλεψε και καθοδήγησε σε όλη τη διάρκεια της εργασίας, αφιερώνοντάς αρκετό από τον προσωπικό του χρόνο και είμαι παραπάνω από ευγνώμων για την βοήθειά του.

Θέλω ακόμα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, η οποία με στήριξε όλο αυτό τον καιρό πεισματικά και τους φίλους μου οι οποίοι με το δικό τους τρόπο, βοήθησαν στις πιο δύσκολες περιόδους.

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή.....	17
1.1.	Σκοπός και αντικείμενο	17
1.2.	Δομή.....	18
2.	Γενικοί Ορισμοί.....	19
2.1.	Ορισμοί Σημαντικών Όρων.....	19
2.1.1.	Συμπεριφορά.....	20
2.1.2.	Μέθοδος, Μοντέλο, Πρότυπο και Περιφραστικές Έννοιες	22
3.	Χαρακτηριστικά Κατανάλωσης ΗΕ στις μέρες μας.....	23
3.1.	Αύξηση Κατανάλωσης ΗΕ και Αίτια.....	23
3.2.	Κατανάλωση ΗΕ σε Παγκόσμια, Ευρωπαϊκή και Εγχώρια Κλίμακα	25
3.2.1.	Παγκόσμια Κατανάλωση ΗΕ	25
3.2.2.	Κατανάλωση ΗΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	26
3.2.3.	Κατανάλωση ΗΕ στην Ελλάδα.....	27
3.3.	Επιπτώσεις Υπερκατανάλωσης	29
3.3.1.	Ρύπανση του Περιβάλλοντος.....	29
3.3.1.1.	Ρύπανση από εκπομπές αερίων και συνέπειες	29
3.3.1.2.	Ρύπανση κατά την εξόρυξη και επεξεργασία ορυκτών πόρων	39
3.3.1.3.	Ρύπανση από την πυρηνική ενέργεια.....	40
3.3.1.4.	Ρύπανση από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).....	41
3.3.2.	Οικονομικές και Γεωπολιτικές Αστάθειες	43
3.3.3.	Υπερφόρτωση Δικτύων Διανομής ΗΕ.....	44
3.3.4.	Εξάντληση Φυσικών Πόρων	45
3.4.	Μέτρα Αντιμετώπισης Υπερκατανάλωσης σε Παγκόσμια, Ευρωπαϊκή και Εγχώρια Κλίμακα.....	46
3.4.1.	Παγκόσμια Κλίμακα	46

3.4.2.	Ευρώπη.....	48
3.4.3.	Ελλάδα	49
4.	Κυβερνητικές, Επιχειρηματικές και Ατομικές Ευθύνες	50
4.1.	Κυβερνήσεις, Εμπορικά Κτήρια και Επιχειρήσεις	50
4.2.	Ατομική Ευθύνη.....	51
5.	Παράγοντες που Επηρεάζουν την Συμπεριφορά Κατανάλωσης ΗΕ.....	55
5.1.	Γενικότερα για την Συμπεριφορά	55
5.2.	Παράγοντες που Καθορίζουν την Ενεργειακή Συμπεριφορά	56
5.2.1.	Οικονομικοί Παράγοντες	56
5.2.2.	Κανονισμοί και Πολιτικές	58
5.2.3.	Κλιματικές συνθήκες	58
5.2.4.	Κατάσταση ενοίκων άφιξη/αποχώρηση.....	60
5.2.5.	Αρχιτεκτονική.....	60
5.2.6.	Τύπος Κτηρίου.....	61
5.2.7.	Κοινωνικοί-Προσωπικοί Παράγοντες.....	62
5.3.	Γεγονότα που Επηρέασαν την Ενεργειακή Συμπεριφορά.....	63
6.	Ενεργειακές Συμπεριφορές	63
6.1.	Ατομικές Ενεργειακές Συμπεριφορές	63
6.1.1.	Άγνοια και Ημιμάθεια.....	65
6.1.2.	Αμέλεια	65
6.1.3.	Αδιαφορία.....	65
6.1.4.	Μερική ή Ολική Ανικανότητα.....	66
6.1.5.	Ικανότητα, Θέληση, Πειθαρχία και Γνώση.....	67
6.2.	Ενεργειακές Συμπεριφορές στα Κτήρια.....	68
7.	Προτεινόμενες Συμπεριφορικές Μέθοδοι Εξοικονόμησης ΗΕ και Προβλέψεις	69
7.1.	Στα Κτήρια (Παθητική Εξοικονόμηση)	69

7.1.1.	Δομικά υλικά	69
7.1.2.	Συσκευές.....	70
7.1.3.	Ανανεώσιμες πηγές.....	71
7.1.4.	Φωτισμός (LED).....	72
7.1.5.	Έλεγχος και επισκευή διαρροών	73
7.1.6.	Ενεργειακά αυτόνομα κτήρια (ενεργειακά έξυπνα σπίτια).....	73
7.1.7.	Επιχειρήσεις και δημόσια κτήρια	74
7.2.	Στο άτομο (ενεργητική εξοικονόμηση).....	75
7.3.	Στις κοινότητες	76
8.	Προκλήσεις και Ευκαιρίες	77
8.1.	Προκλήσεις.....	77
8.1.1.	Αλλαγή νοοτροπίας.....	77
8.1.2.	Παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας των μεθόδων και αξιολόγησή τους 77	
8.1.3.	Υψηλό κόστος.....	78
8.1.4.	Νομοθετικό Πλαίσιο	79
8.2.	Ευκαιρίες	80
8.2.1.	Ένταξη νέων τεχνολογιών στα κτήρια.....	80
8.2.2.	Αύξηση της ενεργειακής αυτονομίας.....	81
8.2.3.	Προσπάθεια για ανακάλυψη νέων τρόπων παραγωγής ενέργειας	81
9.	Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	83
10.	Πηγές– Βιβλιογραφία.....	86

Ακρωνύμια-Ορολογία

ΗΕ: Ηλεκτρική Ενέργεια

ΗΑ: Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο

ΦΣ: Φωτοβολταϊκό Σύστημα

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

IoT: Internet of Things

Ppm: particle per million

Mtoe: mega tons of oil equivalent

A/C: Air condition/κλιματιστικό

m³: κυβικά μέτρα

Kgr: κιλά

Gr: γραμμάρια

1. Εισαγωγή

1.1. Σκοπός και αντικείμενο

Είναι γεγονός, πως η ενεργειακή ζήτηση στην σύγχρονη εποχή συνεχώς αυξάνεται, ως απόρροια της αστικής και βιομηχανικής ανάπτυξης, με αποτέλεσμα να υπάρχει συνεχώς ανάγκη για περισσότερη παραγωγή ΗΕ (ηλεκτρικής ενέργειας) και επομένως, μεγαλύτερη κατανάλωση πρώτων υλών. Το γεγονός αυτό με την σειρά του, συμβάλλει στην επιδείνωση φαινομένων όπως η κλιματική αλλαγή, οι οικονομικές και γεωπολιτικές αστάθειες, η υπερφόρτωση των δικτύων και, τέλος, η εξάντληση των φυσικών πόρων.

Μεγάλο μέρος της ευθύνης για την αύξηση της ζήτησης αποδίδεται στις οικίες, τις επιχειρήσεις καθώς και στα δημόσια κτήρια. Σαφώς, η ΗΕ που καταναλώνεται στα κτήρια αυτά, εξαρτάται από πλήθος παραγόντων, όπως η συμπεριφορά των χρηστών, η ενεργειακή απόδοση των συστημάτων και συσκευών που διαθέτουν, καθώς και οι καιρικές συνθήκες. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, πλήθος μελετών έχουν δείξει ότι σημαντικότερος και πιο καταλυτικός παράγοντας για την μείωση της κατανάλωσης αποτελεί η ενεργειακή συμπεριφορά των χρηστών, σε συνδυασμό με πεπαλαιωμένες ηλεκτρικές συσκευές και κτίρια, τα οποία δεν προσφέρονται για αποτελεσματική εξοικονόμηση ενέργειας.

Ως εκ τούτου, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελούν τα συμπεριφορικά μοντέλα κατανάλωσης ενέργειας σε ατομικό, καθώς και σε συλλογικό επίπεδο. Η ορθολογική χρήση της ενέργειας δίνει την δυνατότητα να γίνεται εξοικονόμησή της, χωρίς να επιδεινώνονται οι συνθήκες διαβίωσης στους χώρους όπου αυτή χρησιμοποιείται. Η υιοθέτηση τέτοιων μοντέλων θα πρέπει να είναι ικανή να επιφέρει οφέλη τόσο σε ατομικό, όσο και σε συλλογικό επίπεδο, προκειμένου να εξασφαλιστεί η αειφόρος ανάπτυξη για την συνέχεια της ευημερίας του ανθρωπίνου είδους στον πλανήτη γη.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αποτελεί η ενδελεχής βιβλιογραφική μελέτη του ερευνητικού πεδίου που αφορά συμπεριφορικές μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας, η αναλυτική καταγραφή και αξιολόγηση μεθόδων και τεχνικών για την αλλαγή της ενεργειακής συμπεριφοράς και η δομημένη ανάλυση και παρουσίαση των ευρημάτων. Φυσικά, όλα τα παραπάνω θα συντελέσουν στην σύνθεση μιας μεθοδολογίας, η οποία θα μπορεί, εν δυνάμει, να εφαρμοστεί σε οικίες, δημόσια κτήρια και εργασιακούς χώρους, με σκοπό αφενός την ατομική και συλλογική αλλαγή της ενεργειακής συμπεριφοράς και

αφετέρου τη μεγιστοποίηση της ενεργειακής εξοικονόμησης μέσα από την επιλογή κατάλληλων δράσεων για κάθε ξεχωριστή περίπτωση.

Τέλος είναι θεμιτό οι αναγνώστες της εργασίας αυτής να ευαισθητοποιηθούν και να αναπτύξουν αίσθημα ευθύνης ως χρήστες ΗΕ. Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι υιοθετώντας μια ορθή ενεργειακά συμπεριφορά, ο καθένας μας συμβάλλει σε ένα καλύτερο βιοτικό επίπεδο για το κοινωνικό σύνολο, πέραν και έξω από κάθε προσωπική σκοπιμότητα.

1.2. Δομή

Η διάρθρωση της εργασίας, που αποτελείται από δέκα κεφάλαια, αναλύεται στις ακόλουθες παραγράφους:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Το πρώτο κεφάλαιο λειτουργεί ως εισαγωγή, καθώς παρουσιάζει περιληπτικά την αφορμή, το αντικείμενο και τον σκοπό της παρούσας μελέτης. Ακόμα παρατίθεται συνοπτικά η θεματολογία των κεφαλαίων.

Κεφάλαιο 2: Γενικοί Ορισμοί

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται σημαντικοί όροι για την κατανόηση των επόμενων κεφαλαίων, όπως η έννοια της συμπεριφοράς και άλλες περιφραστικές έννοιες.

Κεφάλαιο 3: Χαρακτηριστικά Κατανάλωσης ΗΕ στις μέρες μας

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τρόπος και τα αίτια που οδήγησαν στο φαινόμενο της συνεχούς αύξησης κατανάλωσης ΗΕ, σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο. Ακόμα αναλύονται οι επιπτώσεις που προκύπτουν από την αύξηση αυτή, καθώς και οι ενέργειες που γίνονται για την αντιμετώπισή τους.

Κεφάλαιο 4: Κυβερνητικές, Επιχειρηματικές και Ατομικές Ευθύνες

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται λόγος για την ευθύνη που φέρουν οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις και τα άτομα για τους ρύπους και την υπερκατανάλωση ΗΕ. Παρατίθενται ως παράδειγμα προς μίμηση, τα μέτρα αντιμετώπισης που έχει λάβει η γαλλική κυβέρνηση.

Κεφάλαιο 5: Παράγοντες που Επηρεάζουν την Συμπεριφορά Κατανάλωσης ΗΕ

Ανασκόπηση των παραγόντων που επηρεάζουν την γενικότερη συμπεριφορά ενός ατόμου και ανάλυση εκείνων που επηρεάζουν την ατομική ενεργειακή συμπεριφορά. Κατηγοριοποίηση ως εξωγενείς ή ενδογενείς.

Κεφάλαιο 6: Ενεργειακές Συμπεριφορές

Στο έκτο κεφάλαιο παραθέτονται συμπεράσματα για την εξοικονόμηση ΗΕ στις μέρες μας, καθώς και συμπεριφορές που απαντώνται γύρω από αυτήν.

Κεφάλαιο 7: Προτεινόμενες Συμπεριφορικές Μέθοδοι Εξοικονόμησης ΗΕ και Προβλέψεις

Προτάσεις βελτίωσης εξοικονόμησης ΗΕ στα κτίρια και τις κοινότητες και υιοθέτησης ορθών ενεργειακών συμπεριφορών στα άτομα. Διαχωρισμός παθητικής και ενεργητικής εξοικονόμησης και αναφορά σε τρόπους βελτίωσης αρχικά του υλικού και έπειτα αλλαγής συνηθειών, αντίστοιχα.

Κεφάλαιο 8: Προκλήσεις και Ευκαιρίες

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφονται προκλήσεις και ευκαιρίες κατά την υιοθέτηση των προτεινόμενων συμπεριφορικών μεθόδων εξοικονόμησης ΗΕ.

Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα

Στο ένατο κεφάλαιο της εργασίας, παρατίθενται τα συμπεράσματα από την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

Κεφάλαιο 10: Πηγές και Βιβλιογραφία

Παράθεση των βιβλιογραφικών πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη του γνωστικού αντικείμενου και τη σύνθεση του δοκιμίου.

2. Γενικοί Ορισμοί

2.1. Ορισμοί Σημαντικών Όρων

Αρχικά για να μπορέσουμε να εντοπίσουμε, αναλύσουμε και κατατάξουμε συμπεριφορικές μεθόδους, θα πρέπει πρώτα να καταλάβουμε σε βάθος και να ασπαστούμε τις έννοιες "συμπεριφορά" και "μέθοδος". Επίσης, καθώς αυτή η μελέτη γίνεται με σκοπό την πρόταση συγκεκριμένων λύσεων στο πρόβλημα της εισαγωγής, ακόμα δύο πολύ σημαντικές

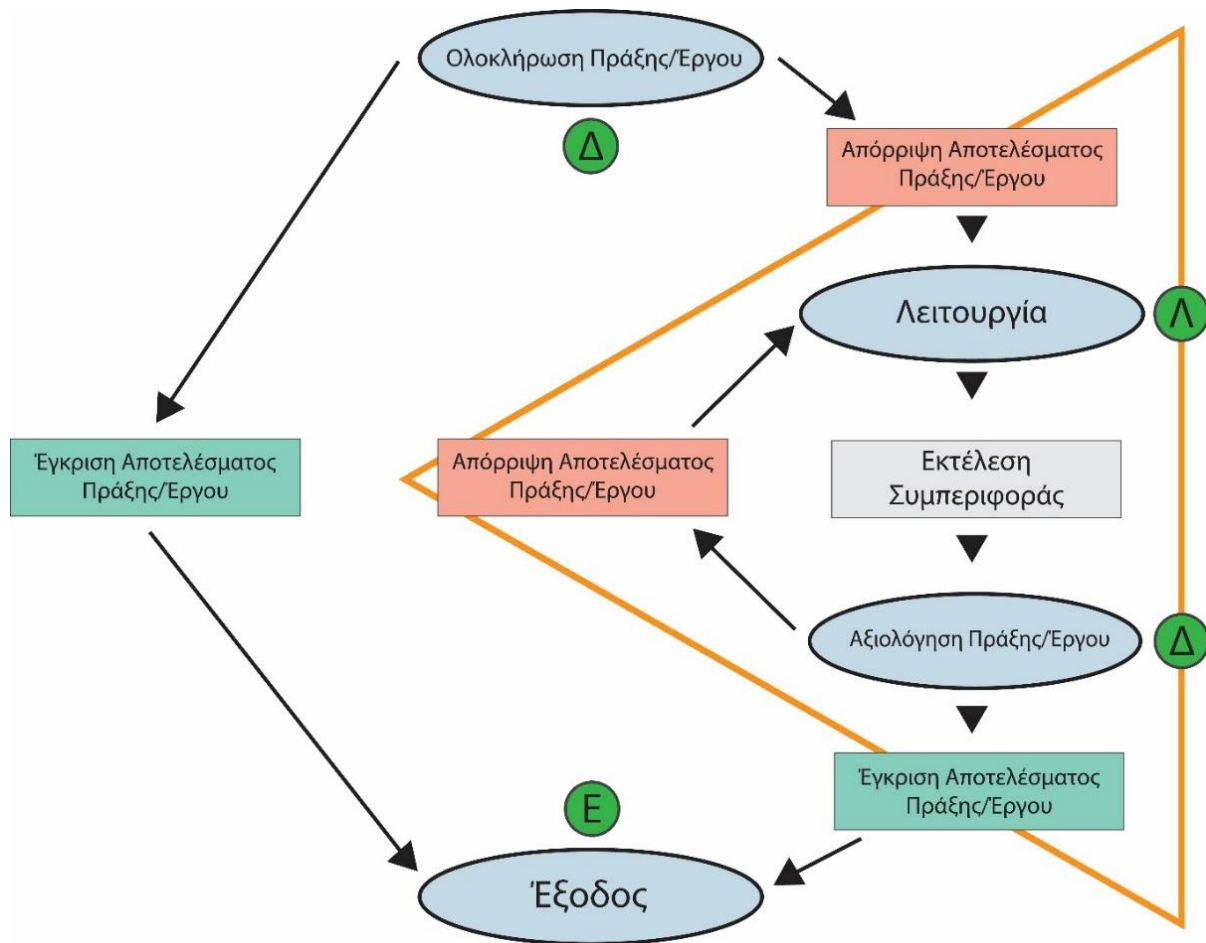
έννοιες είναι το "μοντέλο" (με την έννοια που θα χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια αυτής της εργασίας) και "πρότυπο", ώστε να μπορέσουμε να οδηγηθούμε σε πιο σύνθετες έννοιες όπως μοντέλα και πρότυπα συμπεριφοράς.

2.1.1. Συμπεριφορά

Η λέξη "συμπεριφορά" αναφέρεται στις ενέργειες, τις αντιδράσεις και τις αλληλεπιδράσεις που παρατηρούνται από/προς έναν οργανισμό, όπως ένα άτομο, μια ομάδα ή ένα ζώο, συνεπώς, η συμπεριφορά είναι ένα σύνολο παρατηρήσιμων και μετρήσιμων ενεργειών που αντικατοπτρίζουν την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Πρόκειται επομένως για μία εξωτερική στάση, η οποία με τη σειρά της βασίζεται σε εξελικτικά αντανακλαστικά ή σε πιο σύνθετους παράγοντες, όπως μια ιδέα ή μια πεποίθηση, περισσότερο ή λιγότερο ρεαλιστική, ακόμα και σε μια προκατάληψη. Η ανθρώπινη συμπεριφορά μπορεί να είναι συνειδητή ή ασυνείδητη, εκούσια ή ακούσια, και είναι στενά συνδεδεμένη με την προσωπικότητα και τις αντιλήψεις του ατόμου.

Με αυτή την έννοια και σε λογικά πλαίσια, κάθε δράση έχει ένα στόχο, και συνεπώς το άτομο διασφαλίζει τη συμμόρφωση μεταξύ του στόχου και του τι πραγματικά συμβαίνει. Αυτή την άποψη διατυπώνει και ο Τζορτζ Άρμιτατζ Μίλερ, σύμφωνα με τον οποίο η συμπεριφορά χωρίζεται σε 4 φάσεις:

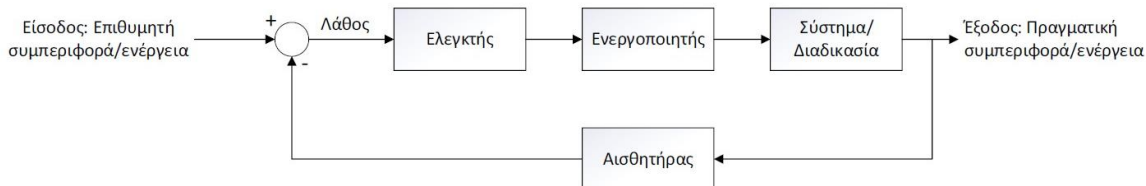
1. Δοκιμή (Δ): Κάθε φορά που ένα έργο/πράξη ολοκληρώνεται, το αποτέλεσμα επαληθεύεται από το άτομο, παρατηρώντας στο περιβάλλον γύρω του εάν η παρούσα κατάσταση είναι σχετική με τους αρχικούς στόχους που παρακίνησαν στην πραγματοποίηση της ενέργειας. Σε περίπτωση απόρριψης του αποτελέσματος, το άτομο προβαίνει σε μία κατάσταση λειτουργίας.
2. Λειτουργία (Λ): Πραγματοποιούνται, με την εκτέλεση μιας συμπεριφοράς, αλλαγές στις αρχικές συνθήκες, προκειμένου αυτές, να προσαρμοστούν στους στόχους μιας γενικότερης δράσης.
3. Δοκιμή (Δ): Αφού εκτελείται η συμπεριφορά, ελέγχεται εκ νέου η πρόοδος της συγκεκριμένης δράσης, σε σύγκριση με τους προκαθορισμένους στόχους.
4. Έξοδος (Ε): Τέλος, αν το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό, τελειώνει η διαδικασία και η ενότητα Δ-Λ-Δ-Ε ολοκληρώνεται. Διαφορετικά, σε περίπτωση μη επίτευξης των στόχων της δράσης, η συμπεριφορά επιστρέφει στη λειτουργική φάση^[1].



Διάγραμμα 1. Οι τέσσερις φάσεις συμπεριφοράς (A-A-A-E), σύμφωνα με τον Τζορτζ Άρμιτατζ Μίλερ.

Μπορούμε, επίσης, να διακρίνουμε πως το κομμάτι που βρίσκεται εντός του πορτοκαλί τριγώνου, στο γράφημα με το μοτίβο συμπεριφοράς του Τζορτζ Άρμιτατζ Μίλερ, είναι πανομοιότυπο με το μοτίβο συμπεριφοράς ενός συστήματος αυτόματου ελέγχου, από την θεωρία των σημάτων-συστημάτων, το οποίο απεικονίζεται στο *Διάγραμμα 2*.

Αν σε μια ‘ελεύθερη μετάφραση’ ταυτίζαμε την ποιότητα της συμπεριφοράς με το πραγματικό αποτέλεσμα (ως ούτως η άλλως συνεπαγόμενες έννοιες), τότε θα μπορούσαμε να πούμε πως το μοτίβο που βρίσκεται στο πορτοκαλί τρίγωνο στο γράφημα συμπεριφοράς του Τζορτζ Άρμιτατζ Μίλερ, είναι ίδιο με αυτό ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου με ανατροφοδότηση. Ειδικότερα, στο δεύτερο, γίνεται αξιολόγηση της ίδιας της συμπεριφοράς και κατά πόσο αυτή ήταν αποτελεσματική, δηλαδή, αντί για αξιολόγηση του αποτελέσματος μέσω αισθητηρίων οργάνων, εδώ έχουμε αξιολόγηση της ίδιας συμπεριφοράς που οδηγεί στο αποτέλεσμα.



Διάγραμμα 2. Γενικό διάγραμμα (block diagram) συστήματος αυτόματου ελέγχου με ανατροφοδότηση.[2]

Κατά αντιστοιχία, στη θέση της λειτουργίας (Λ) υπάρχει ο **Ενεργοποιητής**, στην εκτέλεση συμπεριφοράς το **Σύστημα/Διαδικασία** και στην αξιολόγηση πράξης/έργου (Δ) ο **Αισθητήρας** με τον **Ελεγκτή**. Αντίστοιχα, υπάρχει είσοδος και έξοδος στη διαδικασία ανάλογα με την έγκριση ή απόρριψη του αποτελέσματος. Συνεπώς, κάθε άτομο, ασυναίσθητα, πραγματοποιεί το ίδιο μοτίβο αξιολόγησης και πράττει ανάλογα.

2.1.2. Μέθοδος, Μοντέλο, Πρότυπο και Περιφραστικές Έννοιες

Με τη λέξη "μέθοδος" ορίζεται το οργανωμένο σύνολο κανόνων που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί ένας στόχος ή να λυθεί ένα πρόβλημα. Είναι μία έννοια που συνδέεται στενά με τη συστηματική προσέγγιση και την οργανωμένη διαδικασία για κάποιον σκοπό. Στην παρούσα μελέτη, καθώς γίνεται προσπάθεια να βρεθούν λύσεις σε προβληματικές καταστάσεις, οι μέθοδοι θα αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο.

Ακόμα, στο πλαίσιο της επιστήμης, η έννοια "μοντέλο" χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια απλουστευμένη αναπαράσταση ή προσομοίωση ενός συστήματος, κάποιων διεργασιών, ή ενός φαινομένου. Αυτό βοηθά στην κατανόηση, στην εξήγηση και στην πρόβλεψη παρόμοιων συστημάτων/διεργασιών/φαινομένων.

Τέλος, το "πρότυπο" είναι μια αναφορά ή ένα παράδειγμα που χρησιμοποιείται για σύγκριση ή αξιολόγηση, κατά το οποίο μπορούμε να μετρήσουμε, αναλύσουμε ή αξιολογήσουμε κάτι. Αναφέρεται σε ένα συντεταγμένο σύνολο καθορισμένων παραμέτρων και κανόνων που παρέχουν μια βάση για σύγκριση και είναι ένα μέτρο ως προς το οποίο μπορούμε να αξιολογήσουμε την απόδοση, την ποιότητα ή εν προκειμένω τη συμπεριφορά.

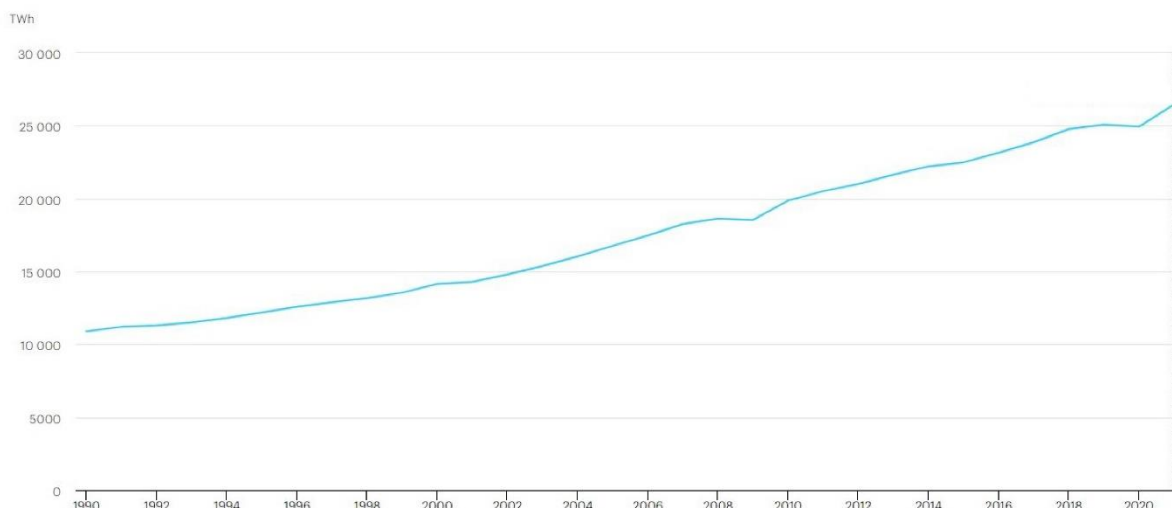
Αντίστοιχα λοιπόν, προκύπτουν οι έννοιες: Συμπεριφορικές Μέθοδοι, Μοντέλα Συμπεριφοράς και Πρότυπα Συμπεριφοράς. Όλα τα παραπάνω μπορούν να αποδοθούν ως θεωρητικά πλαίσια που περιγράφουν, εξηγούν και προβλέπουν τη συμπεριφορά των

ανθρώπων ή των οργανισμών και μπορεί να βασίζονται σε διάφορες θεωρίες και προσεγγίσεις, όπως η συμπεριφοριστική ψυχολογία, η κοινωνιολογία, η ψυχοδυναμική, κ.ά.

3. Χαρακτηριστικά Κατανάλωσης ΗΕ στις μέρες μας

3.1. Αύξηση Κατανάλωσης ΗΕ και Αίτια

Η κατανάλωση ενέργειας από την έναρξη της βιομηχανικής εποχής έως τις μέρες μας έχει φτάσει σε ιστορικά υψηλά επίπεδα και συνεχίζει σταθερά να αυξάνεται. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA), η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 2,3% το 2023, μετά από αύξηση 2,6% το 2022^[4]. Τα τελευταία 10 χρόνια, η συνολική παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας έχει αυξηθεί σχεδόν κατά 30%, ενώ σε σύγκριση με τις αρχές της δεκαετίας του '90, αυξήθηκε κατά σχεδόν μιάμιση φορά!



Γράφημα 1. Συνολική κατανάλωση ΗΕ παγκοσμίως. [2]

Αναλυτικότερα, όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και στο Γράφημα 1, ενώ το 2011 η κατανάλωση βρισκόταν στα 20.515 TWh, το 2021 έφτασε στα 26.467 TWh που ισοδυναμεί με αύξηση κατανάλωσης ΗΕ 5.952 TWh ή 29%. Αντίστοιχα, το 1990 και 2021, έχουμε 11.207 και 26.467, αύξηση 136%.

Η μεγάλη αυτή αύξηση, όμως, δεν είναι τυχαία. Είναι αποτέλεσμα ενός συνδυασμού παραγόντων, εκ των οποίων οι κυριότεροι είναι οι εξής:

- **Αύξηση του πληθυσμού:** Ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται εκθετικά, γεγονός, το οποίο δημιουργεί συνεχώς μεγαλύτερη ζήτηση και επιβάλλει την επέκταση του

δικτύου ΗΕ, την οποία χρησιμοποιούν όλο και περισσότερες συσκευές, μηχανήματα, σπίτια και κοινότητες, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της καθημερινής ζωής (θέρμανση, φωτισμός, μετακίνηση κ.α.) των κατοίκων.

- **Ανάπτυξη της τεχνολογίας:** Η τεχνολογία εξελίσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς και η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών αυξάνεται διαρκώς, κάτι το οποίο αυξάνει επίσης τη ζήτηση για ΗΕ. Για παράδειγμα τα κινητά και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, αποτελούν πλέον μέρος της καθημερινότητας για το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού.
- **Επέκταση της βιομηχανίας:** Η βιομηχανική δραστηριότητα συνεχίζει να αυξάνεται, και η παραγωγή εμπορευμάτων και υπηρεσιών μπορεί να είναι ιδιαίτερα απαιτητική ως προς την κατανάλωση ΗΕ, όπως αυτό αποδεικνύεται και στα γραφήματα που θα μελετήσουμε παρακάτω.
- **Μεταφορά και Κίνηση:** Η ανάγκη για την ικανοποίηση των μετακινήσεών μας και της διακίνησης αγαθών, μας έχει οδηγήσει στην εύρεση νέων μορφών ενέργειας προκειμένου να καλυφθεί η μηχανική ενέργεια που απαιτείται για την κίνηση των οχημάτων. Με την χρήση όλο και περισσότερων ΗΑ (ηλεκτρικών αυτοκινήτων) και λοιπών ηλεκτρικών οχημάτων, αυξάνεται η ποσότητα ΗΕ που πρέπει να παράγεται. Ακόμα, δεν θα πρέπει να παραλειφθεί η ΗΕ, η οποία καταναλώνεται κατά την εξόρυξη, επεξεργασία και μεταφορά των ορυκτών πόρων που κινούν, ακόμα, την πλειοψηφία των οχημάτων.
- **Κλιματική αλλαγή:** Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, παίζουν καταλυτικό ρόλο στην αύξηση της ζήτησης για θέρμανση και ψύξη, καθώς οι άνθρωποι υποβάλλονται σε όλο και πιο ακραίες θερμοκρασίες σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια. Ως αποτέλεσμα χρειαζόμαστε όλο και μεγαλύτερες καταναλώσεις ενέργειας για να προσαρμόσουμε τους χώρους των κτηρίων σε συνθήκες άνετης διαβίωσης. Καθώς όμως η ενέργεια αυτή, ως επί το πλείστον, προέρχεται από συμβατικές πηγές ενέργειας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου συνεχίζει να επιδεινώνεται λόγω των ρύπων που αυτές εκλύουν, οδηγώντας σε ακόμα πιο ακραίες τιμές της θερμοκρασίας. Συνεπώς δημιουργείται ένας φαύλος κύκλος, κατά τον οποίο όσο περισσότερη ΗΕ παράγεται από συμβατικές πηγές, τόσο περισσότερη ΗΕ θα είναι αναγκαία στο μέλλον για θέρμανση/ψύξη. Πρόκειται, δηλαδή, για ανάλογα μεγέθη, με άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ τους και προκύπτει ότι:

Λιγότερη κατανάλωση \Leftrightarrow Λιγότεροι ρύποι \Leftrightarrow Μικρότερη διακύμανση θερμοκρασίας

- **ΗΕ ως αγαθό κοινής ωφέλειας:** Παρόλο που στις ανεπτυγμένες χώρες ο ηλεκτρισμός θεωρείται ως κάτι δεδομένο, σε πολλά μέρη του κόσμου αυτό δεν ισχύει. Η διάδοση του ηλεκτρισμού, σε μέρη που παλαιότερα δεν είχαν πρόσβαση σε αυτόν, συνεπάγεται με μεγαλύτερη ζήτηση.

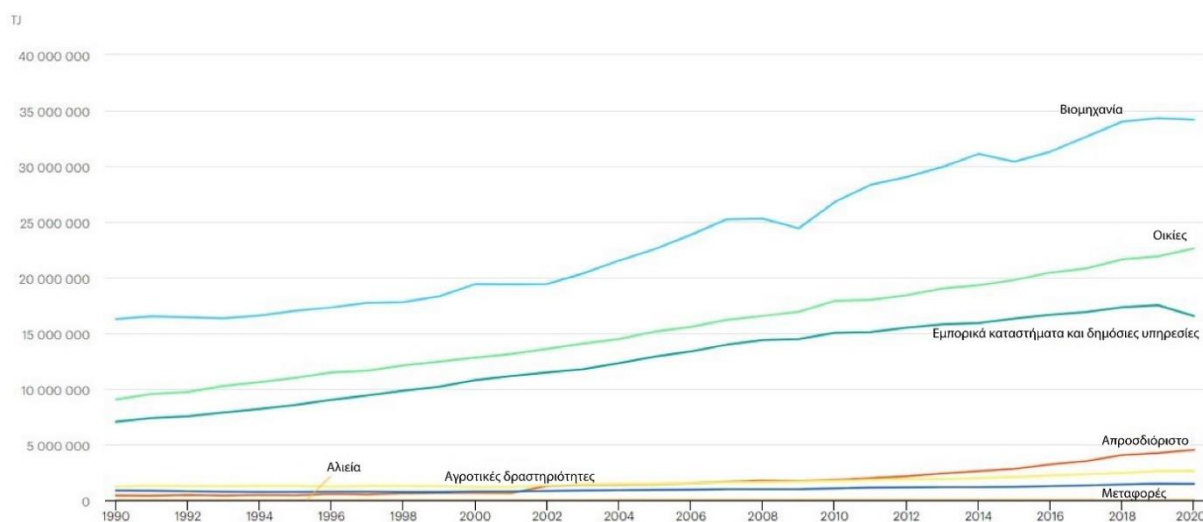
3.2. Κατανάλωση ΗΕ σε Παγκόσμια, Ευρωπαϊκή και Εγχώρια Κλίμακα

Για να αποκτήσουμε όμως ακόμα καλύτερη εικόνα και ολιστική γνώση όσον αφορά την κατανάλωση ΗΕ, στις παρακάτω παραγράφους θα αναλυθεί περαιτέρω το πώς ακριβώς προκύπτει αυτή, καθώς και το πόσο έχει αυξηθεί σε σύγκριση με προηγούμενα έτη. Αρχίζοντας από το γενικότερο πλαίσιο, θα γίνει εστίαση αρχικά σε παγκόσμιο, έπειτα σε ευρωπαϊκό και τέλος σε εθνικό επίπεδο.

3.2.1. Παγκόσμια Κατανάλωση ΗΕ

Όπως είδαμε και στην προηγούμενη ενότητα και το Γράφημα 1, υπάρχει σταθερή αύξηση της κατανάλωσης ΗΕ σε παγκόσμια κλίμακα. Πώς όμως το γεγονός αυτό αποδίδεται πρακτικά;

Ουσιαστικά οι παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως, αντιπροσωπεύουν την ανάγκη για αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να εξυπηρετηθούν τομείς, οι οποίοι αποτελούν αναπόσπαστα κομμάτια των κοινωνιών μας. Έτσι στο Γράφημα 2, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως η βιομηχανία, αποκτώντας σταδιακά ανάγκη για όλο και μεγαλύτερα ποσά ΗΕ, ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας κατανάλωσης με 34.171.815 TJ και περίπου 42% της συνολικής. Ακολουθούν οι οικίες με 22.619.944 TJ και περίπου 25% και τα εμπορικά καταστήματα και οι δημόσιες υπηρεσίες με 16.543.784 TJ. Τέλος, το υπολειπόμενο 15% της παγκόσμιας κατανάλωσης ΗΕ συνιστάται από κατηγορίες με



Γράφημα 2. Συνολική κατανάλωση ΗΕ παγκοσμίως ανά κατηγορία, σε TJ/έτος. [2]

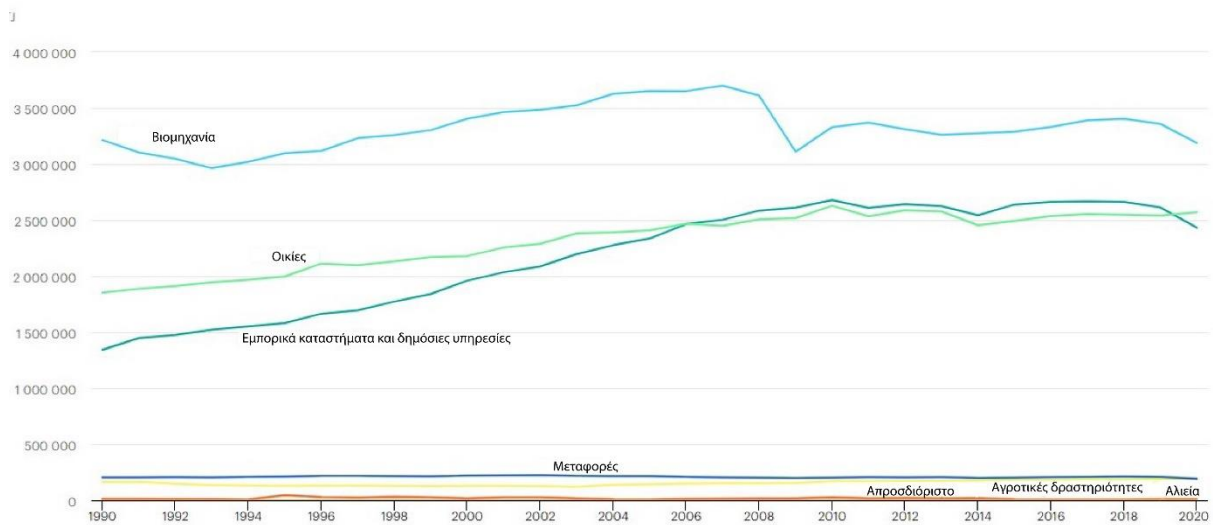
μικρότερη συνολική κατανάλωση όπως η αλιεία, οι αγροτικές δραστηριότητες, οι μεταφορές και η κατανάλωση που γίνεται από απροσδιόριστες πηγές.

3.2.2. Κατανάλωση ΗΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Στην ΕΕ, ωστόσο, παράγοντες όπως η αύξηση του πληθυσμού, η εκβιομηχάνιση και η διάδοση του ηλεκτρισμού, δεν έχουν μεγάλη επίδραση τα τελευταία χρόνια και η κατανάλωση παρουσιάζει μια πιο ήπια διακύμανση. Καθώς ο πληθυσμός μειώνεται, η βιομηχανία είναι ήδη ανεπτυγμένη και ο ηλεκτρισμός έχει προ πολλού διαδοθεί, δεν υπάρχει μεγάλη δυναμική ως προς την αύξηση της ζήτησης, εν αντιθέσει με την παγκόσμια τάση.

Ειδικότερα, παρατηρώντας το Γράφημα 3, μπορεί πολύ εύκολα κάποιος να καταλάβει πως ο τομέας της βιομηχανίας είναι αρκετά ανεπτυγμένος, καθώς η κατανάλωση που γίνεται από αυτόν, έως και το 2007, είναι ποσοστιαία σταθερά πολύ μεγαλύτερη από τις επόμενες δύο κατηγορίες, ενώ παραμένει σε υψηλά επίπεδα μέχρι και σήμερα. Πιο συγκεκριμένα, η βιομηχανία ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης ΗΕ εντός ΕΕ με 3.342.379 TJ και περίπου 39% της συνολικής κατανάλωσης. Ακολουθούν οι οικίες με 2.690.991 TJ και περίπου 31% και τα εμπορικά καταστήματα και οι δημόσιες υπηρεσίες με 2.506.869 TJ και περίπου 29%. Άλλες υπολογίσιμες κατηγορίες αποτελούν η αλιεία, οι αγροτικές δραστηριότητες, οι μεταφορές και τέλος, η κατανάλωση από απροσδιόριστες πηγές. Αθροιστικά, η ΕΕ ευθύνεται για περίπου 9.000.000 TJ ή 11,5% της παγκόσμιας κατανάλωσης

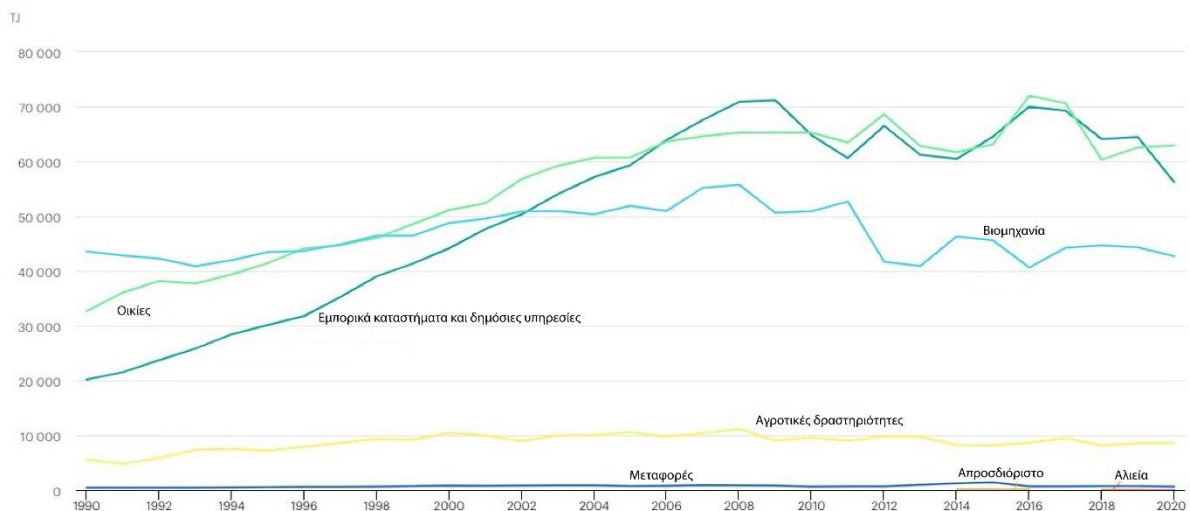
ΗΕ. Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί πως οι χώρες μέλη της ΕΕ έχουν καταφέρει μια σχετική σταθεροποίηση της κατανάλωσης, ήδη από το 2010, όπως αυτό φαίνεται και στο Γράφημα 3.



Γράφημα 3. Συνολική κατανάλωση ΗΕ στην ΕΕ ανά κατηγορία, σε TJ/έτος. [2]

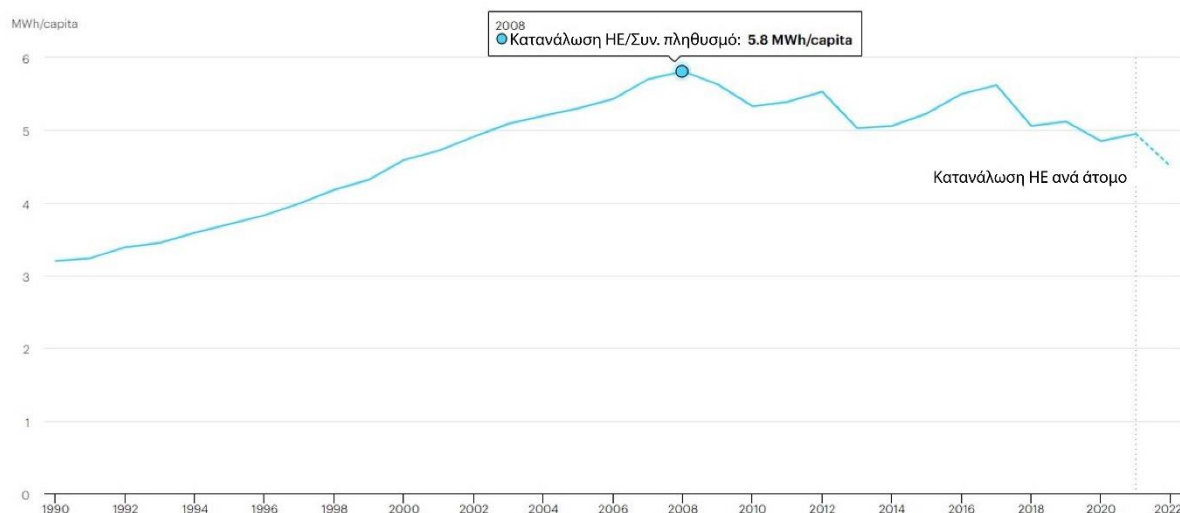
3.2.3. Κατανάλωση ΗΕ στην Ελλάδα

Στο Γράφημα 4 μπορούμε να παρατηρήσουμε πως στην Ελλάδα έχουμε ένα τελείως διαφορετικό μοτίβο κατανάλωσης ΗΕ, σε σύγκριση με το παγκόσμιο ή αυτό της ΕΕ. Σε αυτή την περίπτωση, μεγαλύτερος καταναλωτής δεν είναι η βιομηχανία (με εξαίρεση τις χρονιές πριν το 1995), αλλά οι οικίες και τα κτίσματα εμπορικών καταστημάτων και δημόσιων υπηρεσιών, εναλλασσόμενα στην πρώτη θέση από το 2006 και μετά. Αναλυτικότερα, με τα



Γράφημα 4. Συνολική κατανάλωση ΗΕ στην Ελλάδα ανά κατηγορία, σε TJ/έτος. [2]

δεδομένα του 2020, την πρώτη θέση στην κατανάλωση ΗΕ κατέχουν οι οικίες με 63.788 TJ και περίπου 38%, σχεδόν ίδια με τα εμπορικά καταστήματα και τις δημόσιες υπηρεσίες με 59.579 TJ και περίπου 36%. Η βιομηχανία με 43.813 TJ ευθύνεται για περίπου 26% της συνολικής κατανάλωσης. Ξεχωρίζει, επίσης, η κατηγορία των αγροτικών δραστηριοτήτων με 9.335 TJ και 5,5%. Ακολουθούν άλλες κατηγορίες με μικρότερη συνολική κατανάλωση όπως η αλιεία, οι αγροτικές δραστηριότητες, οι μεταφορές και τέλος η κατανάλωση από απροσδιόριστες πηγές.



Γράφημα 5. Κατανάλωση ΗΕ ανά άτομο στην Ελλάδα. [2]

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει, επίσης, η διακύμανση της κατανάλωσης ΗΕ ανά άτομο και ανά έτος στην Ελλάδα, όπως αυτό φαίνεται στο Γράφημα 5. Εύκολα διακρίνουμε πως η μέγιστη κατανάλωση ανά άτομο συνέβη το 2008 με 5,8 MWh/capita (επίσης μεγαλύτερη εγχώρια ετήσια κατανάλωση 62,9 TWh) ενώ έκτοτε έχουμε κατά κύριο λόγο μείωση με μόλις δύο παροδικές αυξήσεις το 2012 (5,5 MWh/capita) και το 2017 (5,6 MWh/capita). Είναι εμφανής, λοιπόν, η επιρροή της οικονομικής κρίσης, καθώς η μικρότερη κατανάλωση είναι απόρροια του κλεισίματος επιχειρήσεων και βιομηχανιών, καθώς και της αυστηρής οικονομίας που εφάρμοσαν οι πολίτες, ώστε να εξοικονομήσουν χρήματα. Παράλληλα, αν συνυπολογίσουμε την μικρή μείωση του πληθυσμού, συμπεραίνουμε πως η πραγματική μείωση της κατανάλωσης ΗΕ είναι μεγαλύτερη από αυτή του γραφήματος (λιγότερα άτομα \Rightarrow περισσότερη κατανάλωση ένα άτομο). Παρ' όλα αυτά, η κατανάλωση ΗΕ έχει αυξηθεί, το 2022, κατά περίπου 40% αν συγκρίνουμε την κατανάλωση σήμερα σε σχέση με το 1990 (3,2 MWh/capita).

3.3. Επιπτώσεις Υπερκατανάλωσης

Η μεγάλη αύξηση κατανάλωσης ΗΕ παγκοσμίως, προκαλεί ανησυχία, καθώς πολλά είναι τα προβλήματα που προκύπτουν από τις παρελκόμενες διαδικασίες της παραγωγής και διανομής, πριν από την ίδια την κατανάλωση. Οι επιπτώσεις της παραγωγής, και δη της παραγωγής που γίνεται με ‘λανθασμένο τρόπο’, είναι αρκετές και με μεγάλο διακύβευμα. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος με διάφορους τρόπους (ρύπανση, εξορύξεις, απόβλητα), οι οικονομικές και γεωπολιτικές αστάθειες, η υπερφόρτωση των δικτύων και η εξάντληση των φυσικών πόρων είναι οι κυριότερες από αυτές, και θα αναλυθούν στις παρακάτω ενότητες.

3.3.1. Ρύπανση του Περιβάλλοντος

Το περιβάλλον έχει υποστεί ίσως το μεγαλύτερο μέρος των επιπτώσεων της παραγωγής ΗΕ, με την ρύπανση στην ατμόσφαιρα, το έδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα να αρχίζει να μετατρέπει τον πλανήτη σε ένα μη βιώσιμο οικοσύστημα. Στις παρακάτω ενότητες θα αναλυθούν οι τρόποι με τους οποίους γίνεται κάτι τέτοιο, καθώς και οι επιπτώσεις τους με περισσότερες λεπτομέρειες.

3.3.1.1. Ρύπανση από εκπομπές αερίων και συνέπειες

Η ισχυρή διασύνδεση μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της μη βιώσιμης χρήσης ενέργειας έχει αποδοθεί ως η κύρια αιτία των ταχέως αυξανόμενων εκπομπών που σχετίζονται με την ενέργεια, ειδικά του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Παρά τις όλο και συχνότερες επενδύσεις για μετάβαση σε πράσινη ενέργεια, τα ορυκτά καύσιμα εξακολουθούν να αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής παραγωγής ενέργειας. Ενδεικτικά, το 2022, περίπου το 60% της παγκόσμιας ενέργειας προερχόταν από γαιάνθρακες, πετρέλαιο και φυσικό αέριο^[10,11].

Τα επονομαζόμενα ‘αέρια του θερμοκηπίου’ εκπέμπονται είτε άμεσα, είτε έμμεσα, από σχεδόν όλες τις δραστηριότητες της καθημερινότητας, κατά τις οποίες απαιτείται κατανάλωση ενέργειας. Για την πιο εύκολη κατανόηση, μπορούμε, ακόμα, να κατατάξουμε τις δραστηριότητες αυτές, βάσει του τύπου του κτηρίου που διενεργούνται, σύμφωνα με τους κλάδους που είδαμε και στην ανάλυση κατανάλωσης ΗΕ. Στις σημαντικότερες εξ αυτών των κατηγοριών (οικίες, εμπορικά καταστήματα/δημόσιες υπηρεσίες και βιομηχανία) συναντάμε

διάφορες ρυπογόνες δραστηριότητες όπως αναλύεται παρακάτω, συναρτήσκει της αμεσότητας ή εμμεσότητάς τους:

➤ Οι άμεσες εκπομπές μπορούν να παραχθούν από τα εξής:

- Καύση φυσικού αερίου και προϊόντων πετρελαίου για θέρμανση και μαγείρεμα, η οποία εκπέμπει διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μεθάνιο (CH₄) και οξείδιο του αζώτου (N₂O). Το 2021, οι εκπομπές από την κατανάλωση φυσικού αερίου αντιπροσώπευαν το 80% των άμεσων εκπομπών CO₂ από οικίες, εμπορικά/δημόσια κτίρια και βιομηχανία, ενώ πιο σπάνια είναι η χρησιμοποίηση γαιανθράκων, η οποία αποτελεί δευτερεύον στοιχείο χρήσης και στους τρεις αυτούς τομείς.
- Εκταφή οργανικών απόβλητων που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής και εκπέμπουν CH₄, καθώς αποσυντίθενται.
- Επεξεργασία από μονάδες λυμάτων, η οποία εκπέμπει CH₄ και N₂O.
- Φθοριούχα αέρια (κυρίως υδροφθοράνθρακες ή HFC) που χρησιμοποιούνται σε συστήματα κλιματισμού και ψύξης, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια συντήρησης συσκευών, ή διαρροής από τα εξαρτήματά τους.

➤ Οι έμμεσες εκπομπές παράγονται με την καύση ορυκτών καυσίμων σε μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή της, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται σε οικιακές και εμπορικές δραστηριότητες, όπως ο φωτισμός και οι συσκευές^[5].

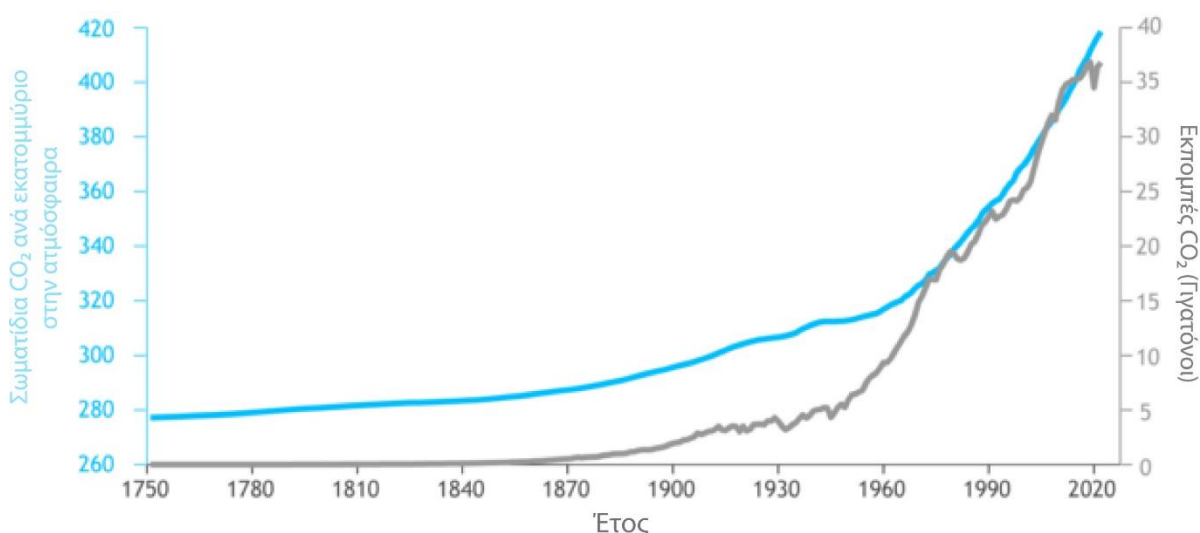
Εξαιτίας, λοιπόν, των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων, μια φυσική διαδικασία του πλανήτη μας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, επιταχύνεται χρόνο με το χρόνο. Η ατμόσφαιρά της Γης, συσσωρεύοντας όλο και περισσότερα αέρια του θερμοκηπίου, απορροφά συνεχώς μεγαλύτερο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας που αντανακλά ο πλανήτης, καθώς θερμαίνεται από τον Ήλιο. Ως αποτέλεσμα, τμήμα της ακτινοβολίας αυτής εγκλωβίζεται και η μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αυξάνεται, οδηγώντας έτσι την επιφάνεια της γης σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες.

Η άνοδος της θερμοκρασίας, με τη σειρά της, συμβάλλει στην αύξηση της συχνότητας και της έντασης ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως οι καύσωνες, οι τυφώνες και οι ξηρασίες, τα οποία θέτουν άμεσους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, τις υποδομές και τις γεωργικές καλλιέργειες, οδηγώντας σε οικονομικές ζημιώσεις και ανθρωπιστικές κρίσεις. Για παράδειγμα, η χρονική μετατόπιση των τεσσάρων εποχών, και συνεπώς των βροχοπτώσεων και του μέσου όρου θερμοκρασίας, προκαλεί αλλαγές που είναι ικανές να οδηγήσουν σε αποτυχία των καλλιεργειών, επηρεάζοντας τις σοδειές και τις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων. Επίσης, η άνοδος της θερμοκρασίας επηρεάζει πολλές οικολογικές

διεργασίες όπως τις διαδρομές μετανάστευσης και τους κύκλους αναπαραγωγής πολλών ειδών πανίδας. Οι διαταραχές αυτές μπορεί να έχουν κλιμακωτές επιπτώσεις, οδηγώντας δυνητικά σε ανισορροπίες και μειωμένη ανθεκτικότητα σε κάθε είδος οικοσυστήματος.

Εστιάζοντας και πάλι στις εκπομπές, είναι δεδομένο πως το σημαντικότερο εκ των αερίων του θερμοκηπίου είναι το CO₂, καθώς χωρίς αυτό, το φαινόμενο του θερμοκηπίου της Γης θα ήταν πολύ αδύναμο για να διατηρήσει τη μέση παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία πάνω από μηδέν βαθμούς κελσίου (0 °C). Τα μόρια του CO₂ στην ατμόσφαιρα απορροφούν, την υπέρυθη ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (δηλαδή την θερμότητα) και στη συνέχεια, εκπέμπουν μέρος της ακτινοβολίας προς τα πίσω, παγιδεύοντας ουσιαστικά τη θερμότητα γύρω από τον πλανήτη. Προσθέτοντας, όμως, περισσότερο CO₂ στην ατμόσφαιρα, οι άνθρωποι υπερτροφοδοτούν το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκαλώντας αφύσικα μεγάλη αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας.

Στο Γράφημα 6 μπορούμε να αποκτήσουμε μια καλύτερη εικόνα για τη συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα, παρατηρώντας πως η ποσότητά του (μπλε γραμμή) αυξάνεται παράλληλα με τις εκπομπές αερίων (γκρίζα γραμμή) από την έναρξη της Βιομηχανικής Επανάστασης το 1750. Οι εκπομπές CO₂ αυξήθηκαν σταδιακά σε περίπου 5 γιγατόνους (ένας γιγατόνος είναι ένα δισεκατομμύριο τόνοι) ετησίως έως τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, πριν εκτοξευθούν σε περισσότερους από 35 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως μέχρι το τέλος του ίδιου αιώνα^[7].

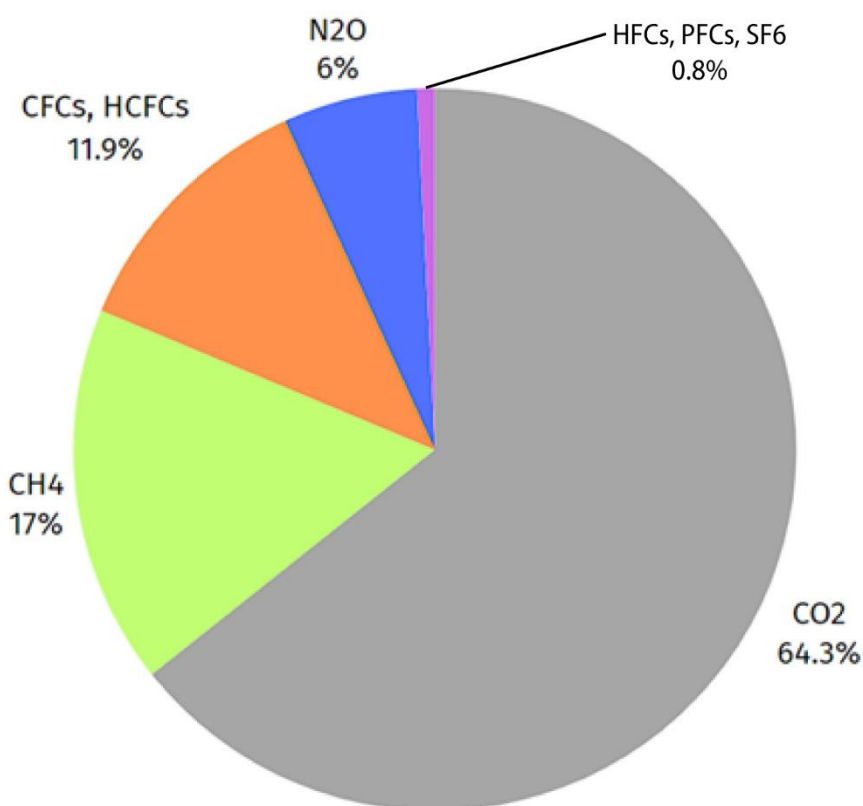


Γράφημα 6. Παγκόσμια ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO₂ σε σύγκριση με τις ετήσιες εκπομπές (1751-2022). [7]

Όσο περισσότερο γίνεται υπέρβαση της ποσότητας που μπορεί να αφομοιωθεί από φυσικές διαδικασίες σε ένα δεδομένο έτος, τόσο πιο γρήγορα αυξάνεται η ατμοσφαιρική

συγκέντρωση CO₂. Κατά τη δεκαετία του 1960, ο παγκόσμιος ρυθμός της αύξησής του στην ατμόσφαιρα ήταν περίπου 0.8 ± 0.1 ppm (σωματίδια ανά εκατομμύριο) ετησίως. Τον επόμενο μισό αιώνα, ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης τριπλασιάστηκε, φτάνοντας τα 2,4 ppm ετησίως κατά τη δεύτερη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα. Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του CO₂ της ατμόσφαιρας τα τελευταία 60 χρόνια, είναι περίπου 100 φορές ταχύτερος από προηγούμενες φυσικές αυξήσεις, όπως αυτές που συνέβησαν στο τέλος της τελευταίας εποχής των παγετώνων πριν από 11.000-17.000 χρόνια^[7].

Στο Γράφημα 7 έχει υπολογιστεί και παρουσιάζεται η συνεισφορά του κάθε αερίου (ή κατηγορίας αερίων) του θερμοκηπίου στην υπερθέρμανση του πλανήτη, με βάση τα σωματίδια ανά εκατομμύριο, τον χρόνο ατμοσφαιρικής ζωής και την ισχύ τους ως διαλυτικές ουσίες. Εύκολα διακρίνεται, πως το CO₂ κατέχει την πρώτη θέση στην πρόκληση υπερθέρμανσης, με 64,3%. Πέραν, όμως, του CO₂, πρέπει να γίνει μια μικρή αναφορά και στα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία, παρά την μικρότερη συμμετοχή τους, μπορούν να έχουν μεγάλη επίδραση.



Γράφημα 7. Το μέγεθος κάθε κομματιού της πίτας αντιπροσωπεύει την ποσότητα της υπερθέρμανσης που προκαλεί κάθε αέριο στην ατμόσφαιρα, σύμφωνα με τα δεδομένα του έτους 2021. [8]

Το δεύτερο πιο ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου με ποσοστό 17%, αποτελεί το CH₄, το οποίο εκπέμπεται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η κτηνοτροφία και η παραγωγή φυσικού αερίου. Η έκλυσή του οφείλεται, κυρίως, σε μια διαδικασία η οποία ονομάζεται μεθανογένεση, κατά την οποία ορισμένοι μικροοργανισμοί μετατρέπουν οργανικά υλικά σε CH₄, υπό συνθήκες χαμηλής διαθεσιμότητας οξυγόνου (O₂).

Στην τρίτη θέση, βρίσκονται οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs), οι οποίοι άρχισαν να έχουν μεγάλη συγκέντρωση στην ατμόσφαιρά από το 1960 και μετά, ενώ στις μέρες μας ευθύνονται για το 11,9% της υπερθέρμανσης. Και οι δύο μας είναι ευρέως γνωστοί ως 'Freon' και είναι οι κύριοι υπεύθυνοι για το φαινόμενο που ονομάζουμε 'τρύπα του όζοντος', το οποίο παρατηρήθηκε πρώτη φορά μόλις το 1985.

Οι CFCs που αποτελούνται από χλώριο, φθόριο και άνθρακα, διασπώνται με την πάροδο του χρόνου λόγω της έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία και απελευθερώνουν άτομα χλωρίου που αντιδρούν με τα μόρια του όζοντος (O₃) για να τα καταστρέψουν. Ακόμη και όταν υπάρχουν σε πολύ χαμηλές ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις, προκαλούν μεγάλη ζημιά, καθώς έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής (από 4.000 έως 14.000 χρόνια). Ενδεικτικά, ένα άτομο χλωρίου μπορεί να καταστρέψει έως και 100.000 μόρια O₃!

Οι HCFC σταδιακά αντικατέστησαν τους CFCs, ως μια καλύτερη εναλλακτική για υγρά ψύξης φιλικότερα στο περιβάλλον. Εκτός από χλώριο, φθόριο και άνθρακα (ακριβώς όπως οι CFCs), περιέχουν επιπλέον ένα άτομο υδρογόνου, που μειώνει τη σταθερότητά τους, με συνέπεια η διάρκεια ζωής τους να μειώνεται και να διασπώνται, ως επί το πλείστον, πριν φτάσουν στο στρατοσφαιρικό O₃.

Το στρατοσφαιρικό O₃ είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, καθώς απορροφά τις υπεριώδεις ηλιακές ακτινοβολίες, που αποτελούν το 10% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη. Έχοντας τρία είδη, τη UV-A, τη UV-B και την πιο επικίνδυνη, την UV-C, η ηλιακή ακτινοβολία έχει δυνητικά σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των οργανισμών και των οικοσυστημάτων, εξ ου και η σημαντικότητα της διατήρησής του O₃ στην ατμόσφαιρα του πλανήτη μας.

Συνεχίζοντας, στην τρίτη θέση βρίσκεται το N₂O, το οποίο ευθύνεται για το 6% της πρόκλησης υπερθέρμανσης, ενώ η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα συνεχίζει να έχει αυξητική τάση. Η απελευθέρωση του γίνεται κυρίως μέσω γεωργικών διαδικασιών, όπως η χρήση λιπασμάτων και άλλων βιολογικών διεργασιών που εκτελούνται από βακτήρια.

Ακολουθούν τα φθοριωμένα αέρια, όπως οι υδροφθοράνθρακες (HFCs), οι υπερφθοράνθρακες (PFCs) και το εξαφθοριούχο θείο (SF₆), τα οποία είναι συνθετικά αέρια του θερμοκηπίου με πολύ ανθεκτικά μόρια και εκπέμπονται από διάφορες βιομηχανικές διεργασίες. Προκαλούν το 0,8% της υπερθέρμανσης, καθώς υπάρχουν σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και με σχετικά χαμηλή ισχύ. Τα φθοριούχα αέρια χρησιμοποιούνται, στις περισσότερες εκπομπές τους, ως υποκατάστατα των CFCs και των HCFCs.

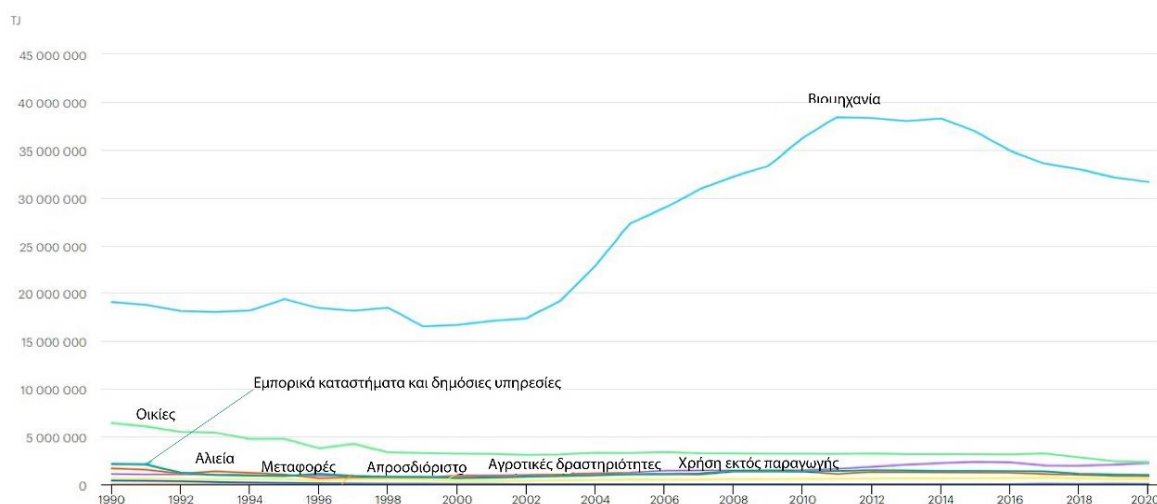
Πίσω στο πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη, προκειμένου να είναι δυνατή σύγκριση του αντίκτυπου κάθε μεμονωμένου αερίου του θερμοκηπίου, τα επίπεδα εκπομπών μετατρέπονται σε ισοδύναμα CO₂. Αυτή η μετατροπή βασίζεται στο «Global Warming Potential» (GWP), δηλαδή στην εν δυνάμει συνεισφορά του κάθε αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Άρα, ένα κιλό (kg) ισοδύναμων CO₂ έχει ίση επίδραση με ένα κιλό εκπομπών πραγματικού CO₂. Για παράδειγμα, η εκπομπή 1 kg N₂O ισούται με 265 kg ισοδύναμων CO₂ και η εκπομπή 1 kg CH₄ είναι ίση με περίπου 25 kg ισοδύναμα CO₂. Από την άλλη, το GWP των φθοριούχων αερίων ποικίλλει αρκετά, κάποιες φορές με μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Παράδειγμα αποτελεί η σύγκριση του CFC-11 και του CFC-13, οι οποίοι έχουν GWP 4.600 και 14.000, αντίστοιχα. Δηλαδή, ο CFC-13 είναι πάνω από 14.000 φορές χειρότερος για την ατμόσφαιρα από το διοξείδιο του άνθρακα και περίπου τρεις από τον CFC-11! Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικότερα τα στοιχεία των αερίων του θερμοκηπίου:

Αέριο του Θερμοκηπίου	Συγκέντρωση στην Ατμόσφαιρα (ppm)	Διάρκεια Ατμοσφαιρικής Ζωής (σε χρόνια)	Global Warming Potential (GWP ₁₀₀)
CO ₂	415 ppm	30.000	1
CH ₄	1.911 ppb	12	27,9
N ₂ O	332 ppb	120	265
CFCs	0,1 έως 0,2 ppm	50-250	4.000 έως 14.000
HCFCs	0,1 έως 0,4 ppm	1 έως 20	1.400 έως 4.700
HFCs	4,2 ppm	1 έως 50	100 έως 1.500
PFCs	<1 ppt	2.600-50.000	10.000

SF₆	10 ppt	3.200	23.900
-----------------------	--------	-------	--------

Πίνακας 1. Αέρια του θερμοκηπίου με την ατμοσφαιρική συγκέντρωση, διάρκεια ατμοσφαιρικής ζωής και τον δείκτη GWP₁₀₀ τους.

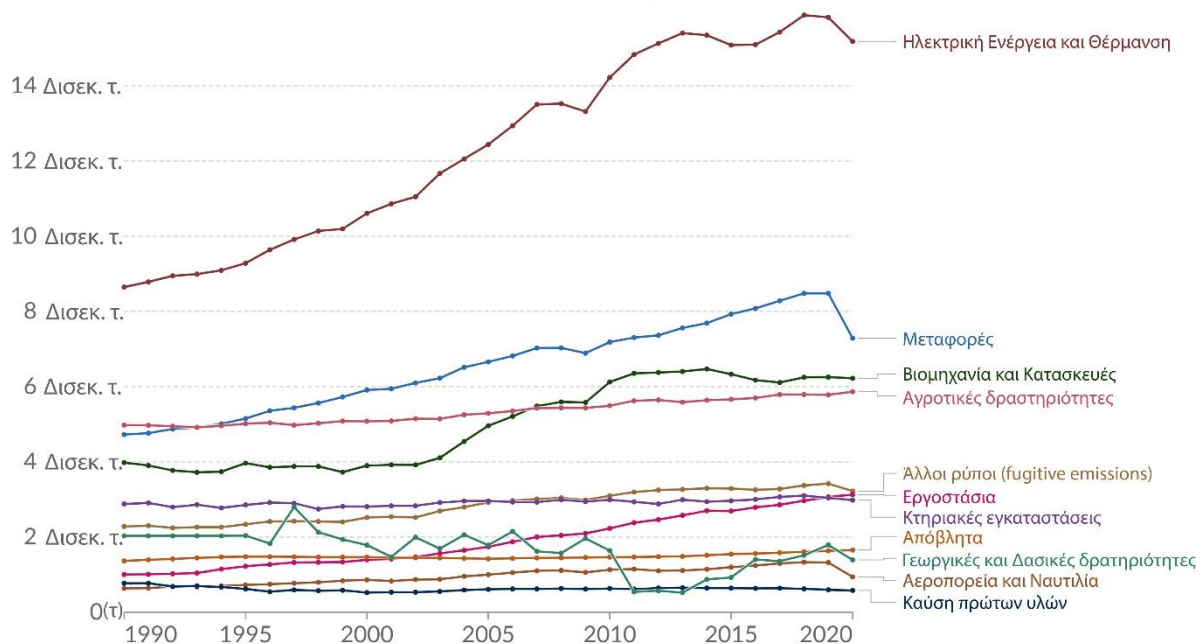
Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από πληθώρα δραστηριοτήτων της καθημερινότητας και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι άμεσες και έμμεσες εκπομπές μπορούν να ταξινομηθούν ανά κατηγορία κτισμάτων. Στο Γράφημα 8 μπορούμε να δούμε την διακύμανση της τελικής κατανάλωσης της κύριας πηγής εκπομπής CO₂, της καύσης γαιανθράκων, ανά κατηγορία και συναρτήσει των ετών, παγκοσμίως. Εύκολα διακρίνουμε πως το μεγαλύτερο μερίδιο της συνολικής τελικής κατανάλωσης γαιανθράκων με 82%, ανήκει στη βιομηχανία (εργοστάσια), με τη μέγιστη τιμή να φτάνει τα περίπου 38.500.000 TJ το 2011, ενώ μειώνεται έως το 2021 στα περίπου 31.500.000 TJ. Ακολουθούν οι οικίες με 2.230.000 TJ και περίπου 5%, καθώς και τα εμπορικά καταστήματα και δημόσιες υπηρεσίες με 904.885 TJ και περίπου 4%. Παρά την μεγάλη αύξηση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ των ετών 2000-2012, η τελική κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από γαιάνθρακες έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια κατά περίπου 20% αν συγκρίνουμε τις συνολικές τιμές του 2021 (38.000.000 TJ) σε σχέση με το 2012 (48.000.000 TJ). Παρ' όλα αυτά, εξακολουθεί να είναι πολύ ψηλότερα, καθώς η τιμή της κατανάλωσης έχει διπλασιαστεί σε σχέση με αυτή του 1990 (19.000.000 TJ).



Γράφημα 8. Τελική κατανάλωση γαιάνθρακα ανά κλάδο. [4]

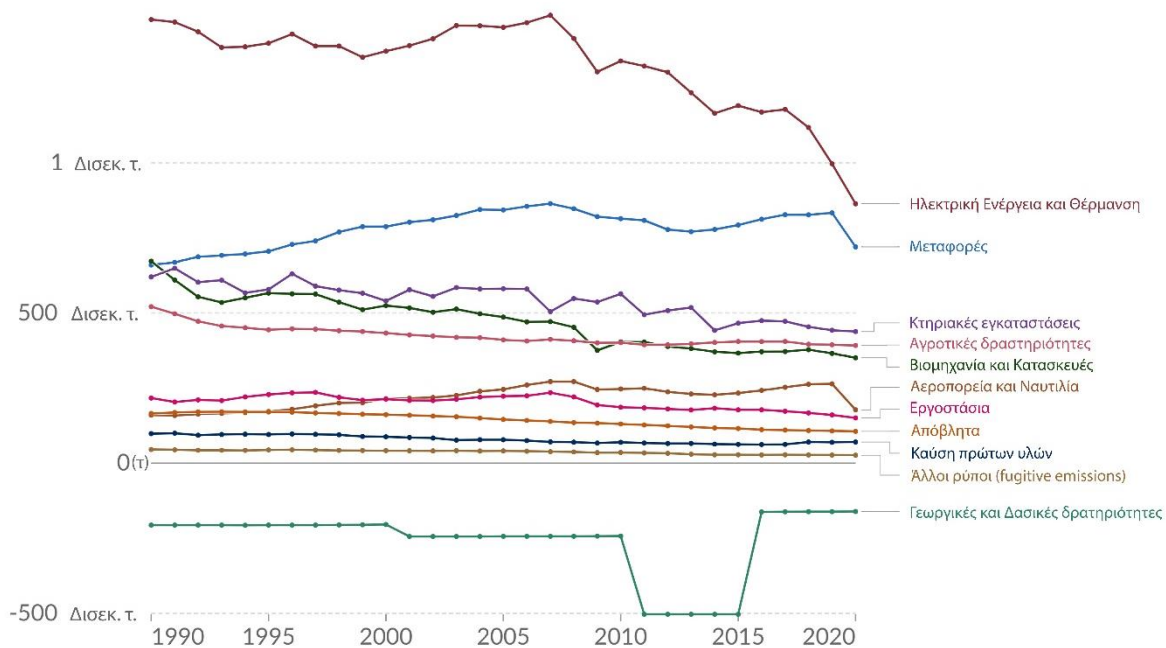
Στο Γράφημα 9 φαίνεται η διακύμανση των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά κατηγορία χρήσης της ενέργειας, παγκοσμίως, συμψηφίζοντας άμεσες και έμμεσες εκπομπές, όπως αυτές των εργοστασίων που παράγουν ΗΕ από γαιάνθρακες. Φαίνεται πως την πρώτη θέση κατέχουν η ΗΕ και η θέρμανση, με περίπου 15 δισεκατομμύρια τόνους

ρύπων, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται η λειτουργία και φόρτιση των συσκευών του σπιτιού, η θέρμανση μέσω ηλεκτρικών συσκευών καθώς και η θέρμανση χρησιμοποιώντας συμβατικά καύσιμα. Αμέσως μετά ακολουθούν οι μεταφορές, η βιομηχανία και ο κατασκευαστικός κλάδος, οι αγροτικές δραστηριότητες, καθώς και άλλες κατηγορίες με μικρότερη συμμετοχή στη ρύπανση, όχι όμως και αμελητέα. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί, πως οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αγγίζουν τους περίπου 50 δισεκατομμύρια τόνους, για το έτος 2020, παρά την μείωσή τους λόγω της πανδημίας του Covid-19.



Γράφημα 9. Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου ανά κατηγορία, παγκοσμίως. [12]

Αντίστοιχα για την ΕΕ παρατηρούμε, στο Γράφημα 10, πως οι πρώτες δύο κατηγορίες είναι αντίστοιχες του Γράφημα 9, με την διαφορά όμως, ότι στην κατηγορία της ΗΕ και θέρμανσης παρατηρούμε μια συνεχή μείωση ενώ στις μεταφορές μια σχετικά πιο σταθερή εκπομπή αερίων, σε αντίθεση με τις ανοδικές τους τάσεις παγκοσμίως. Το γεγονός αυτό μπορεί εν μέρη να δικαιολογηθεί από το γεγονός πως η Ευρώπη, και δη η ΕΕ, είναι τεχνολογικά πιο ανεπτυγμένη σε σύγκριση με άλλες περιοχές, που βρίσκονται ακόμα υπό ανάπτυξη και χρησιμοποιούν ποσοστιαία περισσότερο τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται από την προτίμηση τέτοιου είδους πηγών από υποανάπτυκτα κράτη, καθώς



Γράφημα 10. Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου ανά κατηγορία, ΕΕ. [12]

είναι εύκολα προσβάσιμες και σχετικά φθηνότερες από μη συμβατικές^[9]. Ακόμα το θεσμικό πλαίσιο της ΕΕ θέτει κατευθύνσεις, οι οποίες της επιβάλλουν να παράγει πράσινη ενέργεια, όπως θα δούμε και στη συνέχεια. Τέλος, την τρίτη θέση καταλαμβάνουν οι κτηριακές εγκαταστάσεις, με 600 εκατομμύρια τόνους ρύπων, στις οποίες μεγάλο ρόλο διαδραματίζει η ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων.

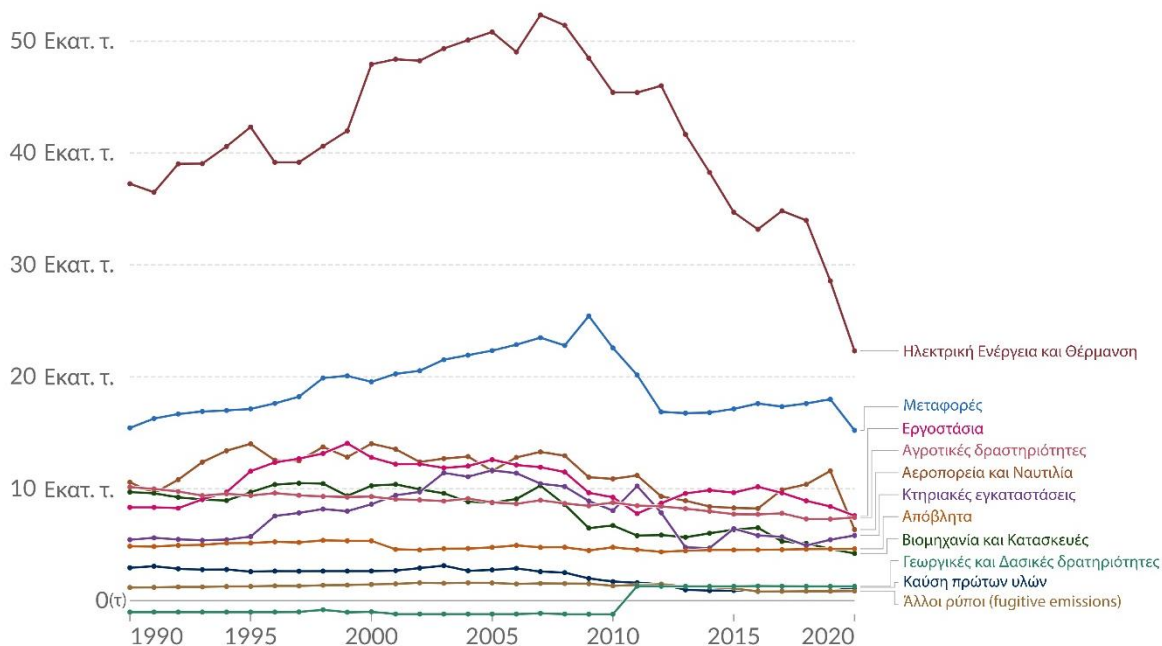
Ακόμα, διακρίνουμε πως η κατηγορία των γεωργικών και δασικών δραστηριοτήτων κινείται σε αρνητικές τιμές, το οποίο σημαίνει πως η ΕΕ καταναλώνει περισσότερους ρύπους απ' όσους παράγει, μέσω των συγκεκριμένων δράσεων. Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί, καταναλώνοντας ή 'αιχμαλωτίζοντας' CO₂ με τρόπους όπως:

1. **Δάσωση και Αναδάσωση:** Η φύτευση δέντρων ή η αποκατάσταση δασών μπορεί να μειώσει τα επίπεδα CO₂ της ατμόσφαιρας μέσω της φωτοσύνθεσης.
2. **‘Αποθήκευση’ Άνθρακα στο Έδαφος:** Ο άνθρακας ‘αποθηκεύεται’ στο έδαφος μέσω της φωτοσύνθεσης που γίνεται στα φυτά, κυρίως ως οργανικός άνθρακας εδάφους (soil organic carbon ή SOC). Ορισμένες ενέργειες και γεωργικές πρακτικές, όπως η καλλιέργεια χωρίς άροση, η καλλιέργεια φυτών μικρής ανάπτυξης μετά από κάθε συγκομιδή, η αύξηση του πλήθους των ακατέργαστων εκτάσεων και η αποκατάσταση υδροβιότοπων, μπορούν να συνεισφέρουν στην αποθήκευση του άνθρακα στο έδαφος, βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο στην αντιστάθμιση των εκπομπών.
3. **Ανάκτηση και Ανακύκλωση CH₄ από Χωματερές:** Η ΕΕ επενδύει σε έργα που μειώνουν ή αντισταθμίζουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με έργα όπως η ‘αιχμαλώτιση’

του παραγόμενου μεθανίου από χωματερές οργανικών υλικών. Μετά την εναπόθεσή τους, τα απορρίμματα, καλύπτονται με λεπτά στρώματα χώματος και έπειτα με παχύτερα, συχνά αποτελούμενα από πηλό, άμμο και οργανική ύλη. Το CH₄ συλλέγεται από ένα δίκτυο σωληνώσεων και αντλιών, θαμμένων ανάμεσα στα αποσυντιθέμενα υλικά, προκειμένου να σταλεί για επεξεργασία και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, αντί να δραπετεύσει στην ατμόσφαιρα.

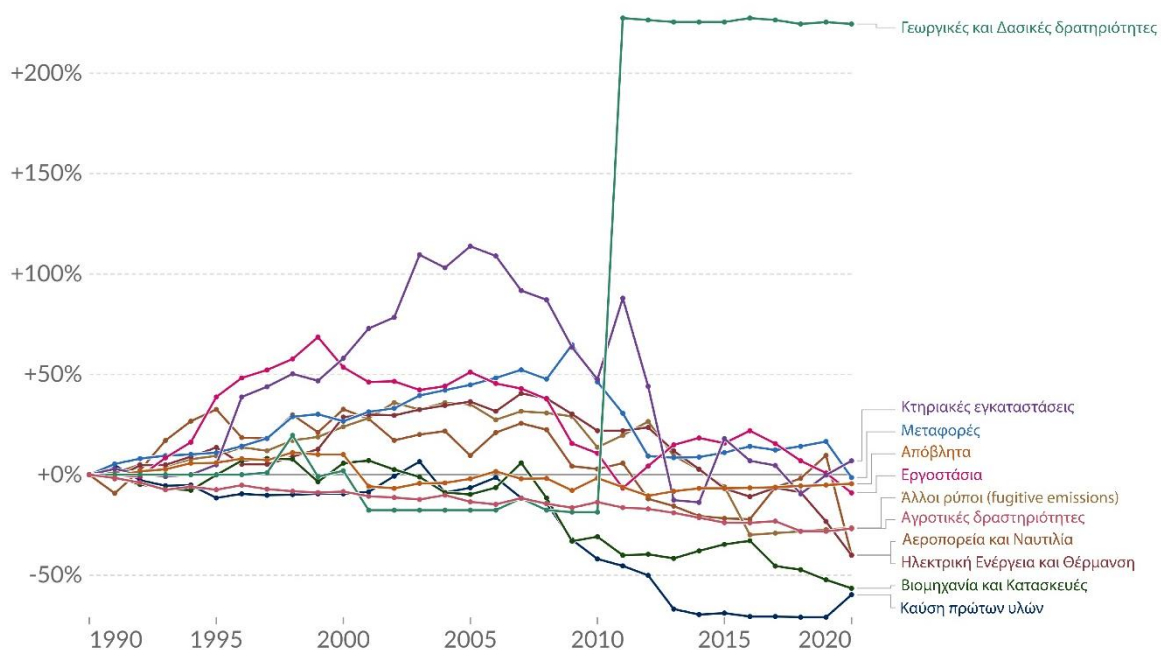
Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ότι η επίτευξη αρνητικών εκπομπών είναι συχνά μια πολύπλοκη και μακροπρόθεσμη διαδικασία, στην οποία φαίνεται να πετυχαίνει η ΕΕ, μέσα από πολιτικές, επενδύσεις σε βιώσιμες πρακτικές και κανονισμούς, που θα αναλυθούν περισσότερο σε μεταγενέστερη ενότητα της μελέτης.

Εστιάζοντας στην Ελλάδα, διακρίνουμε στο Γράφημα 11, ότι υπάρχει αντιστοιχία με το γράφημα της ΕΕ και ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης αποτελεί την κυριότερη πηγή εκπομπής αερίων θερμοκηπίου, με πρωτική τάση και περίπου 22 εκατομμύρια τόνους ρύπων. Δεύτερη σε εκπομπή ρύπων είναι η κατηγορία των μεταφορών με 15 εκατομμύρια τόνους, ενώ τα εργοστάσια και οι αγροτικές δραστηριότητες ακολουθούν, διαδραματίζοντας επίσης σημαντικό ρόλο με την εκπομπή άλλων 14, περίπου, εκατομμυρίων τόνων. Πέρα από τη μείωση των ετών 2019-2020, υπάρχει μια γενικότερη μείωση εκπομπών από το 2008 και ύστερα, κάτι το οποίο αιτιολογείται από την οικονομική κρίση, και ταυτίζεται πλήρως με την μείωση κατανάλωσης ΗΕ ανά άτομο, του Γράφημα 5. Κατανάλωση ΗΕ ανά άτομο στην Ελλάδα. [2].



Γράφημα 11. Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου ανά κατηγορία, σε εκατομμύρια τόνους, Ελλάδα. [12]

Στο Γράφημα 12 παρατίθεται η εγχώρια ποσοστιαία μεταβολή της κάθε κατηγορίας ανά τα χρόνια. Παρατηρούμε πως στα έτη 1990 έως 2012 υπήρξε υπέρμετρη αύξηση εκπομπών, στην πλειοψηφία των κατηγοριών, ενώ από το 2012 έως σήμερα παρατηρούνται μικρές μεταβολές ή μεγάλες μειώσεις, προς επαλήθευση των γραφημάτων Γράφημα 5 και Γράφημα 11. Αξιοπερίεργη είναι η εκτίναξη της ποσοστιαίας μεταβολής των γεωργικών και δασικών δραστηριοτήτων, από αρνητικές σε θετικές τιμές, μέσα σε διάστημα μόλις ενός έτους.



Γράφημα 12. Ποσοστιαία μεταβολή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά κατηγορία, Ελλάδα. [12]

3.3.1.2. Ρύπανση κατά την εξόρυξη και επεξεργασία ορυκτών πόρων

Οι ορυκτοί πόροι αποτελούν αγαθό ζωτικής σημασίας για την κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Εκτός από τα προϊόντα της καύσης τους, οι προγενέστερες διαδικασίες της εξόρυξης, επεξεργασίας και μεταφοράς τους, μπορούν να προκαλέσουν, και αυτές, μεγάλες περιβαλλοντικές καταστροφές. Η κατανόηση των τρόπων ρύπανσης και η αποφυγή τους, κατά τη διάρκεια των παραπάνω διαδικασιών, είναι πολύ σημαντική για την ανάπτυξη βιώσιμων στρατηγικών που να τους μετριάζουν.

Αρχικά, η διαδικασία εξόρυξης ορυκτών πόρων συνεπάγεται με αλλοίωση ή ακόμη και καταστροφή οικοσυστημάτων, ειδικά σε περιοχές πλούσιες σε αυτά. Στην περίπτωση των γαιανθράκων για παράδειγμα, συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδο εξόρυξης αποτελεί η απομάκρυνση βουνοκορφών, βλάστησης ή ολόκληρων στρωμάτων εδάφους. Ομοίως, κατά

την εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου εφαρμόζονται τεχνικές όπως αυτές του συμβατού (conventional) και ασύμβατου (unconventional) ‘πηγαδιού’ (well), με την δεύτερη να χρησιμοποιεί την μέθοδο ‘fracking’, κατά την οποία μπορούν να προκληθούν μεγάλες περιβαλλοντικές καταστροφές, με κυριότερη την μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα, πυροδοτώντας κλιμακωτές οικολογικές ανισορροπίες.

Ακόμα, η επεξεργασία των ορυκτών πόρων, περιλαμβάνει διαδικασίες δύλισης και χημικών επεξεργασιών. Τα διωλιστήρια εκπέμπουν οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCS) στην ατμόσφαιρα και μολύνουν το έδαφος και τους υδάτινους πόρους, με την απόρριψη χημικών ενώσεων και βαρέων μετάλλων. Επιπλέον, σε συμβάντα διαρροών υγρών ορυκτών πόρων, απελευθερώνονται υδρογονάνθρακες, επιδεινώνοντας περαιτέρω τη ρύπανση των υδάτων. Χαρακτηριστικά περιστατικά τέτοιων συμβάντων, αποτελούν η πετρελαιοκηλίδα της θαλάσσιας εξέδρας άντλησης πετρελαίου ‘Deepwater Horizon’ στον Κόλπο του Μεξικού, καθώς και αυτή του πετρελαιοφόρου ‘Exxon Valdez’ στην Αλάσκα.

Τέτοιες, μεγάλης κλίμακας, περιβαλλοντικές καταστροφές, αποσταθεροποιούν τα οικοσυστήματα, οδηγώντας σε απώλεια στέγης, ή ακόμα και ζωής, για αμέτρητα είδη χλωρίδας και πανίδας. Η αναγνώριση της βαρύτητάς τους είναι επιτακτική ανάγκη, για την διάσωση των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας.

Η ρύπανση που γίνεται κατά τις διαδικασίες εξόρυξης, επεξεργασίας και μεταφοράς των ορυκτών πόρων, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως άμεση, καθώς οι διαδικασίες αυτές επικεντρώνονται/πραγματοποιούνται αποκλειστικά για αυτούς. Αντιθέτως, η ρύπανση που προκαλείται κατά τη διάρκεια της καύσης των ορυκτών πόρων, είναι έμμεση, αφού τα καυσαέρια αποτελούν προϊόν της διαδικασίας αυτής και δεν αφορά αυτά καθ’ αυτά τα ορυκτά καύσιμα.

Συνεπώς, παρατηρείται πως οι συμβατικές πηγές ενέργειας έχουν άμεσες και έμμεσες εκπομπές ρύπων. Εφόσον οι μη-συμβατικές, ή αλλιώς πράσινες, πηγές ενέργειας δεν έχουν άμεσους ρύπους, θα πρέπει να ερευνηθεί η πτυχή των έμμεσων εκπομπών και αν αυτές υπερτερούν των πλεονεκτημάτων τέτοιων πηγών.

3.3.1.3. Ρύπανση από την πυρηνική ενέργεια

Η πυρηνική ενέργεια, θεωρείται μη-συμβατική πηγή και κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο με 10% της παγκόσμιας παραγωγής ΗΕ. Παρόλο που έχει μηδενικές εκπομπές αερίων του

θερμοκηπίου, είναι γνωστό, πως μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του περιβάλλοντος, με τρόπους οι οποίοι παρατίθενται αναλυτικότερα στις παρακάτω παραγράφους.

Κατ' αρχήν, οι αντιδράσεις πυρηνικής σχάσης στους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς πυρηνικής ενέργειας, παράγουν κάποια υποπροϊόντα, τα οποία ονομάζονται πυρηνικά απόβλητα και είναι ραδιενεργά για τον άνθρωπο και γενικότερα τα έμβια όντα. Ταξινομούνται σε απόβλητα χαμηλής, μέσης και υψηλής ραδιενέργειας και απαιτούν ιδιαίτερη μεταχείριση ως προς την ασφαλή μεταφορά και αποθήκευσή τους, ώστε να μην υπάρξει διαρροή στο περιβάλλον. Σε αντίθετη περίπτωση, τα υλικά αυτά προκαλούν μόλυνση του περιβάλλοντος, με μακροχρόνιες συνέπειες, λόγω του μεγάλου χρόνου ημιζωής τους. Αυτό σημαίνει πως τα ασταθή άτομα συνεχίζουν να διασπώνται με την μορφή ιονίζουσας ακτινοβολίας, διαταράσσοντας τους οργανισμούς που ζουν στο οικοσύστημα όπου υπήρξε η διαρροή.

Επιπροσθέτως, κίνδυνο αποτελούν οι ίδιες οι μονάδες παραγωγής, καθώς σε περίπτωση ατυχήματος, μπορούν να απελευθερωθούν ραδιενεργά υλικά στον περιβάλλοντα χώρο. Ατυχήματα, όπως αυτά στο Τσερνόμπιλ και τη Φουκουσίμα, επισημαίνουν τις καταστροφικές συνέπειες τέτοιων γεγονότων, για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η πυρηνική ενέργεια είναι μια εν δυνάμει καθαρή πηγή ενέργειας, όσο οι πιθανότητες εξάπλωσης ραδιενέργειας, από παρελκόμενες δραστηριότητες και ατυχήματα, τείνουν στο μηδέν.

3.3.1.4. Ρύπανση από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Οι ΑΠΕ, όπως η αιολική, η ηλιακή και η υδροηλεκτρική, έχουν 'κερδίσει έδαφος' σε σχέση με τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα, αξιοποιούμενες ως μια πιο 'καθαρή' εναλλακτική λύση. Η συμμετοχή τους στην παγκόσμια παραγωγή ΗΕ είναι όλο και μεγαλύτερη χρόνο με το χρόνο, από το 2000 και μετά, με την υδροηλεκτρική ενέργεια να είναι η μεγαλύτερη ΑΠΕ το 2021, αντιπροσωπεύοντας το 6,3% της συνολικής ενέργειας που παράχθηκε^[10,11]. Ωστόσο, αν και πράγματι δεν εκπέμπουν άμεσους ρύπους, θα πρέπει να εξεταστεί η έμμεση ρύπανση που μπορεί να προκαλούν στο περιβάλλον, κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, ο οποίος χωρίζεται στην κατασκευή, μεταφορά, τοποθέτηση, λειτουργία και απόσυρση.

Αρχικά, κατά την κατασκευή των εξαρτημάτων και εγκαταστάσεων των συστημάτων ΑΠΕ, όπως των φωτοβολταϊκών πάνελ, των σκελετών/πτερυγίων των ανεμογεννητριών και των φραγμάτων, εκτελούνται διαδικασίες μεγάλης απαιτητικότητας επεξεργασίας σύνθετων υλικών. Για παράδειγμα, η παραγωγή φωτοβολταϊκών πάνελ απαιτεί την εξόρυξη, μεταφορά και σύνθεση διάφορων χημικών στοιχείων και ενώσεων, διαδικασίες από τις οποίες

προκύπτουν ρύποι. Το ίδιο ισχύει, αντίστοιχα, για τα πτερύγια και τον σκελετό των ανεμογεννητριών, αλλά και για την κατασκευή φραγμάτων κατά την οποία απαιτούνται τεράστιες ποσότητες πρώτων υλών.

Επιπλέον, η μεταφορά βαρέως εξοπλισμού από το σημείο παραγωγής στο σημείο τοποθέτησης, και δη σε απομακρυσμένες τοποθεσίες, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες εκπομπές άνθρακα και παρεμβολές στο τοπίο κατά μήκος της διαδρομής. Παραδείγματος χάριν, η μεταφορά των εξαρτημάτων μέσω φορτηγών πλοίων, από ένα μέρος του κόσμου σε ένα άλλο, και η διάνοιξη δρόμων σε ορεινές περιοχές, για να μπορέσει να γίνει η διέλευση των πιο ογκωδών μερών των ανεμογεννητριών.

Ακόμα, κατά την λειτουργία τους οι ΑΠΕ, μπορούν να διαταράξουν τα τοπικά οικοσυστήματα, οδηγώντας υποβάθμιση του εδάφους και αλλοίωση των οικότοπων:

- Οι υποδομές των σταθμών υδροηλεκτρικής ενέργειας, αλλάζουν ριζικά τα οικοσυστήματα των πεδιάδων και των ποταμών, διαταράσσοντας την χλωρίδα και πανίδα.
- Τα αιολικά πάρκα μπορεί επηρεάσουν τους πληθυσμούς των πτηνών και των μεταναστευτικών τους διαδρομών. Συμβάλλουν στην ηχορύπανση και σε ακραίες περιπτώσεις είναι θανατηφόρα για διερχόμενα πτηνά.
- Τα ηλιακά πάρκα, εάν σχεδιαστούν απρόσεκτα και τοποθετηθούν αυθαίρετα, μπορεί να καταπατήσουν οικότοπους και να υποβαθμίσουν την ποιότητα του εδάφους.

Επιπροσθέτως, κατά την απόσυρση των ΑΠΕ, δεν υπάρχουν βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης των γηρασμένων ή ελλαττωματικών εξαρτημάτων τους. Η ανακύκλωσή τους καθίσταται δύσκολη ή αδύνατη λόγω της φύσης και κατασκευής τους. Για παράδειγμα η απόρριψη γηρασμένων πάνελ περιλαμβάνει δύσκολο χειρισμό υλικών, τα οποία είναι επιβλαβή για το περιβάλλον αν διαρρεύσουν. Η ανακύκλωση των φτερών και του σκελετού των ανεμογεννητριών θέτει τεχνικές προκλήσεις, ακριβώς επειδή είναι σχεδιασμένα να αντέχουν σε πολύ αντίξοες καιρικές συνθήκες. Έτσι οδηγούμαστε σε ακατάλληλες πρακτικές απόρριψης, όπως η ταφή, με συναφείς κινδύνους ρύπανσης.

Η ΕΕ στα πλαίσια του προγράμματος ‘Blades2Build’ (ID σύμβασης επιχορήγησης: 101096437)^[13], στο οποίο μάλιστα συμμετέχει και το ΕΜΠ, επισημαίνει πως : ‘Τα πτερύγια, από τα πιο σημαντικά εξαρτήματα των ανεμογεννητριών, κατασκευασμένα με σύνθετο υλικό, θεωρούνται επί του παρόντος ως μη ανακυκλώσιμα. Υπολογίζεται ότι μέχρι το 2050 τα απόβλητα λεπίδων στο τέλος του κύκλου ζωής (EOL)[...] θα κυμαίνονται μεταξύ 21,4 Mt και 69,4 Mt, παγκοσμίως. Μια δυνατότητα για να αποφευχθεί η συσσώρευση λεπίδων EOL στο

περιβάλλον είναι η μετατροπή των σύνθετων λεπίδων σε νέα φιλικά προς το περιβάλλον δομικά υλικά όπως το 'πράσινο' τσιμέντο. Αυτή η επιλογή θα απαιτούσε απαιτητική επεξεργασία των σύνθετων απορριμμάτων. Μια άλλη επιλογή θα μπορούσε να είναι η επαναχρησιμοποίηση των λεπίδων απευθείας χωρίς μεγάλη επεξεργασία, π.χ. ως νέες λεπίδες ή ως άλλα προϊόντα.'

Εν κατακλείδι, ενώ οι ΑΠΕ, γενικά, θεωρούνται πιο φιλικές προς το περιβάλλον από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, είναι απαραίτητη η ολιστική προσέγγιση των σταδίων ζωής τους, ώστε να εξασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητά τους. Σημαντικό είναι να αναφερθεί, πως η ενέργεια που καταναλώνεται για την μεταφορά, κατασκευή και απόσυρσή τους, συνήθως, αποσβένεται μέσα σε λίγους μήνες. Αναγνωρίζοντας, παράλληλα, τον ζωτικό τους ρόλο στη μετάβαση σε ένα βιώσιμο/καθαρό ενεργειακό μέλλον, ο στρατηγικός σχεδιασμός και η εύρεση νέων τεχνικών απόσυρσης ΑΠΕ, μπορεί να συντελέσει στην ελαχιστοποίηση του οικολογικού αποτυπώματος και την μεγιστοποίηση της θετικής συμβολής τους.

3.3.2. Οικονομικές και Γεωπολιτικές Αστάθειες

Η άνευ προηγουμένου αύξηση της κατανάλωσης ΗΕ σε ολόκληρο τον κόσμο υποθάλλει γεωπολιτικές εντάσεις και επηρεάζει με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους τις οικονομίες.

Προκειμένου να καλυφθούν οι αυξανόμενες απαιτήσεις παραγωγής ΗΕ, τα κράτη επιδιώκουν να εξασφαλίσουν επαρκείς ορυκτούς πόρους για να καλύψουν τις ανάγκες τους. Η μεγάλη εξάρτηση όμως, σε εισαγωγές ορυκτών πόρων, ανεβάζει το κόστος της παραγωγής ΗΕ, καθώς επίσης θέτει την εκάστοτε χώρα σε ευάλωτη θέση, υποβαθμίζοντας την συνολική οικονομική σταθερότητα και ανθεκτικότητά της. Συνεπώς, τα κράτη στρέφονται στην ιδιοκτησία και τον έλεγχο αποθεμάτων ή αγωγών μεταφοράς ορυκτών πόρων, γεγονός που κλιμακώνει τις γεωπολιτικές εντάσεις και οδηγεί σε συγκρούσεις.

Ακόμα, η αυξημένη ζήτηση απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε ενεργειακές υποδομές, για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ΗΕ. Η αγορά εξαρτημάτων του ηλεκτρικού δικτύου, συστημάτων ΑΠΕ και μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων, δημιουργεί ένα είδος εξάρτησης από τις χώρες που τα παράγουν, με τα κράτη να αναγκάζονται να δαπανήσουν σημαντικά ποσά για να καλύψουν τις αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες τους.

Ως απόρροια των προαναφερθέντων προβληματικών καταστάσεων, προκαλείται υψηλό κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο μεταφέρεται στους λογαριασμούς ρεύματος των καταναλωτών. Έτσι, επιβαρύνονται οι επιχειρήσεις και τα νοικοκυριά, πυροδοτώντας ενεργειακή φτώχεια (έννοια που θα αναλυθεί περαιτέρω στο κεφάλαιο 5.2.1) με αρνητικό αντίκτυπο στην ευημερία των πολιτών. Επίσης επηρεάζεται η αγορά και τα εμπορικά ισοζύγια, οδηγώντας σε ανικανότητα ανταγωνισμού της παγκόσμιας αγοράς από τις εγχώριες βιομηχανίες. Η βαρύτητα των τιμών της ΗΕ είναι αυταπόδεικτα μεγάλη, καθώς μπορούν έμμεσα να συμβάλλουν μέχρι και στο φαινόμενο του πληθωρισμού.

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, μπορεί να γίνει με έναν συνδυασμό προτάσεων όπως την διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας, δηλαδή την υιοθέτηση ενός μείγματος ΑΠΕ, πυρηνικής ενέργειας και συμβατικών πηγών, την προσπάθεια συνεργασίας μέσω διεθνών οργανισμών και συμφωνιών και, τέλος, την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών που θα μπορούσαν να ενισχύσουν την ενεργειακή ασφάλεια και να ελαχιστοποιήσουν την εξάρτηση από συγκεκριμένες χώρες και πόρους. Η αποτελεσματικότερη, όμως, λύση, για την εξομάλυνση της κατάστασης, παραμένει η διευθέτηση της αιτίας των γεωπολιτικών εντάσεων και των οικονομικών προβλημάτων, δηλαδή η μείωση της κατανάλωσης.

3.3.3. Υπερφόρτωση Δικτύων Διανομής ΗΕ

Με την κατανάλωση ΗΕ να συνεχίζει να αυξάνεται παγκοσμίως, το υπάρχον δίκτυο έχει ανάγκη για επέκταση, καθώς η υπάρχουσα υποδομή αντιμετωπίζει προβλήματα υπερφόρτωσης. Επεκτείνοντας το δίκτυο, δημιουργείται η ανάγκη δαπάνης μεγάλων χρηματικών ποσών για την κατασκευή, μεταφορά, τοποθέτηση και συντήρηση νέου εξοπλισμού. Παράλληλα, οι διαδικασίες αυτές μπορούν να είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον, μέσω των διαδικασιών που πραγματοποιούνται σε κάθε στάδιο που αναφέρθηκε.

Επίσης, είναι πολύ σημαντικό να διατηρείται ισορροπία ανάμεσα στη ζήτηση για την παραγωγή. Σε περίπτωση που η ζήτηση είναι μεγαλύτερη των δυνατοτήτων του δικτύου, και καθώς η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε πραγματικό χρόνο, δημιουργείται στιγμιαία ανισορροπία, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ακραίες τιμές συχνότητας και το κύκλωμα να επέλθει σε αστάθεια. Το αποτέλεσμα ενός τέτοιου συμβάντος, θα ήταν η απανωτή αποσύνδεση των μονάδων παραγωγής από το δίκτυο και η κατάρρευση του συστήματος (black out), λόγω της επιβράδυνσης της περιστρεφόμενης μάζας των γεννητριών καύσης και εκείνων των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Τέτοιες περιπτώσεις ενέχουν σημαντικό κίνδυνο για

υποδομές ζωτικής σημασίας, όπως τα νοσοκομεία και τα υδραγωγεία, ενώ επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό οι βιομηχανίες, τα νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις.

Ακόμα, όμως, η προσθήκη νέων κλάδων στο δίκτυο, μπορεί να προκαλέσει το παράδοξο ‘Braess’, κατά το οποίο η διανομή ΗΕ μπορεί να γίνει δυσκολότερη, αντίθετα απ’ ό τι προβλεπόταν. Το 2012, μια διεθνής ομάδα ερευνητών από τα ερευνητικά κέντρα Institut Néel (CNRS, Γαλλία), INP (Γαλλία), IEMN (CNRS, Γαλλία) και UCL (Βέλγιο), δημοσίευσε μια μελέτη^[14], κατά την οποία αποδεικνύεται ότι το παράδοξο του Braess, μπορεί να συμβεί σε μεσοσκοπικά συστήματα ηλεκτρονίων. Συγκεκριμένα, έδειξαν, ότι η προσθήκη μιας επιπλέον διαδρομής για τα ηλεκτρόνια σε ένα νανοσκοπικό δίκτυο, μείωσε την αγωγιμότητά του, παρά το αντίθετο που ήταν και το αναμενόμενο αποτέλεσμα.

Συνοψίζοντας, η υπερφόρτωση θέτει σε κίνδυνο την αξιοπιστία και τη σταθερότητα των δικτύων διανομής ΗΕ, οδηγώντας σε απώλειες μετάδοσης, διακυμάνσεις τάσης και αυξημένη πιθανότητα διακοπών ηλεκτροδότησης. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να αντιμετωπιστεί βραχυπρόθεσμα, με την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών, όπως τα έξυπνα δίκτυα (smart grids), την εγκατάσταση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, τις διασυνδέσεις επιμέρους δικτύων σε μεγαλύτερα και την αποκέντρωση των ενεργειακών πηγών, ώστε να μετριαστεί η συμφόρηση. Ωστόσο, για μακροπρόθεσμα αποτελέσματα, είναι επιτακτική η ανάγκη για τον περιορισμό της αυξανόμενης ζήτησης, διασφαλίζοντας την ευστάθεια του δικτύου ΗΕ.

3.3.4. Εξάντληση Φυσικών Πόρων

Η εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ΗΕ, αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα για την εξάντληση των φυσικών πόρων. Καθώς αυτά, δηλαδή ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, συνεχίζουν να εξορύσσονται και καταναλώνονται με μη βιώσιμο τρόπο, οδηγούνται στη σταδιακή εξάντλησή τους.

Ο άνθρακας, πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Παγκόσμια Ένωση Άνθρακα (future coal)^[15], έχει αποδεδειγμένα ανακτήσιμα αποθέματα που ανέρχονται σε περίπου 1,05 τρισεκατομμύρια μετρικούς τόνους παγκοσμίως. Με τον ετήσιο ρυθμό παγκόσμιας κατανάλωσης να υπερβαίνει τα 8 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους, γίνεται προφανές ότι, χωρίς κάποια αλλαγή, αυτά τα αποθέματα ενδέχεται να εξαντληθούν μέσα στον επόμενο αιώνα.

Ακόμα, τα σημερινά παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου, ορυκτό που χρησιμοποιείται εκτενώς για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υπολογίζονται σε περίπου 1,7 τρισεκατομμύρια βαρέλια. Ωστόσο, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA)^[2] αναφέρει ετήσια κατανάλωση που ξεπερνά τα 30 δισεκατομμύρια βαρέλια. Το συμπέρασμα από αυτά τα στοιχεία, δείχνει ότι τα υπάρχοντα αποθέματα πετρελαίου μπορεί να εξαντληθούν εντός των επόμενων δεκαετιών, ακόμα και εάν η κατανάλωση πετρελαίου παραμείνει σταθερή.

Επίσης, το φυσικό αέριο, που θεωρείται πιο καθαρή εναλλακτική λύση έναντι του άνθρακα και του πετρελαίου, έχει αποδεδειγμένα παγκόσμια αποθέματα περίπου 210 τρισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων. Ωστόσο, η ετήσια κατανάλωσή του, που υπερβαίνει τα 3,94 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα με αυξητική τάση, θα εξαντλήσει αυτά τα αποθέματα μέσα στον επόμενο αιώνα.

Συνοψίζοντας, τα πεπερασμένα αποθέματα άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου βρίσκονται σε τροχιά εξάντλησης και χρειάζεται να γίνουν ριζικές αλλαγές, ώστε να ανατραπεί η παρούσα κατάσταση, για τη διασφάλιση ενός ανθεκτικού και βιώσιμου ενεργειακού μέλλοντος.

3.4. Μέτρα Αντιμετώπισης Υπερκατανάλωσης σε Παγκόσμια, Ευρωπαϊκή και Εγχώρια Κλίμακα

Κράτη, διακρατικοί οργανισμοί και συμμαχικά σχήματα, αντιλαμβανόμενοι τον κίνδυνο από την μη βιώσιμη κατανάλωση/χρήση ενέργειας της επερχόμενης οικονομικής και περιβαλλοντικής καταστροφής (αντίδραση πολιτών), έχουν προβεί ανά τα χρόνια σε ψήφιση κανονισμών, επιβολή κατευθύνσεων προκειμένου να αποτραπεί. Παρακάτω παρουσιάζονται τα μέτρα , αρχικά σε παγκόσμια, έπειτα σε ευρωπαϊκή και τέλος σε εγχώρια κλίμακα.

3.4.1. Παγκόσμια Κλίμακα

Από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο και μετά, τα έθνη προσπάθησαν να σχηματίσουν κοινότητες και ενωμένα να αντιμετωπίζουν δυσμενείς καταστάσεις. Ασχέτως αν αυτό έχει τηρηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό, κάποιες συμφωνίες έχουν τηρηθεί και επιφέρει σημαντικές αλλαγές ως προς την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της κλιματικής αλλαγής. Οι βασικότερες εξ αυτών των συμφωνιών είναι οι εξής:

- Συμφωνία του Παρισιού (2015): Η Συμφωνία του Παρισιού^[16], η οποία εγκρίθηκε σε συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), είναι μια συμφωνία ορόσημο, που στοχεύει να περιορίσει την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και να φτάσει την μέση θερμοκρασία το μέγιστο 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Ενώ η συμφωνία περιλαμβάνει διάφορους τομείς, εστιάζει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενθαρρύνοντας τις χώρες να μεταβούν σε βιώσιμες πηγές ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα.
- Πρωτόκολλο Κιότο (1997): Το Πρωτόκολλο του Κιότο^[17], μια διεθνής συνθήκη στο πλαίσιο της UNFCCC, στοχεύει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως. Ενώ στόχευε κυρίως τα βιομηχανικά έθνη, έθεσε τη βάση για την αντιμετώπιση των εκπομπών από διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Εισήγαγε μηχανισμούς όπως η εμπορία εκπομπών και ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (CDM) για την προώθηση βιώσιμων πρακτικών και καθαρότερων τεχνολογιών.
- Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (1987): Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ^[18] εστιάζει κυρίως στην προστασία της στιβάδας του όζοντος με τη σταδιακή κατάργηση της παραγωγής και κατανάλωσης ουσιών που καταστρέφουν το όζον, όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως. Αν και δεν αφορά άμεσα την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, το πρωτόκολλο συμβάλλει έμμεσα στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής μειώνοντας τη χρήση ορισμένων ουσιών που έχουν επίσης δυναμική υπερθέρμανσης του πλανήτη. Το πρωτόκολλο καταδεικνύει την ικανότητα της διεθνούς κοινότητας στη συσπείρωση για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων.
- SDG 7 - Προσιτή και καθαρή ενέργεια: Ο στόχος 7 της Βιώσιμης Ανάπτυξης, ως μέρος της Ατζέντας των Ηνωμένων Εθνών 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη^[19], στοχεύει να εξασφαλίσει πρόσβαση σε οικονομικά προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους. Αν και δεν αποτελεί νομικά δεσμευτική συμφωνία, τονίζει τη σημασία της καθαρής ΗΕ, για την επίτευξη ευρύτερων στόχων βιώσιμης ανάπτυξης.
- Συμφωνίες ΔΟΕ: Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) διευκολύνει τη διεθνή συνεργασία σε θέματα που σχετίζονται με την ΗΕ. Αν και δεν είναι μια ενιαία συμφωνία, ο ΔΟΕ διεξάγει διάφορες πρωτοβουλίες και συνεργασίες μεταξύ των χωρών μελών για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την προώθηση τεχνολογιών καθαρής ενέργειας και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής^[20].

Αυτές οι διεθνείς συμφωνίες υπογραμμίζουν την παγκόσμια δέσμευση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αυξανόμενη έμφαση στη μετάβαση σε καθαρότερες και πιο βιώσιμες μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Χώρες σε όλο τον κόσμο συνεργάστηκαν για να μοιραστούν τεχνογνωσία, τεχνολογίες και βέλτιστες πρακτικές για να επιτύχουν αυτούς τους κοινούς στόχους και να οικοδομήσουν ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό μέλλον.

3.4.2. Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, ειδικά τα τελευταία χρόνια, αντιμετωπίζει πρωτόγνωρες προκλήσεις που απορρέουν από την αυξημένη εξάρτησή της από τις εισαγωγές πρώτων υλών για την παραγωγή ΗΕ, καθώς και την ταυτόχρονη ανάγκη της για αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης. Ως απάντηση, έχει υιοθετήσει και εφαρμόσει διάφορα μέτρα για να μειώσει την ενεργειακή της κατανάλωση. Μερικές βασικές ενέργειες και πολιτικές αποτελούν:

- Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση (EED): Η ΕΕ έχει θεσπίσει την οδηγία EU/2023/1791^[21], η οποία προβλέπει δεσμευτικά, για τις χώρες-μέλη, μέτρα σε όλη την ενεργειακή αλυσίδα, από την παραγωγή έως την τελική κατανάλωση. Τα κυριότερα σημεία αφορούν την δημιουργία ενός σταθερού περιβάλλοντος για πράσινες επενδυτικές πρωτοβουλίες, καθώς και την ευαισθητοποίηση καταναλωτών και επιχειρήσεων, ώστε να κάνουν πιο ορθολογικές επιλογές για την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.
- Οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RED): Η ΕΕ έχει εγκρίνει την οδηγία EU/2018/2001^[22] για την αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή ενέργειας. Η οδηγία αυτή προβλέπει επίσης την ένταξη ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών, των γεωργικών δραστηριοτήτων και των δημόσιων κτηριακών εγκαταστάσεων.
- Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD): Η οδηγία EU/2010/31^[23] στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της ΕΕ, σε νέα αλλά και υφιστάμενα κτίρια όταν υποβάλλονται σε ανακαινίσεις. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή στατιστική αρχή, το 85% των κτιρίων της ΕΕ κατασκευάστηκαν πριν από το 2000 και μεταξύ αυτών, το 75% έχει κακή ενεργειακή απόδοση. Επομένως, μια τέτοια οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι καθοριστική για την εξοικονόμηση ενέργειας και την επίτευξη ενός κτιριακού συνόλου μηδενικών εκπομπών έως το 2050.
- Σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (EU ETS): Η 2003/87/EC^[24] είναι μια πολιτική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η οποία υποχρεώνει όσους ρυπαίνουν να μπορούν να παράγουν μέχρι μια συγκεκριμένη ποσότητα ρύπων ενώ παράλληλα τους ‘αγοράζουν’, μέσω ενός συστήματος που ονομάζεται ‘cap and trade’ (εμπόριο ανώτατο ορίου). Καθώς τα κράτη-μέλη στοχεύουν στη μείωση των καθαρών εκπομπών τουλάχιστον κατά 55% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990, το EU ETS είναι ένα κρίσιμο μέτρο για να επιτευχθεί αυτό, με οικονομικά αποδοτικό τρόπο.
- Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία: Η συμφωνία αυτή εισήχθη στα τέλη του 2019 και αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης για να θέσει την ΕΕ σε τροχιά προς την πράσινη μετάβαση, ενώ ταυτόχρονα να καταστήσει ανταγωνιστική και βιώσιμη την οικονομία της. Περιλαμβάνει επί μέρους στρατηγικές για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, τη βιοποικιλότητα με ορίζοντα το 2030, τον βιώσιμο τροφικό ανεφοδιασμό, τη βιομηχανία και τέλος, την στήριξη της κυκλικής οικονομίας^[25].
- Στήριξη πρωτοβουλιών για έξυπνες πόλεις και κοινότητες: Η ΕΕ υποστηρίζει έργα που στοχεύουν στην ανάπτυξη έξυπνων και βιώσιμων πόλεων και στην βελτίωση της

ενεργειακής απόδοσης στις αστικές περιοχές, μέσω κινημάτων όπως το ‘Living-in.EU’ ή προγραμμάτων όπως το ‘DIGITAL’^[26].

Αυτές οι ενέργειες αντιπροσωπεύουν έναν συνδυασμό νομοθετικών πλαισίων, οδηγιών και πρωτοβουλιών που στοχεύουν να καταστήσουν την κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ πιο βιώσιμη και αποδοτική.

3.4.3. Ελλάδα

Ως κράτος-μέλος της ΕΕ, η Ελλάδα οφείλει να συμβαδίζει με τους στόχους και τους κανονισμούς που η πρώτη έχει θέσει. Έτσι, οι ενεργειακές και κλιματικές πολιτικές της Ελλάδας αναπροσαρμόστηκαν με τον εθνικό νόμο για το κλίμα (Νο. 4936 ΦΕΚ Α 105/27.5.2022)^[27], που εγκρίθηκε τον Μάιο του 2022, ο οποίος θέτει στόχους για μείωση των συνολικών εκπομπών κατά 55% έως το 2030, έως 80% μέχρι το 2040 και τέλος, έως 100% (μηδενικές εκπομπές ρύπων) έως το 2050. Ακόμα, επιβάλλει βασικές πολιτικές κατά των εκπομπών, μεταξύ άλλων της σταδιακής κατάργησης της παραγωγής από καύση λιγνίτη έως το 2028. Η ανάκαμψη και σχέδιο ανθεκτικότητας, επικεντρώνεται στη μετάβαση σε μηδενικές εκπομπές έως το 2050 διασφαλίζοντας παράλληλα την ενεργειακή επάρκεια, βελτιώνοντας την οικονομική ανταγωνιστικότητα και προστατεύοντας τους ευάλωτους καταναλωτές.

Πιο συγκεκριμένα, το σχέδιο της Ελλάδας για ενεργειακή μετάβαση, επικεντρώνεται στην αύξηση της παραγωγής από ΑΠΕ, ειδικά αιολικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων, σε συνδυασμό με την μετατροπή οποιασδήποτε μορφής ανάγκης ενέργειας σε ηλεκτροδοτούμενη, ειδικά για θέρμανση/ψύξη κτιρίων και μεταφορά.

Επίσης, η χώρα σύμφωνα με το ‘Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα’ (ΕΣΕΚ)^[28] έχει θέσει ως στόχο τη μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας κατά 38% σε σχέση με το 2017 έως το 2030. Στο πλαίσιο αυτό έχουν τεθεί ως στόχοι η ανακαίνιση κτιρίων κατοικίας, μια πολιτική που επιδιώκει ταυτόχρονα να τονώσει τον κατασκευαστικό κλάδο και να προσφέρει σημαντικά οικονομικά και λειτουργικά οφέλη στα νοικοκυριά αναβαθμίζοντας τις συνθήκες διαβίωσης τους. Συγκεκριμένα, στοχεύεται η αναβάθμιση κατά μέσο όρο 60.000 κτιριακών μονάδων τον χρόνο, για την επίτευξη της ριζικής ανακαίνισης του 12-15% του συνόλου των κατοικιών μέχρι το έτος 2030^[29].

Σύμφωνα με το ίδιο σχέδιο, το ελληνικό κράτος στοχεύει, ακόμα, στη μείωση της εξάρτησης από τον λιγνίτη και το πετρέλαιο, ‘δίνοντας περισσότερο βάρος’ στο φυσικό αέριο. Παρόλο που μετά την έναρξη του πολέμου της Ουκρανίας, οι τιμές του παραμένουν υψηλές η

συμμετοχή του στο ενεργειακό μείγμα της χώρας είναι σημαντική, καθώς έχουμε ήδη κατασκευαστεί ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες μεγάλης απόδοσης, που το χρησιμοποιούν ως κύριο καύσιμο.

4. Κυβερνητικές, Επιχειρηματικές και Ατομικές Ευθύνες

4.1. Κυβερνήσεις, Εμπορικά Κτήρια και Επιχειρήσεις

Οι κυβερνήσεις έχουν την ευθύνη να εφαρμόζουν πολιτικές και να υιοθετούν μέτρα που προωθούν την ενεργειακή αποδοτικότητα και την εξοικονόμηση ΗΕ, ως αρμόδια ρυθμιστικά όργανα και συντονιστές της πολιτείας. Παρά τις ενέργειες που έχουν γίνει όπως είδαμε στο κεφάλαιο 3.4 οι ενδείξεις για τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι αποθαρρυντικές. Για το λόγο αυτό, χρειάζεται η υιοθέτηση παραπάνω και πιο εμπειριστατωμένων πολιτικών, η παροχή περισσότερων κινήτρων και η κατεύθυνση επιπλέον επενδύσεων για την εξοικονόμηση ΗΕ. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν η θέσπιση νομοθεσίας που ενθαρρύνει τη χρήση ΑΠΕ, η επιβολή προτύπων ενεργειακής απόδοσης και η υποστήριξη έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα της ενέργειας.

Χώρα-παράδειγμα αποτελεί η Γαλλία, από την οποία παραθέτονται συγκεκριμένα πλάνα δράσης^[30]:

- Οικολογικό δάνειο μηδενικού επιτοκίου (Eco-PTZ): χρηματοδότηση ενεργειακών κατασκευών σε κατοικίες χωρίς προκαταβολή μετρητών και χωρίς τόκους. Το μέγιστο ποσό του eco-PTZ κυμαίνεται μεταξύ 7.000 και 50.000 ευρώ, ανάλογα με τις απαραίτητες εργασίες, από την 1η Ιανουαρίου 2022. Αυτό το δάνειο μπορεί να χορηγηθεί, υπό όρους, σε ιδιοκτήτες και ένοικους και αποτελεί πολύ καλή ευκαιρία για άτομα που δεν έχουν μεγάλη οικονομική ευχέρεια.
- Βοήθεια της Εθνικής Υπηρεσίας Στέγασης (Anah) «Ζώντας καλύτερα, ήσυχοι»: βοήθεια της Anah σε νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος, για να βοηθήσει στην ανακαίνιση των σπιτιών τους. Η χρηματοδότηση εξαρτάται από το μέγεθος των εργασιών. Το συνολικό ποσό της ενίσχυσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 18.000 ευρώ.
- Μειωμένος ΦΠΑ για εργασίες μετάβασης σε πράσινη ενέργεια: κατά τη διάρκεια ανακαίνισης σπιτιού, με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητάς του, το έργο μπορεί να επωφεληθεί με τον χαμηλότερο συντελεστή ΦΠΑ, της τάξης του 5,5%, αντί του 20% που ισχύει γενικά. Η αποπεράτωση θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί σε λιγότερο από 2 χρόνια, καθώς επίσης το έργο μπορεί να αφορά την κύρια ή την δευτερεύουσα κατοικία.

- Απαλλαγή από τον φόρο ακίνητης περιουσίας: ορισμένοι δήμοι (ή περιφέρειες) απαλλάσσουν, προσωρινά, από τον φόρο ακίνητης περιουσίας τα νοικοκυριά που εκτελούν εργασίες για πιο αποδοτική κατανάλωση, πληρώντας κάποια κριτήρια. Η εξαίρεση από τον φόρο μπορεί να είναι ολική ή μερική.

Τα εμπορικά κτήρια και τα κτήρια που στεγάζονται οι επιχειρήσεις, είναι από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στις αστικές περιοχές, λόγω του μεγέθους και των λειτουργικών απαιτήσεών τους, αντιπροσωπεύοντας ένα σημαντικό μέρος της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας παγκοσμίως. Επομένως, ακόμη και μικρές βελτιώσεις στην ενεργειακή τους απόδοση, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα. Αποκτώντας ενεργειακά αποδοτικό εξοπλισμό και υιοθετώντας στρατηγικές ενεργειακής διαχείρισης, όπως η συνεχής παρακολούθηση και αξιολόγηση της επίδοσης της εξοικονόμησής τους, μπορούν να δουν διαφορά στην κατανάλωσή τους, έως και -30%^[31].

Ως προς τις επιχειρήσεις, καθώς, συνήθως, αποτελούν οργανισμούς με πολλά άτομα σε κοινούς χώρους, η εφαρμογή πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας αποκτά ακόμα μεγαλύτερη σημασία. Όχι μόνο θα προστάτευαν το περιβάλλον, αλλά θα μπορούσαν επωφεληθούν περαιτέρω, λειτουργώντας με λιγότερα έξοδα, αυξάνοντας την παραγωγικότητα των εργαζομένων τους, διαφημίζοντας την εταιρία τους και, εν τέλει, αυξάνοντας την ίδια την αξία της επιχείρησης.

4.2. Ατομική Ευθύνη

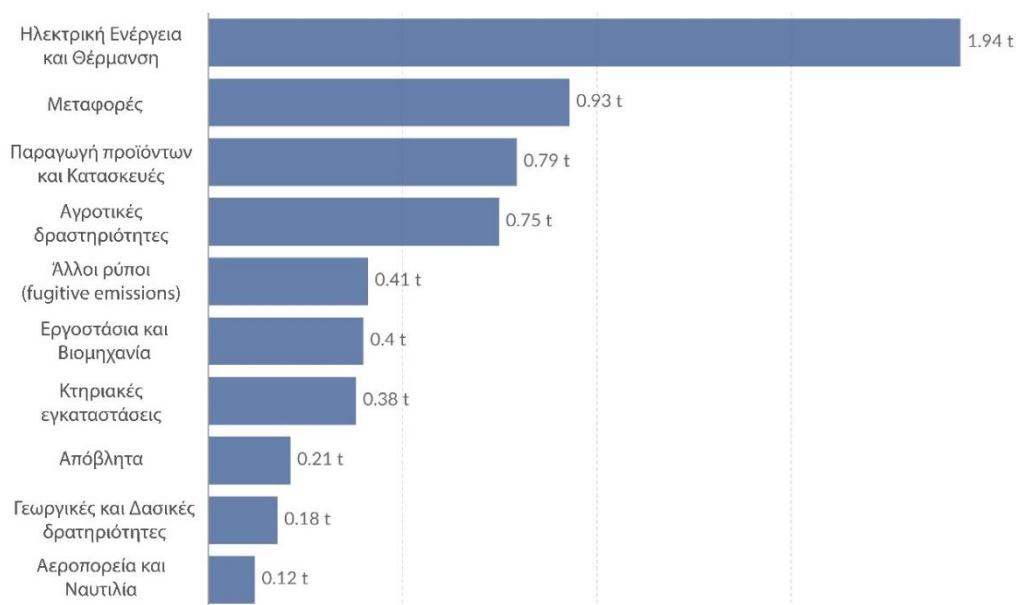
Ατομική ευθύνη αποτελεί, ουσιαστικά, η υποχρέωση που έχει ο καθένας απέναντι στο περιβάλλον και την κοινωνία, στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας. Η προσπάθεια μπορεί είναι αποτελεσματική με την υιοθέτηση ενός συνδυασμού οικολογικά ορθών συνηθειών, παράλληλα με την αποβολή λανθασμένων, καθώς οι ατομικές αποφάσεις ως προς τη χρήση ενέργειας επηρεάζουν άμεσα την γενικότερη κατανάλωση, χωρίς να είναι πάντα εμφανές.

Οι έρευνες στον τομέα της συμπεριφορικής ενεργειακής οικονομίας επισημαίνουν^{[10][11][31]} ότι η ατομική ευθύνη εκδηλώνεται μέσα από απλές πρακτικές όπως η ρύθμιση του θερμοστάτη, η απενεργοποίηση των φώτων όταν δεν χρησιμοποιούνται και η επιλογή ενεργειακά αποδοτικών συσκευών. Αρκεί να αναλογιστούμε, πως ακόμα και όταν υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός για εξοικονόμηση ενέργειας, είναι στην ευχέρεια του χρήστη να τον αξιοποιήσει σωστά. Πρέπει να τονιστεί εδώ, πως εξοικονόμηση κάνουμε

γενικότερα, χρησιμοποιώντας τρόπους λιγότερο απαιτητικούς ενεργειακά για να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα για την ολοκλήρωση μιας μετακίνησης, η επιλογή των μέσων μαζικής μεταφοράς μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια σε σύγκριση με τη χρήση ατομικών οχημάτων.

Οι ατομικές αποφάσεις και ενέργειες, λοιπόν, συνδέονται στενά με την κατανάλωση ενέργειας και έχουν ουσιαστική σημασία για τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος. Καλύτερη οπτική επί του θέματος προσφέρουν τα γραφήματα που ακολουθούν, στα οποία μπορούμε να δούμε τους ρύπους που αναλογούν ανά άτομο και ανά κατηγορία, παραθέτοντας όχι μόνο πόσοι ρύποι αναλογούν στον καθένα μας αλλά και με ποιον τρόπο τους δημιουργούμε. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα το πόσο σημαντική είναι η επίδραση όλων μας σε αυτή την προβληματική κατάσταση. Τα στοιχεία, σαφώς, δεν αναφέρονται μόνο στους άμεσους αλλά και στους έμμεσους ρύπους που παράγονται ανά άτομο, δηλαδή τους ρύπους που παράγονται για παράδειγμα από ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες εργοστασίων για την παραγωγή ΗΕ, μιας φάρμας για την παραγωγή τροφής και ενός αυτοκινήτου για την μετακίνηση.

Στο *Γράφημα 13* μπορούμε να διακρίνουμε ότι οι περισσότεροι ρύποι ανά άτομο, παγκοσμίως, εκλύονται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης, με μεγάλη μάλιστα διαφορά από την δεύτερη κατηγορία, τις μεταφορές. Προκειμένου, λοιπόν, να καλύψουμε μόνο αυτές τις τρεις αυτές κύριες ανάγκες μας, σε κάθε άτομο αντιστοιχούν



Γράφημα 13. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά άτομο, ανά κατηγορία, παγκοσμίως, 2020 (σε τόνους (t) ισοδύναμων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ equivalents- MMTCDE) <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

περίπου 2,8 τόνοι ρύπων ετησίως. Αν υπολογίσουμε όλες τις δραστηριότητες, αντιστοιχούν στον καθένα μας 6,11 τόνοι ρύπων, μόνο για το έτος 2020.

Στην περίπτωση της ΕΕ, που φαίνεται στο *Γράφημα 14*, οι συνολικές εκπομπές ανά άτομο ανέρχονται στους 6,89 τόνους, ετησίως. Αναλυτικότερα, την πρώτη θέση κατέχουν, και πάλι, οι ρύποι για ΗΕ και θέρμανση με 1,94 τόνους, την δεύτερη οι ρύποι που προκαλούνται από τις μεταφορές με 1,62 τόνους, ενώ, αυτή την φορά, την τρίτη θέση καταλαμβάνουν οι κτηριακές εγκαταστάσεις με 0,98 τόνους. Το γεγονός ότι οι κτηριακές εγκαταστάσεις βρίσκονται στην 3^η έναντι της 7^{ης} θέσης της παγκόσμιας κατάταξης, με 0,6 ή, αλλιώς, δύομισή φορές περισσότερους τόνους ρύπων, αποδεικνύει την κακή ενεργειακή απόδοση του κτηριακού στόλου της Ευρώπης, ο οποίος είναι αναγκαίο να ανανεωθεί και αναβαθμιστεί. Ακολουθούν και άλλες κατηγορίες με μεγάλη συμμετοχή στους ρύπους, όπως οι αγροτικές δραστηριότητες και η παραγωγή/κατασκευές.

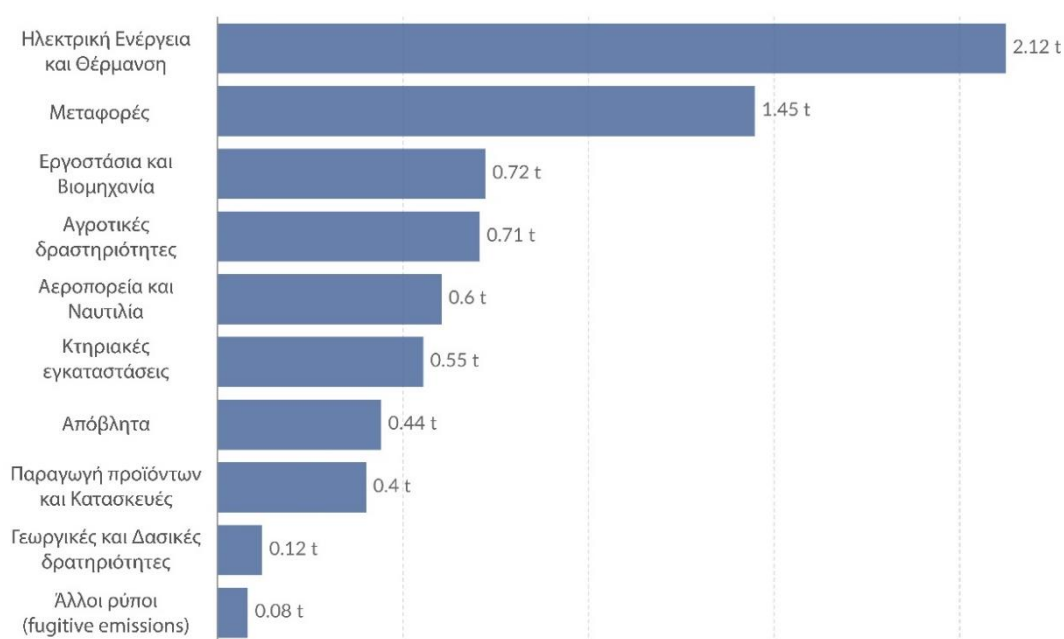


Γράφημα 16. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά άτομο, ανά κατηγορία, στην ΕΕ, 2020 (σε τόνους (t) ισοδύναμων διοξειδίου του άνθρακα (CO2 equivalents- MMTCDE) <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, πως υπάρχει και κατηγορία με κατανάλωση ρύπων, αυτή των γεωργικών και δασικών δραστηριοτήτων, σε αντιστοιχία των δράσεων που αναλύθηκαν στα 3.3.1.1 και *Γράφημα 10*. Δηλαδή, η γεωργία και οι δασικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν δραστηριότητες, όπως η δάσωση, η αναδάσωση και η αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος, οι οποίες καταναλώνουν ρύπους λειτουργώντας ως ‘φίλτρο’ για την ατμόσφαιρα, ενώ αντιθέτως

οι αγροτικές δραστηριότητες εκπέμπουν πολλούς ρύπους, κυρίως επειδή περιλαμβάνουν και τον κλάδο της κτηνοτροφίας.

Ακόμα, μπορούμε να δούμε τις ετήσιες εκπομπές ανά κατηγορία και άτομο, στην Ελλάδα, στο *Γράφημα 17*. Παρατηρείται ότι η κατηγορία της ΗΕ και θέρμανσης, η οποία είναι στην πρώτη θέση με διαφορά, ξεπερνάει ακόμα και την μέση εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου στη αντίστοιχη κατηγορία ανά τον κόσμο και την ΕΕ, με 2,12 τόνους ρύπων ανά άτομο. Ακολουθούν οι μεταφορές με 1,45 τόνους και οι υπόλοιπες κατηγορίες, με αισθητά μικρότερες ποσότητες. Συνολικά, κάθε άτομο στην Ελλάδα ευθύνεται για περίπου 7,19 τόνους ετησίως, αριθμός που ξεπερνά τον παγκόσμιο και Ευρωπαϊκό μέσο όρο.



Γράφημα 17. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά άτομο, ανά κατηγορία, στην Ελλάδα. 2020 (σε τόνους (t) ισοδύναμων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ equivalents- MMTCDE) <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

Συμπεραίνοντας, είναι εμφανής η ανάγκη για περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, ώστε να μειωθούν και οι εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η μείωση αυτή είναι κάτι που αφορά όλους, με την ευθύνη να μοιράζεται στις κυβερνήσεις, τις επιχειρήσεις και το κάθε άτομο ξεχωριστά, ώστε ο καθένας από την δική του θέση να συμβάλλει τα μέγιστα.

5. Παράγοντες που Επηρεάζουν την Συμπεριφορά Κατανάλωσης ΗΕ

5.1. Γενικότερα για την Συμπεριφορά

Η γενική συμπεριφορά ενός ατόμου σχηματίζεται από έναν συνδυασμό ενδογενών και εξωγενών παραγόντων, γεγονός που την καθιστά πολυδιάστατη και συνεχώς εξελισσόμενη. Συνεπώς, για την κατανόησή και μοντελοποίησή της, θα πρέπει να εξεταστεί από πολλές πτυχές, οι οποίες εντάσσονται σε ευρύτερα πλαίσια, τα οποία παρατίθενται παρακάτω.

➤ Ενδογενείς παράγοντες:

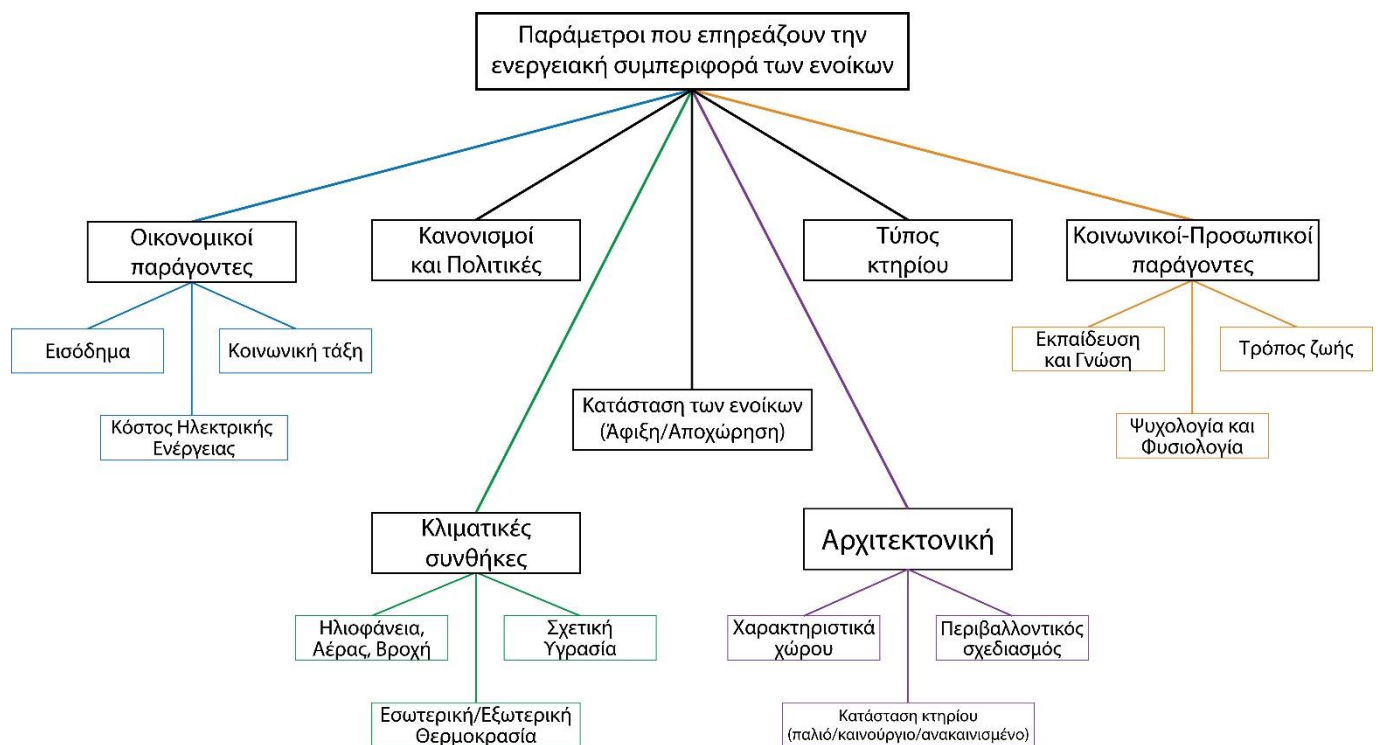
- Γενετική: Τα κληρονομικά χαρακτηριστικά μπορούν να επηρεάσουν την ιδιοσυγκρασία, τις προδιαθέσεις και τις ευπάθειες.
- Συναισθήματα: Συναισθήματα όπως ο φόβος, η χαρά ή ο θυμός μπορούν να προκαλέσουν άμεσες ή μόνιμες αλλαγές συμπεριφοράς.
- Γνώσεις: Οι πεποιθήσεις, οι αξίες και οι διαδικασίες σκέψης διαμορφώνουν τον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύονται καταστάσεις και παίρνονται αποφάσεις.
- Προσωπικότητα: Υποκείμενα χαρακτηριστικά όπως η εσωστρέφεια ή η εξωστρέφεια, που μπορούν να επηρεάσουν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τη λήψη αποφάσεων. Βασίζονται στις ατομικές αξίες, πεποιθήσεις και στόχους.

➤ Εξωγενείς παράγοντες:

- Περιβάλλον: Το φυσικό περιβάλλον, τα κοινωνικά πλαίσια και οι πολιτιστικοί κανόνες επηρεάζουν τη συμπεριφορά.
- Κοινωνικές επιρροές: Η οικογένεια, οι φίλοι και η ευρύτερη κοινωνία διαμορφώνουν τις πεποιθήσεις και τις συμπεριφορές του ατόμου, μέσω της κοινωνικής μάθησης. Μέσω του κοινωνικού κομφορμισμού κάθε πολίτης προσαρμόζεται στις κοινωνικές αξίες, προσδοκίες και πρότυπα που έμμεσα του επιβάλλονται ως κοινώς αποδεκτά.
- Συγκυρίες: Συγκεκριμένες περιστάσεις μπορούν να πυροδοτήσουν αναπάντεχες αντιδράσεις, λόγω επικείμενου οφέλους, τιμωρίας ή κοινωνικής πίεσης.
- Εκπαίδευση και εμπειρία: Η εκπαίδευση σε συνδυασμό με τις εμπειρίες ενός ατόμου, διαμορφώνουν τη μελλοντική του συμπεριφορά μέσω της παρατήρησης και ανατροφοδότησης, όπως είδαμε στην 2.

5.2. Παράγοντες που Καθορίζουν την Ενεργειακή Συμπεριφορά

Μετά την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη γενικότερη συμπεριφορά, μπορούμε να προχωρήσουμε στην ανασκόπηση των παραμέτρων που καθορίζουν την ενεργειακή συμπεριφορά ενός ατόμου, στα πλαίσια του χώρου παντός τύπου κτηρίου. Ως επί το πλείστον αποτελούν εξωγενείς παράγοντες και περιγράφουν τη σχέση του χρήστη με το υλικό. Επιγραμματικά, στους παράγοντες αυτούς συμπεριλαμβάνονται οι οικονομικοί και κοινωνικοί/προσωπικοί παράγοντες, οι κανονισμοί/πολιτικές, ο τύπος και η αρχιτεκτονική του κτηρίου, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν και παρουσία ή όχι του χρήστη στον ίδιο το χώρο. Όλα αυτά αναλύονται με τις υποκατηγορίες τους στο *Διάγραμμα 3* και στις ενότητες που ακολουθούν.



Διάγραμμα 3. Παράμετροι που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων. [31]

5.2.1. Οικονομικοί Παράγοντες

Οι οικονομικοί παράγοντες, αποτελούν ίσως και τους σημαντικότερους, για τον καθορισμό της ενεργειακής συμπεριφοράς των ενοίκων, λόγω της άμεσης διασύνδεσής τους με άλλες, πιο κρίσιμες πτυχές της ζωής, όπως η επιβίωση. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν το εισόδημα, την κοινωνική τάξη και το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας.

Καταρχάς, το εισόδημα, καθώς λειτουργεί ως μέσο αγοράς ΗΕ, καθορίζει την ποσότητα ΗΕ που δύναται να αγοράσει ο εισοδηματίας, επηρεάζοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή συμπεριφορά. Βάσει του εισοδήματος, κρίνεται το αν κάποιος μπορεί να καλύψει της βασικές του ανάγκες σε ΗΕ, ή αν μπορεί να αγοράσει πέρα από αυτές, οδηγώντας σε σπατάλη. Ακόμα, νοικοκυριά με υψηλότερο εισόδημα έχουν συχνά τη δυνατότητα να επενδύουν σε ενεργειακά αποδοτικά μέσα και τεχνολογίες, καθώς και να υιοθετούν πρακτικές που στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αντίθετα, νοικοκυριά με χαμηλότερο εισόδημα, είναι πιθανότερο να είναι περιορισμένα στην εφαρμογή ενεργειακών πρακτικών λόγω οικονομικής δυσχέρειας.

Καθώς το χρήμα έχει άμεση διασύνδεση με την κάλυψη άλλων πιο σημαντικών αναγκών για τον άνθρωπο, όπως η σίτιση, το νερό, η στέγαση και ο ρουχισμός, η ηλεκτρική ενέργεια έρχεται σε δεύτερη μοίρα, όταν οι οικονομικές δυνατότητες ενός νοικοκυριού είναι περιορισμένες. Το γεγονός αυτό ονομάζεται ενεργειακή φτώχεια και είναι υπεράνω των δυνάμεων του καταναλωτή, δεδομένου ότι είναι ικανός να δουλέψει, δουλεύει, αλλά το εισόδημά του δεν επαρκεί.

Ως ενεργειακή φτώχεια, ή ενεργειακή ένδεια, ορίζεται η μηδενική ή ανεπαρκής πρόσβαση των νοικοκυριών σε βασικές υπηρεσίες για τη διαβίωση, κατά τις οποίες είναι απαραίτητη η χρήση ΗΕ. Παρότι δεν υπάρχει ακόμα μια κοινή απόδοση του όρου από τους επιστήμονες που μελετούν το φαινόμενο αυτό, η ΕΕ έχει αναγνωρίσει την κρισιμότητά του και το αρνητικό αντίκτυπο που έχει^[32].

Οι συνέπειες της ενεργειακής φτώχειας περιλαμβάνουν την ελλιπή θέρμανση και ψύξη, την αδυναμία μαγειρέματος και χρήσης φωτισμού και ηλεκτρικών συσκευών, καθώς και τη μείωση εξόδων των νοικοκυριών, εις βάρος άλλων ειδών πρώτης ανάγκης. Οι συνέπειες αυτές με τη σειρά τους, ειδικά αν είναι μακροχρόνιες, προκαλούν ένα ευρύ φάσμα φυσικών και ψυχικών προβλημάτων υγείας και οδηγούν σε κοινωνική απομόνωση.

Συνεχίζοντας την ανάλυση των οικονομικών παραγόντων που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά, θα πρέπει να γίνει η προσθήκη της κοινωνικής τάξης. Καθώς διαφορετικές κοινωνικές τάξεις έχουν σημαντικές διαφορές στο εισόδημα, τα μέσα και το μαθησιακό επίπεδο είναι επόμενο να έχουν και διαφορετικές αντιλήψεις για τη σημασία της ενεργειακής απόδοσης και της βιώσιμης κατανάλωσης. Επιπλέον, η κοινωνική τάξη ενδέχεται να επηρεάζει τη δυνατότητα πρόσβασης σε τεχνολογίες που συμβάλλουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Τέλος, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί επίσης να έχει σημαντική επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά των χρηστών. Όταν η τιμή ανά κιλοβατώρα (kw/h) είναι υψηλή, οι καταναλωτές είναι πιθανότερο να είναι πρόθυμοι να εφαρμόσουν ενεργειακά αποδοτικές πρακτικές, να επενδύσουν σε συσκευές με λιγότερη κατανάλωση και να αποθαρρυνθούν στο να κάνουν σπατάλες. Διαφορετικά, χαμηλές τιμές μπορεί να οδηγήσουν σε αντίθετα αποτελέσματα. Και τα δύο σενάρια, όμως, εξαρτώνται από την οικονομική κατάσταση του κάθε χρήστη. Για παράδειγμα κάποιος ευκατάστατος θα ήταν πιθανότερο να υιοθετήσει την δεύτερη στάση, από κάποιον που βιώνει ενεργειακή φτώχεια, ο οποίος θα επιδίωκε να κάνει οικονομία ανεξαρτήτως της τιμής της kw/h.

5.2.2. Κανονισμοί και Πολιτικές

Όπως είδαμε και στην ενότητα 3.4, τα κράτη και οι διακρατικοί οργανισμοί έχουν προβεί σε υιοθέτηση και εφαρμογή κανονισμών και πολιτικών, προκειμένου να μειωθεί η υπερβολική κατανάλωση ΗΕ. Οι αποφάσεις αυτές επηρεάζουν άμεσα την ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων, καθώς καθορίζουν τον τρόπο και τους περιορισμούς χρήσης της ενέργειας.

Το περιεχόμενο αυτών των μέτρων συνοψίζεται στην συμφωνία κοινών προτύπων απόδοσης για τα κτίρια, στη θέσπιση περιορισμών της χρήσης ενεργειακά απαιτητικού εξοπλισμού και στην επιβολή ενεργειακής επιθεώρησης. Ακόμα, οι θεσμικές αρχές δίνουν κατευθυντήριες γραμμές, δηλαδή προαιρετικές προτάσεις, βάσει των στόχων εξοικονόμησης που έχουν θέσει. Για υπάρχει ανταπόκριση στις προτάσεις αυτές, δίνονται κίνητρα για την υιοθέτηση ΑΠΕ, τον εκσυγχρονισμό ενεργειακών υποδομών, και την αλλαγή πεπαλαιωμένων και ενεργειακά μη-αποδοτικών συσκευών, όπως είδαμε σε παραδείγματα της ενότητας 4.1.

Η συμμόρφωση με τους κανονισμούς και η θετική ανταπόκριση στις πολιτικές, επιδρά άμεσα στην ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων, ενθαρρύνοντάς τους να υιοθετήσουν ενεργειακά αποδοτικές πρακτικές ή αποθαρρύνοντάς τους από ενεργειακά επιζήμιες, αντίστοιχα.

5.2.3. Κλιματικές συνθήκες

Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων, καθώς η χρήση θέρμανσης και ψύξης εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο

αντιλαμβάνεται ο καθένας το περιβάλλον του. Οι σημαντικότεροι παράγοντες εντός αυτού του πλαισίου είναι η ηλιοφάνεια/συννεφιά, η σχετική υγρασία, καθώς και οι εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες.

Σε περιόδους ηλιοφάνειας, η συμπεριφορά των ενοίκων μεταβάλλεται, καθώς μπορούν να εκμεταλλευτούν το φυσικό φως, μειώνοντας την ανάγκη για τη χρήση τεχνητού φωτισμού, όπως επίσης, αν υπάρχει εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό πάνελ, αποφεύγεται η χρήση θερμοσίφωνα, ο οποίος είναι ιδιαίτερα απαιτητικός στην κατανάλωση ΗΕ. Αντίθετα, σε περιόδους συννεφιάς, η χρήση του τεχνητού φωτισμού αυξάνεται και τα φωτοβολταϊκά πάνελ σταματούν να λειτουργούν, αυξάνοντας την κατανάλωση ΗΕ από το δίκτυο.

Ένας ακόμα παράγοντας είναι η σχετική υγρασία. Για να μας γίνει κατανοητός ο όρος, είναι σημαντικό να αποσαφηνίσουμε πρώτα την έννοια της απόλυτης υγρασίας:

- **Απόλυτη υγρασία** ονομάζεται η μάζα των υδρατμών (σε γραμμάρια, gr) που περιέχεται σε 1 m^3 . Δηλαδή, πρόκειται για την περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς και η ικανότητα συγκράτησης μικρής ή μεγάλης ποσότητάς τους είναι ανάλογη της θερμοκρασίας του. Σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία η ποσότητα των υδρατμών που μπορεί να συγκρατήσει η ατμόσφαιρά έχει μια μέγιστη τιμή.
- **Σχετική υγρασία** είναι ο λόγος της μάζας των υδρατμών, που περιέχει ο αέρας (απόλυτη υγρασία), προς εκείνη την ποσότητα ή το βάρος των υδρατμών τους οποίους μπορεί εν δυνάμει να συμπεριλάβει (υπό τις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης) μέχρις ότου κορεσθεί. Η σχετική υγρασία εκφράζεται ως επί τοις %. Έτσι υφίσταται ο τύπος: $\Sigma_v = \text{Y Y} / \text{M Y} \times 100$, όπου:

Y Y: ποσότητα υπαρχόντων υδρατμών.

M Y: ποσότητα που καθιστά τον αέρα κεκορεσμένο ή μέγιστη τάση υδρατμών.

Άρα, ο κεκορεσμένος αέρας έχει σχετική υγρασία 100% (ομίχλη), ενώ ο τελείως ξηρός αέρας έχει υγρασία 0%. Ιδιαίτερης σημασίας είναι το γεγονός, ότι όταν η θερμοκρασία αέρος, που περιέχει ορισμένη χ ποσότητα υδρατμών ελαττώνεται, η σχετική του υγρασία αυξάνεται και αντίστροφα.

Η σχετική υγρασία, λοιπόν, επηρεάζει την αντίληψη της θερμοκρασίας και, ως εκ τούτου, τη χρήση συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης. Σε υψηλές σχετικές υγρασίες, η αίσθηση του κρύου είναι πιο έντονη, ενθαρρύνοντας τη χρήση θέρμανσης. Αντίστροφα, σε χαμηλές

σχετικές υγρασίες, η ανάγκη ενεργοποίησης κλιματιστικών ή ανεμιστήρων ενδέχεται να είναι βάση των ανθρώπινων αισθήσεων μεγαλύτερη.

Τέλος, οι πραγματικές εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες είναι οι κατ' εξοχήν παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή των ενοίκων σχετικά με τη χρήση θέρμανσης ή ψύξης. Κατά την διάρκεια υψηλών εξωτερικών θερμοκρασιών, η ανάγκη για ψύξη μπορεί να οδηγήσει σε υπερκατανάλωση από κλιματιστικά, ενώ σε χαμηλές θερμοκρασίες, η απαίτηση για θέρμανση μπορεί να έχει παρόμοια επίπτωση. Είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί πως για την ψύξη οποιουδήποτε χώρου, διαθέτουμε, ως επί το πλείστον, ηλεκτρικά μέσα, ενώ το ίδιο δεν ισχύει για τη θέρμανση. Συνεπώς η χρήση συσκευών για ψύξη οδηγεί σχεδόν αποκλειστικά στην κατανάλωση ΗΕ, εάν ο χώρος δεν είναι ευάερος.

5.2.4. Κατάσταση ενοίκων άφιξη/αποχώρηση

Η κατάσταση άφιξης και αναχώρησης των ενοίκων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, στο μοτίβο κατανάλωσης ενέργειας μέσα στη μέρα. Οι δύο αυτές καταστάσεις, αποτελούν μια ρουτίνα και επηρεάζουν τον τρόπο κατανάλωσης ΗΕ σχηματίζοντας μια ενεργειακή συμπεριφορά.

Καθώς η πλειοψηφία των ατόμων εργάζεται κατά τις πρωινές ώρες (08:00-16:00), υπάρχει αναπόφευκτα η υπερφόρτωση του δικτύου ΗΕ, πριν και μετά το πέρας των εργασιακών ωρών, με πιθανές επιπτώσεις, παρόμοιες με αυτές που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 3.3.3. Πολύ σημαντικό ζήτημα αποτελεί επίσης, η αμέλεια απενεργοποίησης συσκευών κατά την αναχώρηση, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε άσκοπες σπατάλες.

5.2.5. Αρχιτεκτονική

Η αρχιτεκτονική ενός κτηρίου αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων, καθώς αποτελεί, ουσιαστικά, το ίδιο το περιβάλλον του χώρου διαβίωσης. Τρεις σημαντικοί αρχιτεκτονικοί παράγοντες που διαμορφώνουν τις ιδιότητές του είναι η κατάσταση του κτηρίου, τα χαρακτηριστικά του χώρου και ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός.

Ως προς την κατάσταση του κτηρίου, τα παλαιά κτήρια είναι πιθανότερο να έχουν ανεπαρκή μόνωση, λόγω κακής ποιότητας υλικών ή έλλειψης υλικών μόνωσης. Έτσι, οι ένοικοι του χώρου βιώνουν πιο ακραίες θερμοκρασίες και οδηγούνται σε ενέργειες

αντιστάθμισής τους, δημιουργώντας μια συνήθεια εξάρτησης με τα μέσα θέρμανσης και ψύξης.

Επίσης, τα χαρακτηριστικά του χώρου, όπως η διάταξη των δωματίων και ο επαρκής φυσικός φωτισμός, επηρεάζουν, και αυτά, την ενεργειακή συμπεριφορά. Τα καλοσχεδιασμένα κτήρια επιτρέπουν τη μέγιστη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και των ρευμάτων αέρα, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και ηλεκτρικές συσκευές για αερισμό του χώρου.

Επιπροσθέτως, ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός αναδεικνύεται ως κρίσιμος παράγοντας, δεδομένου ότι επηρεάζει την θερμοκρασία του χώρου και την γενικότερη άνεση των ενοίκων. Αν στο κτήριο έχουν γίνει προσαρμογές για την τοποθεσία και τον προσανατολισμό, δηλαδή επιλογή σωστών υλικών και θέσης, τότε ο χώρος βρίσκεται σε 'αρμονία' με τον περιβάλλοντα χώρο. Ένας καλός περιβαλλοντικός σχεδιασμός μπορεί να μειώσει την ανάγκη για ψύξη ή θέρμανση, και να συνδράμει στην ευεξία του ατόμου.

Συνοψίζοντας, οι αρχιτεκτονικοί παράγοντες παρουσιάζουν ένα σημαντικό πεδίο έρευνας και πρακτικής εφαρμογής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον τομέα των κατοικιών, των εμπορικών κτηρίων και των επιχειρήσεων, αναδεικνύοντας την ανάγκη για ολοκληρωμένες σχεδιαστικές προσεγγίσεις που θα εξασφαλίζουν βιώσιμες και αποτελεσματικές λύσεις.

5.2.6. Τύπος Κτηρίου

Η ενεργειακή συμπεριφορά του ατόμου μεταβάλλεται, σε πολύ μεγάλο βαθμό, από τον τύπο του κτηρίου στον οποίο χρησιμοποιεί την ΗΕ, καθώς προσαρμόζεται και δημιουργεί ρουτίνες, ανάλογα με την αξιοποίηση και τις ενεργειακές πολιτικές του κάθε χώρου.

Παραδείγματος χάριν, σε μια οικία, όπου δεν υπάρχουν πολιτικές και περιορισμοί, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αυτοβούλως να χρησιμοποιήσει την ΗΕ όπως εκείνος επιθυμεί, προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες του και να διασφαλιστεί η άνεσή του. Αντιθέτως στις εγκαταστάσεις μιας επιχείρησης, υπάρχουν κανονισμοί τους οποίους η ίδια έχει θεσπίσει για όφελός της, και πρέπει να τηρούνται από τους εργαζομένους της.

Πέρα από τις πολιτικές, ο τύπος του κτιρίου καθορίζει τον τύπο δραστηριότητας, τον τρόπο ρουχισμού, τις προσδοκίες των ενοίκων από το χώρο και τον πιθανό βαθμό αλληλεπίδρασής τους με τα κτιριακά συστήματα. Όλα τα παραπάνω επηρεάζουν παραμέτρους

της ενεργειακής συμπεριφοράς, δημιουργώντας ένα μοναδικό προφίλ για κάθε τύπο κτίσματος. Για παράδειγμα θεωρείται φυσιολογικό να είναι αναμμένα τα φώτα σε ένα νοσοκομείο κατά τη διάρκεια ηλιοφάνειας, ενώ το ίδιο δεν ισχύει για τη βιτρίνα ενός μαγαζιού.

5.2.7. Κοινωνικοί-Προσωπικοί Παράγοντες

Οι προσωπικοί-κοινωνικοί παράγοντες αποτελούν ευρύ πεδίο έρευνας στην κατανόηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των ενοίκων, περιλαμβάνοντας πτυχές όπως η εκπαίδευση και γνώση, ο τρόπος ζωής, καθώς και η ψυχολογία και φυσιολογία του ατόμου.

Άτομα με υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης τείνουν να είναι πιο ευαισθητοποιημένα σχετικά με τα θέματα της ενέργειας^{[33][36]} και μπορούν να λαμβάνουν πιο ενεργειακά-συνειδητές αποφάσεις, καθώς η γνώση των επιπτώσεων της κατανάλωσης ενθαρρύνει την υιοθέτηση πρακτικών που στοχεύουν στην εξοικονόμηση ΗΕ. Σε περίπτωση άγνοιας ή ημιμάθειας, το άτομο όχι μόνο δεν έχει την γνώση να πράξει ενεργειακά ορθά, αλλά ενδεχομένως να μην έχει και το κίνητρο να το κάνει, όπως θα δούμε και παρακάτω.

Επιπλέον, η ενεργειακή συμπεριφορά εξαρτάται από τον τρόπο ζωής, ο οποίος περιλαμβάνει τις συνήθειες και τα μοτίβα συμπεριφοράς ενός ατόμου. Τα κοινωνικά πρότυπα, οι καταναλωτικές και οι ταξιδιωτικές συνήθειες, σχηματίζουν μια γενικότερη ενεργειακή νοοτροπία, αντίστοιχη, για παράδειγμα, της περιβαλλοντικής συνείδησης. Έτσι ο τρόπος ζωής διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, αρχικά στην ατομική και έπειτα στη συλλογική ενεργειακή συμπεριφορά.

Η ψυχολογία και η φυσιολογία του ατόμου, αποτελούν ακόμα δυο πολύ σημαντικούς παράγοντες. Οι ψυχολογικές καταστάσεις όπως το άγχος, η ηρεμία, και η ανία πυροδοτούν βραχυπρόθεσμες ενέργειες ή μακροπρόθεσμες συνήθειες, οι οποίες είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε σπατάλη ΗΕ (η ψυχολογία του ατόμου θα αναλυθεί περισσότερο στο επόμενο κεφάλαιο).

Τέλος, η σωματική κατάσταση του ατόμου κρίνει, ουσιαστικά, την ικανότητά του να εξοικονομεί ενέργεια ή όχι. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες αναφέρονται σε άτομα χωρίς σωματικές βλάβες ή χρόνιες παθήσεις, καθώς σε περίπτωση σωματικής αναπηρίας ή χορήγησης φαρμακευτικής αγωγής οι συνήθειες του ατόμου είναι πολύ διαφορετικές, και συνεπώς η ενεργειακή συμπεριφορά αλλάζει εντελώς ή, ακόμα, δεν υφίσταται καθόλου.

Ειδικότερα, όταν υπάρχει ανάγκη μηχανικής υποστήριξης καθίστανται αδύνατες οι εκπτώσεις στην ενέργεια, εφόσον πρόκειται για ζήτημα ζωτικής σημασίας.

5.3. Γεγονότα που Επηρέασαν την Ενεργειακή Συμπεριφορά

Πέρα από τους γενικούς εξωγενείς και ενδογενείς παράγοντες που καθορίζουν την ενεργειακή συμπεριφορά, υπήρξαν και κάποια γεγονότα τα οποία έκαναν τους ανθρώπους να υιοθετήσουν διαφορετικές συνήθειες ως προς αυτήν, όπως:

- Οι πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970, που προκλήθηκαν από γεωπολιτικές εντάσεις, οδήγησαν σε παγκόσμια έλλειψη πετρελαίου και αύξηση της τιμής του. Το γεγονός αυτό, ώθησε άτομα και επιχειρήσεις να υιοθετήσουν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για πρώτη φορά, όπως η ομαδική χρήση αυτοκινήτου, η επένδυση σε ενεργειακά αποδοτικές συσκευές, η αναβάθμιση της μόνωσης των κτηρίων και η ανάπτυξη οχημάτων με μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου, προκειμένου να μειωθεί η εξάρτηση από το πετρέλαιο και να μετριαστούν οι επιπτώσεις της έλλειψής του.
- Τα περιοριστικά μέτρα λόγω του ιού Covid-19, είχαν σημαντικό αντίκτυπο στις ενεργειακές συνήθειες και ανάγκες των πολιτών. Τα μέτρα lockdown και η τηλε-εργασία, δηλαδή η εργασία εξ αποστάσεως μέσω της τεχνολογίας, μείωσαν την κατανάλωση ενέργειας των μεταφορών, ενώ αύξησαν την χρήση ενέργειας στις οικίες. Οι αλλαγές αυτές, ήταν απόρροια του 75% των πολιτών που έμειναν περισσότερο χρόνο στο σπίτι, το 60% αύξησε τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών και το 40% αύξησε τη χρήση θέρμανσης από 1 έως 5 ώρες τη μέρα. Αξίζει να σημειωθεί πως επιρροή στους οικονομικούς παράγοντες έχουν και τα γεγονότα πως το 45% είχε αλλαγές στην εργασιακή κατάσταση και το 50% είχε μείωση στο εισόδημά του^[29].

6. Ενεργειακές Συμπεριφορές

6.1. Ατομικές Ενεργειακές Συμπεριφορές

Με βάση το προηγούμενο κεφάλαιο, γίνεται σαφές, πως οι ενεργειακές συμπεριφορές εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, που προκύπτουν από το περιβάλλον και την ιδιοσυγκρασία του ατόμου. Παράλληλα όμως, αποτελούν ίσως τον κρισιμότερο παράγοντα

επιτυχίας οποιουδήποτε προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης και καθορίζουν πλήρως την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου και τη λειτουργία συστημάτων του.

Αρχικά, ο χρήστης είναι εκείνος που τελικά θα επιβεβαιώσει με τον καθημερινό τρόπο ζωής και δράσης του, τις προβλέψεις των όποιων μελετών για εξοικονόμηση ενέργειας, από την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης έως τις πιο ριζικές επεμβάσεις στις κτηριακές δομές. Άρα θα πρέπει να τονιστεί ότι οι τεχνολογικές καινοτομίες, όπως «πράσινα» οικοδομικά υλικά και «έξυπνος» οικιακός εξοπλισμός, μπορούν να ανταποκριθούν μόνο εν μέρει στον μετριασμό σπατάλης ενέργειας, αφού η αξιοποίησή τους είναι αυτή που θα καθορίσει την συνεισφορά τους.

Ακόμα, η εξοικονόμηση ενέργειας δεν αφορά μόνο τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, αλλά και το κόστος ή «θυσίες» του ατόμου στην αλλαγή των συνηθειών και της συμπεριφοράς του. Για παράδειγμα, η μείωση της προσωπικής άνεσης και η ανάληψη επιπλέον υποχρεώσεων, καθιστούν την αλλαγή ως μη ελκυστική. Σε αυτή την περίπτωση το κίνητρο θα πρέπει να αντισταθμίζει και να ξεπερνά το 'κόστος' ή την αντίστοιχη υποχώρηση.

Είναι πολύ σημαντικό κάποιος που χρησιμοποιεί πρακτικές εξοικονόμησης ΗΕ, να έχει πρόσβαση σε απτά στοιχεία με τα αποτελέσματα της προσπάθειάς του, όπως συγκριτικές καταναλώσεις, ώστε να μην αποθαρρύνεται. Παράλληλα, η συνεχής υπενθύμιση της συνεισφοράς του, μπορεί να λειτουργήσει ως παράγοντας ψυχικής ικανοποίησης, λόγω της αναγνώρισης της, ενθαρρύνοντας το άτομο και επαληθεύοντας το αρχικό του κίνητρο.

Επιπλέον, είναι γεγονός πως οι ενεργειακές συμπεριφορές δεν είναι στατικές, αλλά αλλάζουν μετά από εμπειρίες και έχουν έφεση να είναι ασυνεπείς. Αυτό συμβαίνει λόγω της πολύπλοκης φύσης τους, καθώς μια μικρή αλλαγή σε κάποιον από τους παράγοντες που τις καθορίζουν μπορεί να επιφέρει μεγάλη αλλαγή σε μια συνήθεια ή ρουτίνα.

Παρ' όλα αυτά, η μοντελοποίηση των ενεργειακών συμπεριφορών διευκολύνει την κατανόησή τους, θέτοντας ένα γενικότερο πλαίσιο μέσα από την παρακολούθηση χαρακτηριστικών και μοτίβων τους. Η μοντελοποίηση ως προς τη στάση, την άποψη και τις πρακτικές απέναντι στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι ίσως η καταλληλότερη, για να περιγράψει την ενεργειακή συμπεριφορά των ατόμων.

6.1.1. Άγνοια και Ημιμάθεια

Η άγνοια, ως ενεργειακή συμπεριφορά, αποτελεί έλλειψη γνώσης ή κατανόησης σχετικά με τη χρήση και παραγωγή ΗΕ καθώς και των επιπτώσεων υπερβολικής κατανάλωσής της, και συνεπώς, το άτομο δεν γνωρίζει πώς να συμπεριφερθεί ενεργειακά ορθά. Ακόμα η ημιμάθεια δηλώνει, εξ ορισμού, πως το άτομο προσεγγίζει λανθασμένα το αντικείμενο και έχει συγκεχυμένη άποψη και διαστρεβλωμένη γνώση για αυτό.

Τα αίτια της άγνοιας και τη ημιμάθειας, μπορούν να αποδοθούν σε παράγοντες κοινωνικοποίησης, όπως το σχολείο και η οικογένεια, οι οποίοι είναι κρίσιμοι φορείς για τη μετάδοση της υιοθέτησης ενεργειακά ορθών πρακτικών. Πιο συγκεκριμένα, η ανεπαρκής εκπαίδευση, η παραπληροφόρηση, οι αντιφατικές πληροφορίες και η άγνοια για ενεργειακές τάσεις και εξελίξεις, μπορεί να συντελούν, ως φαινόμενα, στην άγνοια. Παραδείγματα τέτοιας συμπεριφοράς αποτελούν η άγνοια της συνεισφοράς της καθημερινής χρήσης ΗΕ στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου και η ημιμάθεια σχετικά με την κλιματική αλλαγή.

6.1.2. Αμέλεια

Η προσέγγιση της αμέλειας ως μια ενεργειακή συμπεριφορά βρίσκει πολλές εφαρμογές, καθώς οι χρήστες της ΗΕ, παραλείπουν να κάνουν τις απαραίτητες ενέργειες ώστε να συμβάλλουν στην εξοικονόμησή της, με την παραμέληση υιοθέτησης ενεργειακά αποδοτικότερων μέσων και συνηθειών. Μπορεί να οφείλεται σε χαρακτηριστικά ιδιοσυγκρασίας του ατόμου, όπως για παράδειγμα η κακή μνήμη, στους γρήγορους ρυθμούς και την αγχωτική ζωή και στην έλλειψη των κατάλληλων κινήτρων.

Η αμέλεια μπορεί να εκδηλωθεί σε μεμονωμένες πράξεις, όπως για παράδειγμα οι αναμμένες συσκευές που πρέπει να σβήνουν μετά την χρήση τους, και σε γενικότερες καταστάσεις, όπως η αναβολή αντικατάστασης λαμπτήρων με πιο αποδοτικούς. Επίσης, αμελής θεωρείται και εκείνος, ο οποίος δεν φροντίζει να ενημερώνεται για τα ενεργειακά θέματα που τον αφορούν, όπως τα πλεονεκτήματα της ενεργειακής αναβάθμισης της κατοικίας του.

6.1.3. Αδιαφορία

Η αδιαφορία, ως ενεργειακή συμπεριφορά, εκδηλώνεται όταν κάποιος γνωρίζει πώς πρέπει να δράσει ώστε να εξοικονομήσει ενέργεια, όμως δεν υιοθετεί πρακτικές, που να

οδηγούν προς αυτή την κατεύθυνση. Το γεγονός αυτό, μπορεί να οφείλεται στη γενικότερη στάση που έχει απέναντι στη ζωή, στις αντιλήψεις του και σε γενικές ψυχολογικές καταστάσεις. Παραδείγματα αποτελούν: η περιφρόνηση πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας (ως προς τη βαρύτητα του αποτελέσματός τους), η περιφρόνηση των προβλημάτων του περιβάλλοντος, όπως η κλιματική αλλαγή και η τρύπα του όζοντος, η κατάθλιψη και η ανία.

Η αδιαφορία προκαλείται συχνά, από έλλειψη συνείδησης σχετικά με τη σημασία της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας (άρα και έλλειψη κίνητρου) και από την ημιμάθεια. Η ημιμάθεια, όπως είδαμε και προηγουμένως, μπορεί να διαστρεβλώσει την πραγματικότητα και το άτομο να αποκτήσει λανθασμένη άποψη για τον λόγο, τις πρακτικές και τα πιθανά οφέλη της άσκησης ορθής ενεργειακής συμπεριφοράς.

Η αδιαφορία ως προς την εξοικονόμηση, γεννάται από την τάση των ανθρώπων να αποφεύγουν τον τρόπο που απαιτεί περισσότερο κόπο ή προσφέρει λιγότερη άνεση από κάποιον άλλο, για να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, η χρησιμοποίηση ιδιωτικών μέσων αντί για μέσα μαζικής μεταφοράς και η ρύθμιση της θερμοκρασίας σε τιμές που ξεπερνούν αυτές που χρειάζεται ένας μέσος άνθρωπος για να αισθάνεται άνετα, αντίστοιχα.

6.1.4. Μερική ή Ολική Ανικανότητα

Η μερική ή ολική ανικανότητα, αποτελεί μια ειδική κατάσταση ενεργειακής συμπεριφοράς, κατά την οποία τα άτομα δυσκολεύονται ή αδυνατούν, να ασκήσουν σωστή εξοικονόμηση ενέργειας από πρακτική άποψη. Το φαινόμενο αυτό, προκύπτει συνήθως, είτε λόγω ενεργειακής φτώχειας/ οικονομικής δυσπραγίας, είτε λόγω σωματικής αναπηρίας, είτε λόγω έλλειψης πρόσβασης σε αποτελεσματικές ενεργειακά συσκευές.

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η αναγκαστική χρήση φτηνών, ανασφαλών και μη βιώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ξυλεία ή τα καύσιμα χαμηλής ποιότητας, λόγω οικονομικών περιορισμών. Επίσης, άνθρωποι με αναπηρία ενδέχεται να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εξοικονόμηση, ειδικά αν έχουν ανάγκη από ηλεκτρικό εξοπλισμό ζωτικής σημασίας, του οποίου η λειτουργία και κατανάλωση δεν μπορεί να αποφευχθεί.

Οι επιπτώσεις σε τέτοιες περιπτώσεις μπορούν να είναι ιδιαίτερα σοβαρές, επηρεάζοντας την ποιότητα ζωής, την υγεία και την ευημερία των ενεχομένων ατόμων. Η αλλαγή των συνηθειών και των ρουτινών ατόμων που βρίσκονται σε τέτοιες καταστάσεις είναι,

σαφώς, δύσκολη και η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επέλθει μόνο με βοήθεια εξωγενών παραγόντων, όπως η κρατική μέριμνα.

6.1.5. Ικανότητα, Θέληση, Πειθαρχία και Γνώση

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για να μπορεί κάποιος να υιοθετήσει μια σωστή ενεργειακή συμπεριφορά, θα πρέπει να έχει ταυτόχρονα την ικανότητα, τη θέληση, την πειθαρχία και την γνώση για να το πετύχει. Σε διαφορετική περίπτωση, εάν δηλαδή μια ή παραπάνω από αυτές προϋποθέσεις δεν πληρούνται, τότε η υιοθέτηση μιας σωστής ενεργειακής συμπεριφοράς είναι και πάλι εφικτή, αλλά σαφώς πιο δύσκολη.

Παράγοντα-κλειδί, αποτελεί η εύρεση της ‘χρυσής τομής’, μεταξύ της ικανοποίησης των αναγκών και επιθυμιών του ατόμου και της παράλληλης προσαρμογής των συνηθειών του, ώστε να εξυπηρετούν στην μείωση κατανάλωσης ΗΕ. Με αυτόν τον τρόπο, το άτομο δεν στερείται των βασικών αναγκών ή της άνεσής του και καλύπτονται τυχόν μη-αποδεκτές αλλαγές συμπεριφοράς από το ίδιο.

Επίσης, η αλλαγή μιας συμπεριφοράς, δεν πραγματοποιείται μόνο με την παροχή κινήτρων για την υιοθέτηση νέας, αλλά και με την επισήμανση των μειονεκτημάτων της παλιάς. Μέσα από ενημερώσεις σχετικά με το ενεργειακό κόστος ορισμένων συμπεριφορών, μπορούμε να μειώσουμε την υπερκατανάλωση άμεσα, χωρίς πρώτα να αλλάξουμε βαθύτερες αντιλήψεις και συνήθειες.

Ανατροφοδοτώντας τα άτομα με τα αποτελέσματα των συμπεριφορών τους, τα παρακινεί να προσαρμόσουν την συμπεριφορά τους ακόμα και όταν δεν θέλουν να εγκαταλείψουν τον προτιμώμενο τρόπο ζωής, τις συνήθειες και τις ρουτίνες τους. Οι μέθοδοι ανατροφοδότησης είναι ελπιδοφόρες για αλλαγή συμπεριφοράς, καθώς πρόκειται για αυταπόδεικτα στοιχεία που δεν τίθεται θέμα αμφισβήτησης ή κωλύματος.

Τέλος, απαιτείται περισσότερη έρευνα για τους τρόπους αλλαγής μιας ενεργειακά μη-αποδοτικής σε μία ενεργειακά αποδοτική συμπεριφορά, όπως επίσης και για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συμπεριφορών, όπως η συνύπαρξη, η απότομη μεταβολή και τα ακριβή αποτελέσματά τους.

6.2. Ενεργειακές Συμπεριφορές στα Κτήρια

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ενεργειακή συμπεριφορά του ατόμου μεταβάλλεται ανάλογα με τον τύπο κτηρίου στο οποίο βρίσκεται, καθώς διαφορετικοί χώροι, εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς και συνεπώς απαντώνται διαφορετικές ρουτίνες.

Ως προς τους χώρους εργασίας, καθώς το κόστος κατανάλωσης ΗΕ επωμίζεται στην εκάστοτε εταιρία, οι εργαζόμενοι δεν έχουν άμεση επαφή με τα αποτελέσματα της κατανάλωσής τους. Κατά συνέπεια, είναι πολύ πιθανό να οδηγηθούν σε λανθασμένα πρότυπα συνηθειών με αποτέλεσμα συνολικά μεγάλης σπατάλης. Επίσης, η απαλλαγή από το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας, ενδεχομένως να υποβοηθά την εκμετάλλευση αυτού του γεγονότος για περαιτέρω βελτίωση της άνεσης των εργαζομένων ή εξυπηρέτησης σκοπών εκτός των καθηκόντων της δουλειάς τους.

Ως προς τις οικίες, έχει αποδειχθεί ότι το επίπεδο χρήσης ενέργειας ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό για κάθε κατοικία, λόγω των μεγάλων αποκλίσεων των πολυδιάστατων ενεργειακών συμπεριφορών των ενοίκων. Πάραυτα, μετά από την μελέτη πολλών περιπτώσεων, οι Cunningham και Joseph (1978) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι καταναλωτές χαμηλού εισοδήματος δεν μπορούν να μειώσουν τη χρήση ενέργειας, ενώ οι καταναλωτές υψηλού εισοδήματος δεν είναι πρόθυμοι να μειώσουν τη χρήση ενέργειας. Οι καταναλωτές μεσαίου εισοδήματος απ'την άλλη, τείνουν να συντηρούν σταθερή την κατανάλωσή τους^[31].

Ανεξαρτήτως τύπου κτηρίου, οι συσκευές που βρίσκονται στον χώρο και η ένταση της χρήσης τους από τους ένοικους, διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο, όπως θα δούμε και στο επόμενο κεφάλαιο. Ωστόσο, μια σημαντική παρατήρηση είναι, πως η αναβάθμιση με συνεχείς τεχνολογικές καινοτομίες απαιτεί ελάχιστη ή και καθόλου αλλαγή στη συμπεριφορά των ατόμων, άρα είναι ευκολότερη και η ένταξή τους σε ήδη υπάρχουσες ρουτίνες. Αντιθέτως οι ασυνεχείς ανανεώσεις του υλικού, απαιτούν σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά και πιθανόν εισαγωγή νέων συνηθειών, οι οποίες κατά συνέπεια, δυσχεραίνουν την χρήση του^[31].

7. Προτεινόμενες Συμπεριφορικές Μέθοδοι Εξοικονόμησης ΗΕ και Προβλέψεις

7.1. Στα Κτήρια (Παθητική Εξοικονόμηση)

Η εξοικονόμηση που γίνεται στα κτήρια χωρίς την παρέμβαση του χρήστη μπορεί να θεωρηθεί παθητική εξοικονόμηση, ακριβώς επειδή δεν απαιτείται καμία ενέργεια για να συμβεί, αρκεί να έχει υπάρξει μέριμνα γι' αυτό. Η μέριμνα αυτή, αφορά τις υποδομές και τον εξοπλισμό του κτηρίου και περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω, ανά κατηγορία.

7.1.1. Δομικά υλικά

Αρχικά, το σημαντικότερο βήμα για ένα ενεργειακά βιώσιμο κτίριο είναι η ίδια η δόμησή του. Χρησιμοποιώντας υλικά δόμησης που είναι καλοί μονωτές, εξοικονομείται ενέργεια με την παθητική διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Καθώς η μονάδα μέτρησης της μόνωσης, στην Ευρώπη, αποτελεί ο 'ρυθμός ροής θερμότητας' ή 'U' (όπου $U = \text{Watts ανά τετραγωνικό μέτρο ανά Κέλβιν (W/m}^2\text{K)}$), τα υλικά με χαμηλότερες τιμές U προσφέρουν καλύτερη μόνωση και πιο αργή μεταφορά θερμότητας.

Ακόμα, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι πολύ σημαντικά τα επιμέρους χαρακτηριστικά του κτίσματος, όπως η διάταξη των διαφόρων χώρων και η τοποθέτηση καλής ποιότητας κουφωμάτων. Η εφαρμογή ενός προσεκτικού σχεδιασμού ως προς την χωροταξία μπορεί να καταστήσει το κτίριο ευάερο και ευήλιο, έτσι ώστε, η υψηλή εσωτερική θερμοκρασία να μπορεί να μετριαστεί με τη ροή του αέρα και η χαμηλή με τη μεγιστοποίηση της αξιοποίησης των ακτινών του ηλίου. Φυσικά αυτό δεν θα ήταν δυνατό χωρίς την κατοχή κουφωμάτων καλής ποιότητας για τον αποτελεσματικό έλεγχο.

Συγκρίνοντας ένα μέσο κτήριο με ένα ενεργειακά βιώσιμο, μόνο ως προς τον 'σκελετό' του, σύμφωνα με τις έρευνες^{[34][35]}, ανεξαρτήτως του τύπου κτηρίου, η κατανάλωση ΗΕ μπορεί να μειωθεί έως και 20%. Φυσικά λόγω της πολύπλευρης φύσης του αντικειμένου, το ποσοστό αυτό είναι ενδεικτικό και μεταβάλλεται ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της περιοχής, του σκοπού χρήσης και της παλαιότητας του κτηρίου.

7.1.2. Συσκευές

Η αντικατάσταση και αναβάθμιση ενεργοβόρων συσκευών, αποτελεί ακόμα ένα πολύ σημαντικό βήμα, καθώς με την αξιοποίηση των σωστών μέσων, οι ενεργειακές συμπεριφορές είναι πιο αποτελεσματικές.

Για την εύκολη επιλογή ενεργειακά αποδοτικών συσκευών η ΕΕ έχει επιβάλλει την βαθμονόμηση απόδοσης, της πλειοψηφίας, των μεγάλων ηλεκτρικών συσκευών, διευκολύνοντας τον πελάτη να προσαρμόσει την κατανάλωσή του. Η νομοθεσία της ΕΕ για τις ενεργειακές ενδείξεις σε τέτοια προϊόντα εκτιμάται ότι θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 230 εκατομμυρίων τόνων ισοδύναμου πετρελαίου (Mtoe) έως το 2030. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να εξοικονομηθούν έως και 285 ευρώ στους λογαριασμούς ΗΕ των νοικοκυριών. Επιπλέον, τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης θα δημιουργήσουν επιπλέον έσοδα της τάξης των 66 δισεκατομμυρίων ευρώ για τις ευρωπαϊκές εταιρείες.

Επιπλέον, η παρουσία του λογότυπου «Energy Star» συσκευές, βοηθά τους καταναλωτές να αναγνωρίζουν τα προϊόντα που τους βοηθούν στην εξοικονόμηση χρημάτων και συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος εξοικονομώντας ενέργεια. Σύμφωνα με την ΕΡΑ^[38], οτιδήποτε φέρει ετικέτα Energy Star σημαίνει ότι «καταναλώνει λιγότερη ενέργεια για να κάνει την ίδια δουλειά» σε σύγκριση με τις ακριβώς αντίστοιχες συσκευές, χωρίς ενεργειακή ένδειξη.

Υπολογίζοντας, λοιπόν, στην επιλογή τέτοιων συσκευών, μπορούμε να κάνουμε κάποια υποθετικά σενάρια, για να προβλέψουμε την εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει:

Δεδομένου του εύρους μέσης οικιακής κατανάλωσης από 9.311 kWh έως 11.677 kWh (ΗΠΑ), ανάλογα με διάφορους παράγοντες όπως η περιοχή, το κλίμα, και μέγεθος σπιτιού, θέτουμε μέση οικιακή κατανάλωση ίση με τον μέσο όρο 10.500 kWh.

Υποθέτοντας ότι αντικαθίστανται μεγάλες οικιακές συσκευές, παλαιότερες από τη δεκαετία του 1990:

Ψυγείο: 1.000 kWh/έτος για το παλιό (σε σύγκριση με 200 kWh/έτος για το νέο)

Πλυντ. ρούχων: 400 kWh/έτος για το παλιό (σε σύγκριση με 150 kWh/έτος για το νέο)

A/C: 2.000 kWh/έτος για το παλιό (σε σύγκριση με 1.000 kWh/έτος για το νέο)

Φούρνος: 3.000 kWh/έτος για τον παλιό (σε σύγκριση με 2.000 kWh για τον νέο)

Συνολική εκτιμώμενη εξοικονόμηση: $800 + 250 + 1000 + 1000 = 3.050 \text{ kWh/έτος}$

Ποσοστό μείωσης: $(3.050 \text{ kWh} / 10.500 \text{ kWh}) * 100\% = 29,04\%$

Επομένως, αντικαθιστώντας συσκευές παλαιότερες του 1990 με νέες, ενεργειακά αποδοτικές, θα μπορούσε να επιτευχθεί μείωση 29,04% στην ετήσια κατανάλωση ΗΕ, εξοικονομώντας περίπου 3.050 kWh.

Σε εναλλακτικό σενάριο, λιγότερο παλαιών συσκευών, υποθέτοντας ότι αντικαθίστανται συσκευές παλαιότερες από τη δεκαετία του 2010, προκύπτει:

Ψυγείο: 500 kWh/έτος για το παλιό (σε σύγκριση με 200 kWh/έτος για το νέο)

Πλυντ. ρούχων: 300 kWh/έτος για το παλιό (σε σύγκριση με 150 kWh/έτος για το νέο)

A/C: 1.500 kWh/έτος για το παλιό (σε σύγκριση με 1.000 kWh/έτος για το νέο)

Φούρνος: 2.500 kWh/έτος για τον παλιό (σε σύγκριση με 2.000 kWh για τον νέο)

Συνολική εκτιμώμενη εξοικονόμηση: $300 + 150 + 500 + 500 = 1.450 \text{ kWh/έτος}$

Ποσοστό μείωσης: $(1.450 \text{ kWh} / 10.500 \text{ kWh}) * 100\% = 13,80\%$

Επομένως, αντικαθιστώντας συσκευές παλαιότερες του 2010 με νέες, ενεργειακά αποδοτικές, θα μπορούσε να επιτευχθεί μείωση 13,80% στην ετήσια κατανάλωση ΗΕ, εξοικονομώντας περίπου 1.450 kWh.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί, πως είναι αρκετά ωφέλιμο, επίσης, να ενεργοποιείται η λειτουργία «Sleep mode» σε όλους τους υπολογιστές, τους εκτυπωτές, τις οθόνες και γενικά όπου αυτό είναι διαθέσιμο, έτσι ώστε να εισέρχονται αυτόματα σε κατάσταση αδράνειας/ χαμηλής κατανάλωσης όταν δεν χρησιμοποιούνται.

7.1.3. Ανανεώσιμες πηγές

Η εισαγωγή ΑΠΕ σε ένα σπίτι (σχεδόν πάντα φωτοβολταϊκών πάνελ) μπορεί να επιφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, η ενέργεια που παράγεται από τα Φ/Β θα μπορέσει να εξυπηρετήσει φορτία του σπιτιού, χωρίς να είναι απαραίτητη η τροφοδοσία από το δίκτυο για την εξυπηρέτησή τους. Ακόμα, τις μέρες με ηλιοφάνεια, δεν θα είναι απαραίτητη η χρήση θερμοσίφωνα καθώς η θέρμανση του νερού θα έχει γίνει από την ενέργεια που σύλλεξε το πάνελ. Τέλος σε περίπτωση περίσσειας ενέργειας από παραγωγή του Φ/Β, αν το

σπίτι συμμετέχει σε δίκτυο με δυνατότητα «net metering», τότε θα μπορεί να επιστρέφει ενέργεια στο δίκτυο, μειώνοντας τον λογαριασμό ρεύματος και συμβάλλοντας στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο δίκτυο. Όλα αυτά, με τη χρήση πηγής ενέργειας, φιλικής προς το περιβάλλον, μειώνοντας την κατανάλωση από συμβατικές πηγές.

7.1.4. Φωτισμός (LED)

Επιπροσθέτως, η αντικατάσταση των μέσων φωτισμού, όπως λαμπτήρων πυρακτώσεως, αλογόνου, HID (high-intensity discharge lamps) και φθορισμού T12, με αντίστοιχα τεχνολογίας LED, μπορεί να βοηθήσει στη συνολική αποδοτικότητα του κτιρίου.

Τα πλεονεκτήματα τις τεχνολογίας LED μπορούν να συνοψιστούν στα εξής σημεία:

- Η τοποθέτησή τους μπορεί να γίνει σε κάθε είδος χώρου χωρίς να επηρεάσει την λειτουργικότητά του.
- Παράγουν πολύ λιγότερη θερμότητα σε σύγκριση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως και τις λάμπες φθορίου, τα οποία απελευθερώνουν το 90% και 80% της ενέργειάς τους ως θερμότητα, αντίστοιχα.
- Παρέχουν την ίδια φωτεινότητα με τους παραδοσιακούς λαμπτήρες, αλλά καταναλώνουν 90% λιγότερη ενέργεια.
- Έχουν έως και 15 φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, πράγμα που σημαίνει μεγάλη οικονομική εξοικονόμηση σε λειτουργίες και συντήρηση.

Αναλυτικότερα, κατά μέσο όρο, οι λαμπτήρες πυρακτώσεως χρησιμοποιούν περίπου 60 Watt ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι λαμπτήρες LED περίπου 10 Watt. Δηλαδή, η χρήση ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως για 2 ώρες την ημέρα χρησιμοποιεί περίπου 12,2 κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας το μήνα και 43,8 κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως. Για να επαληθεύσουμε πως η μετάβαση σε LED μπορεί να μειώσει σημαντικά την ΗΕ που χρησιμοποιείται, θα την εισάγουμε στο ίδιο παράδειγμα που χρησιμοποιήθηκε για την αλλαγή συσκευών:

Υποθέτοντας ότι μια οικία έχει κατά μέσο όρο 10 λαμπτήρες πυρακτώσεως, κατανάλωσης 60W ο καθένας και αντικαθίστανται από 10 LED κατανάλωσης 10W το καθένα, τότε για καθημερινή χρήση τριών ωρών έχουμε: $(60W - 10W) * 3 \text{ ώρες/ημέρα} * 365 \text{ ημέρες/έτος} * 10 \text{ λαμπτήρες} = 547,5 \text{ kWh/έτος}$.

Συνεπώς στην πρώτη περίπτωση του παραδείγματος η εξοικονόμηση θα ήταν ίση με:

$3.050 \text{ kWh} + 547,5 \text{ kWh} = 3.597,5 \text{ kWh/έτος}$ και 34,26% της αρχικής κατανάλωσης

Ενώ στη δεύτερη περίπτωση θα ήταν ίση με:

$1.450 \text{ kWh} + 547,5 \text{ kWh} = 1.997,5 \text{ kWh/έτος}$ και 19,02% της αρχικής κατανάλωσης.

Τέλος, η εγκατάσταση φωτοκύτταρων και χρονοδιακοπών μπορεί να μειώσει σημαντικά τις σπατάλες, με την αυτόματη ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των φώτων, σε χώρους χαμηλής επισκεψιμότητας, όπως αποθηκευτικούς χώρους, αυλές, αίθουσες συσκέψεων και αποχωρητήρια. Μια τέτοια εφαρμογή, μπορεί να εξοικονομήσει από 15 έως και 30 τοις εκατό του κόστους φωτισμού.

7.1.5. Έλεγχος και επισκευή διαρροών

Η τακτική συντήρηση, ο ολοκληρωτικός έλεγχος και η επισκευή των διαρροών του κτηρίου, μειώνουν αποτελεσματικά τις σπατάλες και παρατείνουν τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων. Υπολογίζοντας πως τα έξοδα συντήρησης είναι πολύ μικρότερα από αυτά μιας ολικής αναβάθμισης, προκύπτει, ουσιαστικά, η μεγάλη μείωση των εξόδων λειτουργικότητας, λόγω απουσίας διαρροών, χωρίς κάποια σημαντική επένδυση.

7.1.6. Ενεργειακά αυτόνομα κτήρια (ενεργειακά έξυπνα σπίτια)

Σύμφωνα με μελέτη για τα 'ενεργειακά έξυπνα σπίτια'^[39], ισχύουν τα εξής:

«Ως Ενεργειακά Έξυπνο Σπίτι (ΕΕΣ), ορίζουμε την οικία στην οποία γίνεται διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας με κάποιον απώτερο σκοπό, βάσει των αναγκών του χρήστη ή των απαιτήσεων του περιβάλλοντος[...]. Παραδείγματα τέτοιων σκοπών, αποτελούν η εξοικονόμηση πόρων, η δημιουργία τοπικών έξυπνων δικτύων και η προστασία του περιβάλλοντος.»

Συγκεκριμένα, για να πραγματοποιηθεί η μετάβαση από κοινή οικία σε έξυπνο σπίτι:

«Προκειμένου να μπορεί να γίνει διαχείριση ώστε το σπίτι να αποκτήσει αυτονομία για να εξυπηρετεί τον εκάστοτε σκοπό, θα πρέπει να υπάρχουν και οι κατάλληλες υποδομές. Αναλυτικότερα για την 'δημιουργία' ενός ΕΕΣ, απαιτείται η εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, μιας μονάδας αποθήκευσης ενέργειας και μιας μονάδας συντονισμού και επίβλεψης.»

Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η κατανάλωση ‘πράσινης’ ΗΕ και η μείωση κατανάλωσης από συμβατικές πηγές.

7.1.7. Επιχειρήσεις και δημόσια κτήρια

Πέραν των προαναφερθέντων μέτρων, ενδείκνυται πιο στοχευμένες δράσεις για δημόσια κτήρια και επιχειρήσεις, ώστε να εξυπηρετήσουν με τη βέλτιστη αποδοτικότητα τον σκοπό τους.

Αρχικά, η τακτική παρουσίαση αναφορών κατανάλωσης του τελευταίου διαστήματος, με όλες τις επιμέρους χρήσεις ενέργειας, μπορεί να προσφέρει μια πιο ολιστική εικόνα και να παρακινήσει τους εργαζομένους να συμβάλουν στην περαιτέρω εξοικονόμηση ΗΕ. Επίσης η παροχή κινήτρων κύρια ανταμοιβή εκείνων που πετυχαίνουν στόχους, στον ενεργειακό τομέα, μπορεί να συμβάλει σε μια υγιή ανταγωνιστικότητα, για την επίτευξη της μέγιστης ατομικής αποδοτικότητας.

Επιπλέον η ενθάρρυνση της τηλε-εργασίας μπορεί να μειώσει σημαντικά τα ενεργειακά κόστη των κτιριακών εγκαταστάσεων μιας επιχείρησης^[40], καθώς και την εκπομπών αερίων από την προβλεπόμενη μετακίνηση, χωρίς παράλληλα να επιβαρύνεται σε μεγάλο βαθμό η κατανάλωση της οικίας του εργαζόμενου. Υπό την ίδια μορφή μπορούν να πραγματοποιούνται και διαδικασίες γύρω από το αντικείμενο της εργασίας, όπως συναντήσεις προσωπικού.

Επιπρόσθετα, με την διοργάνωση εσωτερικών ενημερώσεων, μπορεί να γνωστοποιηθεί στο προσωπικό η πολιτική για την ενεργειακή διαχείριση στην εταιρία και γενικότερες πληροφορίες για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθή χρήση του υλικού. Αν και πολλές εγκαταστάσεις διαθέτουν εξελιγμένα, ηλεκτρονικά συστήματα διαχείρισης ενέργειας (EMS), τα οποία με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού υπολογιστικού συστήματος χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του δικτύου, τα περισσότερα δεν εκμεταλλεύονται πλήρως. Το προσωπικό, ως επί το πλείστον, χρησιμοποιεί αυτά τα συστήματα μόνο για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του εξοπλισμού, ενώ στην πραγματικότητα, αυτά τα συστήματα μπορούν να προγραμματιστούν για να επιτύχουν στρατηγικές ελέγχου, όπως η βέλτιστη εκκίνηση/διακοπή, η αυτόματη ρύθμιση θερμοκρασίας, η νυχτερινή λειτουργία, η πρωινή λειτουργία και ο αυτόματος φωτισμός.

Τέλος, σημαντικές είναι πιο απλές πρακτικές, όπως η χρησιμοποίηση κουρτινών και περσίδων για τον έλεγχο του ηλιακού φωτός μέσα από τα παράθυρα, τόσο το καλοκαίρι όσο

και το χειμώνα για να επιτραπεί ή αποτραπεί η αύξηση της θερμότητας. Ανάλογα με τις εγκαταστάσεις, επιλογές όπως περσίδες, τέντες και βλάστηση μπορούν να βοηθήσουν.

7.2. Στο άτομο (ενεργητική εξοικονόμηση)

Εφόσον, λοιπόν, υπάρχει το κατάλληλο υλικό στη διάθεση του χρήστη, εκείνος μπορεί να προβεί σε συγκεκριμένες ενέργειες και συνήθειες, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωσή του. Γεγονός, το οποίο απαιτεί παρεμβατισμό στην ενεργειακή διαχείριση, που έγκειται στην συμπεριφορά του χρήστη, και άρα πρόκειται για ενεργητική εξοικονόμηση ΗΕ.

Καθώς η συμπεριφορά αποτελεί μέσο για την επίτευξη στόχων, μέσα από ρουτίνες και συνήθειες, θα μπορούσαμε να πούμε χοντρικά, ότι ο στόχος του ατόμου, σε λογικά πάντα πλαίσια, είναι να είναι συνεπής στη δουλειά και άνετος στο σπίτι του. Συνεπώς, αν οι ενεργειακές πρακτικές εξυπηρετούν και τους προσωπικούς στόχους, τότε οι ορθές ενεργειακά συμπεριφορές είναι ευκολότερο να ακολουθηθούν. Η μαζική και συνεπής αλλαγή δύναται να αλλάξει την εικόνα της σημερινής κατάστασης και να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας.

Γι' αυτό το λόγο, είναι σημαντικό να διαμορφωθεί ένα αίσθημα ατομικής ευθύνης απέναντι στην κατανάλωση και παράλληλα οι χρήστες να ενστερνιστούν τη σημαντικότητα της εξοικονόμησης. Για την επίτευξη των παραπάνω θα πρέπει να υπάρξει ευαισθητοποίηση μέσα από την εκπαίδευση, τις ενημερωτικές εκστρατείες και τις εκδηλώσεις για το θέμα αυτό, ενώ ταυτόχρονα καταπολεμάται το φαινόμενο της άγνοιας και της αδιαφορίας

Τέλος, πρέπει να γίνει αναφορά στη βαρύτητα των πιο απλών πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας, όπως το κλείσιμο των παραθύρων όταν λειτουργεί το A/C, η αφαίρεση των φορτιστών από την πρίζα όταν δεν χρησιμοποιούνται και το 'κλείσιμο' των φώτων όταν έχει ηλιοφάνεια. Εξίσου σημαντική είναι η προσαρμογή της συμπεριφοράς του χρήστη ανά εποχή, παραδείγματος χάριν, ο αερισμός του σπιτιού κατά τους θερινούς μήνες θα πρέπει να γίνεται πιο τακτικά και με μεγαλύτερη διάρκεια από τους χειμερινούς. Οι παραπάνω πρακτικές, συντελούν σε πολύ μεγάλο ποσοστό ενεργειακής σπατάλης, συγκριτικά με τον βαθμό δυσκολίας αλλαγής τους^[41].

7.3.Στις κοινότητες

Είναι εμφανές γύρω μας, ότι η γενικότερη αντίληψη για την κατανάλωσης ΗΕ, είναι πως αυτή δεν αποτελεί κάτι κοινό, αλλά κάτι ατομικό^[42]. Η έμμεση και αφανής αλληλεπίδραση που υπάρχει στο δίκτυο δεν είναι αρκετή για να δημιουργήσει αίσθημα κοινότητας και ομαδικότητας ως προς την ενέργεια. Σε αυτή την περίπτωση, πέραν από την ενημέρωση των ατόμων που ζουν σε μια κοινότητα, είναι απαραίτητες και άλλες ενέργειες, ώστε η υιοθέτηση ενεργειακά ορθών συμπεριφορών να μπορεί να υποστηριχθεί στα πλαίσια κοινοτικών δραστηριοτήτων.

Κατ' αρχήν, είναι σημαντική η ανάπτυξη κατάλληλων υποδομών, προκειμένου να μπορούν να υιοθετηθούν ενεργειακές πρακτικές, όπως η χρήση ποδηλάτου και δημοσίων συγκοινωνιών αντί αυτοκινήτου. Ακόμα η μόνωση των δημόσιων κτηρίων και αντικατάσταση του φωτισμού σε δημόσιους χώρους μπορεί να μειώσει την παθητική κατανάλωση ενέργειας της κοινότητας.

Επιπροσθέτως ή εφαρμογή ενός έξυπνου δικτύου (smart grid) στις κοινότητες, αναβαθμίζει το ευρύτερο σύνολο των υποδομών και του τεχνολογικού εξοπλισμού, χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνολογίες όπως αισθητήρες, δίκτυα επικοινωνίας και λογισμικά προγράμματα^[43]. Ειδικότερα, αν συνδυαστεί με τα ενεργειακά έξυπνα σπίτια και το «net metering», μπορεί να προσφέρει βελτίωση της συνολικής απόδοσης, αξιοπιστίας και βιωσιμότητας ολόκληρου του τοπικού δικτύου ΗΕ.

Τέλος, είναι σημαντική η έννοια του 'ωφελιμισμού', κατά την οποία, η ορθότητα μιας πράξης εξαρτάται από το κατά πόσο συμβάλλει στην ευτυχία (εξυπηρέτηση ή κέρδος) εκείνου που την επιτελεί αλλά και καθενός που επηρεάζεται από αυτήν, ή χαρακτηριστικά: *«σκοπός των πράξεών μας πρέπει να είναι η μεγαλύτερη κατά το δυνατόν ωφέλεια για τον μεγαλύτερο κατά το δυνατόν αριθμό ατόμων»*. Δηλαδή, ωφελιμισμός ως φιλοσοφική θεώρηση, εκφράζεται μέσω της απαίτησης της επιδίωξης του μέγιστου οφέλους ή ευημερίας για τον εαυτό ή την κοινότητα, σύμφωνα με τους κυριότερους εκπροσώπους της, Τζέρεμι Μπένθαμ και Τζον Στιούαρτ Μιλλ. Εάν όλα τα άτομα σε μια κοινότητα ενστερνίζονταν την έννοια αυτή, Τότε ασυνείδητα θα συνεργάζονταν αρμονικά προκειμένου να πετύχουν το στόχο της εξοικονόμησης ενέργειας, και όχι μόνο.

8. Προκλήσεις και Ευκαιρίες

8.1. Προκλήσεις

8.1.1. Αλλαγή νοοτροπίας

Όπως έχει προαναφερθεί, η αλλαγή συνηθειών δεν είναι εύκολη και απαιτεί επίγνωση, κόπο και επαναλαμβανόμενες προσπάθειες. Η ανθρώπινη συμπεριφορά είναι συχνά 'ριζωμένη' σε συνήθειες που διαμορφώνονται με την πάροδο του χρόνου, γι' αυτό και δημιουργείται η τάση αντίστασης στην αλλαγή, ειδικά όταν πρόκειται για προσωπικά ζητήματα. Η αλλαγή της ενεργειακής συμπεριφοράς απαιτεί την υπέρβαση αυτής της αντίστασης, μέσα από την κατανόηση των επιπτώσεων της υπερκατανάλωσης ΗΕ και των δυνητικών οφελών της εξοικονόμησής της. Τέλος, για την αλλαγή νοοτροπίας, χρειάζεται να γίνει συνολική προσπάθεια, ώστε στα πλαίσια του κοινωνικού κομφορμισμού, να συμπίπτουν οι κοινωνικές προσδοκίες με τις ατομικές, ως προς την ενεργειακή συμπεριφορά^[44].

8.1.2. Παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας των μεθόδων και αξιολόγησή τους

Η παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας της υιοθέτησης ενεργειακά ορθών συμπεριφορών παρουσιάζει πρακτικές δυσκολίες, ενώ και η αξιολόγησή τους μπορεί να γίνει μια περίπλοκη διαδικασία.

Ο κυριότερος λόγος που δυσχεραίνει την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας, είναι η ίδια η φύση των συμπεριφορών, καθώς όπως προαναφέρθηκε, είναι πολυδιάστατες και εξαρτώνται από πληθώρα παραγόντων, που και αυτοί με την σειρά τους αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Για παράδειγμα, ο καιρός, οι οικονομικές συνθήκες, τα δημογραφικά στοιχεία των κατοίκων και τα υπάρχοντα μέτρα απόδοσης, μπορούν όλα να επηρεάσουν την κατανάλωση ενέργειας, καθιστώντας δύσκολη την απομόνωση των επιπτώσεων των επί μέρους κατηγοριών.

Επιπλέον, η απόκτηση ακριβών και αξιόπιστων δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας μπορεί να είναι δύσκολη, ειδικά για μεμονωμένα νοικοκυριά ή κτίρια^[34,45]. Σε συνδυασμό με το γεγονός, πως η συλλογή δεδομένων για την ατομική κατανάλωση ενέργειας,

εγείρει ανησυχίες για την ιδιωτικότητα του ατόμου, η διαδικασία αυτή αποκτά εμπόδια για την εφαρμογή της.

Τέλος, η αντίληψη των ανθρώπων για τη συμπεριφορά τους μπορεί να διαφέρει αρκετά από την πραγματικότητα, υπερεκτιμώντας τις προσπάθειές τους για εξοικονόμηση ενέργειας ή να αποδίδοντας τις αλλαγές στην κατανάλωση^[46], σε παράγοντες διαφορετικούς από την μέθοδο που εφαρμόστηκε.

Ως προς την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας, ισχύει πως μπορεί να γίνει περίπλοκη, λόγω της δυσκολίας συγκέντρωσης στοιχείων, όπως στην περίπτωση της παρακολούθησης, όμως χρησιμοποιώντας ευρύτερες κατηγορίες σε αυτήν την περίπτωση μπορούμε να οδηγηθούμε σε ασφαλή, αυταπόδεικτα συμπεράσματα. Πιθανές παράμετροι αξιολόγησης είναι η αντιληπτή υγεία, ο βαθμός προσπάθειας και η άνεση.

8.1.3. Υψηλό κόστος

Για την επιτυχή υιοθέτηση μιας ορθής ενεργειακής συμπεριφοράς χρειάζεται, όπως είδαμε αναλυτικότερα και προηγουμένως, πρώτα η κατοχή του κατάλληλου υλικού/εξοπλισμού, για να είναι εφικτή μέσω της αξιοποίησής του, μια καλή ενεργειακή απόδοση. Η αγορά του, είναι συνήθως ακριβή και απαιτεί σημαντικό κεφάλαιο για επένδυση, ειδικά αν πρόκειται για ολική αναβάθμιση του χώρου, από τα υλικά μόνωσης και τις συσκευές, έως την μετατροπή σου σε «έξυπνο».

Πιο συγκεκριμένα, ο χρόνος που απαιτείται για την εξοικονόμηση κόστους από την αναβάθμιση της ενεργειακής αποδοτικότητας για να αντισταθμιστεί η αρχική επένδυση, μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως το είδος των αναβαθμίσεων, ο τρόπος αξιοποίησής τους και οι τιμές της ΗΕ. Το γεγονός αυτό, μπορεί να κάνει την αρχική επένδυση να φαίνεται λιγότερο ελκυστική, ειδικά εάν τα άτομα έχουν περιορισμένους οικονομικούς πόρους ή βραχυπρόθεσμες οικονομικές προτεραιότητες.

Επιπλέον, τα κυβερνητικά προγράμματα που προσφέρουν κίνητρα για ενεργειακά αποδοτικές αναβαθμίσεις, είναι πιθανότερο να μην καλύπτουν ολόκληρο το κόστος, προσφέροντας, ουσιαστικά μια έκπτωση, αφήνοντας ένα μέρος του ποσού στους καταναλωτές. Πολλά άτομα, επίσης, αποκλείονται από τέτοια προγράμματα, λόγω αυστηρών οικονομικών κριτηρίων δικαιοδοσίας, περιορίζοντας, έτσι ακόμα περισσότερο, την εγχώρια δυναμική αναβάθμισης.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να θυμόμαστε, ότι τα αρχικά κόστη πρέπει να θεωρούνται ως επένδυση, καθώς, ενώ απαιτούν κάποια εκ των προτέρων οικονομική δέσμευση, τα μακροπρόθεσμα οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας συνήθως υπερτερούν του αρχικού κόστους, οδηγώντας σε: χαμηλότερους λογαριασμούς ΗΕ, αυξημένη οικονομική αξία κτηρίου και περιβαλλοντικά οφέλη.

Επομένως, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί αρχικά να είναι αρκετά δαπανηρή, όμως, η ολοκληρωμένη κατανόηση των μακροπρόθεσμων οφελών, σε συνδυασμό με αποτελεσματικό οικονομικό σχεδιασμό και χρήση διαθέσιμων κινήτρων και επιδοτήσεων, μπορεί να καταστήσει τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας μια αξιόλογη επένδυση, για τα άτομα και την κοινωνία στο σύνολό της^[10,34,47].

8.1.4. Νομοθετικό Πλαίσιο

Η θεσμοθέτηση ενός νομοθετικού πλαισίου μπορεί να μετατραπεί σε μια ιδιαίτερα απαιτητική και πολύπλοκη διαδικασία, η οποία ξεπερνιέται μόνο με την επίλυση των βαθύτερων προβλημάτων.

Αρχικά, στο χώρο της ενέργειας υπάρχουν πολλά αντικρουόμενα συμφέροντα, καθώς οι καταναλωτές επιθυμούν προσιτές τιμές, οι παραγωγοί διατήρηση των κερδών τους, οι περιβαλλοντικές ομάδες διασφάλιση της βιωσιμότητας και οι βιομηχανίες αποφυγή επιπτώσεων των κανονισμών ως προς το κόστος. Συνεπώς είναι δύσκολο να βρεθεί μια ισορροπία ανάμεσα σε όλους τους φορείς, διασφαλίζοντας ότι οι ενεργειακές πολιτικές είναι δίκαιες και δεν επιβαρύνουν δυσανάλογα ορισμένες ομάδες, για να μπορούν να γίνουν αποδεκτές απ' όλους.

Ακόμα, ή ίδια η διαδικασία της θεσμοθέτησης γίνεται δύσκολη, όταν υπάρχει μεγάλη γραφειοκρατία και οι θεσμοί δυσλειτουργούν, πόσο μάλλον δε, όταν για μια αποτελεσματική λύση απαιτείται διεθνής συνεργασία. Επιπρόσθετα μπορεί να υπάρξουν πολιτικά εμπόδια όπως ειδικά συμφέροντα, λόμπι και κομματικές διαφορές, που παρεμποδίζουν τη ψήφιση και την εφαρμογή μιας αποτελεσματικής ενεργειακής νομοθεσίας. Ωστόσο, η αποτελεσματική υλοποίηση αλλαγών στη συμπεριφορά και το υλικό, επιτάσσει ένα ευέλικτο και υποστηρικτικό νομοθετικό πλαίσιο που θα ενθαρρύνει τις αειφόρες πρακτικές.

8.2. Ευκαιρίες

8.2.1. Ένταξη νέων τεχνολογιών στα κτήρια

Οι συνεχείς έρευνες, δοκιμές και εφαρμογές στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, δημιουργούν νέες δυνατότητες για την δημιουργία και ένταξη καινοτόμων τεχνολογιών στα κτήρια, όπως εφαρμογές ελέγχου για κινητές συσκευές, έξυπνα συστήματα διαχείρισης και αποδοτικότερες ηλεκτρικές συσκευές.

Αρχικά, καθώς η εστίαση στην εξοικονόμηση ενέργειας εντείνεται, αυξάνεται και η ζήτηση για ‘έξυπνες’ συσκευές και συστήματα ελέγχου, τα οποία χρησιμοποιούν αισθητήρες, αυτοματισμούς και λογισμικό ανάλυσης δεδομένων για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας. Μέσω του ‘internet of things’, ή αλλιώς ‘IoT’, επιτρέπουν την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο, δίνεται η δυνατότητα για καλύτερη ρύθμιση της κατανάλωσης, με βάση την πληρότητα του χώρου, τις καιρικές συνθήκες και τις ατομικές προτιμήσεις, μεγιστοποιώντας την ενεργειακή απόδοση.

Ακόμα, μέσω του περιβάλλοντος διεπαφής χρήστη και συσκευής, οι έξυπνες τεχνολογίες, όπως εξατομικευμένοι πίνακες εργαλείων, δίνουν στους χρήστες τη δυνατότητα να οπτικοποιούν την κατανάλωση ενέργειάς τους και να κάνουν συνειδητές επιλογές για την μειώσουν, καλλιεργώντας μια κουλτούρα ενεργειακής ευαισθητοποίησης και υπεύθυνης συμπεριφοράς^[48,49].

Παραδείγματα νέων τεχνολογιών που αποτελεί ευκαιρία να ενταχθούν σε κτίρια αποτελούν ο φωτισμός LED, με σημαντικά λιγότερη κατανάλωση ΗΕ από τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, οι έξυπνοι θερμοστάτες, προσαρμόζοντας αυτόματα τις ρυθμίσεις θερμοκρασίας για βέλτιστη άνεση και ενεργειακή απόδοση και το λογισμικό net metering, με το οποίο τα κτίρια μπορούν να προσαρμόζουν την κατανάλωση ενέργειας με βάση τη ζήτηση του δικτύου.

Συμπερασματικά, η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια λειτουργεί ως καταλύτης για την καινοτομία και την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Με την εισαγωγή, ουσιαστικά, των ηλεκτρονικών συστημάτων στα ηλεκτρικά, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση κόστους, βελτιωμένη άνεση, μακροπρόθεσμη πρόβλεψη κατανάλωσης και καλύτερη απόδοση κτηρίου.

8.2.2. Αύξηση της ενεργειακής αυτονομίας

Επίσης, η προσπάθεια εξοικονόμησης ΗΕ, μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της ενεργειακής αυτονομίας των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων, χάρις τους τρόπους που αναλύονται παρακάτω.

Πρώτα απ' όλα, υπάρχει μειωμένη εξάρτηση από εξωτερικές πηγές ενέργειας, καθώς εφαρμόζοντας μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αποδοτικές συσκευές, συστήματα φωτισμού και μονώσεων, τα κτίρια μπορούν να καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από το δίκτυο διανομής. Επιπλέον, η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως τα ηλιακά πάνελ, προσδίδει μια νέα πηγή ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του κτηρίου, προσφέροντας μεγαλύτερη ενεργειακή αυτονομία.

Ακόμα, τα κτίρια με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας είναι λιγότερο ευάλωτα σε διακοπές παροχής ενέργειας, αυξάνοντας την ικανότητα του κτιρίου να λειτουργεί ανεξάρτητα, κατά τη διάρκεια τέτοιων απροσδόκητων γεγονότων. Σε σπάνιες περιπτώσεις, κτίρια με συστήματα υψηλής απόδοσης, σημαντική παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές και δυνατότητες αποθήκευσης ενέργειας, θα μπορούσαν ενδεχομένως να επιτύχουν πλήρη λειτουργία εκτός δικτύου^[50].

8.2.3. Προσπάθεια για ανακάλυψη νέων τρόπων παραγωγής ενέργειας

Η προσπάθεια μείωσης της κατανάλωσης, έγκειται στην προσπάθεια μείωσης της παραγωγής ΗΕ από τρόπους οι οποίοι είναι περιβαλλοντικά ασύμφοροι. Εάν, υποθετικά, υπήρχαν κάποιοι άλλοι τρόποι παραγωγής, οι οποίοι δεν παρουσίαζαν τα ίδια μειονεκτήματα, τότε το πρόβλημα της υπερκατανάλωσης θα έπαυε να ισχύει, ως συνέπεια της εξάλειψης της αιτίας του. Προτάσεις οι οποίες αποτελούν εν δυνάμει εναλλακτικές πηγές ενέργειας αποτελούν η πυρηνική σύντηξη, η συγκομιδή ενέργειας από τον ωκεανό και η αξιοποίηση του υδρογόνου ως καύσιμο, βρίσκονται υπό έρευνα και ανάπτυξη^[51,52].

Αναλυτικότερα, η πυρηνική σύντηξη “Nuclear fusion” είναι η διαδικασία με την οποία δύο ατομικοί πυρήνες συνδυάζονται για να σχηματίσουν έναν βαρύτερο πυρήνα, απελευθερώνοντας μια τεράστια ποσότητα ενέργειας κατά τη διάρκειά της, σε μια διεργασία παρόμοια με αυτήν που διατελείται στο εσωτερικό των άστρων. Για να πραγματοποιηθεί πυρηνική σύντηξη, πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις, όπως οι υψηλές θερμοκρασίες (εκατομμύρια βαθμοί Κελσίου) και η μεγάλη πίεση, για να ξεπεραστεί η φυσική

απόθεση των μεταξύ θετικά φορτισμένων πυρήνων. Όταν, πλέον, οι πυρήνες πλησιάζουν αρκετά, η ισχυρή πυρηνική δύναμη υπερνικά την ηλεκτροστατική απόθεση, επιτρέποντάς τους να συντηχθούν. Αυτή η σύντηξη απελευθερώνει σημαντική ποσότητα ενέργειας, κυρίως με τη μορφή θερμότητας και νετρονίων.

Σε αντίθεση με την παραδοσιακή πυρηνική σχάση, η σύντηξη δεν παράγει ραδιενεργά απόβλητα μεγάλης διάρκειας ζωής και το καύσιμό της, αποτελούν ισότοπα υδρογόνου (δευτέριο και τρίτιο), τα οποία είναι άμεσα διαθέσιμα στο θαλασσινό νερό. Μια μικρή ποσότητα καυσίμου σύντηξης μπορεί να παράγει τεράστια ποσότητα ενέργειας.

Ωστόσο, προκύπτουν πολλές προκλήσεις, όπως η επίτευξη και η διατήρηση των ακραίων συνθηκών που είναι απαραίτητες για τη σύντηξη, η συγκράτηση του θερμού πλάσματος (ιονισμένο αέριο) όπου συμβαίνει η αντίδραση σύντηξης και η ανάπτυξη εμπορικά βιώσιμων αντιδραστήρων σύντηξης που μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αποτελεσματικά. Σημαντική πρόοδος έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια, με αρκετές ερευνητικές εγκαταστάσεις σε όλο τον κόσμο να επιτυγχάνουν παρατεταμένες αντιδράσεις σύντηξης για μικρή διάρκεια. Ωστόσο, η επίτευξη εμπορικά βιώσιμης και βιώσιμης παραγωγής ενέργειας από σύντηξη παραμένει μακροπρόθεσμος στόχος, με εκτιμήσεις που κυμαίνονται από αρκετές δεκαετίες έως τα τέλη του αιώνα.

Συμπερασματικά, η πυρηνική σύντηξη έχει τεράστιες δυνατότητες ως καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας για το μέλλον. Ωστόσο, απαιτούνται ακόμη σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις και να επιτευχθούν εμπορικά βιώσιμοι αντιδραστήρες σύντηξης.

Επίσης, η εξαγωγή ενέργειας από κύματα, παλίρροιες και ωκεάνια ρεύματα χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνολογίες και μηχανισμούς, έχει γίνει αντικείμενο συζήτησης στον χώρο της ενέργειας. Η επίτευξη της συγκομιδής της ενέργειας από την θάλασσα, μπορεί να αποτελέσει την ανακάλυψη μιας νέας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

Τέλος, αν και δεν είναι το ίδιο πρωτογενής πηγή, το υδρογόνο μπορεί να παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές (πράσινο υδρογόνο) και να χρησιμοποιηθεί ως καθαρό καύσιμο για μεταφορές και άλλες εφαρμογές. Η αξιοποίησή του με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να συνεισφέρει στην μείωση παραγωγής ΗΕ από συμβατικές, περιβαλλοντικά ασύμφωρες, πηγές.

9. Συμπεράσματα και Προοπτικές

Μέσα από τη διαδικασία της μελέτης των πηγών, της συγγραφής της εργασίας και της κατανόησης του περιεχομένου της, κατέληξα σε κάποια συμπεράσματα, τα οποία παραθέτω παρακάτω, και ελπίζω να βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου, καθώς και την συνέχιση της εξέλιξής του.

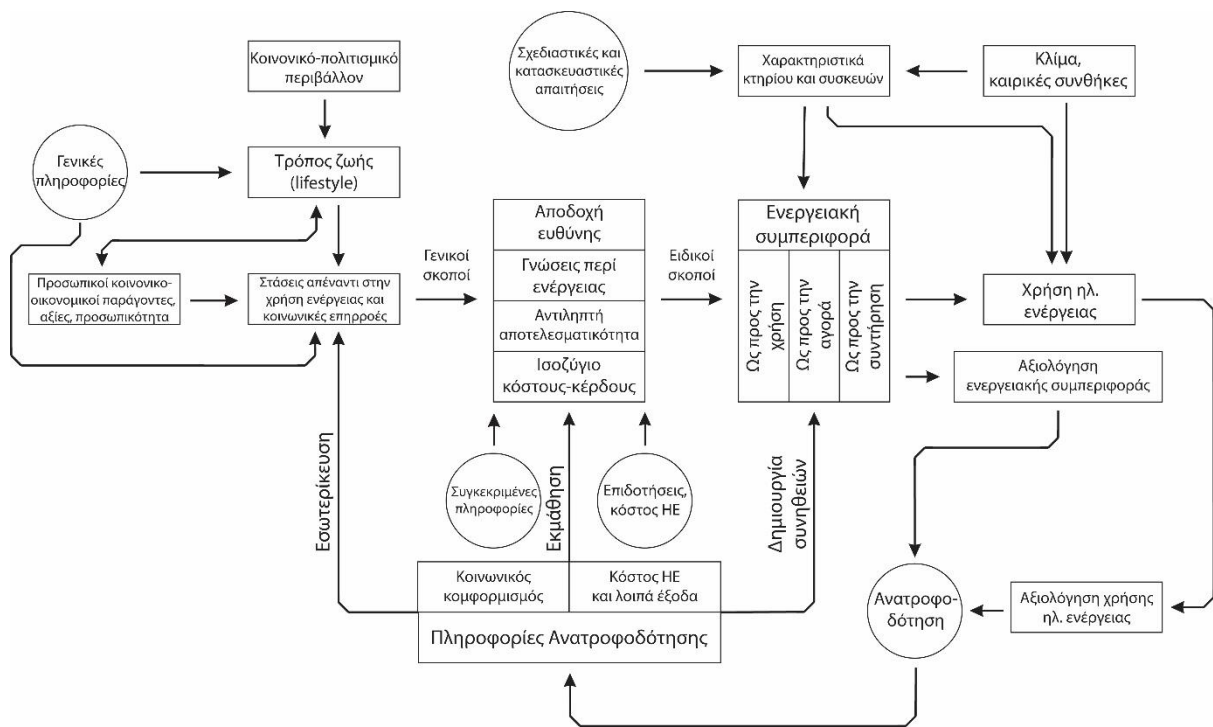
Αρχικά, προκύπτει, από τα παραπάνω, ότι οι συμπεριφορικές αλλαγές είναι ικανές να μειώσουν την υπερκατανάλωση και αποτελούν, μάλιστα, έναν πολύ αποτελεσματικό τρόπο εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια.

Ως προς την ίδια την κατανάλωση, τα στοιχεία δείχνουν πως αυτή θα συνεχίσει να αυξάνεται, αφού συνεχίζει να υπάρχει και αύξηση της ζήτησης. Ο τρόπος με τον οποίο ικανοποιείται αυτή η ζήτηση, όμως, είναι και η ειδοποιός διαφορά μεταξύ της κατανάλωσης και της υπερκατανάλωσης, αποδίδοντας στον χρήστη ΗΕ την αντίστοιχη συμπεριφορά.

Έχοντας αναλύσει τις επιπτώσεις της υπερκατανάλωσης, είναι εμφανές, ότι ευθύνη για αυτήν, δεν έχουν μόνο τα άτομα, αλλά και οι κυβερνήσεις και οι διακρατικοί οργανισμοί. Ειδικότερα οι οντότητες μπορούν να έχουν επίδραση σε παγκόσμιο επίπεδο πρέπει να λάβουν επιπλέον μέτρα για την επιβολή της εξοικονόμησης ΗΕ. Τα άτομα οφείλουν να αλλάξουν συμπεριφορά και ταυτόχρονα να αλλάξουν μαζικά τις αντιλήψεις της κοινωνίας, ώστε μέσω του κοινωνικού κομφορμισμού και της συνεχούς αλληλεπίδρασής τους, τα νέα μέλη της να ενστερνίζονται τις ίδιες αξίες.

Πέραν, όμως, της κοινωνίας, οι συμπεριφορές, δηλαδή τα μοτίβα κατανάλωσης ΗΕ, που απαντώνται, επηρεάζονται από παράγοντες και γεγονότα, τα οποία έχουν, είτε άμεση, είτε έμμεση, επίδραση στις συνήθειες και τις ρουτίνες των ατόμων. Καθώς το φάσμα των παραγόντων αυτών είναι αρκετά ευρύ, ο ακριβής καθορισμός των συμπεριφορών δεν μπορεί να είναι εφικτός. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας την μέθοδο της μοντελοποίησης, είναι δυνατή η εξήγηση της πραγματικότητας κατά προσέγγιση, σε ικανοποιητικό βαθμό. Έτσι ορίζοντας τις σταθερές -παράγοντες- μπορούμε να υπολογίσουμε τις μεταβλητές -συμπεριφορές-, ώστε να αντλήσουμε συμπεράσματα και να κάνουμε προβλέψεις. Οι παράγοντες μπορούν να είναι εξωγενείς, δηλαδή να προκύπτουν από το περιβάλλον του ατόμου, ή ενδογενείς, δηλαδή να προκύπτουν από την ιδιοσυγκρασία του, σχηματίζοντας πολυδιάστατες ενεργειακές συμπεριφορές.

Μετά από μελέτη και επεξεργασία των πληροφοριών, κατέληξα πως οι στάσεις απέναντι στην κατανάλωση ενέργειας, μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις συν μία, ευρύτερες έννοιες: την άγνοια, την ανικανότητα, την αδιαφορία, την αμέλεια και την υπευθυνότητα. Ενώ οι τέσσερις πρώτες αποδίδουν κάποιο ‘ελάττωμα’ στο άτομο, που το εμποδίζει απ’ το να εξοικονομήσει ΗΕ, μόνο η τελευταία αποδίδει στο άτομο την επιτυχή υιοθέτηση ενός ορθού ενεργειακού προτύπου. Αυτό έγκειται στο γεγονός, πως η υπευθυνότητα προϋποθέτει την γνώση, την ικανότητα, την θέληση και την πειθαρχία, δηλαδή τον συνδυασμό της απουσίας και των τεσσάρων πρώτων εννοιών. Η συνολική απόδοση της γενικότερης στάσης του ατόμου, σε συνδυασμό με το μοτίβο συμπεριφοράς του Τζορτζ Άρμιτατζ Μίλερ και των παραγόντων που επηρεάζουν τις ενεργειακές συνήθειες, αποτυπώνονται στο Διάγραμμα 4.



Διάγραμμα 4. Η ‘χαρτογράφηση’ της ενεργειακής συμπεριφοράς, ως αποτέλεσμα του συνδυασμού του μοτίβου μιας γενικής συμπεριφοράς και των παραγόντων που επηρεάζουν τις ενεργειακές συνήθειες

Ωστόσο, περισσότερη έρευνα είναι απαραίτητη για τη διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραγόντων των συμπεριφορών για των αντίστοιχων επιδράσεων στις αλλαγές που επιφέρουν. Η συσχέτισή τους μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατηγοριοποίηση και πρόβλεψη των αποτελεσμάτων ενεργειακών συμπεριφορών.

Πολύ σημαντικό είναι επίσης, το υλικό που βρίσκεται στη διάθεση του χρήστη, για την αποτελεσματική εξοικονόμηση ενέργειας, συνεισφέροντας παθητικά στο έργο του. Ακόμα, η

εφαρμογή πρακτικών εξοικονόμησης, δεν είναι τόσο αποδοτική, χωρίς τα κατάλληλα μέσα, των οποίων η αξιοποίηση, μπορεί να μειώσει την κατανάλωση από 20 έως και 35 τοις εκατό σε οποιοδήποτε τύπο κτηρίου. Τα εμπόδια απόκτησης ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού, μπορούν να ξεπεραστούν με τη βοήθεια κρατικής μέριμνας και πράσινων επενδυτικών προγραμμάτων.

Επιπλέον, καθώς οι άνθρωποι τείνουν να διατηρούν ίδιες συνήθειες, η εισαγωγή νέων τεχνολογιών που απαιτούν εκμάθηση χειρισμού, δεν μπορούν να αφομοιωθούν σε ήδη υπάρχουσες ρουτίνες και απορρίπτονται. Αντιθέτως, η αναβάθμιση με καινοτομίες που είναι κοντά στην χρήση των προηγούμενων εκδόσεων του υλικού, απαιτούν ελάχιστη ή και καθόλου αλλαγή στη συμπεριφορά των ατόμων και γίνονται αποδεκτές.

Οι συμπεριφορικές αλλαγές αποτελούν, ουσιαστικά, οι αλλαγές συνηθειών και ρουτινών της καθημερινότητας ενός ατόμου. Οι ορθές ενεργειακές συμπεριφορές επιτυγχάνονται, όταν οι αλλαγές σε μια συμπεριφορά είναι τέτοιες, ώστε να εξυπηρετούνται οι σκοποί και οι επιθυμίες του ατόμου, παράλληλα με την φιλικότερη δυνατή χρήση ΗΕ προς το περιβάλλον. Ο αποτελεσματικότερος τρόπος αλλαγής συμπεριφοράς είναι η ανατροφοδότηση, ενθαρρύνοντας το άτομο να συνεχίσει κάποια θετική πρακτική εξοικονόμησης, ή να το αποθαρρύνει από κάποια άλλη αρνητική, αντίστοιχα. Το κέρδος για το άτομο μπορεί να παρουσιάζεται είτε ως υλικό (πχ. χρήματα), είτε ως ψυχικό (πχ. ευχαρίστηση). Ο συνδυασμός και των δύο προσφέρει τα βέλτιστα αποτελέσματα.

Τέλος, το αντικείμενο της εξοικονόμησης ΗΕ στα κτήρια μέσα από συμπεριφορικές αλλαγές, επιδέχεται ακόμα πολύ έρευνα για κατανόηση και ανάπτυξη. Η έρευνα αυτή εστίασε περισσότερο στο άτομο και πώς αυτό μπορεί να επηρεάσει με την σειρά του τις μεγαλύτερες οντότητες στις οποίες ανήκει. Μέσα από την κατανόηση των συνειδήσεων και των κινήτρων που καθοδηγούν την ατομική επιλογή, μπορούν να αναπτυχθούν αποτελεσματικά συμπεριφορικά μοντέλα που στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και σε συλλογικό επίπεδο.

10. Πηγές– Βιβλιογραφία

1. Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. Henry Holt and Co.
2. Richard C. Dorf, Robert H. Bishop, *Modern control systems, 12th Edition, Upper Saddle River, NJ : Pearson Prentice Hall, 2011*
3. International Energy Agency. (2022). *IEA - The global energy authority*. *Iea.org*. <https://www.iea.org/>
4. International Energy Agency. (2022). *Data & Statistics - IEA*. *IEA*. <https://www.iea.org/data-and-statistics>
5. Du, T. (2023, March 10). *Charted: Global Energy Consumption by Source, and Carbon Emissions (1900-2021)*. *Visual Capitalist*. <https://www.visualcapitalist.com/cp/charting-consumption-production-fossil-fuels/>
6. Environmental Protection Agency. (2023, October 5). *Sources of Greenhouse Gas Emissions*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>
7. *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide | NOAA Climate.gov*. (n.d.). *Www.climate.gov*. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide#:~:text=In%20the%201960s%2C%20the%20global>
8. US EPA. (2023, April 13). *Overview of Greenhouse Gases*. US EPA; United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>
9. Van Ackere, S., Beullens, J., Vanneuville, W., De Wulf, A., & De Maeyer, P. (2019). *FLIAT, an object-relational GIS tool for flood impact assessment in Flanders, Belgium*. *Water*, 11(4), 711.
10. Δικαίου, Ε. (2017). *Μέθοδοι Και Τεχνικές Για Την Αλλαγή Της Ενεργειακής Συμπεριφοράς Των Χρηστών Του Κτιριακού Τομέα*.
11. Τσιπράς, Σ. (2017). *Δράσεις ενεργειακής διαχείρισης τελικών καταναλωτών σε νοικοκυριά και γραφεία*.
12. Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020, June 10). *Emissions by Sector*. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
13. *Blades2Build Project | Fact Sheet | HORIZON*. (2022, December 16). *CORDIS | European Commission*. <https://cordis.europa.eu/project/id/101096437>
14. Pala, M. G., Baltazar, S., Liu, P., Sellier, H., Hackens, B., Martins, F., ... & Huant, S. (2012). *Transport inefficiency in branched-out mesoscopic networks: An analog of the Braess paradox*. *Physical review letters*, 108(7), 076802.

15. *FutureCoal: The Global Alliance for Sustainable Coal.* (n.d.). *FutureCoal.* <https://www.futurecoal.org/>
16. *United Nations.* (2023). *The Paris Agreement.* *United Nations Climate Change; United Nations.* <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
17. *UNFCCC.* (2019). *What is the Kyoto Protocol?* *UNFCCC; UNFCCC.* https://unfccc.int/kyoto_protocol
18. *United Nations Environment Programme.* (2018, October 29). *About Montreal Protocol. Ozonaction; United Nations Environment Programme.* <https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>
19. *United Nations.* (2023a). *Goal 7 | Department of Economic and Social Affairs. Sdgs.un.org; United Nations.* <https://sdgs.un.org/goals/goal7>
20. *Agreement on Energy for Sustainable Growth – Policies.* (n.d.). *IEA. Retrieved February 16, 2024, from* <https://www.iea.org/policies/7723-agreement-on-energy-for-sustainable-growth>.
21. *EUR-Lex - 32023L1791 - EN - EUR-Lex.* (n.d.). *Eur-Lex.europa.eu.* <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/1791>
22. *EUR-Lex - 32018L2001 - EN - EUR-Lex.* (2018). *Europa.eu.* <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj>
23. *EUR-Lex - 32010L0031 - EN - EUR-Lex.* (n.d.). *Eur-Lex.europa.eu.* <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>
24. *EUR-Lex - 32003L0087 - EN - EUR-Lex.* (2018). *Europa.eu.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32003L0087>
25. *Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία.* (n.d.). *Www.consilium.europa.eu.* <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/>
26. *Bemmel, M. van.* (2019, November 15). *Join us in building the European way of Digital Transformation for 300 million Europeans. Living in EU.* <https://living-in.eu/>
27. *NΟΜΟΣ 4936/2022 (Κωδικοποιημένος) - ΦΕΚ Α 105/27.05.2022.* (n.d.). *Www.kodiko.gr.* <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/793411/nomos-4936-2022>
28. *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα -.* (n.d.). <https://ypen.gov.gr/energeia/esek/>
29. *Ενεργειακή φτώχεια.* (2022, April 7). *ETERON Στέγαση.* <https://stegasi360.eteron.org>
30. *Energy retrofit: all the support you can get.* (n.d.). *Www.service-Public.fr. Retrieved February 16, 2024, from* <https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A15357?lang=en>.
31. *Delzendeh, E., Wu, S., Lee, A., & Zhou, Y.* (2017). *The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review. Renewable and sustainable energy reviews, 80, 1061-1071.*

32. "Energy Poverty." *Energy*, energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumer-rights/energy-poverty_en. Accessed 12 Feb. 2024.
33. Brounen, D., Kok, N., & Quigley, J. M. (2013). Energy literacy, awareness, and conservation behavior of residential households. *Energy Economics*, 38, 42-50.
34. Residential Energy Consumption Survey (RECS) - Energy Information Administration. (2016). *Eia.gov*. <https://www.eia.gov/consumption/residential/>
35. Energy Information Administration (EIA)- Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS). (2016). *Eia.gov*. <https://www.eia.gov/consumption/commercial/>
36. Van Raaij, W. F., & Verhallen, T. M. (1983). A behavioral model of residential energy use. *Journal of economic psychology*, 3(1), 39-63.
37. Greece 2023 – Analysis. (n.d.). IEA. <https://www.iea.org/reports/greece-2023>
38. Energy Star. (2018). ENERGY STAR | The Simple Choice for Energy Efficiency. *Energystar.gov*. <https://www.energystar.gov/>
39. Καγιόγλου, Ι., & Παναγή, Π. (2023). Δημιουργία, υλοποίηση και προσομοίωση ενός ενεργειακά έξυπνου σπιτιού, χρησιμοποιώντας το εργαλείο προσομοίωσης Typhoon HIL και μικροεπεξεργαστή Raspberry Pi (Bachelor's thesis).
40. Matthews, H. S., & Williams, E. (2005). Telework adoption and energy use in building and transport sectors in the United States and Japan. *Journal of infrastructure systems*, 11(1), 21-30.
41. Poumadère, M., Bertoldo, R., & Samadi, J. (2011). Public perceptions and governance of controversial technologies to tackle climate change: nuclear power, carbon capture and storage, wind, and geoengineering. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(5), 712-727.
42. Gaspar, R., Gorjão, S., Seibt, B., Lima, L., Barnett, J., Moss, A., & Wills, J. (2014). Tweeting during food crises: A psychosocial analysis of threat coping expressions in Spain, during the 2011 European EHEC outbreak. *International journal of human-computer studies*, 72(2), 239-254.
43. Dileep, G. J. R. E. (2020). A survey on smart grid technologies and applications. *Renewable energy*, 146, 2589-2625.
44. Frederiks, E. R., Stenner, K., & Hobman, E. V. (2015). The socio-demographic and psychological predictors of residential energy consumption: A comprehensive review. *Energies*, 8(1), 573-609.
45. National Research Council. (2012). *Effective tracking of building energy use: improving the commercial buildings and residential energy consumption surveys*. National Academies Press.
46. Lutzenhiser, L. (1993). Social and behavioral aspects of energy use. *Annual review of Energy and the Environment*, 18(1), 247-289.

47. Allcott, H., & Rogers, T. (2014). *The short-run and long-run effects of behavioral interventions: Experimental evidence from energy conservation*. *American Economic Review*, 104(10), 3003-3037.
48. Casado-Mansilla, D., Moschos, I., Kamara-Esteban, O., Tsolakis, A. C., Borges, C. E., Krinidis, S., ... & Lopez-De-Ipina, D. (2018). *A human-centric & context-aware IoT framework for enhancing energy efficiency in buildings of public use*. *IEEE Access*, 6, 31444-31456.
49. Paone, A., & Bacher, J. P. (2018). *The impact of building occupant behavior on energy efficiency and methods to influence it: A review of the state of the art*. *Energies*, 11(4), 953.
50. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Enhancing the resilience of the nation's electricity system*. National Academies Press.
51. Dincer, I., & Acar, C. (2015). *A review on clean energy solutions for better sustainability*. *International Journal of Energy Research*, 39(5), 585-606.
52. Abbott, D. (2009). *Keeping the energy debate clean: How do we supply the world's energy needs?*. *Proceedings of the IEEE*, 98(1), 42-66.