



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

« Κλιματική κρίση
και τεχνολογίες πληροφορικής
και Επικοινωνιών »

**ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ
ΚΤΙΡΙΑ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ**



Σπουδαστής : Φάνης Ζωγράφος

Επιβλέπων Καθηγητής: κ. Γιάννης Μανιάτης

Πειραιάς 2023

Αφιέρωση:

Η εργασία μου αυτή, με σεβασμό, αφιερώνεται:

- *Στον Πρύτανη του Πανεπιστημίου Πειραιώς -και κατά κυριολεξία δάσκαλο- κύριο Μιχάλη Σφακιανάκη, για τη σημαντική ηθική στήριξη που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Τμήμα “Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων”,*

και αυτονόητα:

- *Στον Καθηγητή μου κύριο Γιάννη Μανιάτη, για τη μεγάλη ευκαιρία που μου έδωσε για μεταπτυχιακές σπουδές στο άκρως ενδιαφέρον γνωστικό πεδίο του μεταπτυχιακού προγράμματος «Κλιματική κρίση και τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών»*

Τους ευγνωμονώ !!!

Φάνης ΖΩΓΡΑΦΟΣ

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	4
1.1	Αιτίες Κλιματικής Αλλαγής.....	5
1.2	Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής.....	6
1.3	Γενικές πιθανές λύσεις για την κλιματική αλλαγή.....	9
1.3.1	Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	9
1.3.2	Προώθηση της ενεργειακής απόδοσης	10
1.3.3	Επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	10
1.3.4	Προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες	10
1.3.5	Εφαρμογή δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS):	11
1.3.6	Μείωση της σπατάλη τροφίμων:.....	11
1.4	Κλιματική αλλαγή και ενεργειακά κτίρια	11
2.	Αρχές ενεργειακής απόδοσης	15
2.1	Βασικές αρχές ενεργειακής απόδοσης.....	15
2.2	Χρήση ενέργειας στα κτίρια.....	16
2.3	Ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός	17
3.	Πολιτικές και Πρότυπα ενεργειακής απόδοσης κτιρίων	19
3.1	Πολιτικές και μέτρα	19
3.2	Πρότυπα ISO	22
3.2.1	ISO 50001:2018	23
3.2.2	16346:2010	26
3.2.3	ISO 17772-1:2017	28
3.2.4	ISO 21930:2017	31
4.	Ωφέλη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων	35
4.1	Οικονομικά οφέλη	35
4.2	Περιβαλλοντικά οφέλη	37
4.3	Οφέλη για την υγεία και την άνεση.....	39
4.4	Αύξηση αξίας ακινήτου	41
5.	Βασικά στοιχεία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων	43
5.1	Κέλυφος κτιρίου	43
5.2	Σύστημα HVAC	47
5.3	Φωτισμός.....	51

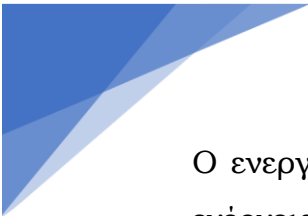
5.4	Οικιακές συσκευές και ηλεκτρονικά.....	55
5.5	Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	58
5.6	Βιώσιμα Υλικά και Τεχνικές Κατασκευών	62
5.7	Ενεργειακή Παρακολούθηση και Έλεγχοι	66
6.	Στρατηγικές για την επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων	71
6.1	Οικοδομικοί κώδικες και πρότυπα	71
6.2	Ενεργειακοί έλεγχοι - συγκριτική αξιολόγηση	76
6.3	Θέση σε λειτουργία κτιρίου.....	81
6.4	Συστήματα διαχείρισης ενέργειας.....	87
6.5	Ανθρώπινη συμπεριφορά.....	92
7.	Ενεργειακά σπίτια	94
7.1	Παθητικό σπίτι.....	94
7.1.1	Βασικά χαρακτηριστικά Παθητικού κτηρίου	96
7.1.2	Πλεονεκτήματα	97
7.2	Κτίριο Καθαρής Μηδενικής Ενέργειας	99
7.2.1	Βασικά χαρακτηριστικά ενός NZEB.....	99
7.2.2	Πλεονεκτήματα	101
7.3	Plus Energy House.....	103
7.3.1	Βασικά χαρακτηριστικά Plus Energy House	103
7.3.2	Πλεονεκτήματα	104
8.	Άλλες μορφές εξοικονόμησης	109
8.1	Ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός	109
8.2	Προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες	109
8.3	Προηγμένα πολύπριζα (APS)	110
8.4	Άλλα	111
9.	Επίλογος:	116
10.	Βιβλιογραφία.....	117

1. Εισαγωγή

Ένα από τα περιβαλλοντικά ζητήματα που αντιμετωπίζουμε ως ανθρωπότητα σήμερα είναι η κλιματική αλλαγή, γνωστή και ως υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτό το πρόβλημα πηγάζει κυρίως από δραστηριότητες, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών και η βιομηχανική χρήση χημικών. Επιπλέον, εξ αιτίας και των αερίων του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασία της Γης καθώς αυτά τα αέρια παγιδεύουν τη θερμότητα από τον ήλιο. Αυτό έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον μας, συμπεριλαμβανομένων συχνότερων και σοβαρών φυσικών καταστροφών που λιώνουν τους πάγους καθώς και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και διαταραχές, στα οικοσυστήματα και τους πληθυσμούς των ζώων.

Η παρούσα μεταπτυχιακή μου εργασία θα καταβάλλει προσπάθεια να ταξινομήσει και να αποτυπώσει τις βασικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και τις -μέχρι τώρα- προτεινόμενες λύσεις για τον μετριασμό των επιπτώσεων αυτής (μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, επένδυση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κίνητρα για σύγχρονα ενεργειακά κτίρια κλπ), μέσω πολιτικών «Βιώσιμης Ανάπτυξης» και μοντέλων περιβαλλοντολογικής διακυβέρνησης επιχειρήσεων (ESG).

Εξειδικεύοντας η εργασία μου στα σύγχρονα «ενεργειακά κτίρια», θα ασχοληθεί με τα πολλαπλά οφέλη που μπορούν να προκύψουν για τον πλανήτη μας από την υιοθέτηση -παγκοσμίως- «Πολιτικών» που πριμοδοτούν μέτρα ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, δεδομένου ότι όχι μόνο αφήνουν σημαντικά χαμηλότερο ενεργειακό αποτύπωμα στο περιβάλλον, αλλά παράγουν και προστιθέμενη αξία.



Ο ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός και οι καινοτομίες εξοικονόμησης ενέργειας που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία, είναι τα εργαλεία που θα παρατεθούν λεπτομερώς, δεδομένου ότι τα «ενεργειακά κτίρια» παρέχουν όχι μόνο οικονομικά και περιβαλλοντολογικά ωφέληματα στους χρήστες, αλλά παράλληλα βελτιώνουν την ποιότητα ζωής, ενώ αυξάνουν και τη μακροπρόθεσμη αξία των ακινήτων. Στόχος είναι τα κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

1.1 Αιτίες Κλιματικής Αλλαγής

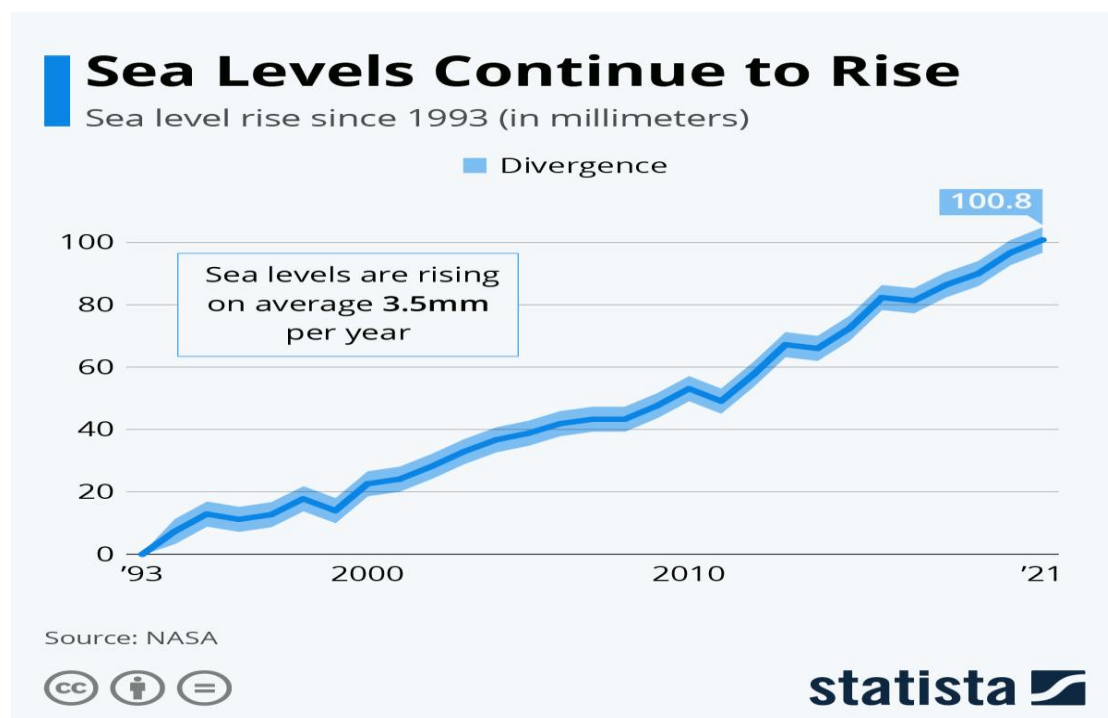
Η κλιματική αλλαγή προκύπτει κυρίως από δραστηριότητες της καύσης ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για την παραγωγή ενέργειας. Αυτή η διαδικασία απελευθερώνει ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα προκαλώντας τη διατήρηση της θερμότητας και την επακόλουθη αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Η αποψίλωση των δασών παίζει επίσης ρόλο στην κλιματική αλλαγή. Τα δέντρα απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα και απελευθερώνουν οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης. Ωστόσο, όταν τα δέντρα κόβονται ή καίγονται από απορροφητικό διοξείδιο του άνθρακα, απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα συμβάλλοντας στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου.

Εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα, και άλλα αέρια του θερμοκηπίου, όπως το μεθάνιο, το οξείδιο του αζώτου και τα φθοριούχα αέρια, συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Το μεθάνιο εκπέμπεται κατά την παραγωγή και τη μεταφορά άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου, καθώς και από γεωργικές δραστηριότητες όπως η κτηνοτροφία και η καλλιέργεια ρυζιού. Το οξείδιο του αζώτου εκπέμπεται από γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες και από την καύση ορυκτών καυσίμων. Τα φθοριούχα αέρια χρησιμοποιούνται σε διάφορες βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές, όπως τα συστήματα ψύξης και κλιματισμού, και

έχουν πολύ υψηλότερο δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη από το διοξείδιο του άνθρακα.

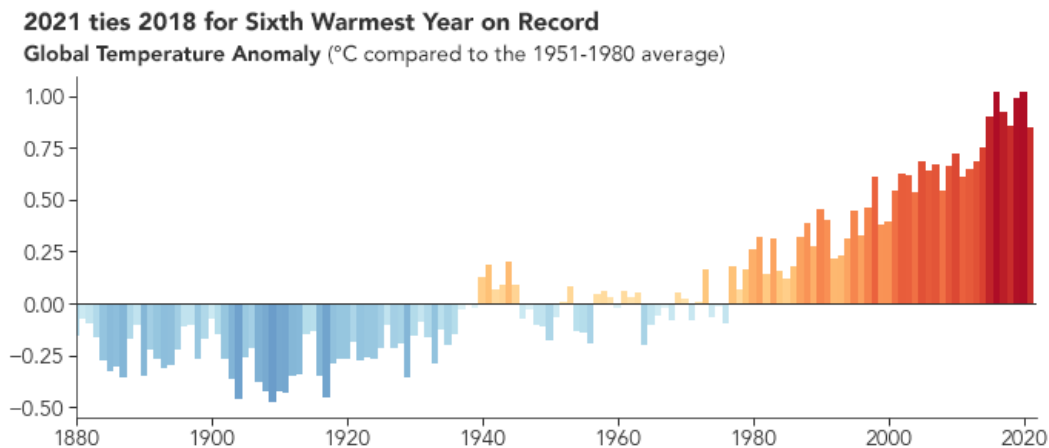
1.2 Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι εκτεταμένες και θα μπορούσαν να έχουν σοβαρές συνέπειες για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την οικονομία. Μία από τις πιο ορατές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία μπορεί να αυξήσει τη συχνότητα και την ένταση των καύσωνων και των ξηρασιών. Αυτό θα μπορούσε να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στη γεωργία, τους υδάτινους πόρους και την ανθρώπινη υγεία, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες με περιορισμένους πόρους για την προσαρμογή στις αλλαγές αυτές (IPCC, 2021).



<https://www.statista.com/chart/27581/rate-of-rising-sea-levels/>

Ένας άλλος σημαντικός αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής είναι το λιώσιμο των πάγων και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Καθώς αυξάνονται οι θερμοκρασίες, οι παγετώνες και τα στρώματα πάγου στην Ανταρκτική και τη Γροιλανδία λιώνουν με επιταχυνόμενο ρυθμό, προκαλώντας άνοδο της στάθμης της θάλασσας και θέτοντας σε κίνδυνο πλημμύρας περιοχές με χαμηλό υψόμετρο. Αυτό θα μπορούσε να έχει καταστροφικές συνέπειες για τις παράκτιες κοινότητες και τις υποδομές, καθώς και για οικοσυστήματα όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, οι οποίοι είναι ευαίσθητοι στις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και της θερμοκρασίας (IPCC, 2021).



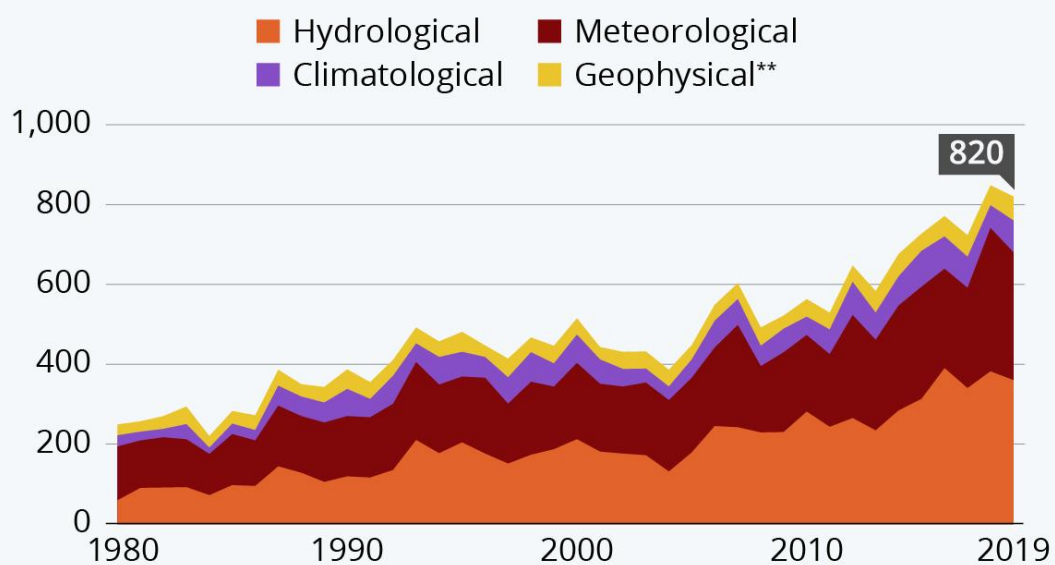
<https://earthobservatory.nasa.gov/images/149321/2021-continued-earths-warming-trend>

Η κλιματική αλλαγή μπορεί επίσης να αυξήσει τη συχνότητα και την ένταση των φυσικών καταστροφών, όπως οι τυφώνες, οι πλημμύρες και οι πυρκαγιές. Οι καταστροφές αυτές μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές σε σπίτια, επιχειρήσεις και υποδομές, καθώς και απώλειες ανθρώπινων ζώων και εκτοπισμό ανθρώπων από τις πληγείσες περιοχές. Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή μπορεί να έχει έμμεσες επιπτώσεις στην

ανθρώπινη υγεία, όπως η αύξηση της εξάπλωσης ασθενειών που μεταδίδονται με διαβιβαστές, όπως η ελονοσία και ο δάγκειος πυρετός, και η επιδείνωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των αναπνευστικών ασθενειών (WHO, 2018).

Natural Disasters on the Rise Around the Globe

Number of natural disasters* by type of event (1980-2019)



* Registered as relevant loss events by MunichRe

** Volcanic/tectonic activity

Source: MunichRe



statista

<https://www.statista.com/chart/22686/number-of-natural-disasters-globally/>

1.3 Γενικές πιθανές λύσεις για την κλιματική αλλαγή

Η αλλαγή του κλίματος είναι ένα πολύπλοκο και επείγον ζήτημα που απαιτεί δράση σε όλα τα επίπεδα της κοινωνίας, από την ατομική αλλαγή συμπεριφοράς μέχρι παγκόσμιες πολιτικές πρωτοβουλίες. Με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης, την επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες, την εφαρμογή του CCS και τη μείωση των αποβλήτων τροφίμων, μπορούμε να μετριάσουμε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να εξασφαλίσουμε ένα βιώσιμο μέλλον για τις μελλοντικές γενιές.

1.3.1 Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους μετριασμού των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως του διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω πολιτικών όπως η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, οι εντολές για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι επιδοτήσεις για τεχνολογίες καθαρής ενέργειας (IPCC, 2021). Επιπλέον, τα άτομα μπορούν να μειώσουν το αποτύπωμά τους σε άνθρακα χρησιμοποιώντας ενεργειακά αποδοτικές συσκευές, μειώνοντας τη χρήση ενέργειας στο σπίτι και στην εργασία και μειώνοντας τη χρήση του αυτοκινήτου περπατώντας, κάνοντας ποδήλατο και χρησιμοποιώντας τα μέσα μαζικής μεταφοράς (EPA, 2022).

1.3.2 Προώθηση της ενεργειακής απόδοσης

Ένας άλλος τρόπος για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι η προώθηση της ενεργειακής απόδοσης, ιδιαίτερα στα κτίρια και τις μεταφορές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω πολιτικών όπως οικοδομικοί κώδικες και πρότυπα, κίνητρα για ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και οχήματα και εκστρατείες δημόσιας εκπαίδευσης για την ενθάρρυνση της αλλαγής συμπεριφοράς (IEA, 2021).

1.3.3 Επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η αιολική, η ηλιακή και η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω πολιτικών όπως τα τιμολόγια τροφοδοσίας, οι φορολογικές εκπτώσεις και οι εντολές για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και μέσω ιδιωτικών επενδύσεων σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (IRENA, 2021).

1.3.4 Προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες

Εκτός από τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, είναι επίσης σημαντικό να προσαρμοστούμε στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες για να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει μέτρα όπως η κατασκευή θαλάσσιων τειχών για προστασία από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, η εφαρμογή γεωργικών πρακτικών ανθεκτικών στην ξηρασία και η επένδυση σε συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης για φυσικές καταστροφές (IPCC, 2021).

1.3.5. Εφαρμογή δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS):

Η CCS είναι μια τεχνολογία που συλλαμβάνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από βιομηχανικές διεργασίες και σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και τις αποθηκεύει υπόγεια. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, το CCS βρίσκεται ακόμη στα αρχικά στάδια ανάπτυξης και απαιτεί περαιτέρω έρευνα και επενδύσεις (IEA, 2021).

1.3.6 Μείωση της σπατάλη τροφίμων:

Τα απορρίμματα τροφίμων συμβάλλουν σημαντικά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, καθώς παράγουν μεθάνιο όταν αυτό αποσυντίθεται στους χώρους υγειονομικής ταφής. Με τη μείωση της σπατάλης τροφίμων μέσω μέτρων όπως η κομποστοποίηση και η μείωση του μεγέθους των μερίδων, μπορούμε να συμβάλουμε στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και να μετριαστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (FAO, 2022).


1.4 Κλιματική αλλαγή και ενεργειακά κτίρια

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν σχεδιαστεί για να ελαχιστοποιούν την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία ενός κτιρίου, διατηρώντας παράλληλα ένα άνετο εσωτερικό περιβάλλον. Με τη μείωση της ποσότητας ενέργειας που χρησιμοποιείται σε ένα κτίριο, τα ενεργειακά

αποδοτικά κτίρια μπορούν να συμβάλουν στη μείωση του ενεργειακού κόστους, στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην προώθηση της βιωσιμότητας.


Υπάρχουν πολλές βασικές στρατηγικές για τη δημιουργία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, όπως:

- Σχεδιασμός για παθητική ηλιακή θέρμανση και ψύξη: Ο παθητικός ηλιακός σχεδιασμός χρησιμοποιεί τον προσανατολισμό του κτιρίου, την τοποθέτηση παραθύρων και τη σκίαση για να βελτιστοποιήσει το ηλιακό κέρδος το χειμώνα και να το ελαχιστοποιήσει το καλοκαίρι, μειώνοντας την ανάγκη για μηχανική θέρμανση και ψύξη.
- Μόνωση και σφράγιση αέρα του κελύφους του κτιρίου: Η σωστή μόνωση και η στεγανοποίηση αέρα μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της απώλειας θερμότητας το χειμώνα και της αύξησης της θερμότητας το καλοκαίρι, μειώνοντας την ανάγκη για μηχανική θέρμανση και ψύξη.
- Χρήση ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού και συσκευών: Ο φωτισμός και οι συσκευές υψηλής απόδοσης μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο.
- Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως τα ηλιακά πάνελ, οι ανεμογεννήτριες και τα γεωθερμικά συστήματα μπορούν να παρέχουν καθαρή ενέργεια για ένα κτίριο και να μειώσουν την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα.
- Εφαρμογή τεχνολογίας έξυπνων κτιρίων: Τα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση των λειτουργιών του κτιρίου ελέγχοντας τη θέρμανση, την ψύξη, τον φωτισμό και άλλα συστήματα με βάση την πληρότητα και άλλους παράγοντες.



Τις τελευταίες δεκαετίες, η εξάντληση των μη ανανεώσιμων καυσίμων, η παγκόσμια κλιματική αλλαγή και η συνειδητοποίηση των επιπτώσεων των επιβλαβών εκπομπών στην υγεία και το περιβάλλον, η ρύπανση του αέρα, του εδάφους και των υδάτων αυξάνεται ραγδαία οδηγούν σε αυξημένο ενδιαφέρον για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση που εφαρμόζεται σε κάθε μεγάλο ενεργειακό τομέα και καταβάλλονται πολλές προσπάθειες σε όλο τον κόσμο ώστε να αποφευχθεί η καταστροφή του περιβάλλοντος. Ωστόσο, τα περισσότερα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη μπορούν να επιτευχθούν με την εστίαση των προσπαθειών στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και των οικοδομικών πρακτικών σε οικιστικά και εμπορικά κτίρια.

- Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA), η παγκόσμια συνολική κατανάλωση τελικής ενέργειας υπερδιπλασιάστηκε μεταξύ 1980 και 2018, αυξάνοντας από 6.035 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (Mtoe) σε 13.287 Mtoe (IEA, 2020).
- Ο ΔΟΕ σημειώνει ότι ο κτιριακός τομέας αντιπροσώπευε το 36% της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2018 (IEA, 2020).
- Η Παγκόσμια Συμμαχία για τα Κτίρια και τις Κατασκευές (GABC) αναφέρει ότι τα κτίρια ευθύνονται για πάνω από το 10% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ (GABC, 2021).
- Το GABC σημειώνει ότι όταν υπολογίζονται οι εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, τα κτίρια αντιπροσωπεύουν περίπου το 28% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GABC, 2021).
- Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τονίζει ότι τα κτίρια έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, συνήθως μεταξύ 50 και άνω των 100 ετών, και ότι υπάρχουν



πολλά κτίρια με χαμηλή ενεργειακή απόδοση (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2018).

- Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναφέρει επίσης ότι τα κτίρια ηλικίας άνω των 30 ετών αποτελούν το 70% του κτιριακού αποθέματος στην ΕΕ (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2018).
- Το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ (DOE) σημειώνει ότι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υπαρχόντων κτιρίων αποτελεί βασική στρατηγική για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (DOE, n.d.).
- Η DOE τονίζει επίσης ότι διάφοροι παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών, οικονομικών και συμπεριφορικών παραγόντων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου (DOE, n.d.).

Λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη κατανάλωση ενέργειας στον τομέα των οικιστικών κτιρίων, οι προσπάθειες μείωσης της χρήσης ενέργειας και οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι ένα σημαντικό εθνικό ζήτημα. Υπάρχουν δύο σημαντικά εμπόδια για τη βελτίωση της βιωσιμότητας στα κτίρια κατοικιών. Το ένα είναι η τεχνολογία. Η ενεργειακή απόδοση των συσκευών, του φωτισμού και των δομικών υλικών πρέπει να συνεχίσει να βελτιώνεται. Και όχι μόνο πρέπει να βελτιωθεί η τεχνολογία, αλλά και το κόστος πρέπει να μειωθεί σε σημείο που να μπορεί να ανταγωνιστεί οικονομικά τα παραδοσιακά οικοδομικά υλικά και πρακτικές. Δεύτερον, οι ιδιοκτήτες σπιτιού και οι εργολάβοι κατοικιών συχνά δεν γνωρίζουν την τεχνολογία και τα διαθέσιμα υλικά ή έχουν αρνητικές εντυπώσεις για το κόστος ή την ευκολία εγκατάστασης. Και οι δύο αυτές ανησυχίες πρέπει να αντιμετωπιστούν για να επιτευχθεί θετικός αντίκτυπος στα κτίρια κατοικιών.

2. Αρχές ενεργειακής απόδοσης

2.1 Βασικές αρχές ενεργειακής απόδοσης

Η ενεργειακή απόδοση αναφέρεται στην πρακτική της χρήσης λιγότερης ενέργειας για την εκτέλεση της ίδιας εργασίας ή την επίτευξη του ίδιου αποτελέσματος. Οι βασικές αρχές της ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνουν:

- **Διατήρηση:** Η πρώτη αρχή της ενεργειακής απόδοσης είναι η διατήρηση, η οποία περιλαμβάνει τη μείωση της ποσότητας ενέργειας που χρησιμοποιείται με την εξάλειψη των αποβλήτων και τη μείωση της περιττής κατανάλωσης ενέργειας. Για παράδειγμα, το σβήσιμο των φώτων και των ηλεκτρονικών συσκευών όταν δεν χρησιμοποιούνται, η χρήση φυσικού φωτός αντί για τεχνητό φως και η σωστή μόνωση ενός κτιρίου για τη μείωση των αναγκών θέρμανσης και ψύξης.
- **Αποδοτικότητα:** Η δεύτερη αρχή της ενεργειακής απόδοσης είναι η αποδοτικότητα, η οποία περιλαμβάνει την αποτελεσματικότερη χρήση της ενέργειας με την αναβάθμιση του εξοπλισμού και τη χρήση τεχνολογίας που απαιτεί λιγότερη ενέργεια για την εκτέλεση της ίδιας εργασίας. Για παράδειγμα, αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες LED, χρήση συσκευών με βαθμολογία Energy Star και αναβάθμιση συστημάτων HVAC σε μοντέλα υψηλής απόδοσης.
- **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:** Η τρίτη αρχή της ενεργειακής απόδοσης είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική ενέργεια, για τη μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα και την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

- **Αλλαγές συμπεριφοράς:** Η τέταρτη αρχή της ενεργειακής απόδοσης είναι η πραγματοποίηση αλλαγών στην προσωπική συμπεριφορά για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει το σβήσιμο των φώτων και των ηλεκτρονικών ειδών όταν δεν χρησιμοποιούνται, τη χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς ή ομαδικής χρήσης αυτοκινήτου και τη μείωση της χρήσης νερού.

2.2 Χρήση ενέργειας στα κτίρια

Τα κτίρια καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ενέργειας. Μάλιστα, σύμφωνα με τη Διοίκηση Ενεργειακών Πληροφοριών των ΗΠΑ, το 2019, τα κτίρια αντιπροσώπευαν περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες (U.S. Energy Information Administration, Buildings Energy Data Book).

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια μπορεί να χωριστεί σε διάφορες κατηγορίες:

- **Συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC):** Τα συστήματα HVAC είναι υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μερίδιο χρήσης ενέργειας στα κτίρια, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 44% της χρήσης ενέργειας σε εμπορικά κτίρια και το 48% σε κτίρια κατοικιών.
- **Φωτισμός:** Ο φωτισμός αντιπροσωπεύει περίπου το 10% της χρήσης ενέργειας σε εμπορικά κτίρια και το 6% σε κτίρια κατοικιών.
- **Συσκευές και ηλεκτρονικά:** Οι συσκευές και τα ηλεκτρονικά αντιπροσωπεύουν περίπου το 17% της χρήσης ενέργειας σε κτίρια κατοικιών.


- **Θέρμανση νερού:** Η θέρμανση του νερού αντιπροσωπεύει περίπου το 18% της χρήσης ενέργειας σε κτίρια κατοικιών.

Εφαρμόζοντας μέτρα ενεργειακής απόδοσης, όπως η αναβάθμιση συστημάτων HVAC, η χρήση ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού και η αντικατάσταση παλαιών συσκευών με μοντέλα με βαθμολογία Energy Star, οι ιδιοκτήτες και οι ένοικοι των κτιρίων μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας και να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας.

2.3 Ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός

Ο ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός σε κτίρια περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και προάγουν τη βιωσιμότητα. Μερικά κοινά χαρακτηριστικά ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων περιλαμβάνουν:

- **Σωστή μόνωση και σφράγιση αέρα:** Η σωστή μόνωση και σφράγιση αέρα μπορεί να μειώσει την απώλεια ή κέρδος θερμότητας μέσω του περιβλήματος του κτιρίου και να αποτρέψει διαρροές αέρα, οι οποίες μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη (U.S. Department of Energy, Energy-Efficient Home Design) .
- **Παράθυρα υψηλής απόδοσης:** Παράθυρα υψηλής απόδοσης με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής και πολλαπλούς υαλοπίνακες μπορούν να μειώσουν τη μεταφορά θερμότητας και να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση (Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, Energy-Efficient Home Design).

- 
- **Ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός:** Η χρήση ενεργειακώς αποδοτικού φωτισμού, όπως τα φώτα LED, μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό (U.S. Environmental Protection Agency, Energy-Efficient Lighting).
 - **Αποτελεσματικά συστήματα HVAC:** Η εγκατάσταση αποδοτικών συστημάτων HVAC, όπως αντλιών θερμότητας, γεωθερμικών συστημάτων και κλιβάνων υψηλής απόδοσης, μπορεί να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη (U.S. Environmental Protection Agency, Energy-Efficient Lighting).

3. Πολιτικές και Πρότυπα ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

3.1 Πολιτικές και μέτρα

Οι πολιτικές και τα μέτρα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση και την επίτευξη ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Καθώς τα κτίρια αντιπροσωπεύουν σημαντικό μέρος της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, η εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών και μέτρων είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση της σπατάλης ενέργειας, τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και τη δημιουργία βιώσιμων δομημένων περιβαλλόντων.

Τα κτίρια καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και τροφοδοσία διαφόρων συστημάτων και συσκευών. Ωστόσο, ένα σημαντικό μέρος αυτής της ενέργειας σπαταλάται λόγω αναποτελεσματικών πρακτικών, ξεπερασμένων τεχνολογιών και ανεπαρκών κανονισμών. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, οι κυβερνήσεις και οι οργανισμοί σε όλο τον κόσμο έχουν αναπτύξει πολιτικές και μέτρα για να δώσουν κίνητρα και να ενισχύσουν την ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα.

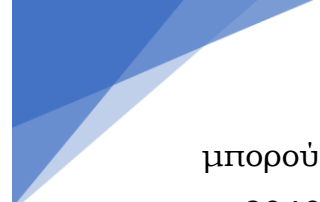
Οι πολιτικές και τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα στρατηγικών και μέσων που στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στη βελτίωση της απόδοσης των κτιρίων. Αυτές οι πολιτικές μπορεί να περιλαμβάνουν κώδικες και πρότυπα δόμησης, οικονομικά κίνητρα, προγράμματα ενεργειακής επισήμανσης και πιστοποίησης, συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης και απαιτήσεις για δημόσιες προμήθειες, μεταξύ άλλων. Αποτελούνται από:

- **Οικοδομικοί κώδικες και πρότυπα:** είναι κρίσιμα μέσα πολιτικής που θεσπίζουν ελάχιστες απαιτήσεις για ενεργειακή απόδοση, σχεδιασμό και κατασκευή κτιρίων. Καθιερώνουν κατευθυντήριες γραμμές για να διασφαλίσουν ότι τα κατασκευασμένα κτίρια και οι σημαντικές ανακαινίσεις συμμορφώνονται με τα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης. Αυτοί οι κώδικες και οι κανονισμοί θέτουν στόχους για την ποιότητα του μονωτικού φωτισμού, τα συστήματα HVAC και τη συνολική απόδοση της δομής του κτιρίου. Η τήρηση αυτών των κανόνων δεν ελαχιστοποιεί τη σπατάλη ενέργειας. Επίσης διασφαλίζει ότι τα κτίρια σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με έμφαση στην ενεργειακή απόδοση.
- **Οικονομικά κίνητρα:** είναι ένα άλλο αποτελεσματικό εργαλείο πολιτικής για την ενθάρρυνση ενεργειακά αποδοτικών πρακτικών στα κτίρια. Οι κυβερνήσεις μπορούν να προσφέρουν μορφές κινήτρων, όπως εκπτώσεις φόρου, επιχορηγήσεις, εκπτώσεις ή δάνεια χαμηλού επιτοκίου για την υποστήριξη των ιδιοκτητών κτιρίων και των κατασκευαστών. Αυτές οι οικονομικές ενισχύσεις συμβάλλουν στην κάλυψη των δαπανών που σχετίζονται με ενεργειακές τεχνολογίες και αναβαθμίσεις. Ως αποτέλεσμα, καθιστά αυτές τις επενδύσεις οικονομικά εφικτές. Ενθαρρύνει την ευρεία υιοθέτησή τους.
- **Προγράμματα ενεργειακής επισήμανσης και πιστοποίησης:** βοηθούν τους καταναλωτές να κάνουν ενημερωμένες επιλογές σχετικά με ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα και κτίρια. Αυτά τα προγράμματα εκχωρούν αξιολογήσεις ενεργειακής απόδοσης ή ετικέτες σε κτίρια με βάση την ενεργειακή κατανάλωση και την απόδοσή τους. Αυτές οι πληροφορίες επιτρέπουν σε άτομα και

οργανισμούς να συγκρίνουν την ενεργειακή απόδοση διαφορετικών κτιρίων και να κάνουν πιο βιώσιμες επιλογές.

- **Συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης:** είναι συμφωνίες μεταξύ ιδιοκτητών κτιρίων και εταιρειών ενεργειακών υπηρεσιών (ESCO) που στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στη μείωση του κόστους. Οι ESCO διενεργούν ενεργειακούς ελέγχους, προτείνουν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και εγγυώνται την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται. Αυτές οι συμβάσεις παρέχουν έναν οικονομικό μηχανισμό για την εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών και αναβαθμίσεων, συχνά χωρίς προκαταβολικό κόστος για τον ιδιοκτήτη του κτιρίου.
- **Απαιτήσεις για δημόσιες συμβάσεις** μπορούν επίσης να οδηγήσουν στην ενεργειακή απόδοση στα κτίρια. Οι κυβερνήσεις σε διάφορα επίπεδα μπορούν να θεσπίσουν κατευθυντήριες γραμμές που επιβάλλουν τη συμπερίληψη κριτηρίων ενεργειακής απόδοσης στη διαδικασία προμηθειών για δημόσια κτίρια. Θέτοντας συγκεκριμένες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, οι κυβερνήσεις μπορούν να δώσουν το παράδειγμα και να δημιουργήσουν ζήτηση στην αγορά για ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες και υλικά.

Η σημασία των πολιτικών και των δράσεων που στοχεύουν στην ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια υποστηρίζεται καλά από έρευνες και μελέτες. Για παράδειγμα, μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Energy Policy ανακάλυψε ότι η εφαρμογή πολιτικών ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 25% έως 30% μέχρι το έτος 2030 (Zhou et al., 2012). Επιπλέον, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) διεξήγαγε μια μελέτη η οποία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι φιλόδοξα μέτρα και πολιτικές που επικεντρώνονται στην ενεργειακή απόδοση στα κτίρια θα



μπορούσαν να οδηγήσουν σε μείωση της χρήσης ενέργειας κατά 16% έως το 2040 (IEA, 2016).

Οι πολιτικές και τα μέτρα παίζουν ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Αποτελεσματικά εργαλεία πολιτικής όπως οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα προγράμματα οικονομικών κινήτρων για την επισήμανση των συμβάσεων κατανάλωσης ενέργειας που επικεντρώνονται στην ενεργειακή απόδοση ως απαιτήσεις για δημόσιες συμβάσεις έχουν αποδειχθεί ότι ενθαρρύνουν αποτελεσματικές πρακτικές. Τα ευρήματα από έρευνες και μελέτες καταδεικνύουν με συνέπεια τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας και θετικών επιπτώσεων που προκύπτουν από αυτές τις πολιτικές. Με την εφαρμογή πολιτικών και μέτρων, οι κυβερνητικοί οργανισμοί και οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να συμβάλουν ενεργά στη δημιουργία ενός μέλλοντος, μειώνοντας τη σπατάλη ενέργειας και δημιουργώντας πιο αποδοτικά κτίρια.

3.2 Πρότυπα ISO


Το ISO, γνωστό και ως Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης, παίζει ρόλο στην προώθηση των ενεργειακών κτιρίων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ανάπτυξης και της εφαρμογής προτύπων που παρέχουν κατευθυντήριες γραμμές, πλαίσια και βέλτιστες πρακτικές για όσους εμπλέκονται στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία κτιρίων. Αυτά τα πρότυπα καλύπτουν μια σειρά από πτυχές που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης, της αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης της ποιότητας του περιβάλλοντος σε εσωτερικούς χώρους, της μέτρησης της απόδοσης σε υπηρεσίες κτιρίου και θεμάτων βιωσιμότητας. Ακολουθώντας αυτά τα πρότυπα ISO, οι ενδιαφερόμενοι φορείς, στον κτιριακό τομέα μπορεί να

διασφαλίσει τη συνέπεια ενισχύοντας παράλληλα την ενεργειακή απόδοση και να προσπαθεί συνεχώς για βελτίωση. Αυτά τα πρότυπα είναι εργαλεία που συμβάλλουν στην προώθηση βιώσιμων πρακτικών που μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και επιτυγχάνουν ενεργειακά αποδοτικά κτίρια παγκοσμίως.

3.2.1 ISO 50001:2018

Το ISO 50001;2018 χρησιμεύει ως πρότυπο για συστήματα διαχείρισης ενέργειας που βοηθούν τους οργανισμούς να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση σε βάση ως μέρος των καθημερινών επιχειρηματικών λειτουργιών τους. Περιγράφει τις απαιτήσεις για τη δημιουργία, την εφαρμογή, τη διατήρηση και την ενίσχυση ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας (EnMS). Αυτό το πρότυπο προσφέρει μια προσέγγιση για τη βελτίωση της χρήσης ενέργειας μέσω της ανάπτυξης ενός EnMS. Το ISO 50001 ακολουθεί το μοντέλο του συστήματος διαχείρισης βελτιώσεων, το οποίο χρησιμοποιείται επίσης σε γνωστά πρότυπα όπως το ISO 9001 ή το ISO 14001. Εφαρμόζεται σε οργανισμούς οποιουδήποτε τύπου, μεγέθους, πολυπλοκότητας, οργανωτικής κουλτούρας τοποθεσίας ή προϊόντων και υπηρεσιών που παρέχονται. Ο πρωταρχικός στόχος του ISO 50001 είναι να επιτρέψει στους οργανισμούς να υιοθετήσουν μια προσέγγιση για την επίτευξη βελτιώσεων στην ενεργειακή απόδοση και το EnMS (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) 2018).

Το ISO 50001 θεσπίζει ένα σύνολο απαιτήσεων που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι οργανισμοί για να θεσπίσουν πολιτικές για τη χρήση ενέργειας. Αυτές οι απαιτήσεις περιλαμβάνουν τον καθορισμό στόχων και στόχων που ευθυγραμμίζονται με την πολιτική που χρησιμοποιεί ανάλυση δεδομένων για την κατανόηση και τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τα πρότυπα κατανάλωσης και χρήσης ενέργειας. Επιπλέον, περιλαμβάνει τη




μέτρηση των αποτελεσμάτων αναθεωρώντας την αποτελεσματικότητα της πολιτικής και τη συνεχή βελτίωση των πρακτικών διαχείρισης ενέργειας. Αυτό το πρότυπο έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει οργανισμούς σε όλους τους τομείς (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) 2018).

Σήμερα χρησιμοποιείται επίσης για να βοηθήσει τους οργανισμούς στη διαχείριση της ενεργειακής τους κατανάλωσης, μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και περιορίζοντας τις ενεργειακές δαπάνες. Επιπλέον, αυτό το πρότυπο βοηθά τους οργανισμούς να τηρούν τους κανονισμούς και τις υποχρεώσεις που σχετίζονται με την ενέργεια, ενώ παράλληλα επιδεικνύουν την αφοσίωσή τους στη βιωσιμότητα και ενισχύοντας τη φήμη τους, μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών.

Η εφαρμογή του ISO 50001 σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη, όπως:

- Συνεχής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης: Το ISO 50001 παρέχει ένα πλαίσιο για τους οργανισμούς να δημιουργήσουν, να εφαρμόσουν, να διατηρήσουν και να βελτιώσουν ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας (EnMS). Αυτό βοηθά τους οργανισμούς να βελτιώνουν συνεχώς την ενεργειακή τους απόδοση και να μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας (International Organization for Standardization (ISO). (2018)).
- Εξοικονόμηση κόστους: Η εφαρμογή του ISO 50001 μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους στους λογαριασμούς ενέργειας. Σύμφωνα με μια έκθεση, η υιοθέτηση του ISO 50001 στον τομέα των εμπορικών κτιρίων των ΗΠΑ μπορεί να οδηγήσει σε ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 65 δισεκατομμυρίων B.T.U. (British Thermal Units) το 2030 (United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (2018)). Οι εγκαταστάσεις που διαθέτουν πιστοποίηση ISO 50001 ή ακολουθούν το 50001 Ready



είναι πρωτοπόροι στη διαχείριση ενέργειας και τη βελτίωση της παραγωγικότητας - βελτιώνοντας την ενεργειακή τους απόδοση έως και 30% σε διάστημα τριών ετών (ISO 50001 Ready).

- Συμμόρφωση με κανονισμούς: Το ISO 50001 μπορεί να βοηθήσει τους οργανισμούς να συμμορφωθούν με κανονισμούς και απαιτήσεις που σχετίζονται με την ενέργεια.
- Βελτιωμένη φήμη: Η εφαρμογή του ISO 50001 μπορεί να αποδείξει τη δέσμευση ενός οργανισμού για βιωσιμότητα και να βελτιώσει τη φήμη του με τους ενδιαφερόμενους (International Organization for Standardization (ISO). (2018)).
- Ενοποίηση με άλλα συστήματα διαχείρισης: Το ISO 50001 βασίζεται στο μοντέλο του συστήματος διαχείρισης της συνεχούς βελτίωσης, το οποίο χρησιμοποιείται επίσης για άλλα γνωστά πρότυπα όπως το ISO 9001 ή το ISO 14001 (International Organization for Standardization (ISO)). Αυτό διευκολύνει τους οργανισμούς να ενσωματώσουν τη διαχείριση ενέργειας στις συνολικές προσπάθειές τους για τη βελτίωση της ποιότητας και της περιβαλλοντικής διαχείρισης.
- Εξοικονόμηση λειτουργίας και συντήρησης: Όταν τα ενεργειακά οφέλη συνδυάζονται με πρόσθετα οφέλη, όπως εξοικονόμηση λειτουργίας και συντήρησης, ασφάλιστρα ενοικίασης, αυξημένη αξία ακινήτων και άλλα οφέλη, τα συνολικά οικονομικά οφέλη από την εφαρμογή του ISO 50001 μπορεί να είναι σημαντικά (Department of Energy and Climate Change (DECC). (2013)).

3.2.2 16346:2010

Το ISO 16346;2013 είναι ένα αναγνωρισμένο πρότυπο που περιγράφει τις διαδικασίες, για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων τους. Καθορίζει επίσης τύπους αξιολογήσεων, όπως υπολογισμένες, μετρημένες, σχεδιαστικές και προσαρμοσμένες αξιολογήσεις για να ληφθούν υπόψη πτυχές της χρήσης ενέργειας. Αυτό το πρότυπο χρησιμεύει ως πλαίσιο για την αξιολόγηση της κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου και τον προσδιορισμό των ενεργειακών του βαθμολογιών με βάση την πρωτογενή ενέργεια ή άλλες σχετικές μετρήσεις (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) 2013).

Επί του παρόντος, το ISO 16346;2013 χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τον υπολογισμό των ενεργειακών αξιολογήσεων χρησιμοποιώντας ενέργεια ή σχετικές μετρήσεις (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) 2014). Οι ιδιοκτήτες κτιρίων, οι διαχειριστές εγκαταστάσεων και οι ενεργειακοί ελεγκτές βασίζονται σε αυτό το πρότυπο για να αξιολογήσουν πόσο αποτελεσματικά τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια και να προσδιορίσουν τομείς προς βελτίωση. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη πιστοποιήσεων που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση και τη συμμόρφωση με τους οικοδομικούς κώδικες (Lopes et al., 2017).

Επιπλέον, το ISO 16346;2013 αποτελεί μέρος μιας σειράς προτύπων ISO που είναι αφιερωμένα στην ενίσχυση της αξιολόγησης και της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αυτά τα πρότυπα περιλαμβάνουν το ISO 52000 1 ISO 52016 1 και το ISO 52017 1 που παρέχουν ένα πλαίσιο που στοχεύει στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης των κτιρίων.

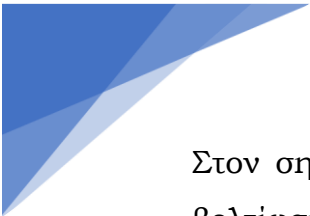
Το ISO 16346:2010 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε υπάρχοντα κτίρια με τους ακόλουθους τρόπους:

- Αξιολόγηση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης: Το ISO 16346:2010 ορίζει τις γενικές διαδικασίες για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών συστημάτων κτιρίων. Με την αξιολόγηση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να εντοπίσουν τομείς στους οποίους μπορεί να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση (International Organization for Standardization (ISO)).
- Υπολογισμός ενεργειακών αξιολογήσεων: Το ISO 16346:2010 ορίζει τους διαφορετικούς τύπους διαβάθμισης (όπως υπολογισμένη, μετρημένη, σχεδίαση και προσαρμοσμένη βαθμολογία) και τις ενεργειακές χρήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Υπολογίζοντας τις ενεργειακές αξιολογήσεις, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να συγκρίνουν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου τους με άλλα κτίρια και να προσδιορίσουν τομείς όπου μπορεί να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση (International Organization for Standardization (ISO)).
- Προσδιορισμός ευκαιριών για βελτίωση: Χρησιμοποιώντας το ISO 16346:2010 για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου και τον υπολογισμό των ενεργειακών βαθμών, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να εντοπίσουν ευκαιρίες για βελτίωση. Για παράδειγμα, μπορούν να προσδιορίσουν περιοχές όπου θα μπορούσαν να εγκατασταθούν ενεργειακά αποδοτικά συστήματα φωτισμού ή HVAC ή όπου θα μπορούσε να βελτιωθεί η μόνωση (Building Research Establishment (BRE). (2016)).

- Υποστήριξη συστημάτων ενεργειακής πιστοποίησης και οικοδομικών κωδίκων: Το ISO 16346:2010 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη συστημάτων ενεργειακής πιστοποίησης και οικοδομικών κωδίκων. Με τη συμμόρφωση με αυτά τα συστήματα και τους κώδικες, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να επιδείξουν τη δέσμευσή τους για ενεργειακή απόδοση και βιωσιμότητα (International Organization for Standardization (ISO)).
- Συνδυασμός ενεργειακών οφελών με άλλα οφέλη: Όταν τα ενεργειακά οφέλη συνδυάζονται με πρόσθετα οφέλη, όπως εξοικονόμηση λειτουργίας και συντήρησης, ασφάλιστρα ενοικίασης, αυξημένη αξία ακινήτων και άλλα οφέλη, τα συνολικά οικονομικά οφέλη από την εφαρμογή του ISO 16346:2010 μπορεί να είναι σημαντικά (European Committee for Standardization (CEN). (2014)).


3.2.3 ISO 17772-1:2017

Το ISO 17772 1;2017 είναι ένα αναγνωρισμένο πρότυπο που θεσπίζει κριτήρια για τη διατήρηση του περιβάλλοντος των κτιρίων. Λαμβάνει υπόψη τα υπάρχοντα πρότυπα και αναφορές για την παροχή κατευθυντήριων γραμμών, για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση της ποιότητας των περιβαλλόντων. Αυτό το πρότυπο αποτελεί μέρος μιας σειράς προτύπων ISO που επικεντρώνονται στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των ISO 16346;2013 και ISO 50001 (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO).(2017)).



Στον σημερινό κόσμο αυτό το πρότυπο χρησιμοποιείται ευρέως για τη βελτίωση της ποιότητας των περιβαλλόντων στα κτίρια και τη δημιουργία χώρων που είναι ταυτόχρονα άνετοι και βιώσιμοι για τους ενοίκους. Χρησιμεύει ως πηγή για τους ιδιοκτήτες κτιρίων, τους διαχειριστές εγκαταστάσεων και τους αρχιτέκτονες που επιδιώκουν να σχεδιάσουν και να αξιολογήσουν την περιβαλλοντική ποιότητα. Τηρώντας τις απαιτήσεις που περιγράφονται στο ISO 17772 1;2017, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά το περιβάλλον οδηγώντας σε βελτιωμένα επίπεδα άνεσης και παραγωγικότητας μεταξύ των ενοίκων (ISO Focus+. (2019)).

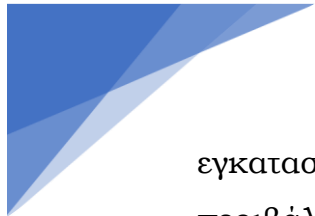
Επιπλέον, μπορεί να συνδυαστεί αποτελεσματικά με πρότυπα ISO όπως το ISO 16346;2013 και το ISO 50001 για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου. Βελτιώνοντας την περιβαλλοντική ποιότητα και την ενεργειακή απόδοση στα κτίρια, οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές μπορούν να μειώσουν με επιτυχία το ενεργειακό κόστος, ενώ παράλληλα ενθαρρύνουν ένα πιο βιώσιμο περιβάλλον για τους ενοίκους (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO)).



Το ISO 17772-1:2017 είναι ένα πρότυπο που θέτει κριτήρια για το εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων με βάση τα υπάρχοντα πρότυπα και αναφορές. Το πρότυπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε υπάρχοντα κτίρια με τους ακόλουθους τρόπους:

- Ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων: Το ISO 17772-1:2017 θέτει κριτήρια για το εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της ποιότητας του αέρα και του φωτισμού. Με την τήρηση αυτών των κριτηρίων, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου τους, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη άνεση και παραγωγικότητα των ενοίκων.
- Ενεργειακή απόδοση: Το ISO 17772-1:2017 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα πρότυπα ISO, όπως το ISO 16346:2013, για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Με την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να εντοπίσουν τομείς στους οποίους μπορεί να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση.
- Συνδυασμένα οφέλη: Όταν τα ενεργειακά οφέλη συνδυάζονται με πρόσθετα οφέλη, όπως εξοικονόμηση λειτουργίας και συντήρησης, ασφάλιστρα ενοικίασης, αυξημένη αξία ακινήτων και άλλα οφέλη, τα συνολικά οικονομικά οφέλη από την εφαρμογή του ISO 17772-1:2017 μπορεί να είναι σημαντικά.

Χρησιμοποιώντας το ISO 17772-1:2017 για τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος και της ενεργειακής απόδοσης των υπάρχοντων κτιρίων, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές




εγκαταστάσεων μπορούν να δημιουργήσουν ένα πιο άνετο και βιώσιμο περιβάλλον για τους ενοίκους, μειώνοντας ταυτόχρονα το ενεργειακό κόστος.

3.2.4 ISO 21930:2017

Το ISO 21930:2017 είναι ένα παγκόσμιο πρότυπο που θεσπίζει ένα βασικό σύνολο απαιτήσεων που πρέπει να θεωρούνται ως κανόνες βασικής κατηγορίας προϊόντων (PCR) για την ανάπτυξη μιας περιβαλλοντικής δήλωσης προϊόντος (EPD) για οποιοδήποτε προϊόν ή υπηρεσία δομικών κατασκευών (ISO (International Organization for Standardization) - ISO 21930:2017). Αυτό το πρότυπο περιγράφει τις αρχές, τις προδιαγραφές και τα κριτήρια που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη EPD στον κατασκευαστικό κλάδο.

Στις μέρες μας το ISO 21930;2017 παίζει ρόλο στην προώθηση της βιωσιμότητας σε κτιριακά έργα και έργα πολιτικού μηχανικού. Παρέχει ένα πλαίσιο που επιτρέπει στους κατασκευαστές, τους προμηθευτές και τους αγοραστές να αξιολογήσουν τον αντίκτυπο των δομικών προϊόντων ή των υπηρεσιών τους. Έχοντας αυτές τις πληροφορίες στη διάθεσή τους, μπορούν να λάβουν αποφάσεις σχετικά με τη χρήση του προϊόντος, ενώ προσδιορίζουν τομείς όπου μπορούν να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Τα EPD χρησιμεύουν ως εργαλεία προσφέροντας πληροφορίες για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του – από την εξόρυξη πρώτων υλών έως την απόρριψη. Χρησιμοποιώντας το ISO 21930;2017 ως κατευθυντήρια γραμμή για την ανάπτυξη EPD ειδικά για προϊόντα και υπηρεσίες δομικών κατασκευών, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν αποτελεσματικά.




Το ISO 21930:2017, αν και δεν εστιάζει άμεσα στην ενεργειακή απόδοση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε υπάρχοντα κτίρια λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δομικών προϊόντων και υπηρεσιών. Το ISO 21930:2017 μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης:

- Περιβαλλοντικές δηλώσεις προϊόντων (EPDs): Το ISO 21930:2017 παρέχει ένα πλαίσιο για την ανάπτυξη EPD για προϊόντα και υπηρεσίες δομικών κατασκευών. Τα EPD παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας σε όλο τον κύκλο ζωής του, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών. Χρησιμοποιώντας EPD που έχουν αναπτυχθεί σύμφωνα με το ISO 21930:2017, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τη χρήση προϊόντων και υπηρεσιών δομικών κατασκευών, επιλέγοντας εκείνα με χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ενέργειας (ISO (International Organization for Standardization) - ISO 21930:2017).
- Αξιολόγηση κύκλου ζωής (LCA): Το ISO 21930:2017 ενσωματώνει τις αρχές της αξιολόγησης του κύκλου ζωής, η οποία λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας από την κοιτίδα μέχρι τον τάφο. Με τη διεξαγωγή AKZ σύμφωνα με το ISO 21930:2017, μπορεί να αξιολογηθεί η ενεργειακή απόδοση των δομικών προϊόντων και υπηρεσιών. Αυτή η αξιολόγηση μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό τομέων όπου μπορεί να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση, όπως η επιλογή υλικών με χαμηλότερη ενσωματωμένη ενέργεια ή η επιλογή ενεργειακά

αποδοτικών τεχνικών κατασκευής (ISO (International Organization for Standardization) - ISO 21930:2017).

- Πρακτικές βιώσιμων κτιρίων: Το ISO 21930:2017 προωθεί τη βιωσιμότητα σε κτίρια και έργα πολιτικού μηχανικού. Λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δομικών προϊόντων και υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ενέργειας, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να υιοθετήσουν βιώσιμες πρακτικές δόμησης. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών υλικών, την εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας ή τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού του κτιρίου για τη μείωση της ζήτησης ενέργειας.
- Ενοποίηση με άλλα πρότυπα: Το ISO 21930:2017 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα πρότυπα ISO, όπως το ISO 50001 για συστήματα διαχείρισης ενέργειας και το ISO 16346 για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης. Με την ενσωμάτωση αυτών των προτύπων, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να αναπτύξουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα υπάρχοντα κτίρια, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη λειτουργική χρήση ενέργειας όσο και την ενσωματωμένη ενέργεια των δομικών προϊόντων και υπηρεσιών.

Συνοπτικά, το ISO 21930:2017 μπορεί έμμεσα να συμβάλει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε υπάρχοντα κτίρια λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δομικών προϊόντων και υπηρεσιών. Με τη χρήση EPD, τη διεξαγωγή AKZ, την υιοθέτηση βιώσιμων κτιριακών πρακτικών και την ενσωμάτωση με άλλα σχετικά πρότυπα, οι ιδιοκτήτες κτιρίων και οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να λαμβάνουν



τεκμηριωμένες αποφάσεις που οδηγούν σε ενεργειακά αποδοτικές κτιριακές πρακτικές και αποτελεί ένα σημαντικό πρότυπο για την προώθηση της αειφορίας σε κτίρια και έργα πολιτικού μηχανικού παρέχοντας ένα πλαίσιο για την ανάπτυξη EPD για προϊόντα και υπηρεσίες δομικών κατασκευών.

4. Ωφέλη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων

Η αστικοποίηση θέτει προκλήσεις όπως η συμφόρηση, η αναποτελεσματικότητα, οι κίνδυνοι για την υγεία και το υψηλό κόστος ζωής. Ωστόσο, οι αποφάσεις που λαμβάνουμε για τις πόλεις μας μπορούν να μετατρέψουν αυτές τις προκλήσεις σε ευκαιρίες. Μπορούμε να ενισχύσουμε την κινητικότητα, τη συνδεσιμότητα, τις οικονομίες κλίμακας να προωθήσουν τον τρόπο ζωής και να δημιουργήσουμε προοπτικές. Τα ενεργειακά αποδοτικά σπίτια προσφέρουν πλεονεκτήματα. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Αυτά τα οφέλη μας δίνουν τη δυνατότητα να καταπολεμήσουμε την κλιματική αλλαγή, ενώ παράλληλα προάγουμε την αποδοτικότητα των πόρων. Για την αποτελεσματική εφαρμογή ανακαινίσεων, βελτιώσεων και μέτρων είναι ζωτικής σημασίας να αξιολογηθούν και να αξιολογηθούν τα οφέλη αυτών των παρεμβάσεων.

4.1 Οικονομικά οφέλη

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια προσφέρουν πλεονεκτήματα για τους ιδιοκτήτες, τους ενοίκους και την κοινωνία γενικότερα. Δεν παίζουν ρόλο στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, αλλά παρέχουν επίσης σημαντικά οικονομικά οφέλη. Καθώς η παγκόσμια ανάγκη για ενέργεια συνεχίζει να αυξάνεται, καθίσταται ζωτικής σημασίας η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί το κόστος της κατανάλωσης ενέργειας και να προωθηθεί η ανάπτυξη. Τα οικονομικά οφέλη των ενεργειακών κτιρίων περιλαμβάνουν λειτουργικά έξοδα, αυξημένη αξία περιουσιακών στοιχείων, ευκαιρίες απασχόλησης και βελτιωμένες τοπικές οικονομίες. Τα οικονομικά οφέλη των ενεργειακά

αποδοτικών κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των μειωμένων λειτουργικών δαπανών, της αυξημένης αξίας περιουσιακών στοιχείων, της δημιουργίας θέσεων εργασίας και της βελτίωσης των τοπικών οικονομιών είναι:

- **Χαμηλότεροι λογαριασμοί ενέργειας:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, με αποτέλεσμα χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας για ιδιοκτήτες και ενοίκους (Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α., Benefits of Energy-Efficient Buildings).
- **Αυξημένη αξία ακινήτων:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορεί να έχουν υψηλότερες αξίες ακινήτων λόγω του μειωμένου λειτουργικού τους κόστους και της αυξημένης ζήτησης στην αγορά (Urban Land Institute, Energy-Efficient Buildings: Policies and Practices That Work).
- **Βελτιωμένη παραγωγικότητα και υγεία των επιβατών:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να παρέχουν ένα πιο άνετο και υγιές εσωτερικό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να βελτιώσει την παραγωγικότητα και την υγεία των ενοίκων (International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).
- **Δημιουργία θέσεων εργασίας:** Η κατασκευή και λειτουργία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων μπορεί να δημιουργήσει θέσεις εργασίας στον κτιριακό και κατασκευαστικό κλάδο (International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).
- **Μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, συμβάλλοντας σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον (International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).

4.2 Περιβαλλοντικά οφέλη

Δεδομένης της προβλεπόμενης αύξησης των 3 δισεκατομμυρίων ανθρώπων, στις πόλεις μεταξύ 2008 και 2050, η οποία θα διπλασιάσει σχεδόν τον πληθυσμό, είναι σαφές ότι θα υπάρξει σημαντική αύξηση των κατασκευών. Έως το 2030 οι αστικές περιοχές αναμένεται να γίνουν μάρτυρες κατασκευής ή ανακατασκευής μιας περιοχής στο 60 τοις εκατό του παγκόσμιου υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος. Αυτή η ανάπτυξη θα σημειωθεί κυρίως σε αναπτυσσόμενες ή αναδυόμενες χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία και η Ινδονησία. Ωστόσο, εάν δεν γίνουν αλλαγές, αυτή η επέκταση θα οδηγήσει επίσης σε αύξηση των εκπομπών.

Εκτός από τη μείωση των δαπανών υποδομής και στέγασης, η βελτίωση της απόδοσης του κτιρίου προσφέρει το πλεονέκτημα στον περιορισμό των εκπομπών της κλιματικής αλλαγής. Οι βελτιώσεις που γίνονται στα κτίρια συχνά έρχονται χωρίς κόστος, αλλά αποφέρουν απόδοση της επένδυσης μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας εντός έξι μηνών έως ενός έτους. Αυτό διακρίνει τις επενδύσεις στην απόδοση των κτιρίων από εκείνες που γίνονται σε τομείς όπως η γεωργία ή οι μεταφορές, καθώς τείνουν να είναι σχετικά δαπανηρές και έχουν ως αποτέλεσμα μειώσεις εκπομπών.

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να προσφέρουν σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μερικά από τα περιβαλλοντικά οφέλη των ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων περιλαμβάνουν :


- **Μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την κατανάλωση ενέργειας, συμβάλλοντας στις προσπάθειες για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).
- **Μειωμένη κατανάλωση πόρων:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση πόρων, συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας, του νερού και των υλικών, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση των φυσικών πόρων και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).
- **Βελτιωμένη ποιότητα αέρα και νερού:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα εσωτερικών και εξωτερικών χώρων και της ποιότητας του νερού μειώνοντας τη ρύπανση και εξοικονομώντας πόρους (International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).
- **Μειωμένα απόβλητα:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν τα απόβλητα εξοικονομώντας πόρους και μειώνοντας την ανάγκη απόρριψης (International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).
- **Βελτιωμένη ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να βελτιώσουν την ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και αυξάνοντας τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (United Nations Environment Programme, Buildings and Climate Change).

4.3 Οφέλη για την υγεία και την άνεση

Κάθε χρόνο ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας αναφέρει ότι 3,3 εκατομμύρια θάνατοι προκαλούνται από την ατμοσφαιρική ρύπανση σε εξωτερικούς χώρους ενώ 3,5 εκατομμύρια θάνατοι οφείλονται στον καπνό σε εσωτερικούς χώρους (WHO, 2018). Οι αναπτυσσόμενες πόλεις αντιμετωπίζουν τα ποσοστά έκθεσης, καθώς οι άνθρωποι βασίζονται στην καύση καυσίμων σε εσωτερικούς χώρους για θέρμανση και μαγείρεμα. Σε περιοχές όπως η Κίνα και η Ινδία που έχουν τα ποσοστά θνησιμότητας λόγω ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η οικιακή και εμπορική χρήση βρέθηκε ότι συμβάλλει σε αυτούς τους θανάτους (Gurjar et al., 2010).

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια παίζουν ρόλο στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης καθώς παρέχουν καθαρότερες μεθόδους καύσης και καλύτερο αερισμό σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κτίρια. Επιπλέον, αυτά τα κτίρια συμβάλλουν στη μείωση της ρύπανσης καταναλώνοντας ενέργεια και συνεπώς μειώνοντας τις εκπομπές ορυκτών καυσίμων από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με την ελαχιστοποίηση των ρύπων του εξωτερικού αέρα μπορούμε να μειώσουμε την εμφάνιση ασθενειών όπως το άσθμα και ο καρκίνος του πνεύμονα, ενώ παράλληλα μειώνουμε τα ποσοστά θνησιμότητας. Αυτό δεν σώζει ζωές. Επίσης μειώνει την οικονομική επιβάρυνση που σχετίζεται με τα έξοδα υγειονομικής περίθαλψης και την απώλεια παραγωγικότητας.

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να προσφέρουν σημαντικά οφέλη για την υγεία και την άνεση στους ενοίκους. Εκμεταλλευόμενοι αυτά τα οφέλη για την υγεία και την άνεση, οι ιδιοκτήτες και οι ένοικοι των κτιρίων μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους και να μειώσουν τον κίνδυνο προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με κακά



εσωτερικά περιβάλλοντα. Μερικά από τα οφέλη για την υγεία και την άνεση των ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων περιλαμβάνουν:

- **Βελτιωμένη ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση των εσωτερικών χώρων και να βελτιώσουν την ποιότητα του αέρα εσωτερικών χώρων, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη αναπνευστικών προβλημάτων και άλλων προβλημάτων υγείας (πηγή: Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ, Energy Efficiency in Buildings).
- **Πιο άνετες εσωτερικές θερμοκρασίες:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να διατηρήσουν πιο σταθερές εσωτερικές θερμοκρασίες, μειώνοντας τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας που μπορεί να προκαλέσουν δυσφορία και προβλήματα υγείας (πηγή: International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).
- **Μειωμένη ηχορύπανση:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την ηχορύπανση, η οποία μπορεί να βελτιώσει την άνεση των επιβατών και να μειώσει τα επίπεδα άγχους (πηγή: Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α., Energy Efficiency in Buildings).
- **Βελτιωμένος φωτισμός:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να παρέχουν καλύτερης ποιότητας φωτισμό, μειώνοντας την καταπόνηση των ματιών και βελτιώνοντας την οπτική άνεση (πηγή: International Energy Agency, Energy Efficiency 2018).


- **Μειωμένη έκθεση σε τοξίνες:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την έκθεση σε τοξίνες, όπως η φορμαλδεΐδη, η οποία μπορεί να βρεθεί σε ορισμένα δομικά υλικά (πηγή: Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ, Energy Efficiency in Buildings).

4.4 Αύξηση αξίας ακινήτου

Στην αγορά ακινήτων, τα κτίρια που δίνουν προτεραιότητα στην ενεργειακή απόδοση συχνά έχουν μια τιμή σε σύγκριση με τα τυπικά κτίρια, με παρόμοια χαρακτηριστικά. Κάθε έργο που ενισχύει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου συνεισφέρει ένα μέρος του κόστους του στην τιμή πώλησης. Επιπλέον, οι ιδιωτικές κατοικίες με πιστοποιήσεις έχουν επιδείξει απόδοση πωλήσεων σε σύγκριση με συγκρίσιμες ιδιοκτησίες στην περιοχή. Η ενεργειακή απόδοση είναι χαρακτηριστικό σε κάθε κτίριο, καθώς ευθυγραμμίζεται με την αυξανόμενη εστίαση στην ευαισθητοποίηση. Αυτή η αυξημένη αξία μπορεί να αποδοθεί στην πιθανότητα για έξοδα κοινής ωφελείας και στο ελαχιστοποιημένο κόστος συντήρησης που σχετίζεται με τις αναβαθμίσεις. Επιπλέον, αυτές οι βελτιώσεις μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής, για τους ιδιοκτήτες κτιρίων, προσφέροντας οφέλη για την υγεία και βελτιωμένη άνεση.

Κατά συνέπεια, η ενεργειακή απόδοση είναι μια επένδυση που αποφέρει οικονομικά οφέλη τόσο με τη μορφή άμεσης εξοικονόμησης από μήνα σε μήνα όσο και μελλοντικών κερδών κατά την πώληση του κτιρίου.

- **Μειωμένο κόστος λειτουργίας:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, με αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος λειτουργίας για τους ιδιοκτήτες κτιρίων. Αυτό θα μπορούσε να κάνει το κτίριο πιο ελκυστικό για πιθανούς αγοραστές και



ενοικιαστές που αναζητούν μια επιλογή χαμηλότερου κόστους (U.S. Department of Energy, Energy Efficiency Benefits).

- **Υψηλότερη αξία μεταπώλησης:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια τείνουν να έχουν υψηλότερη αξία μεταπώλησης από τα συμβατικά κτίρια. Η έρευνα δείχνει ότι τα ενεργειακά αποδοτικά σπίτια πωλούνται σε υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με παρόμοια σπίτια χωρίς ενεργειακά αποδοτικά χαρακτηριστικά (Energy-saving housing evaluation magazine: evaluation of green spaces).
- **Βελτιωμένη εμπορευσιμότητα:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια είναι πιο ελκυστικά για αγοραστές και ενοικιαστές που αναζητούν οικονομικές και φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές. Αυτό καθιστά το κτίριο πιο εμπορεύσιμο και πιο ανταγωνιστικό στην αγορά ακινήτων (U.S. Department of Energy, Energy Efficiency Benefits).
- **Μείωση κινδύνου:** Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια είναι λιγότερο επικίνδυνα για τους δανειστές και τους επενδυτές, καθώς είναι λιγότερο πιθανό να αντιμετωπίσουν υπερβάσεις κόστους και άλλα οικονομικά ζητήματα που σχετίζονται με τη χρήση ενέργειας. Αυτό κάνει το κτίριο πιο ελκυστικό για τους επενδυτές και τους δανειστές (U.S. Department of Energy, Energy Efficiency Benefits).

Συνολικά, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια προσφέρουν σημαντικά οφέλη στους ιδιοκτήτες ακινήτων, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης αξίας περιουσιακών στοιχείων, της αυξημένης εμπορευσιμότητας και του μειωμένου κινδύνου. Αυτά τα οφέλη καθιστούν τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια πιο ελκυστική επιλογή για τους κατασκευαστές ακινήτων και τους επενδυτές.

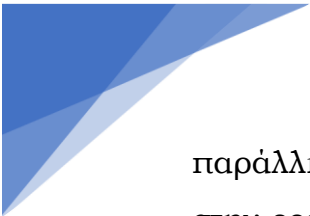
5. Βασικά στοιχεία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων

Τα βασικά στοιχεία των ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων περιλαμβάνουν το κέλυφος του κτιρίου, τη θέρμανση, τον εξαερισμό και τον κλιματισμό (HVAC), τον φωτισμό και τις συσκευές και τα ηλεκτρονικά είδη.

5.1 Κέλυφος κτιρίου

Η δομή ενός κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των τοίχων, της οροφής, των παραθύρων και των θυρών του αναφέρεται ως κέλυφος του κτιρίου. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια δίνουν προτεραιότητα σε ένα μονωμένο και ερμητικά σφραγισμένο περίβλημα κτιρίου για την ελαχιστοποίηση της απώλειας θερμότητας και την πρόληψη διαρροών αέρα. Για πετύχει αυτό πρέπει να συνεπάγεται η χρήση μονωτικών υλικών υψηλής ποιότητας, την προσεκτική επιλογή των παραθύρων και των θυρών και την προσοχή στη διασφάλιση της αεροστεγανότητας.

Η ενεργειακή απόδοση των εξαρτημάτων εντός του κελύφους του κτιρίου. Όπως τοίχοι, δάπεδα, στέγες, οροφές, παράθυρα και πόρτες. Επηρεάζει σημαντικά τη συνολική κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου (όπως τονίζεται από τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας στην έκθεσή του για τα Ενεργειακά Αποδοτικά Κτίρια). Κατά τη χειμερινή περίοδο, τα μονωμένα κτίρια μειώνουν αποτελεσματικά την απώλεια θερμότητας ενώ ελαχιστοποιούν την αύξηση της θερμότητας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Αντίθετα, τα παραδοσιακά σπίτια συχνά στερούνται μόνωσης που οδηγεί σε σπατάλη ενέργειας. Ενισχύοντας τη μόνωση εντός της ίδιας της περιοχής του κελύφους του κτιρίου, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την πίεση στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, ενώ

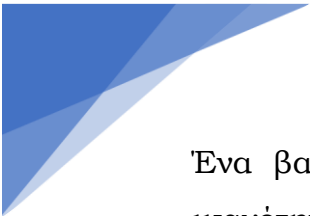


παράλληλα μειώνουν τη χρήση ενέργειας (όπως τονίζεται από τον Hong στην ερευνητική του εργασία, σχετικά με το Building Envelope; Energy Efficiency Measures).

Το κέλυφος του κτιρίου λειτουργεί ως φράγμα που χωρίζει το εσωτερικό και το εξωτερικό ενός κτιρίου. Ο πρωταρχικός του ρόλος είναι να μειώνει τις ενεργειακές απώλειες εξασφαλίζοντας παράλληλα ανθεκτικότητα. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια είναι εξοπλισμένα με κελύφη κτιρίων ειδικά σχεδιασμένα για να ελαχιστοποιούν τις απώλειες ενέργειας με αποτέλεσμα τη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας.

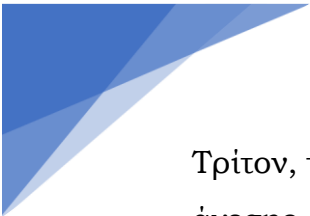
Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των εξαρτημάτων του κελύφους του κτιρίου μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας, όπως τονίζεται από τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας. Για παράδειγμα, η ενίσχυση της μόνωσης των τοίχων μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 30 τοις εκατό, ενώ η ενίσχυση της μόνωσης ταράτσας μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση έως και 25 τοις εκατό (Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας, 2016). Αυτά τα στατιστικά στοιχεία υπογραμμίζουν τον ρόλο που διαδραματίζει το κέλυφος του κτιρίου στην κατανάλωση ενέργειας εντός των κτιρίων.

Το περίβλημα του κτιρίου έχει σημασία όταν πρόκειται για τη δημιουργία μιας ενεργειακής δομής, καθώς συμβάλλει ενεργά στην ελαχιστοποίηση της χρήσης ενέργειας. Στα σπίτια η ανεπαρκής μόνωση και σφράγιση του κελύφους του κτιρίου συχνά οδηγεί σε απώλεια θερμότητας και διαρροή αέρα. Αυτό δεν οδηγεί σε ενεργειακά έξοδα, αλλά θέτει σε κίνδυνο τα επίπεδα άνεσης και αυξάνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ακόλουθη συζήτηση εξετάζει πώς ένα αποδοτικό κέλυφος κτιρίου μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και συγκρίνει την αποτελεσματικότητά του με αυτή των σπιτιών.



Ένα βασικό πλεονέκτημα ενός μονωμένου κελύφους κτιρίου είναι η ικανότητά του να μειώνει σημαντικά την απώλεια θερμότητας, η οποία αντιπροσωπεύει μια πηγή κατανάλωσης ενέργειας στα παραδοσιακά σπίτια. Σύμφωνα με στοιχεία από το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, μόνο η θέρμανση και η ψύξη αντιπροσωπεύουν το ήμισυ της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε ένα μέσο σπίτι. Σε ένα σπίτι περίπου το 30% έως 50% της θερμότητας χάνεται μέσω της δομής του κτιρίου με αποτέλεσμα τη σπατάλη ενέργειας. Ωστόσο, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν μια μονωμένη και ερμητικά σφραγισμένη δομή κτιρίου, η οποία συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση της απώλειας θερμότητας και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη από το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (NREL) τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν τη θέρμανση τους. Κατανάλωση ενέργειας ψύξης κατά πολύ, ως 40% σε σύγκριση με τα συμβατικά σπίτια.

Δεύτερον, όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, στα σπίτια η σωστή σφράγιση του κελύφους του κτιρίου παίζει ρόλο στη μείωση της διαρροής αέρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι διαρροές αέρα μπορούν να συμβάλλουν έως και το 30% της χρήσης ενέργειας θέρμανσης και ψύξης στα σπίτια. Ο λόγος πίσω από αυτό είναι ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα διαφεύγει ζεστός αέρας, ενώ το καλοκαίρι ο κρύος αέρας βρίσκει διέξοδο μέσω αυτών των διαρροών. Ως αποτέλεσμα, τα συστήματα HVAC πρέπει να εργαστούν για να διατηρήσουν μια εσωτερική θερμοκρασία. Ωστόσο, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια δίνουν προτεραιότητα στη σφράγιση του κελύφους του κτιρίου για να ελαχιστοποιηθεί η διαρροή αέρα και να ενισχυθεί η ενεργειακή απόδοση. Μια μελέτη που διεξήχθη από το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ αποκάλυψε ότι σε σύγκριση με τα σπίτια τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν τις διαρροές αέρα έως και 50%.




Τρίτον, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια εστιάζουν επίσης στη βελτίωση της άνεσης μέσω σχεδιασμένων περιβλημάτων κτιρίων που μειιάζουν τα ρεύματα και τις θερμογέφυρες. Σε σπίτια με μόνωση και κακή στεγανότητα στο κέλυφος του κτιρίου, τα ρεύματα και τα ψυχρά σημεία είναι συνήθεις ένοχοι για τη δημιουργία ενός άβολου εσωτερικού κλίματος. Αντίθετα, στα ενεργειακά κτίρια δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό επιφανειών κτιρίων που ελαχιστοποιούν τα ρεύματα και τις θερμογέφυρες. Έρευνα που διεξήχθη από το Εθνικό Εργαστήριο Lawrence Berkeley δείχνει ότι σε σύγκριση με τα σπίτια, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να βελτιώσουν την άνεση έως και 50%. Συνοπτικά, το περίβλημα των ενεργειακών κτιρίων παίζει ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στη βελτίωση της λειτουργικότητας του κτιρίου. Με το σχεδιασμό και την κατασκευή του κελύφους του κτιρίου, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να ελαχιστοποιήσουν αποτελεσματικά την απώλεια θερμότητας, τη διαρροή αέρα και τα ρεύματα. Αυτό οδηγεί σε λογαριασμούς ενέργειας αυξημένα επίπεδα άνεσης και μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης και ψύξης έως και 40% έως και 50% από τη διαρροή αέρα.

5.2 Σύστημα HVAC

Τα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC) παίζουν ρόλο στη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της ροής αέρα των κτιρίων. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια δίνουν προτεραιότητα στα συστήματα HVAC υψηλής απόδοσης, καθώς μειώνουν αποτελεσματικά την κατανάλωση ενέργειας. Η επίτευξη αυτού περιλαμβάνει τη χρήση ενεργειακού εξοπλισμού, όπως φούρνους και μονάδες κλιματισμού, καθώς και προσεκτικό σχεδιασμό και συντήρηση του συστήματος (Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, Σύστημα HVAC).

Για να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση ενός συστήματος HVAC, μια προσέγγιση είναι η αναβάθμιση ενός υπάρχοντος που μπορεί να είναι ξεπερασμένο. Πολλά παραδοσιακά σπίτια εξακολουθούν να βασίζονται σε συστήματα HVAC που καταναλώνουν ενέργεια με αποτέλεσμα υψηλότερους λογαριασμούς κοινής ωφελείας. Η μετασκευή ενός συστήματος περιλαμβάνει την ενημέρωση των εξαρτημάτων του με αυτά που έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Εναλλακτικά, η επένδυση σε ένα σύστημα HVAC είναι ένας άλλος τρόπος για να επιτευχθεί μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση (Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ (2017)).

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν συχνά σχεδιασμένα συστήματα HVAC που βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας. Αν και αυτά τα συστήματα μπορεί να έχουν κόστος σε σύγκριση με τις επιλογές εκ των προτέρων, αποδεικνύονται οικονομικά αποδοτικά μακροπρόθεσμα. Σύμφωνα με τη Διοίκηση Μικρών Επιχειρήσεων των ΗΠΑ, ο εξοπλισμός HVAC αντιπροσωπεύει το 40 τοις εκατό της χρήσης ενέργειας στα κτίρια (Διοίκηση Μικρών Επιχειρήσεων των ΗΠΑ). Με την επένδυση σε ένα




ενεργειακό σύστημα HVAC μπορούν να επιτευχθούν σημαντικές μειώσεις τόσο στην κατανάλωση ενέργειας όσο και στο σχετικό κόστος.

Η βελτίωση της μόνωσης στα κτίρια είναι ένας τρόπος να γίνουν τα συστήματα HVAC ενεργειακά αποδοτικά (Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ 2017). Τα μονωμένα κτίρια απαιτούν ενέργεια για να διατηρήσουν ένα άνετο εσωτερικό περιβάλλον. Αντίθετα, τα παραδοσιακά σπίτια συχνά στερούνται μόνωσης, γεγονός που οδηγεί σε σπατάλη ενέργειας. Ενισχύοντας τη μόνωση του δωματίου μπορούμε να μειώσουμε τον φόρτο εργασίας στα συστήματα HVAC.

Η χρήση στεγανοποιητικού αγωγού Aeroseal είναι μια άλλη μέθοδος για την επίτευξη ενός ενεργειακού συστήματος HVAC (Υπουργείο Ενέργειας ΗΠΑ 2017). Η διαρροή αγωγών είναι ένα ζήτημα στα σπίτια που οδηγεί σε περιττή απώλεια ενέργειας. Σφραγίζοντας αυτές τις διαρροές στο δίκτυο αγωγών μπορούμε να βελτιώσουμε την ενεργειακή απόδοση. Αποτρέψτε τη σπατάλη.

Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση για τη βελτίωση της απόδοσης HVAC είναι η ενσωμάτωση της αποθήκευσης ενέργειας στο επίπεδο του εδάφους με το σύστημα. Σύμφωνα με τους Liu et al., (2020) αυτή η ενοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε απόδοση αποθήκευσης ενέργειας 70%. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν πώς μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της ενσωμάτωσης σε ενεργειακά κτίρια. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια καταναλώνουν ενέργεια με αποτέλεσμα μειωμένο ενεργειακό κόστος και χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα. Μια ολοκληρωμένη ανάλυση της κατάστασης και των επικρατούντων προτύπων χρήσης ενέργειας που σχετίζονται με τα συστήματα HVAC τονίζει τη σημασία της ενίσχυσης της ενεργειακής απόδοσης αυτών των συστημάτων προκειμένου να περιοριστεί η κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων (Prakash & Singh 2017).




Ένας από τους τρόπους με τους οποίους τα ενεργειακά κτίρια μειώνουν τη χρήση ενέργειας μέσω των συστημάτων HVAC τους είναι η χρήση εξοπλισμού υψηλής απόδοσης. Αυτές οι αποδοτικές μονάδες HVAC, όπως τα κλιματιστικά και οι φούρνοι, καταναλώνουν ενέργεια διατηρώντας παράλληλα το επίπεδο άνεσης όπως οι παραδοσιακές. Το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ δηλώνει ότι ο ενεργειακά αποδοτικός εξοπλισμός HVAC μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας κατά 30% σε σύγκριση με μοντέλα.

Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιούν τα ενεργειακά κτίρια για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω των συστημάτων HVAC τους είναι η χρήση θερμοστατών. Αυτοί οι θερμοστάτες επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες σπιτιού να ρυθμίζουν τις θερμοκρασίες για τις ώρες της ημέρας, επιτρέποντάς τους να εξοικονομούν ενέργεια όταν το σπίτι είναι ακατάλληλο ή κατά τις ώρες ύπνου. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ, η χρήση θερμοστατή μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση έως και 180 \$ ετησίως όσον αφορά το κόστος ενέργειας.

Επιπλέον, προηγμένα συστήματα εξαερισμού χρησιμοποιούνται σε ενεργειακά κτίρια για την εισαγωγή αέρα ενώ εξαλείφεται ο μπαγιάτικος αέρας. Αυτά τα συστήματα ενσωματώνουν ανεμιστήρες ανάκτησης θερμότητας (HRV) ή ανεμιστήρες ανάκτησης ενέργειας (ERV) που μεταφέρουν θερμότητα μεταξύ των εξερχόμενων ροών αέρα, μειώνοντας έτσι την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση ή την ψύξη του αέρα. Το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ αναφέρει ότι τα HRV και τα ERV μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση έως και 60%, όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με τα συστήματα εξαερισμού.

Επιπλέον, οι ενεργειακά αποδοτικές κατασκευές έχουν σχεδιαστεί σκόπιμα για να σφραγίζονται αποτρέποντας τη διαφυγή αέρα από το



κτίριο. Αυτό το αποτελεσματικό μέτρο βοηθά στην ελαχιστοποίηση της ποσότητας ενέργειας που απαιτείται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας. Αντίθετα, τα παραδοσιακά σπίτια τείνουν να παρουσιάζουν απώλεια ενέργειας λόγω διαρροής αέρα, η οποία μπορεί να αντιπροσωπεύει έως και το 30% της κατανάλωσης ενέργειας. Με τη μείωση της διαρροής αέρα, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, οδηγώντας σε λογαριασμούς κοινής ωφελείας και σε αξιοσημείωτη μείωση των εκπομπών άνθρακα.


Για να συνοψίσουμε στα ενεργειακά κτίρια, το κέλυφος του κτιρίου παίζει ρόλο στον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας και στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του κτιρίου. Με το σχεδιασμό και την κατασκευή του περιβλήματος του κτιρίου, αυτές οι κατασκευές ελαχιστοποιούν αποτελεσματικά την απώλεια θερμότητας, τη διαρροή αέρα και τα ρεύματα - με αποτέλεσμα το κόστος κοινής ωφέλειας να αυξάνει τα επίπεδα άνεσης για τους ενοίκους, ενώ ταυτόχρονα μειριάζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους. Ιδιαίτερα υποστηρίζεται από τα ευρήματα της έρευνας του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια καταναλώνουν έως και 40% ενέργεια για σκοπούς θέρμανσης και ψύξης σε σύγκριση με τα σπίτια. Μειώνουν επίσης τη διαρροή αέρα έως και 50% βελτιώνοντας σημαντικά τα επίπεδα άνεσης σε εσωτερικούς χώρους. Αυτά τα συγκεκριμένα γεγονότα δείχνουν ότι ο σχεδιασμός ενός κελύφους κτιρίων μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ενεργειακή του απόδοση και να τονίσει τη σημασία του για την επίτευξη βιώσιμων κατασκευαστικών πρακτικών.

5.3 Φωτισμός

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν συστήματα φωτισμού υψηλής απόδοσης που μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω φωτισμού LED, στρατηγικών φωτός ημέρας, χρήσης αισθητήρων κατάληψης και προσεκτικού σχεδιασμού και συντήρησης του συστήματος (U.S. Department of Energy, Lighting).

Ο ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός και οι συσκευές καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τον παραδοσιακό φωτισμό και τις συσκευές. Για παράδειγμα, ο φωτισμός LED καταναλώνει έως και 75 τοις εκατό λιγότερη ενέργεια από τον παραδοσιακό φωτισμό πυρακτώσεως (Energy.gov.). Lighting Choices to Save You Money). Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές μπορούν να εξοικονομήσουν τους ιδιοκτήτες σπιτιού έως και 30 τοις εκατό στους λογαριασμούς ενέργειας τους (Energy.gov.). Lighting Choices to Save You Money). Αυτοί οι αριθμοί δείχνουν ότι ο ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός και οι συσκευές μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.


Εκτός από τη χρήση ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού και συσκευών, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν επίσης έξυπνες τεχνολογίες για τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας. Για παράδειγμα, οι έξυπνοι θερμοστάτες μπορούν να προσαρμόσουν αυτόματα τη θερμοκρασία σε ένα κτίριο με βάση την πληρότητα και τις καιρικές συνθήκες, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας (U.S. Department of Energy(2021, March 11). Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν επίσης συστήματα διαχείρισης ενέργειας για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας, οδηγώντας σε χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας.



Ο φωτισμός και οι συσκευές συμβάλλουν σημαντικά στην κατανάλωση ενέργειας στα σπίτια. Στα παραδοσιακά σπίτια, ο φωτισμός και οι συσκευές καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ενέργειας, με αποτέλεσμα υψηλούς λογαριασμούς ενέργειας και αυξημένες εκπομπές άνθρακα. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούν φωτισμό και συσκευές που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, με αποτέλεσμα χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ένας από τους βασικούς τρόπους με τους οποίους τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας μέσω του φωτισμού είναι η χρήση λαμπτήρων LED (δίοδος εκπομπής φωτός) αντί για λαμπτήρες πυρακτώσεως. Οι λαμπτήρες LED είναι σημαντικά πιο ενεργειακά αποδοτικοί από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, καταναλώνοντας έως και 75% λιγότερη ενέργεια ενώ παρέχουν το ίδιο επίπεδο φωτεινότητας. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, η μετάβαση σε λαμπτήρες LED μπορεί να εξοικονομήσει τους ιδιοκτήτες σπιτιού έως και 75 \$ ετησίως σε κόστος ενέργειας. Επιπλέον, οι λαμπτήρες LED διαρκούν σημαντικά περισσότερο από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, μειώνοντας την ανάγκη για συχνές αντικαταστάσεις.

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν επίσης προηγμένους ελέγχους φωτισμού, όπως αισθητήρες πληρότητας και ροοστάτες, για περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Οι αισθητήρες πληρότητας ανιχνεύουν πότε ένα δωμάτιο δεν είναι κατειλημμένο και σβήνουν αυτόματα τα φώτα, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας. Οι ροοστάτες επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες σπιτιού να προσαρμόζουν τη φωτεινότητα των φώτων, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας όταν απαιτείται λιγότερο φως. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, η χρήση προηγμένων




ελέγχων φωτισμού μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας φωτισμού έως και 50%.

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας είναι η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών. Οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές, όπως τα ψυγεία, τα πλυντήρια ρούχων και τα πλυντήρια πιάτων, καταναλώνουν σημαντικά λιγότερη ενέργεια από τις παραδοσιακές αντίστοιχές τους, ενώ παρέχουν το ίδιο επίπεδο απόδοσης. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ, η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών μπορεί να εξοικονομήσει στους ιδιοκτήτες σπιτιού έως και 400 \$ ετησίως σε ενεργειακό κόστος.

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν επίσης προηγμένους ελέγχους συσκευών, όπως έξυπνους θερμοστάτες και έξυπνα πολύπριζα, για περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Οι έξυπνοι θερμοστάτες προσαρμόζουν αυτόματα τη θερμοκρασία του σπιτιού με βάση την κατοχή και τις εξωτερικές θερμοκρασίες, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας όταν το σπίτι είναι ακατάλληλο. Τα έξυπνα πολύπριζα εντοπίζουν πότε οι συσκευές δεν χρησιμοποιούνται και τις απενεργοποιούν αυτόματα, μειώνοντας την κατανάλωση ρεύματος σε κατάσταση αναμονής. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, η χρήση έξυπνων ελέγχων συσκευών μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας έως και 15%.

Εν κατακλείδι, ο φωτισμός και οι συσκευές συμβάλλουν σημαντικά στην κατανάλωση ενέργειας στα σπίτια και τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με διάφορους τρόπους. Οι λαμπτήρες LED, τα προηγμένα χειριστήρια φωτισμού, οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και τα έξυπνα χειριστήρια συσκευών συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σπίτια, τα ενεργειακά



αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας του φωτισμού και της συσκευής έως και 50%, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επενδύοντας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, οι ιδιοκτήτες κατοικιών μπορούν όχι μόνο να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας αλλά και να συμβάλουν σε ένα βιώσιμο μέλλον. Ο φωτισμός και οι συσκευές σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Ο ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός και οι συσκευές καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τον παραδοσιακό φωτισμό και τις συσκευές, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν επίσης έξυπνες τεχνολογίες για τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας, οδηγώντας σε χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας. Οι ιδιοκτήτες σπιτιού και οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας χρησιμοποιώντας ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό και συσκευές και επενδύοντας σε έξυπνες τεχνολογίες για τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας.


5.4 Οικιακές συσκευές και ηλεκτρονικά

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν συσκευές και ηλεκτρονικά είδη υψηλής απόδοσης που μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας συσκευές και ηλεκτρονικά με πιστοποίηση Energy Star και δίνοντας μεγάλη προσοχή στην κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση αναμονής (U.S. Department of Energy, Appliances and Electronics).

Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ανεμογεννήτριες, παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παράγουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν συχνά εγκατεστημένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για να μειώσουν την εξάρτησή τους από το δίκτυο και να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακα. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών σε ένα σπίτι μπορεί να εξοικονομήσει τους ιδιοκτήτες σπιτιού έως και \$100 το μήνα στους λογαριασμούς ενέργειας τους (U.S. Department of Energy). Benefits of Renewable Energy Use).

Αυτοί οι αριθμοί δείχνουν ότι τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση και ψύξη. Για παράδειγμα, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν τη φυσική θερμότητα της γης για να παρέχουν θέρμανση και ψύξη, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας (U.S. Department of Energy). Geothermal Heat Pumps).

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν συχνά εγκατεστημένες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας για να μειώσουν την εξάρτησή τους από




τα παραδοσιακά συστήματα HVAC και να μειώσουν τους λογαριασμούς ενέργειας.

Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ανεμογεννήτριες, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Στα παραδοσιακά σπίτια, η πλειονότητα της ενέργειας προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές, όπως ο άνθρακας και το φυσικό αέριο, με αποτέλεσμα υψηλούς λογαριασμούς ενέργειας και αυξημένες εκπομπές άνθρακα. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, με αποτέλεσμα χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ένα από τα κύρια συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια είναι τα ηλιακά πάνελ. Τα ηλιακά πάνελ χρησιμοποιούν το ηλιακό φως για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία του σπιτιού και των συσκευών του. Σύμφωνα με το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ένα τυπικό σύστημα ηλιακών πάνελ 5 κιλοβάτ μπορεί να παράγει έως και 7.000 κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, που είναι αρκετό για να τροφοδοτήσει το μέσο αμερικανικό νοικοκυριό. Η χρήση ηλιακών συλλεκτών μπορεί να μειώσει σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας, με τους ιδιοκτήτες σπιτιού να εξοικονομούν έως και 1.500 \$ ετησίως στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν ανεμογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν τον άνεμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία του



σπιτιού και των συσκευών του. Σύμφωνα με την Αμερικανική Ένωση Αιολικής Ενέργειας, μια τυπική ανεμογεννήτρια 2,5 μεγαβάτ μπορεί να παράγει έως και 6 εκατομμύρια κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, η οποία είναι αρκετή για να τροφοδοτήσει πάνω από 1.500 αμερικανικά νοικοκυριά. Η χρήση ανεμογεννητριών μπορεί να μειώσει σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας, με τους ιδιοκτήτες σπιτιού να εξοικονομούν έως και 500 \$ ετησίως στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θερμότητας, μειώνοντας την ανάγκη για παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα, για παράδειγμα, χρησιμοποιούν το ηλιακό φως για τη θέρμανση του νερού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση χώρου και ζεστό νερό χρήσης. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, ένα τυπικό ηλιακό θερμικό σύστημα μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης νερού έως 80%.


Συγκριτικά, τα παραδοσιακά σπίτια βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για ηλεκτρισμό και θερμότητα. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Ενεργειακών Πληροφοριών των ΗΠΑ, το μέσο αμερικανικό νοικοκυριό καταναλώνει περίπου 10.399 κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, με την πλειονότητα της ενέργειας να προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον, τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης, όπως οι φούρνοι και οι λέβητες, καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ενέργειας, με αποτέλεσμα υψηλούς λογαριασμούς ενέργειας και αυξημένες εκπομπές άνθρακα.

Συμπερασματικά, τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Τα ηλιακά πάνελ, οι ανεμογεννήτριες και τα ηλιακά θερμικά συστήματα συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης

ενέργειας και μπορούν να μειώσουν σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας για τους ιδιοκτήτες σπιτιού. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σπίτια, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια που χρησιμοποιούν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας έως και 80%, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επενδύοντας σε συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι ιδιοκτήτες κατοικιών μπορούν όχι μόνο να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας αλλά και να συμβάλουν σε ένα βιώσιμο μέλλον. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παράγουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, οδηγώντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση και ψύξη, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Οι ιδιοκτήτες κατοικιών και οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας εγκαθιστώντας συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μειώνοντας την εξάρτησή τους από το δίκτυο.

5.5 Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ανεμογεννήτριες, παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παράγουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν συχνά εγκατεστημένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για να μειώσουν την εξάρτησή τους από το δίκτυο και να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακα. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών σε ένα σπίτι μπορεί να εξοικονομήσει τους ιδιοκτήτες σπιτιού έως και \$100 το μήνα στους λογαριασμούς ενέργειας τους (U.S. Department of Energy). Αυτοί οι αριθμοί δείχνουν ότι τα συστήματα




ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση και ψύξη. Για παράδειγμα, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν τη φυσική θερμότητα της γης για να παρέχουν θέρμανση και ψύξη, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας (U.S. Department of Energy). Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν συχνά εγκατεστημένες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας για να μειώσουν την εξάρτησή τους από τα παραδοσιακά συστήματα HVAC και να μειώσουν τους λογαριασμούς ενέργειας.

Συμπερασματικά, τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παράγουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, οδηγώντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση και ψύξη, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Οι ιδιοκτήτες κατοικιών και οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας εγκαθιστώντας συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μειώνοντας την εξάρτησή τους από το δίκτυο.

Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ανεμογεννήτριες, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Στα παραδοσιακά σπίτια, η πλειονότητα της ενέργειας προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές, όπως ο άνθρακας και το φυσικό αέριο, με αποτέλεσμα υψηλούς λογαριασμούς ενέργειας και αυξημένες εκπομπές άνθρακα. Τα




ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, με αποτέλεσμα χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ένα από τα κύρια συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια είναι τα ηλιακά πάνελ. Τα ηλιακά πάνελ χρησιμοποιούν το ηλιακό φως για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία του σπιτιού και των συσκευών του. Σύμφωνα με το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ένα τυπικό σύστημα ηλιακών πάνελ 5 κιλοβάτ μπορεί να παράγει έως και 7.000 κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, που είναι αρκετό για να τροφοδοτήσει το μέσο αμερικανικό νοικοκυριό. Η χρήση ηλιακών συλλεκτών μπορεί να μειώσει σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας, με τους ιδιοκτήτες σπιτιού να εξοικονομούν έως και 1.500 \$ ετησίως στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν ανεμογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν τον άνεμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία του σπιτιού και των συσκευών του. Σύμφωνα με την Αμερικανική Ένωση Αιολικής Ενέργειας, μια τυπική ανεμογεννήτρια 2,5 μεγαβάτ μπορεί να παράγει έως και 6 εκατομμύρια κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, η οποία είναι αρκετή για να τροφοδοτήσει πάνω από 1.500 αμερικανικά νοικοκυριά. Η χρήση ανεμογεννητριών μπορεί να μειώσει σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας, με τους ιδιοκτήτες σπιτιού να εξοικονομούν έως και 500 \$ ετησίως στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή



θερμότητας, μειώνοντας την ανάγκη για παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα, για παράδειγμα, χρησιμοποιούν το ηλιακό φως για τη θέρμανση του νερού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση χώρου και ζεστό νερό χρήσης. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, ένα τυπικό ηλιακό θερμικό σύστημα μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης νερού έως και 80%.

Συνοπτικά, τα παραδοσιακά σπίτια βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για ηλεκτρισμό και θερμότητα. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Ενεργειακών Πληροφοριών των ΗΠΑ, το μέσο αμερικανικό νοικοκυριό καταναλώνει περίπου 10.399 κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, με την πλειονότητα της ενέργειας να προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον, τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης, όπως οι φούρνοι και οι λέβητες, καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ενέργειας, με αποτέλεσμα υψηλούς λογαριασμούς ενέργειας και αυξημένες εκπομπές άνθρακα.

Εν κατακλείδι, τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Τα ηλιακά πάνελ, οι ανεμογεννήτριες και τα ηλιακά θερμικά συστήματα συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και μπορούν να μειώσουν σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας για τους ιδιοκτήτες σπιτιού. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σπίτια, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια που χρησιμοποιούν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας έως και 80%, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επενδύοντας σε συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι ιδιοκτήτες κατοικιών μπορούν όχι μόνο να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας αλλά και να συμβάλουν σε ένα βιώσιμο μέλλον.


5.6 Βιώσιμα Υλικά και Τεχνικές Κατασκευών

Τα αειφόρα υλικά και οι τεχνικές κατασκευής σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Τα αειφόρα υλικά, όπως ο ανακυκλωμένος χάλυβας και το μπαμπού, χρησιμοποιούνται συχνά σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Αυτά τα υλικά είναι ανθεκτικά, ελκυστικά και περιβαλλοντικά υπεύθυνα, καθιστώντας τα βασικό στοιχείο κάθε κτιριακής προσπάθειας υψηλής απόδοσης (U.S. Green Building Council.). Τα αειφόρα υλικά χρησιμοποιούνται συχνά σε μόνωση, στέγες και δάπεδα, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.

Εκτός από τη χρήση βιώσιμων υλικών, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν και τεχνικές βιώσιμης κατασκευής. Για παράδειγμα, ο παθητικός ηλιακός σχεδιασμός είναι μια βιώσιμη τεχνική κατασκευής που χρησιμοποιεί την ενέργεια του ήλιου για τη θέρμανση και την ψύξη ενός κτιρίου, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας (U.S. Department of Energy). Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν επίσης πράσινες στέγες, οι οποίες καλύπτονται με βλάστηση, για να μειώσουν το κέρδος θερμότητας και να βελτιώσουν τη μόνωση, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.

Σύμφωνα με μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Sustainability, τα αειφόρα κτίρια μπορούν να εξοικονομήσουν 40% περισσότερη ενέργεια σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κτίρια, αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση και μειώνοντας τις εκπομπές CO₂ (Mahamud, R., Munir, A. B., & Zawawi, E. M. (2019). Αυτοί οι αριθμοί δείχνουν ότι τα αειφόρα υλικά

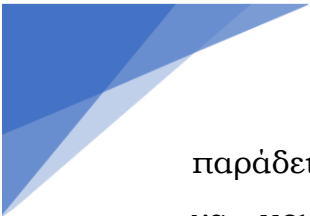


και οι τεχνικές κατασκευής μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Τα αειφόρα υλικά και οι τεχνικές κατασκευής διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Στα παραδοσιακά σπίτια, οι κατασκευαστικές πρακτικές και τα υλικά συχνά συμβάλλουν σε υψηλή κατανάλωση ενέργειας, αυξημένη παραγωγή απορριμμάτων και υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, από την άλλη πλευρά, ενσωματώνουν βιώσιμα υλικά και τεχνικές κατασκευής που συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στη δημιουργία πιο υγιεινών χώρων διαβίωσης.

Ένας από τους βασικούς τρόπους με τους οποίους τα αειφόρα υλικά και οι τεχνικές κατασκευής συμβάλλουν στην ενεργειακή απόδοση είναι μέσω της ενισχυμένης μόνωσης. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν μονωτικά υλικά με υψηλή θερμική αντίσταση, όπως κυτταρίνη, υαλοβάμβακα ή άκαμπτο αφρό, για να μειώσουν τη μεταφορά θερμότητας μέσω τοίχων, δαπέδων και στέγης. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, η αποτελεσματική μόνωση μπορεί να εξοικονομήσει τους ιδιοκτήτες σπιτιού έως και 20% στο κόστος θέρμανσης και ψύξης. Αντίθετα, τα παραδοσιακά σπίτια συχνά στερούνται κατάλληλης μόνωσης ή χρησιμοποιούν υλικά με χαμηλότερη θερμική αντίσταση, με αποτέλεσμα υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας για ρύθμιση της θερμοκρασίας.


Επιπλέον, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια δίνουν προτεραιότητα στη χρήση βιώσιμων οικοδομικών υλικών που έχουν μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Αυτά τα υλικά περιλαμβάνουν προϊόντα ανακυκλωμένου περιεχομένου, ξύλο βιώσιμης προέλευσης και φινιρίσματα χαμηλών εκπομπών. Για



παράδειγμα, η χρήση ανακυκλωμένου χάλυβα και σκυροδέματος μπορεί να μειώσει σημαντικά την ενεργοβόρα διαδικασία εξόρυξης και κατασκευής νέων υλικών. Σύμφωνα με το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ, η ενσωμάτωση βιώσιμων υλικών μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός κτιρίου έως και 50% σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής.

Οι αιεφόρες κατασκευαστικές τεχνικές συμβάλλουν επίσης στην ενεργειακή απόδοση σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Για παράδειγμα, η εφαρμογή της σωστής αλληλουχίας και συντονισμού κατασκευής μειώνει τα κατασκευαστικά απόβλητα, βελτιστοποιώντας τη χρήση υλικών. Με τη μείωση των απορριμμάτων, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τη διάθεση των απορριμμάτων και την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή νέων υλικών. Επιπλέον, οι τεχνικές βιώσιμης κατασκευής επικεντρώνονται στη σφράγιση αέρα και στη μείωση της θερμικής γεφύρωσης, η οποία βοηθά στην πρόληψη της διαρροής αέρα και της απώλειας θερμότητας, με αποτέλεσμα τη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια δίνουν επίσης προτεραιότητα στη χρήση ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων και θυρών. Αυτά τα παράθυρα και οι πόρτες ενσωματώνουν προηγμένες τεχνολογίες υαλοπινάκων, όπως διπλά ή τριπλά τζάμια με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής, για ελαχιστοποίηση της μεταφοράς θερμότητας και βελτίωση της μόνωσης. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, τα ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα μπορούν να μειώσουν την απώλεια ενέργειας κατά 25% έως 50% σε σύγκριση με τα παραδοσιακά παράθυρα. Αντίθετα, τα παραδοσιακά σπίτια έχουν συχνά παράθυρα με ένα τζάμι που παρέχουν κακή μόνωση, οδηγώντας σε υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.



Επιπλέον, τα αειφόρα υλικά και οι τεχνικές κατασκευής λαμβάνουν υπόψη την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων, η οποία επηρεάζει άμεσα την ευημερία και την παραγωγικότητα των ενοίκων. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν χρώματα, κόλλες και στεγανωτικά χαμηλής περιεκτικότητας σε VOC (πτητική οργανική ένωση), τα οποία βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα μειώνοντας τις εκπομπές επιβλαβών χημικών ουσιών. Παρέχοντας ένα πιο υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια συμβάλλουν στη συνολική ευημερία των ενοίκων, οδηγώντας σε αυξημένη άνεση και παραγωγικότητα.

Επιπροσθέτως, συμβάλλουν σημαντικά στην ενεργειακή απόδοση βελτιώνοντας τη μόνωση, χρησιμοποιώντας βιώσιμα δομικά υλικά, εφαρμόζοντας ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα και πόρτες, μειώνοντας τα κατασκευαστικά απόβλητα και βελτιώνοντας την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη έως και 20% και μπορούν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός κτιρίου έως και 50% σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σπίτια. Αγκαλιάζοντας βιώσιμα υλικά και κατασκευαστικές πρακτικές, μπορούμε να δημιουργήσουμε κτίρια που δεν είναι μόνο ενεργειακά αποδοτικά αλλά και περιβαλλοντικά υπεύθυνα και ευνοούν την ευημερία των ενοίκων.

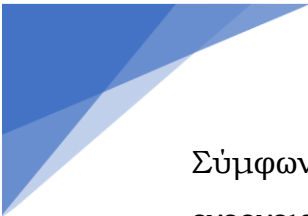
Τελικώς, τα αειφόρα υλικά και οι τεχνικές κατασκευής σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Τα αειφόρα υλικά είναι ανθεκτικά, ελκυστικά και περιβαλλοντικά υπεύθυνα, καθιστώντας τα βασικό στοιχείο κάθε κτιριακής προσπάθειας υψηλής απόδοσης. Οι τεχνικές βιώσιμης κατασκευής, όπως ο παθητικός ηλιακός σχεδιασμός και οι πράσινες στέγες, χρησιμοποιούν την ενέργεια του ήλιου για τη θέρμανση και την ψύξη ενός κτιρίου, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Οι

ιδιοκτήτες σπιτιού και οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας χρησιμοποιώντας βιώσιμα υλικά και τεχνικές κατασκευής και μειώνοντας την εξάρτησή τους από παραδοσιακά υλικά και τεχνικές οικοδομής.

5.7 Ενεργειακή Παρακολούθηση και Έλεγχοι

Οι τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου της ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου ενέργειας, όπως έξυπνοι θερμοστάτες και συστήματα διαχείρισης ενέργειας, χρησιμοποιούνται σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας. Οι έξυπνοι θερμοστάτες μπορούν να προσαρμόσουν αυτόματα τη θερμοκρασία σε ένα κτίριο με βάση την πληρότητα και τις καιρικές συνθήκες, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας (U.S. Department of Energy). Τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, οδηγώντας σε χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας.

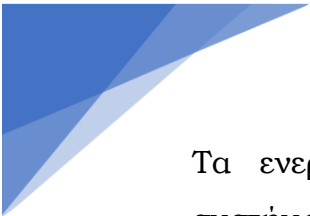
Εκτός από τη χρήση τεχνικών ενεργειακής παρακολούθησης και ελέγχου, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν επίσης ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και φωτισμό. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές μπορούν να εξοικονομήσουν τους ιδιοκτήτες σπιτιού έως και 30 τοις εκατό στους λογαριασμούς ενέργειας τους (U.S. Department of Energy). Ο ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός, όπως ο φωτισμός LED, καταναλώνει έως και 75 τοις εκατό λιγότερη ενέργεια από τον παραδοσιακό φωτισμό πυρακτώσεως (U.S. Department of Energy).



Σύμφωνα με έκθεση του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των εξαρτημάτων του κελύφους του κτιρίου μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Για παράδειγμα, η βελτίωση της μόνωσης των εξωτερικών τοίχων μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας έως και 30 τοις εκατό, ενώ η βελτίωση της μόνωσης των στεγών μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας έως και 25 τοις εκατό (International Energy Agency. (2019). Αυτοί οι αριθμοί δείχνουν ότι οι τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου ενέργειας, οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και ο φωτισμός και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των εξαρτημάτων του κελύφους του κτιρίου μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου της ενέργειας είναι κρίσιμα στοιχεία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Αυτές οι τεχνικές επιτρέπουν την παρακολούθηση, την ανάλυση και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, με αποτέλεσμα μειωμένη χρήση ενέργειας, χαμηλότερο λειτουργικό κόστος και ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

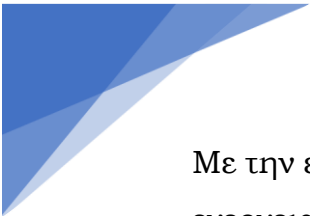
Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των τεχνικών παρακολούθησης και ελέγχου ενέργειας είναι η ικανότητά τους να παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες για τα πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια είναι εξοπλισμένα με προηγμένα συστήματα παρακολούθησης ενέργειας που παρακολουθούν τη χρήση ενέργειας για διάφορα συστήματα και συσκευές. Αυτά τα δεδομένα δίνουν τη δυνατότητα στους χειριστές κτιρίων να εντοπίζουν τομείς αναποτελεσματικότητας και να εφαρμόζουν διορθωτικά μέτρα. Αναλύοντας τα πρότυπα χρήσης ενέργειας, μπορούν να εντοπίσουν ευκαιρίες για βελτίωση και να εφαρμόσουν στρατηγικές για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας.



Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου που ενσωματώνονται με συστήματα παρακολούθησης ενέργειας. Αυτά τα χειριστήρια, όπως αισθητήρες πληρότητας, χρονόμετρα και έξυπνοι θερμοστάτες, επιτρέπουν την ακριβή ρύθμιση της χρήσης ενέργειας με βάση τα επίπεδα πληρότητας και δραστηριότητας. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες πληρότητας μπορούν να ανιχνεύσουν πότε ένα δωμάτιο δεν είναι κατειλημμένο και να σβήσουν αυτόματα τα φώτα και να προσαρμόσουν τις ρυθμίσεις HVAC, μειώνοντας έτσι τη σπατάλη ενέργειας. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, η χρήση αισθητήρων κατάληψης μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού έως και 30%.

Οι έξυπνοι θερμοστάτες είναι ένα άλλο παράδειγμα τεχνικών παρακολούθησης και ελέγχου ενέργειας σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Χρησιμοποιούν προηγμένους αλγόριθμους και αισθητήρες για να μάθουν μοτίβα πληρότητας, να προσαρμόσουν ανάλογα τις ρυθμίσεις θερμοκρασίας και να βελτιστοποιήσουν τη λειτουργία HVAC. Προσαρμόζοντας αυτόματα τη θερμοκρασία βάσει της πληρότητας και των εξωτερικών συνθηκών, οι έξυπνοι θερμοστάτες μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ, οι ιδιοκτήτες σπιτιού μπορούν να εξοικονομήσουν έως και 10% ετησίως στο κόστος θέρμανσης και ψύξης χρησιμοποιώντας προγραμματιζόμενους θερμοστάτες.

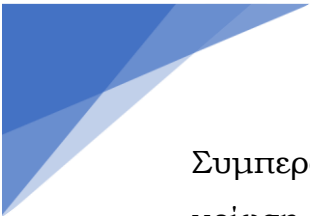
Αντίθετα, τα παραδοσιακά σπίτια συχνά στερούνται προηγμένα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου ενέργειας, που βασίζονται στη χειροκίνητη λειτουργία και την ξεπερασμένη τεχνολογία. Χωρίς παρακολούθηση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, καθίσταται δύσκολο να εντοπιστούν οι ενεργειακές ανεπάρκειες ή να παρακολουθηθούν με ακρίβεια τη χρήση ενέργειας. Ο χειροκίνητος έλεγχος των συστημάτων φωτισμού και HVAC συχνά οδηγεί σε σπατάλη ενέργειας λόγω ανθρώπινου λάθους ή λήθης.



Με την εφαρμογή τεχνικών ενεργειακής παρακολούθησης και ελέγχου, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να επιτύχουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σπίτια. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας κατά 20% ή περισσότερο σε σύγκριση με τα συμβατικά κτίρια. Ο ακριβής έλεγχος και η βελτιστοποίηση που παρέχονται από τις τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου ενέργειας συμβάλλουν σε αυτή τη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Επιπλέον, οι τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου ενέργειας επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση και μέτρηση της απόδοσης. Οι χειριστές κτιρίων μπορούν να παρακολουθούν και να αναλύουν συνεχώς τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας για να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και να εντοπίσουν τομείς για περαιτέρω βελτίωση. Αυτή η προσέγγιση βάσει δεδομένων διασφαλίζει ότι τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια παραμένουν βελτιστοποιημένα και συνεχίζουν να καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια με την πάροδο του χρόνου.

Με την παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, αυτοματοποιημένων ελέγχων και δυνατοτήτων βελτιστοποίησης, αυτές οι τεχνικές μειώνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας και βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση ενέργειας 20% ή περισσότερο σε σύγκριση με παραδοσιακά σπίτια που δεν διαθέτουν προηγμένα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου. Επενδύοντας σε τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου της ενέργειας, μπορούμε να δημιουργήσουμε κτίρια που όχι μόνο καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια αλλά και συμβάλλουν σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον.



Συμπερασματικά, οι ανωτέρω τεχνικές παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χρησιμοποιούν έξυπνους θερμοστάτες και συστήματα διαχείρισης ενέργειας για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας, οδηγώντας σε χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας. Οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και φωτισμός καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τις παραδοσιακές συσκευές και φωτισμό, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των εξαρτημάτων του κελύφους του κτιρίου μπορεί επίσης να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθιστώντας την μια αξιόλογη επένδυση τόσο για τους ιδιοκτήτες σπιτιού όσο και για τους ιδιοκτήτες κτιρίων.

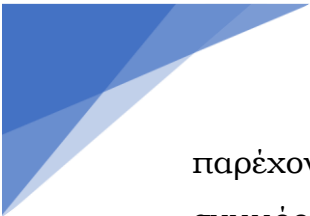
6. Στρατηγικές για την επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων

Η επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων είναι ένα κρίσιμο βήμα προς τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, τη μείωση του λειτουργικού κόστους και τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του δομημένου περιβάλλοντος. Οι στρατηγικές ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνουν μια σειρά προσεγγίσεων, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, της τεχνολογίας και των πρακτικών συμπεριφοράς, που λειτουργούν σε συνέργεια για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης. Αυτή η εισαγωγή θα παρέχει μια επισκόπηση των στρατηγικών που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, τονίζοντας τη σημασία του βιώσιμου σχεδιασμού, των αποδοτικών συστημάτων και συσκευών, της ενσωμάτωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της δέσμευσης των ενοίκων. Εφαρμόζοντας αυτές τις στρατηγικές, τα κτίρια μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας ενώ παράλληλα ενισχύουν την άνεση, την υγεία και τη βιωσιμότητα.

6.1 Οικοδομικοί κώδικες και πρότυπα

Οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Οι ενεργειακοί κώδικες και τα πρότυπα θέτουν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τις τεχνολογίες και το σχεδιασμό κτιρίων, διασφαλίζοντας μειώσεις στη χρήση ενέργειας και τις εκπομπές κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου (U.S. Department of Energy).

Το Γραφείο Τεχνολογιών Κτιρίων (BTO) υποστηρίζει την ανάπτυξη και εφαρμογή ενεργειακών κωδίκων κτιρίων κατοικιών και εμπορικών κτιρίων, συνεργαζόμενος με κυβερνητικούς και βιομηχανικούς φορείς και




παρέχοντας τεχνική βοήθεια για την ανάπτυξη, υιοθέτηση και συμμόρφωση κώδικα (U.S. Department of Energy). Το BTO στοχεύει να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και να βοηθήσει τα κράτη να επιτύχουν τη μέγιστη εξοικονόμηση μέσω της προώθησης των οικοδομικών κωδίκων.

Οι οικοδομικοί κώδικες είναι ένα από τα κύρια εργαλεία που έχουν οι πόλεις και τα κράτη για να θέσουν πρότυπα και απαιτήσεις σε σχέση με τη χρήση ενέργειας των κτιρίων (U.S. Department of Energy). Οι οικιστικές και εμπορικές κατασκευές μπορούν να μειώσουν τη χρήση ενέργειας και να συμμορφωθούν με τις κλιματικές πολιτικές, τηρώντας τους οικοδομικούς κώδικες. Οι οικοδομικοί κώδικες μπορούν να θέτουν μια σημαντική βάση για να διασφαλιστεί ότι τα κτίρια μειώνουν τη χρήση ενέργειας και είναι σε θέση να συμμορφώνονται με τις πολιτικές για το κλίμα (U.S. Department of Energy. (2017)).

Ο Διεθνής Κώδικας Εξοικονόμησης Ενέργειας (IECC) και το Πρότυπο 90.1 είναι παραδείγματα δημοσιευμένων κωδίκων που διασφαλίζουν αυξημένη εξοικονόμηση ενέργειας (U.S. Department of Energy). Το Πρόγραμμα Building Energy Codes αξιολογεί τις επιπτώσεις εξοικονόμησης των μοντέλων ενεργειακών κωδίκων, υπολογίζει την εξοικονόμηση ενέργειας, κόστους και άνθρακα, συντονίζεται με βασικούς ενδιαφερόμενους για τη βελτίωση των μοντέλων ενεργειακών κωδίκων και παρακολουθεί την κατάσταση της υιοθέτησης ενεργειακού κώδικα σε όλες τις Η.Π.Α. και παρέχει τεχνική βοήθεια στις πολιτείες (U.S. Department of Energy).

Σύμφωνα με έκθεση του Ινστιτούτου Μελετών Περιβάλλοντος και Ενέργειας, οι οικοδομικοί κώδικες καλύπτουν την ασφάλεια, την υγεία, την ανθεκτικότητα και την ενεργειακή απόδοση και είναι απαραίτητοι για τη διασφάλιση ότι τα κτίρια είναι ασφαλή, υγιή και ενεργειακά αποδοτικά (Environmental and Energy Study Institute). Οι οικοδομικοί κώδικες




μπορούν επίσης να συμβάλουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων, προωθώντας τη χρήση βιώσιμων υλικών και τεχνικών κατασκευής.

Οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Θεσπίζουν ελάχιστες απαιτήσεις για ενεργειακή απόδοση, σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία, διασφαλίζοντας ότι τα κτίρια πληρούν συγκεκριμένους στόχους ενεργειακής απόδοσης. Με την εφαρμογή και την επιβολή αυτών των κωδίκων και προτύπων, οι κυβερνήσεις, οι οργανισμοί και οι ενδιαφερόμενοι φορείς του κλάδου μπορούν να οδηγήσουν στην υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών πρακτικών και τεχνολογιών.

Οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα παρέχουν ένα ρυθμιστικό πλαίσιο που θέτει τη βάση για την ενεργειακή απόδοση στα κτίρια. Περιγράφουν τις απαιτήσεις για μόνωση, παράθυρα, συστήματα HVAC, φωτισμό και άλλα εξαρτήματα, διασφαλίζοντας ότι τα κτίρια σχεδιάζονται και κατασκευάζονται ώστε να ελαχιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας. Αυτοί οι κώδικες και τα πρότυπα λειτουργούν ως σημείο αναφοράς για αρχιτέκτονες, μηχανικούς, κατασκευαστές και άλλους επαγγελματίες που εμπλέκονται στην κατασκευαστική διαδικασία, καθοδηγώντας τους προς ενεργειακά αποδοτικές πρακτικές σχεδιασμού και κατασκευής.

Ένα ευρέως αναγνωρισμένο και με επιρροή σύνολο οικοδομικών κωδίκων και προτύπων είναι ο Διεθνής Κώδικας Εξοικονόμησης Ενέργειας (IECC). Το IECC είναι ένα πρότυπο κώδικα που αναπτύχθηκε από το Διεθνές Συμβούλιο Κώδικα (ICC) που χρησιμεύει ως βάση για κανονισμούς ενεργειακής απόδοσης σε πολλές χώρες. Το IECC παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για τη μόνωση κελύφους κτιρίων, την απόδοση του συστήματος HVAC, την απόδοση φωτισμού και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έχει υιοθετηθεί και προσαρμοστεί από διάφορες δικαιοδοσίες




παγκοσμίως για να ταιριάζει στο συγκεκριμένο κλίμα, τις κτιριακές πρακτικές και τους ενεργειακούς στόχους τους.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η πιστοποίηση Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), που αναπτύχθηκε από το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ (USGBC). Το LEED είναι ένα εθελοντικό σύστημα αξιολόγησης πράσινων κτιρίων που αναγνωρίζει την απόδοση βιωσιμότητας των κτιρίων σε διάφορες κατηγορίες, συμπεριλαμβανομένης της ενεργειακής απόδοσης. Το LEED θέτει αυστηρά κριτήρια για την ενεργειακή απόδοση, ενθαρρύνοντας τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αποδοτικού φωτισμού και συσκευών. Η απόκτηση πιστοποίησης LEED καταδεικνύει τη δέσμευση ενός κτιρίου για ενεργειακή απόδοση και περιβαλλοντική διαχείριση.

Εκτός από τους εθνικούς και διεθνείς κώδικες και πρότυπα, πολλές περιφέρειες και δήμοι έχουν αναπτύξει τους δικούς τους τοπικούς κώδικες και πρότυπα για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προκλήσεων και ευκαιριών ενεργειακής απόδοσης. Για παράδειγμα, ο Ενεργειακός Κώδικας Τίτλου 24 της Καλιφόρνια ορίζει απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για κτίρια στην πολιτεία. Περιλαμβάνει διατάξεις για την απόδοση του κελύφους των κτιρίων, την απόδοση του συστήματος HVAC, τους ελέγχους φωτισμού και τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτοί οι τοπικοί κώδικες και πρότυπα συχνά υπερβαίνουν τις εθνικές απαιτήσεις για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων περιφερειακών ανησυχιών, όπως ακραίες καιρικές συνθήκες ή τοπικές πηγές ενέργειας.

Ο αντίκτυπος των οικοδομικών κωδίκων και προτύπων στην ενεργειακή απόδοση είναι καλά τεκμηριωμένος. Μια μελέτη από το Αμερικανικό Συμβούλιο για μια Ενεργειακά Αποδοτική Οικονομία (ACEEE) διαπίστωσε ότι οι πολιτείες με πιο αυστηρούς κώδικες ενέργειας κτιρίων



σημείωσαν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια σε σύγκριση με πολιτείες με ασθενέστερους κωδικούς. Η μελέτη υπολόγισε ότι τα κτίρια που κατασκευάστηκαν στο πλαίσιο του IECC του 2012 ή του 2015 εξοικονόμησαν, κατά μέσο όρο, 29% έως 37% περισσότερη ενέργεια από εκείνα που κατασκευάστηκαν με λιγότερο αυστηρούς κώδικες. Αυτό καταδεικνύει την αποτελεσματικότητα των οικοδομικών κωδίκων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Επιπλέον, οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα παρέχουν μακροπρόθεσμα οφέλη πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας. Συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα και στη βελτιωμένη άνεση και ευημερία των επιβατών. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερους λογαριασμούς κοινής ωφελείας για τους ενοίκους, μειωμένη πίεση στην ενεργειακή υποδομή και αυξημένη ανθεκτικότητα στην αστάθεια των τιμών της ενέργειας.

Συνοψίζοντας, οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα καθορίζουν ελάχιστες απαιτήσεις για ενεργειακή απόδοση, σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία, οδηγώντας στην υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών πρακτικών και τεχνολογιών. Παραδείγματα όπως το IECC, η πιστοποίηση LEED και οι τοπικοί ενεργειακοί κώδικες καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα αυτών των ρυθμιστικών πλαισίων για την επίτευξη των στόχων ενεργειακής απόδοσης. Μέσω της εφαρμογής και επιβολής τους, οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη δημιουργία ενός βιώσιμου δομημένου περιβάλλοντος που μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, μετριάξει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ενοίκων του κτιρίου.


Οι οικοδομικοί κώδικες και τα πρότυπα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Οι οικοδομικοί

κώδικες θέτουν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τις τεχνολογίες και το σχεδιασμό κτιρίων, διασφαλίζοντας μειώσεις στη χρήση ενέργειας και τις εκπομπές κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου. Το Γραφείο Τεχνολογιών Κτιρίων υποστηρίζει την ανάπτυξη και εφαρμογή ενεργειακών κωδίκων οικιστικών και εμπορικών κτιρίων, ενώ το Πρόγραμμα Ενεργειακών Κωδίκων Κτιρίων αξιολογεί τις εξοικονομήσεις των μοντέλων ενεργειακών κωδίκων και παρακολουθεί την κατάσταση της υιοθέτησης ενεργειακού κώδικα σε όλους τους οικοδομικούς κώδικες των Η.Π.Α. είναι ασφαλή, υγιή και ενεργειακά αποδοτικά και μπορούν επίσης να συμβάλουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων.

6.2 Ενεργειακοί έλεγχοι - συγκριτική αξιολόγηση

Οι ενεργειακοί έλεγχοι και η συγκριτική αξιολόγηση είναι απαραίτητα εργαλεία για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Η ενεργειακή συγκριτική αξιολόγηση επιτρέπει στους ιδιοκτήτες κτιρίων να αναλύουν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου τους και να θέτουν νέους στόχους για βελτιωμένη απόδοση (U.S. Environmental Protection Agency). Ο ενεργειακός έλεγχος είναι η διαδικασία εντοπισμού περιοχών αναποτελεσματικότητας και σπατάλης, μαζί με πιθανές αιτίες, και καθορισμού βασικής κατανάλωσης (U.S. Department of Energy - Energy Audits).

Η συγκριτική αξιολόγηση ενέργειας είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί εάν ένα κτίριο χρησιμοποιεί περισσότερη ή λιγότερη ενέργεια από τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις του με παρόμοιες πληρότητες, κλίματα και μεγέθη (U.S. Environmental Protection Agency). Η συγκριτική αξιολόγηση γίνεται λαμβάνοντας τη συνολική κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου και διαιρώντας την με τη συνολική επιφάνεια του κτιρίου. Αυτός ο αριθμός αναφέρεται συχνά ως




Ένταση Χρήσης Ενέργειας ή EUI, η οποία στη συνέχεια συγκρίνεται με κτίρια του ίδιου τύπου χρήσης για να προσδιοριστεί πόσο αποτελεσματικά το κτίριο χρησιμοποιεί ενέργεια.

Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις είναι βασικές δραστηριότητες για τον εντοπισμό πιθανών ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και την παροχή των τεχνικών και οικονομικών πληροφοριών που χρειάζονται οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων για να αξιολογήσουν και να εγκρίνουν τις μετασκευές ενεργειακής απόδοσης (U.S. Department of Energy). Μόλις συλλεχθούν τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και του εξοπλισμού και τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και καθοριστεί μια βασική γραμμή, η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου μπορεί να συγκριθεί ή να συγκριθεί με παρόμοια κτίρια ή καθιερωμένους κανόνες με στόχο την παροχή ανάλυσης που μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της απόδοσης (U.S. Department of Energy - Building Energy Performance Assessment). Τα κτίρια που παρουσιάζουν χαμηλή απόδοση σε σύγκριση με παρόμοια κτίρια είναι καλοί υποψήφιοι για ενεργειακό έλεγχο και αναβαθμίσεις.

Η ενεργειακή συγκριτική αξιολόγηση και οι αξιολογήσεις μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό λειτουργικών αναποτελεσματικών και στη βελτίωση των αποτελεσμάτων μιας επιχείρησης (U.S. Department of Energy - Energy Benchmarking and Assessments). Η συγκριτική αξιολόγηση της ενέργειας είναι μια χρήσιμη στρατηγική για τη μείωση της χρήσης ενέργειας των κτιρίων, την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου και την αντιπαραβολή του με παρόμοια κτίρια (U.S. Department of Energy - Energy Benchmarking Guidance (2014)). Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις παρέχουν μια βαθύτερη ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης και της εξοικονόμησης ενέργειας ενός κτιρίου.

Σύμφωνα με μια μελέτη περίπτωσης που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Buildings*, η συγκριτική αξιολόγηση ενεργειακής απόδοσης μπορεί να

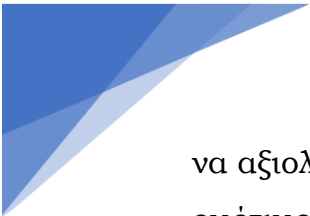


βοηθήσει στην εκτίμηση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Pérez-Lombard, L., Casas, M. (2018)). Η μελέτη βασίστηκε σε δεδομένα που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια ενεργειακών ελέγχων στο πλήρες σύνολο των κτιρίων ενός ιδρύματος τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, σε πολλές πανεπιστημιούπολεις. Ήρθε ως μια ευκαιρία να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από ένα συνεκτικό σύνολο κτιρίων ως εισροή σε μια διαδικασία συγκριτικής αξιολόγησης.

Οι ενεργειακοί έλεγχοι και η συγκριτική αξιολόγηση είναι απαραίτητα εργαλεία για την επιδίωξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, εντοπίζουν τομείς αναποτελεσματικότητας και ενημερώνουν στοχευμένες στρατηγικές για εξοικονόμηση ενέργειας. Διεξάγοντας ενεργειακούς ελέγχους και συγκριτική αξιολόγηση, οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές κτιρίων μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, τη μείωση του κόστους και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις είναι ολοκληρωμένες αξιολογήσεις της ενεργειακής χρήσης και της απόδοσης ενός κτιρίου. Περιλαμβάνουν μια λεπτομερή ανάλυση των συστημάτων που καταναλώνουν ενέργεια, όπως το HVAC, ο φωτισμός και οι συσκευές, καθώς και το περίβλημα του κτιρίου και τη συμπεριφορά των ενοίκων. Οι ενεργειακοί έλεγχοι περιλαμβάνουν συνήθως συλλογή δεδομένων, επιτόπιες επιθεωρήσεις και ανάλυση των προτύπων κατανάλωσης ενέργειας. Εξετάζοντας ολιστικά την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, οι ενεργειακοί έλεγχοι μπορούν να εντοπίσουν ευκαιρίες για βελτίωση και να δώσουν προτεραιότητα σε μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Η συγκριτική αξιολόγηση, από την άλλη πλευρά, περιλαμβάνει τη σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου με παρόμοια κτίρια ή βιομηχανικά πρότυπα. Επιτρέπει σε ιδιοκτήτες και διαχειριστές κτιρίων




να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου τους σε σχέση με τους ομότιμους, να παρακολουθούν την απόδοση με την πάροδο του χρόνου και να θέτουν ρεαλιστικούς στόχους μείωσης της ενέργειας. Η συγκριτική αξιολόγηση περιλαμβάνει συνήθως τη συλλογή και ανάλυση ενεργειακών δεδομένων, όπως λογαριασμών κοινής ωφελείας και χαρακτηριστικά κτιρίων, και τη χρήση εργαλείων ή πλατφορμών συγκριτικής αξιολόγησης για τη σύγκριση μετρήσεων απόδοσης.

Ο συνδυασμός ενεργειακών επιθεωρήσεων και συγκριτικής αξιολόγησης παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την επίτευξη ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις αποκαλύπτουν συγκεκριμένους τομείς ενεργειακής σπατάλης ή αναποτελεσματικότητας, ενώ η συγκριτική αξιολόγηση παρέχει το πλαίσιο συγκρίνοντας την απόδοση του κτιρίου με σχετικούς δείκτες αναφοράς ή πρότυπα. Μαζί, αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες και τους χειριστές κτιρίων να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων και να εφαρμόζουν στοχευμένες στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας.

Αρκετοί οργανισμοί και προγράμματα υποστηρίζουν ενεργειακούς ελέγχους και πρωτοβουλίες συγκριτικής αξιολόγησης. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι το πρόγραμμα ENERGY STAR της Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ. Το ENERGY STAR παρέχει οδηγίες, εργαλεία και πόρους για τη συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης σε εμπορικά κτίρια. Προσφέρει το ENERGY STAR Portfolio Manager, μια ευρέως χρησιμοποιούμενη διαδικτυακή πλατφόρμα που επιτρέπει σε ιδιοκτήτες και διαχειριστές κτιρίων να παρακολουθούν και να συγκρίνουν την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου τους και να τη συγκρίνουν με παρόμοια κτίρια σε ολόκληρη τη χώρα.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης Απόδοσης (IPMVP), που αναπτύχθηκε από τον Οργανισμό




Αποτίμησης Αποδόσεων (EVO). Το IPMVP παρέχει ένα τυποποιημένο πλαίσιο για τη μέτρηση και την επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας που προκύπτει από έργα ενεργειακής απόδοσης. Βοηθά στη διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των υπολογισμών εξοικονόμησης ενέργειας, επιτρέποντας τη συνεπή συγκριτική αξιολόγηση και αναφορά της ενεργειακής απόδοσης.

Η σημασία των ενεργειακών ελέγχων και της συγκριτικής αξιολόγησης για την επίτευξη ενεργειακής απόδοσης υποστηρίζεται από έρευνες και βιομηχανικές μελέτες. Σύμφωνα με μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο *Journal of Sustainable Development*, τα κτίρια που υποβάλλονται σε ενεργειακούς ελέγχους και διαδικασίες συγκριτικής αξιολόγησης μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση ενέργειας από 10% έως 30% ή περισσότερο. Η μελέτη τόνισε επίσης ότι η συγκριτική αξιολόγηση από μόνη της μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας από 2% έως 7% για τα κτίρια. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημαντική επίδραση που μπορούν να έχουν οι ενεργειακοί έλεγχοι και η συγκριτική αξιολόγηση στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην εξοικονόμηση κόστους.

Επιπλέον, οι ενεργειακοί έλεγχοι και η συγκριτική αξιολόγηση συμβάλλουν σε ευρύτερους στόχους βιωσιμότητας. Διευκολύνουν τον εντοπισμό ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας, τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος εσωτερικού χώρου. Με τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, τα κτίρια μπορούν να υποστηρίξουν την περιβαλλοντική διαχείριση και να βελτιώσουν την άνεση και την ευημερία των επιβατών.

Ως εκ τούτου, παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την ενεργειακή απόδοση, εντοπίζουν τομείς αναποτελεσματικότητας και ενημερώνουν στοχευμένες στρατηγικές για εξοικονόμηση ενέργειας. Πρωτοβουλίες όπως το ENERGY STAR και το IPMVP υποστηρίζουν και προωθούν αυτές τις πρακτικές, προσφέροντας τυποποιημένα πλαίσια και εργαλεία για



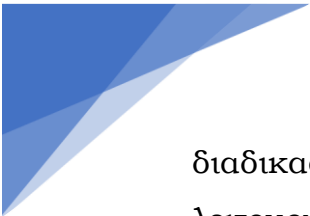
συγκριτική αξιολόγηση και μέτρηση. Η έρευνα δείχνει ότι οι ενεργειακοί έλεγχοι και η συγκριτική αξιολόγηση μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Υιοθετώντας αυτές τις πρακτικές, οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές κτιρίων μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανάλωση ενέργειας, να μειώσουν το κόστος και να συμβάλουν σε ένα πιο βιώσιμο δομημένο περιβάλλον.

Οι ενεργειακοί έλεγχοι και η συγκριτική αξιολόγηση είναι απαραίτητα εργαλεία για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες να αναλύουν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου τους και να θέτουν νέους στόχους για βελτιωμένη απόδοση, ενώ ο ενεργειακός έλεγχος είναι η διαδικασία εντοπισμού περιοχών αναποτελεσματικότητας και σπατάλης, μαζί με πιθανές αιτίες, και καθορισμού της βασικής κατανάλωσης. Η ενεργειακή συγκριτική αξιολόγηση και οι αξιολογήσεις μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό λειτουργικών αναποτελεσματικών και στη βελτίωση των αποτελεσμάτων μιας επιχείρησης. Η συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης μπορεί επίσης να βοηθήσει στην εκτίμηση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

6.3 Θέση σε λειτουργία κτιρίου

Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου είναι μια συστηματική διαδικασία διασφάλισης ότι ένα κτίριο και τα συστήματά του ανταποκρίνονται στις ανάγκες του ιδιοκτήτη του (U.S. General Services Administration - What is Commissioning?). Η θέση σε λειτουργία είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της επιτυχούς κατασκευής και λειτουργίας του σχεδιασμού του κτιρίου (U.S. Department of Energy - Building Commissioning).

Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου περιλαμβάνει συγκεκριμένες φάσεις και δραστηριότητες τόσο για νέες κατασκευές όσο και για υπάρχοντα κτίρια (U.S. Department of Energy - Building Commissioning Overview) . Η

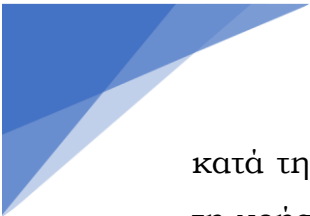


διαδικασία περιλαμβάνει πολλές σταδιακές δραστηριότητες, συνήθως λειτουργίες που βασίζονται σε ομάδες που έχουν ως αποτέλεσμα οφέλη και τεκμηρίωση ειδικά για το έργο. Οι κύριοι στόχοι της θέσης σε λειτουργία του κτιρίου είναι να συμπεριλάβει τις απαιτήσεις του έργου, να επαληθεύσει ότι οι απαιτήσεις περιλαμβάνονται στα έγγραφα σχεδιασμού και κατασκευής του έργου, να διευκολυνθεί η παράδοση κτιρίων και κατασκευαστικών έργων που πληρούν τις απαιτήσεις του έργου του ιδιοκτήτη και να αποφευχθούν ή να εξαλειφθούν προβλήματα με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. τρόπο μέσω προληπτικών τεχνικών ποιότητας (U.S. Department of Energy - Building Commissioning Overview).

Η διαδικασία θέσης σε λειτουργία του κτιρίου περιλαμβάνει όλα τα κτιριακά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση (U.S. Green Building Council - Commissioning).

Η θέση σε λειτουργία είναι μια διαδικασία που βασίζεται στη διασφάλιση ποιότητας που παρέχει προληπτικά και προγνωστικά σχέδια συντήρησης, προσαρμοσμένα εγχειρίδια λειτουργίας και εκπαίδευση Pacific Northwest National Laboratory. (2014). Η επιτυχής απόδοση ενός κτιρίου απαιτεί συντονισμένο, ολοκληρωμένο σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία όλων των κτιριακών συστημάτων και συγκροτημάτων. Ως εκ τούτου, η διαδικασία θέσης σε λειτουργία του κτιρίου περιλαμβάνει όλα τα κτιριακά συστήματα (U.S. Green Building Council - Commissioning).

Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου είναι μια ολιστική διαδικασία που εκτείνεται από τον προσχεδιαστικό σχεδιασμό έως την κατοχή και τη λειτουργία τουλάχιστον και θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει τη συνεχή θέση σε λειτουργία (U.S. Department of Energy - Building Commissioning Overview). Όταν ένα κτίριο τίθεται αρχικά σε λειτουργία, υφίσταται μια εντατική διαδικασία διασφάλισης ποιότητας που ξεκινά




κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και συνεχίζεται μέχρι την κατασκευή, τη χρήση και τη λειτουργία. Η θέση σε λειτουργία διασφαλίζει ότι το νέο κτίριο λειτουργεί αρχικά όπως ήθελε ο ιδιοκτήτης και ότι το προσωπικό του κτιρίου είναι έτοιμο να λειτουργήσει και να συντηρήσει τα συστήματα και τον εξοπλισμό του (U.S. Environmental Protection Agency).

Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου είναι ένα κρίσιμο βήμα για τη διασφάλιση ότι τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια λειτουργούν όπως προβλέπεται. Η θέση σε λειτουργία μπορεί να εντοπίσει και να διορθώσει προβλήματα με τα κτιριακά συστήματα που μπορεί να προκαλούν σπατάλη ενέργειας, διασφαλίζοντας ότι το κτίριο λειτουργεί με μέγιστη απόδοση (U.S. General Services Administration - What is Commissioning?). Η θέση σε λειτουργία μπορεί επίσης να διασφαλίσει ότι τα κτιριακά συστήματα εγκαθίστανται και συντηρούνται σωστά, μειώνοντας τον κίνδυνο αστοχίας του εξοπλισμού και δαπανηρών επισκευών.

Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη διασφάλιση της ενεργειακής απόδοσης και της βέλτιστης απόδοσης των κτιρίων. Είναι μια συστηματική διαδικασία που περιλαμβάνει την επαλήθευση και την τεκμηρίωση ότι τα συστήματα και τα εξαρτήματα του κτιρίου σχεδιάζονται, εγκαθίστανται, δοκιμάζονται, λειτουργούν και συντηρούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη και τα βιομηχανικά πρότυπα. Με την εφαρμογή της θέσης σε λειτουργία του κτιρίου, οι ιδιοκτήτες και οι χειριστές μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση, να βελτιώσουν την άνεση των επιβατών και να μειώσουν το κόστος συντήρησης και λειτουργίας.


Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου είναι μια ολοκληρωμένη διαδικασία που ξεκινά κατά τη φάση του σχεδιασμού και της κατασκευής και συνεχίζεται σε όλο τον κύκλο ζωής του κτιρίου. Περιλαμβάνει μια σειρά βημάτων,



συμπεριλαμβανομένων αναθεωρήσεων σχεδιασμού, επιθεωρήσεων συστημάτων, δοκιμών λειτουργικής απόδοσης και συνεχούς παρακολούθησης και επαλήθευσης. Ο πρωταρχικός στόχος της θέσης σε λειτουργία του κτιρίου είναι να διασφαλιστεί ότι όλα τα κτιριακά συστήματα, όπως το HVAC, ο φωτισμός και τα χειριστήρια, είναι σωστά εγκατεστημένα, βαθμονομημένα και βελτιστοποιημένα ώστε να παρέχουν βέλτιστη απόδοση.

Ένα από τα βασικά οφέλη της θέσης σε λειτουργία του κτιρίου είναι η ικανότητά του να εντοπίζει και να διορθώνει ελλείψεις σχεδιασμού και κατασκευής που μπορεί να επηρεάσουν την ενεργειακή απόδοση. Κατά τη διαδικασία θέσης σε λειτουργία, οι επαγγελματίες εξετάζουν τα έγγραφα σχεδιασμού και πραγματοποιούν επιτόπιες επιθεωρήσεις για να διασφαλίσουν ότι τα ενεργειακά αποδοτικά μέτρα, όπως η μόνωση, η επένδυση και ο εξοπλισμός HVAC, εφαρμόζονται σωστά. Αντιμετωπίζοντας έγκαιρα ελαττώματα ή ασυνέπειες σχεδιασμού, η θέση σε λειτουργία του κτιρίου συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και στην πρόληψη μελλοντικών προβλημάτων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε σπατάλη ενέργειας.

Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου περιλαμβάνει επίσης δοκιμές λειτουργικής απόδοσης, όπου τα συστήματα κτιρίων αξιολογούνται υπό διάφορες συνθήκες λειτουργίας. Αυτή η δοκιμή διασφαλίζει ότι τα συστήματα λειτουργούν όπως προβλέπεται, πληρούν τις προδιαγραφές σχεδιασμού και επιτυγχάνουν τους επιθυμητούς στόχους ενεργειακής απόδοσης. Για παράδειγμα, τα συστήματα HVAC υποβάλλονται σε δοκιμές για την επαλήθευση της σωστής ροής αέρα, του ελέγχου θερμοκρασίας και της εξισορρόπησης του συστήματος, διασφαλίζοντας αποτελεσματική λειτουργία και άνεση των επιβατών. Η δοκιμή λειτουργικής απόδοσης εντοπίζει και αντιμετωπίζει τυχόν λειτουργικά ζητήματα που μπορεί να εμποδίσουν την ενεργειακή απόδοση, όπως




ελαττωματικούς αισθητήρες, ακατάλληλο μέγεθος εξοπλισμού ή ανεπαρκή προγραμματισμό ελέγχων.

Η συνεχιζόμενη φάση παρακολούθησης και επαλήθευσης της θέσης σε λειτουργία του κτιρίου επιτρέπει τη μακροπρόθεσμη αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης. Αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, την ανάλυση δεδομένων απόδοσης του συστήματος και τη σύγκριση της πραγματικής χρήσης ενέργειας με προβλεπόμενες ή συγκριτικές τιμές. Η συνεχής παρακολούθηση βοηθά στον εντοπισμό αποκλίσεων από την αναμενόμενη ενεργειακή απόδοση, επιτρέποντας έγκαιρες προσαρμογές ή επισκευές για τη διατήρηση της βέλτιστης απόδοσης.

Αρκετοί οργανισμοί και προγράμματα υποστηρίζουν τις προσπάθειες ανάθεσης κτιρίων. Το Building Commissioning Association (BCA) είναι ένας διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός που προωθεί και υποστηρίζει επαγγελματίες και πρακτικές ανάθεσης κτιρίων. Το BCA παρέχει πόρους, κατευθυντήριες γραμμές και εκπαίδευση για να βελτιώσει τις γνώσεις και τις δεξιότητες των επαγγελματιών ανάθεσης κτιρίων.

Το LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), που αναπτύχθηκε από το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ (USGBC), περιλαμβάνει τη θέση σε λειτουργία του κτιρίου ως προϋπόθεση για την πιστοποίηση. Το LEED απαιτεί μια ολοκληρωμένη διαδικασία θέσης σε λειτουργία για την επαλήθευση και τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, διασφαλίζοντας ότι τα κτίρια πληρούν υψηλά πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και βιωσιμότητας.

Έρευνες και βιομηχανικές μελέτες υπογραμμίζουν τη σημασία και την αποτελεσματικότητα της θέσης σε λειτουργία του κτιρίου για την επίτευξη



ενεργειακής απόδοσης. Σύμφωνα με μελέτη που δημοσιεύτηκε στο Journal of Building Engineering, τα κτίρια που υποβλήθηκαν σε διαδικασίες θέσης σε λειτουργία παρουσίασαν εξοικονόμηση ενέργειας που κυμαίνεται από 5% έως 35%, με μέση εξοικονόμηση 13%. Η μελέτη τόνισε ότι η θέση σε λειτουργία όχι μόνο μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, αλλά βελτιώνει επίσης τη συνολική απόδοση του κτιρίου, την ικανοποίηση των ενοίκων και την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Συνοψίζοντας, διασφαλίζουν ότι τα κτιριακά συστήματα σχεδιάζονται, εγκαθίστανται και λειτουργούν ώστε να παρέχουν βέλτιστη απόδοση και ενεργειακή απόδοση. Με την αντιμετώπιση ελλείψεων σχεδιασμού και κατασκευής, τη διεξαγωγή δοκιμών λειτουργικής απόδοσης και την εφαρμογή συνεχούς παρακολούθησης και επαλήθευσης, η θέση σε λειτουργία του κτιρίου βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση, μειώνει το λειτουργικό κόστος και βελτιώνει την άνεση των επιβατών. Οργανισμοί όπως το BCA και προγράμματα όπως το LEED υποστηρίζουν και προωθούν την υιοθέτηση πρακτικών ανάθεσης κτιρίων. Η έρευνα καταδεικνύει τη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και τις γενικές βελτιώσεις στην απόδοση που προκύπτουν από τη θέση σε λειτουργία του κτιρίου.

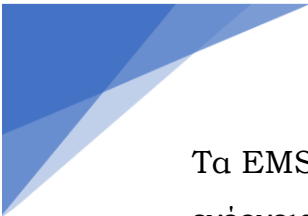
Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου είναι μια συστηματική διαδικασία διασφάλισης ότι ένα κτίριο και τα συστήματά του ανταποκρίνονται στις ανάγκες του ιδιοκτήτη του. Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου περιλαμβάνει συγκεκριμένες φάσεις και δραστηριότητες τόσο για νέες κατασκευές όσο και για υπάρχοντα κτίρια και περιλαμβάνει όλα τα κτιριακά συστήματα. Η θέση σε λειτουργία του κτιρίου είναι ένα κρίσιμο βήμα για τη διασφάλιση ότι τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια λειτουργούν όπως προβλέπεται, εντοπίζοντας και διορθώνοντας προβλήματα με τα κτιριακά συστήματα που μπορεί να προκαλούν σπατάλη ενέργειας και

διασφαλίζοντας ότι τα κτιριακά συστήματα εγκαθίστανται και συντηρούνται σωστά.

6.4 Συστήματα διαχείρισης ενέργειας

Τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας (EMS) είναι συστήματα με τη βοήθεια υπολογιστή σχεδιασμένα για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε επιχειρήσεις, δημόσιους και κυβερνητικούς οργανισμούς, σπίτια και μικροδίκτυα. Energy Management Systems) (International Energy Agency. (2019)). Ο κύριος στόχος αυτών των συστημάτων είναι η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, γεγονός που εξοικονομεί χρήματα στην επιχείρηση (U.S. Department of Energy. (n.d.)).


Το EMS είναι ένα σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης συσκευών που καταναλώνουν ενέργεια, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει εξοπλισμό θέρμανσης και ψύξης, ανεμιστήρες, αντλίες, αποσβεστήρες και φωτισμό (U.S. Environmental Protection Agency - Energy Management Systems). Τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του ψυκτικού εξοπλισμού, των βιομηχανικών διεργασιών ή άλλων συστημάτων. Τα EMS μπορούν να αναφέρουν τη χρήση ενέργειας από συγκεκριμένα κομμάτια εξοπλισμού για την επίτευξη ενεργειακής απόδοσης μέσω βελτιστοποίησης. Τα νεότερα συστήματα διαχείρισης ενέργειας που βασίζονται στο cloud επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχο του HVAC και άλλου εξοπλισμού που καταναλώνει ενέργεια και συλλέγουν λεπτομερή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την ατομική κατανάλωση ενέργειας (U.S. Environmental Protection Agency - Energy Management Systems).



Τα EMS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε υπάρχοντα κτίρια και νέα κατασκευαστικά έργα. Στα υπάρχοντα κτίρια, τα EMS μπορούν να εντοπίσουν και να διορθώσουν προβλήματα με τα κτιριακά συστήματα που μπορεί να προκαλούν σπατάλη ενέργειας, διασφαλίζοντας ότι το κτίριο λειτουργεί με μέγιστη απόδοση (U.S. Environmental Protection Agency - Energy Management Systems). Σε νέα κατασκευαστικά έργα, τα EMS μπορούν να ενσωματωθούν στον σχεδιασμό του κτιρίου για να διασφαλιστεί ότι το κτίριο έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί ώστε να είναι ενεργειακά αποδοτικό από την αρχή.

Τα EMS μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε μικροδίκτυα. Ένα κατάλληλο σύστημα διαχείρισης είναι απαραίτητο για τη διαχείριση της ροής ενέργειας των μονάδων παραγωγής, το οποίο μπορεί να επιτευχθεί με έξυπνες και βέλτιστες στρατηγικές ελέγχου, όπως ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας EMS. Το EMS μπορεί να βελτιστοποιήσει την κατανάλωση ενέργειας με βάση ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, και να διαχειριστεί την κατανομή του φορτίου μεταξύ των πηγών παραγωγής, την αποθήκευση και την αλληλεπίδραση με το δίκτυο εάν είναι απαραίτητο (Silva, V., Martins, A., & Gomes, Á. (2018)).


Τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας (EMS) είναι καθοριστικά για την επίτευξη και τη διατήρηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Το EMS είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που περιλαμβάνει την παρακολούθηση, την ανάλυση, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας μέσα σε ένα κτίριο. Εφαρμόζοντας ένα EMS, οι ιδιοκτήτες και οι χειριστές κτιρίων μπορούν να αποκτήσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τα πρότυπα χρήσης ενέργειας, να εντοπίσουν περιοχές με απόβλητα και να εφαρμόσουν στρατηγικές για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.



Τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας περιλαμβάνουν μια σειρά από τεχνολογίες, εφαρμογές λογισμικού και συσκευές παρακολούθησης που επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων που σχετίζονται με την ενέργεια. Αυτά τα συστήματα ενσωματώνονται με συστήματα αυτοματισμού κτιρίων, μετρητές κοινής ωφέλειας και αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, την απόδοση του εξοπλισμού και τη συμπεριφορά των επιβατών. Στη συνέχεια, τα δεδομένα που συλλέγονται υποβάλλονται σε επεξεργασία, αναλύονται και παρουσιάζονται στα ενδιαφερόμενα μέρη με φιλικό προς τον χρήστη τρόπο, επιτρέποντας τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και στοχευμένες στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας.

Ένα από τα βασικά οφέλη των συστημάτων διαχείρισης ενέργειας είναι η ικανότητά τους να παρέχουν ορατότητα σε πραγματικό χρόνο στη χρήση ενέργειας. Με τη συνεχή παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, οι χειριστές των κτιρίων μπορούν να εντοπίσουν διαδικασίες έντασης ενέργειας, δυσλειτουργίες εξοπλισμού ή προγραμματίζοντας συγκρούσεις που συμβάλλουν στη σπατάλη. Τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο επιτρέπουν άμεσες διορθωτικές ενέργειες, όπως προσαρμογή των σημείων ρύθμισης θερμοκρασίας, βελτιστοποίηση χρονοδιαγραμμάτων εξοπλισμού ή προσδιορισμό των αναγκών συντήρησης εξοπλισμού, βελτιώνοντας έτσι την ενεργειακή απόδοση.

Τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας διευκολύνουν επίσης τον εντοπισμό ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της ανάλυσης δεδομένων. Παρακολουθώντας και αναλύοντας τα πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας, τις περιόδους αιχμής ζήτησης και την απόδοση του εξοπλισμού, οι φορείς εκμετάλλευσης κτιρίων μπορούν να εντοπίσουν περιοχές όπου μπορούν να εφαρμοστούν μέτρα ενεργειακής απόδοσης. Για παράδειγμα, αναλύοντας δεδομένα HVAC, ένα EMS μπορεί να προσδιορίσει ότι συγκεκριμένες περιοχές του κτιρίου υπερψύχονται ή υπερθερμαίνονται




συνεχώς, οδηγώντας σε σπατάλη ενέργειας. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να ενημερώσουν στρατηγικές όπως έλεγχοι ζώνης, μειώσεις θερμοκρασίας ή αναβαθμίσεις εξοπλισμού για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης.

Αρκετοί οργανισμοί και προγράμματα προωθούν την υιοθέτηση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας στα κτίρια. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) ανέπτυξε το πρότυπο ISO 50001 για συστήματα διαχείρισης ενέργειας. Το ISO 50001 παρέχει ένα πλαίσιο για τους οργανισμούς να δημιουργήσουν, να εφαρμόσουν, να διατηρήσουν και να βελτιώσουν ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας. Τονίζει τη σημασία της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων, των δεικτών ενεργειακής απόδοσης και της συνεχούς βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Μια άλλη αξιοσημείωτη πρωτοβουλία είναι η Πρωτοβουλία Καλύτερων Κτιρίων του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ. Η πρωτοβουλία Better Buildings ενθαρρύνει τους ιδιοκτήτες και τους διαχειριστές κτιρίων να εφαρμόζουν ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και να μοιράζονται τις βέλτιστες πρακτικές. Παρέχει πόρους, μελέτες περιπτώσεων και τεχνική βοήθεια για την υποστήριξη της υιοθέτησης πρακτικών και τεχνολογιών διαχείρισης ενέργειας.

Η έρευνα και οι μελέτες περιπτώσεων καταδεικνύουν τον αντίκτυπο των συστημάτων διαχείρισης ενέργειας στην ενεργειακή απόδοση. Μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Energy and Buildings* διαπίστωσε ότι η εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας σε ένα εμπορικό κτίριο είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας από 10% έως 30%. Μια άλλη μελέτη που δημοσιεύτηκε στο *Journal of Green Building* έδειξε ότι τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας σε κτίρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης οδήγησαν σε μέση εξοικονόμηση ενέργειας 14%.



Συνεπώς επιτρέπουν την παρακολούθηση, την ανάλυση και τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και στοχευμένες στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας. Πρωτοβουλίες όπως το ISO 50001 και το Better Buildings Initiative προωθούν την υιοθέτηση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας και παρέχουν πόρους για την υποστήριξη της εφαρμογής. Η έρευνα επιβεβαιώνει τη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας. Με την εφαρμογή ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές κτιρίων μπορούν να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή απόδοση, να μειώσουν το κόστος και να συμβάλουν σε ένα πιο βιώσιμο δομημένο περιβάλλον.


Συμπερασματικά, τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας είναι συστήματα με τη βοήθεια υπολογιστή σχεδιασμένα για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε επιχειρήσεις, δημόσιους και κυβερνητικούς οργανισμούς, κατοικίες και μικροδίκτυα. Τα EMS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε υπάρχοντα κτίρια και νέα κατασκευαστικά έργα, διασφαλίζοντας ότι το κτίριο λειτουργεί με μέγιστη απόδοση. Τα EMS μπορούν επίσης να βελτιστοποιήσουν την κατανάλωση ενέργειας με βάση τις ανανεώσιμες πηγές και να διαχειριστούν τον επιμερισμό του φορτίου μεταξύ των πηγών παραγωγής, την αποθήκευση και την αλληλεπίδραση με το δίκτυο, εάν είναι απαραίτητο.

6.5 Ανθρώπινη συμπεριφορά

Η ανθρώπινη συμπεριφορά παίζει καθοριστικό ρόλο στα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια και είναι τουλάχιστον εξίσου σημαντική με τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός κτιρίου για να επηρεάσει τη χρήση ενέργειας (Stern, P. C. (2000)). Η συμπεριφορά των χρηστών του κτιρίου μπορεί να αυξήσει την απόδοση της ενέργειας που χρησιμοποιείται στο κτίριο και έχουν δοκιμαστεί διαφορετικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος.

Η βιβλιογραφία δείχνει ότι η συμπεριφορά των χρηστών του κτιρίου μπορεί να αυξήσει την απόδοση της ενέργειας που χρησιμοποιείται στο κτίριο και έχουν δοκιμαστεί διαφορετικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος. Ο αντίκτυπος και η αξιολόγηση της συμπεριφοράς των χρηστών στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου έχουν μελετηθεί και έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς των ενοίκων του κτιρίου. Η διαδικασία λήψης αποφάσεων και η επιρροή της στην ενεργειακή συμπεριφορά έχουν επίσης μελετηθεί, συμπεριλαμβανομένων των αποφάσεων που βασίζονται στη χρησιμότητα και της οικονομίας της συμπεριφοράς, της υιοθέτησης τεχνολογίας και των αποφάσεων. (Hong, T., & Lin, L. (2015))

Οι αντιλήψεις των χρηστών για την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ενεργειακή συμπεριφορά. Μια μελέτη περίπτωσης που διεξήχθη στο Πανεπιστήμιο του Σέφιλντ διαπίστωσε ότι λίγες εργασίες έχουν διερευνήσει την κατανόηση της χρήσης ενέργειας από τους ενοίκους σε κτίρια πανεπιστημίου και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης του Ηνωμένου Βασιλείου, παρά τις μεγάλες δυνατότητες μείωσης. Η μελέτη διαπίστωσε ότι οι αντιλήψεις των χρηστών για την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια μπορούν να επηρεαστούν από



διάφορους παράγοντες, όπως ο σχεδιασμός του κτιρίου, η γνώση του χρήστη για την κατανάλωση ενέργειας και το κίνητρο του χρήστη για εξοικονόμηση ενέργειας (Chikuni, E., Steadman, P., & Soo, M. (2019)).

Η υιοθέτηση τεχνικών ενεργειακής απόδοσης κατά την κατασκευή και λειτουργία κτιρίων θα διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη δημιουργία βιώσιμων πόλεων στο μέλλον. Η ενεργειακή απόδοση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το στάδιο του σχεδιασμού, την επιλογή των υλικών κατασκευής, τη διαδικασία κατασκευής και τη λειτουργία του κτιρίου (Shen, L., Zhang, Y., Zhang, X., & Zhao, X. (2021)). Η υιοθέτηση παθητικών σχεδίων ηλιακής ενέργειας και η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων HVAC είναι μερικοί από τους τρόπους βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια (Gosselin, L., & Fazio, P. (2017)). Ωστόσο, ο ανθρώπινος παράγοντας είναι επίσης ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της απόδοσης των ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων όπως προβλέπεται.

Συμπερασματικά, η ανθρώπινη συμπεριφορά διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια και είναι τουλάχιστον εξίσου σημαντική με τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός κτιρίου για τον επηρεασμό της χρήσης ενέργειας. Η συμπεριφορά των χρηστών του κτιρίου μπορεί να αυξήσει την απόδοση της ενέργειας που χρησιμοποιείται στο κτίριο και έχουν δοκιμαστεί διαφορετικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος. Οι αντιλήψεις των χρηστών για την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ενεργειακή συμπεριφορά. Η υιοθέτηση τεχνικών ενεργειακής απόδοσης κατά την κατασκευή και τη λειτουργία κτιρίων είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της απόδοσης των ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων όπως προβλέπεται.

7. Ενεργειακά σπίτια

7.1 Παθητικό σπίτι

Κτίριο σχεδόν μηδενικών εκπομπών (NZEB) σημαίνει ένα κτίριο που έχει πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, ενώ η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να καλύπτεται σε πολύ σημαντικό βαθμό από ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, συμπεριλαμβανομένης της παραγόμενης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές επί τόπου ή κοντά.

Η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων απαιτεί ότι οι χώρες της ΕΕ έπρεπε να διασφαλίσουν ότι όλα τα νέα κτίρια θα είχαν σχεδόν μηδενική ενέργεια μέχρι το τέλος του 2020, ενώ όλα τα νέα δημόσια κτίρια έπρεπε να είναι σχεδόν μηδενικής ενέργειας μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2018.

Ένα κτίριο μηδενικών εκπομπών ορίζεται ως ένα κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, με την πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που εξακολουθεί να απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές και χωρίς επιτόπιες εκπομπές άνθρακα από ορυκτά καύσιμα.

Το παθητικό σπίτι, η αλλιώς Passive House, είναι ένα πρότυπο που κυκλοφόρησε αρχικά το 1988 που είναι πραγματικά ενεργειακά αποδοτικό, άνετο, προσιτό και οικολογικό ταυτόχρονα. Καθιέρωσε απαιτήσεις απόδοσης που αφορούν τα τεχνικά και θερμοφυσικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, προκειμένου να επιτευχθεί συνολική ενεργειακή απόδοση που εξασφαλίζει σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας και υψηλά επίπεδα άνεσης σε εσωτερικούς χώρους. Το Passive House δεν είναι ένα brand name, αλλά μια κατασκευαστική ιδέα που μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε τύπο κτιρίου. Ωστόσο, ένα Παθητικό Σπίτι είναι κάτι περισσότερο από ένα κτήριο χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας.

Τα κτίρια Passive House επιτρέπουν εξοικονόμηση ενέργειας που σχετίζεται με τη θέρμανση και την ψύξη έως και 90% σε σύγκριση με το τυπικό απόθεμα κτιρίων και πάνω από 75% σε σύγκριση με τις μέσες νέες κατασκευές. Όσον αφορά το πετρέλαιο θέρμανσης, τα κτίρια Passive House χρησιμοποιούν λιγότερο από 1,5 λίτρο ανά τετραγωνικό μέτρο ζωτικού χώρου ετησίως – πολύ λιγότερο από τα τυπικά κτίρια χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Παρόμοια εξοικονόμηση ενέργειας έχει αποδειχθεί σε θερμά κλίματα όπου τα κτίρια απαιτούν περισσότερη ενέργεια για ψύξη παρά για θέρμανση.

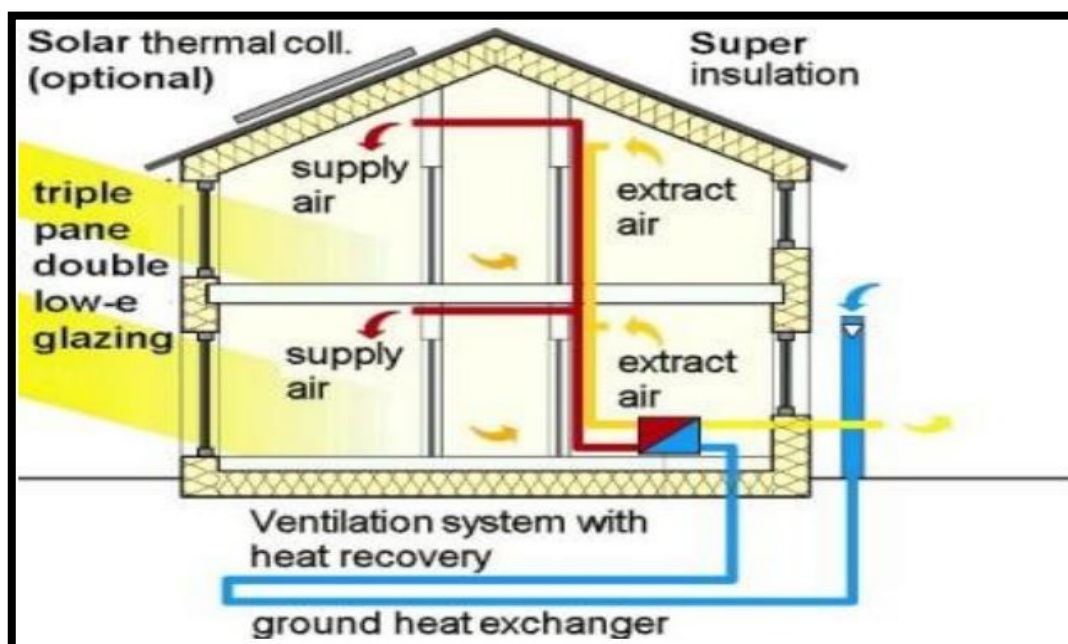
Τα κτίρια «Passive House» επαινούνται επίσης για το υψηλό επίπεδο άνεσης τους. Χρησιμοποιούν:

- **Πηγές ενέργειας μέσα στο κτίριο**, όπως τη θερμότητα του σώματος από τους κατοίκους ή την ηλιακή θερμότητα που εισέρχεται στο κτίριο – καθιστώντας τη θέρμανση πολύ πιο εύκολη.
- **Κατάλληλα παράθυρα με καλή μόνωση** και κέλυφος κτιρίου που αποτελείται από καλή μόνωση εξωτερικών τοίχων, οροφής και πλάκας δαπέδου διατηρούν τη θερμότητα κατά τη διάρκεια του χειμώνα στο σπίτι - και την κρατούν έξω κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- **Ένα σύστημα εξαερισμού παρέχει σταθερά φρέσκο αέρα** για ανώτερη ποιότητα αέρα χωρίς να προκαλεί δυσάρεστα ρεύματα. Αυτό είναι π.χ. εγγύηση για χαμηλά επίπεδα ραδονίου και βελτιώνει τις συνθήκες υγείας. Μια εξαιρετικά αποδοτική μονάδα ανάκτησης θερμότητας επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση της θερμότητας που περιέχεται στον αέρα εξαγωγής.

7.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά Παθητικού κτηρίου

Τα βασικά χαρακτηριστικά του Παθητικού κτηρίου είναι:


- Χρησιμοποιώντας συνεχή υπερμόνωση σε όλο το περίβλημα της κατασκευής χωρίς καμία θερμογέφυρα.
- Διασφάλιση ότι το περίβλημα του κτιρίου είναι εξαιρετικά αεροστεγές ώστε να διατηρείται χαμηλή διείσδυση και διήθηση.
- Χρησιμοποιώντας παράθυρα υψηλής απόδοσης, όπως παράθυρα τριών υαλοπινάκων.
- Χρήση συστήματος εξαερισμού με ανάκτηση θερμότητας και εναλλαγή θερμότητας.
- Απόκτηση ηλιακής ενέργειας μέσω εγκαταστάσεων όπως θερμικοί συλλέκτες.



7.1.2 Πλεονεκτήματα

Το Παθητικό Σπίτι τα έχει όλα:

- **Άνεση:** Το Passive House Standard προσφέρει ένα νέο επίπεδο ποιότητας συνδυάζοντας ένα μέγιστο επίπεδο άνεσης τόσο κατά τους κρύους όσο και τους ζεστούς μήνες με λογικό κόστος κατασκευής.
- **Ποιότητα:** Τα κτίρια Passive House επαινούνται για την αποτελεσματικότητά τους λόγω του υψηλού επιπέδου μόνωσης και του αεροστεγούς σχεδιασμού τους. Μια άλλη σημαντική αρχή είναι ο «σχεδιασμός χωρίς θερμογέφυρα»: η μόνωση εφαρμόζεται χωρίς «αδύναμα σημεία» σε όλο το κτίριο ώστε να εξαλειφθούν οι ψυχρές γωνίες καθώς και οι υπερβολικές απώλειες θερμότητας. Αυτή η μέθοδος είναι μια άλλη βασική αρχή που διασφαλίζει υψηλό επίπεδο ποιότητας και άνεσης στα κτίρια Passive House, ενώ παράλληλα αποτρέπει τις ζημιές λόγω συσσώρευσης υγρασίας.
- **Οικολογία:** Τα κτίρια Passive House είναι εξ ορισμού φιλικά προς το περιβάλλον. Χρησιμοποιούν εξαιρετικά λίγη πρωτογενή ενέργεια, αφήνοντας επαρκείς ενεργειακούς πόρους για όλες τις μελλοντικές γενιές χωρίς να προκαλούν περιβαλλοντική ζημιά. Η πρόσθετη ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή τους (ενσωματωμένη ενέργεια) είναι μάλλον ασήμαντη σε σύγκριση με την ενέργεια που εξοικονομούν αργότερα. Το πρότυπο Passive House παρέχει αυτό το επίπεδο βιωσιμότητας για όποιον επιθυμεί να κατασκευάσει μια νέα κατασκευή ή να ανακαινίσει μια παλαιότερη σε προσιτή τιμή.
- **Προσιτότητα:** Τα κτίρια Passive House όχι μόνο εξοικονομούν χρήματα μακροπρόθεσμα, αλλά είναι εκπληκτικά προσιτά στην αρχή. Η επένδυση σε δομικά στοιχεία υψηλότερης ποιότητας που



απαιτούνται από το πρότυπο Passive House μετριάζεται με την εξάλειψη των ακριβών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Η πρόσθετη οικονομική υποστήριξη που διατίθεται όλο και περισσότερο σε πολλές χώρες καθιστά την κατασκευή ενός Παθητικού Σώματος ακόμη πιο εφικτή.

- **Αποτελέσματα μετρήσεων:** Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε 114 διαμερίσματα Passive House που ήταν μέρος του έργου CERHEUS έδειξαν μέση εξοικονόμηση περίπου 90%; Έκτοτε, πολλά πραγματοποιημένα παθητικά σπίτια έχουν παρακολουθηθεί με πειστικά αποτελέσματα.
- **Ευκολία πραγματοποιησιμότητας:** Οποιοσδήποτε ικανός αρχιτέκτονας μπορεί να σχεδιάσει ένα Παθητικό Σπίτι. Συνδυάζοντας επιμέρους μέτρα, κάθε νέο κτίριο οπουδήποτε στον κόσμο μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να φθάνει το Πρότυπο Παθητικής Κατοικίας. Το ευέλικτο Standard Passive House χρησιμοποιείται επίσης όλο και περισσότερο για μη οικιστικά κτίρια, όπως διοικητικά κτίρια και σχολεία. Η εκπαίδευση για το σχεδιασμό παθητικών κτιρίων σπιτιών είναι διαθέσιμη σε παγκόσμιο επίπεδο με πολλούς διαφορετικούς επαγγελματίες εκπαιδευτές.
- **Μετασκευές:** Το Passive House Standard μπορεί επίσης να επιτευχθεί σε μετασκευές χρησιμοποιώντας εξαρτήματα Passive House.

7.2 Κτίριο Καθαρής Μηδενικής Ενέργειας

Ένα κτίριο καθαρής μηδενικής ενέργειας ή Net Zero Energy Buildings (NZEB) μπορεί να οριστεί με πολλούς τρόπους. Τέσσερις ευρέως χρησιμοποιούμενοι ορισμοί είναι η καθαρή μηδενική ενέργεια τοποθεσίας, η καθαρή μηδενική ενέργεια πηγής, το καθαρό μηδενικό κόστος ενέργειας και οι καθαρές μηδενικές εκπομπές ενέργειας.

Ο ορισμός που αναφέρεται γενικά είναι η καθαρή μηδενική ενέργεια τοποθεσίας, που σημαίνει ότι το κτίριο παράγει τουλάχιστον τόση ανανεώσιμη ενέργεια όση χρησιμοποιεί ετησίως. Θεωρητικά, η μηδενική συνολική ενέργεια που χρησιμοποιείται από το σύστημα θέρμανσης, το σύστημα ζεστού νερού, τον φωτισμό και όλα τα φωτιστικά μπορεί να καλυφθεί 100% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που παράγεται επί τόπου. Τότε δεν απαιτείται επιπλέον ενέργεια από τον βαθμό χρησιμότητας. Ένα τέτοιο κτίριο δίνει έμφαση στην ενεργειακή απόδοση και στην προστασία του περιβάλλοντος και γίνεται το πρότυπο και ο στόχος για έναν αυξανόμενο αριθμό νέων κτιρίων. Τα πρότυπα NZEB μπορούν να εφαρμοστούν κατά την αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων.

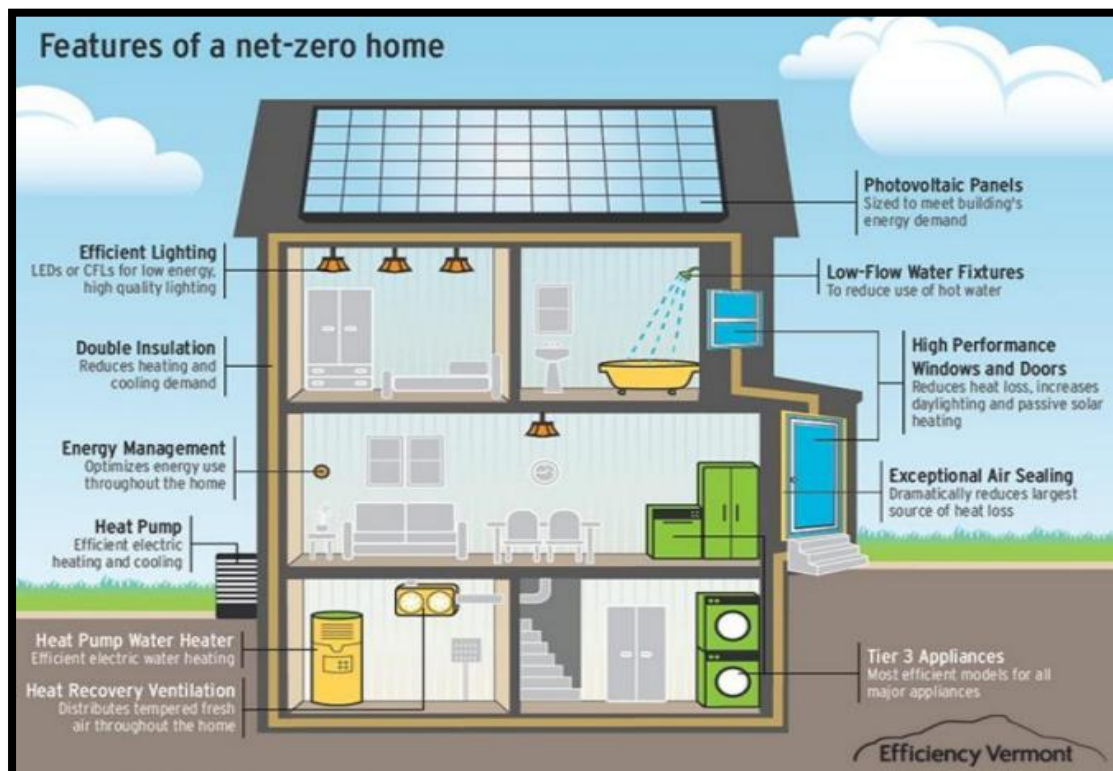
7.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά ενός NZEB

Τα χαρακτηριστικά ενός NZEB είναι:

- **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:** ανάλογα με την τοποθεσία, την τοποθεσία και το κόστος, η χρήση, για παράδειγμα, ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ενέργειας προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου.
- **Αποτελεσματικά κελύφη κτιρίων:** χρήση μόνωσης υψηλής απόδοσης στους τοίχους και εγκατάσταση

παραθύρων και πόρτες υψηλής απόδοσης για μείωση της απώλειας θερμότητας.


- **Αποτελεσματικό σύστημα θέρμανσης και ψύξης νερού:** χρήση μια αποτελεσματικής αντλίας θερμότητας και ενός θερμοσίφωνα με αντλία θερμότητας για να μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- **Αποδοτικές συσκευές:** χρήση πιο ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού και τις κύριων συσκευών για να μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- **Αερισμός με ανάκτηση θερμότητας.**
- **Στεγανοποίηση αέρα.**
- **Διαχείριση Ενέργειας** μέσω παρακολούθησης του κτιρίου για τροποποίηση εξαρτημάτων και βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.



7.2.2 Πλεονεκτήματα

Τα κτίρια μηδενικής καθαρής ενέργειας προσφέρουν μια ελκυστική επένδυση για κάθε επιχείρηση που θέλει να επωφεληθεί από φορολογικές εκπτώσεις και κίνητρα. Τι γίνεται όμως με τα οφέλη; Η απάντηση είναι απλή - αυτά τα μελλοντικά κτίρια απαιτούν λιγότερο χρόνο, χρήματα και πόρους για να λειτουργήσουν από τα παραδοσιακά κτίρια. Μερικά από τα κύρια πλεονεκτήματα του κτιρίου Net Zero Energy είναι τα εξής.

- **Πολύ οικονομικό:** Θεωρούμενα το επόμενο επίπεδο των έξυπνων κατοικιών, τα κτίρια καθαρής μηδενικής ενέργειας παρέχουν πολλά πλεονεκτήματα στους ιδιοκτήτες τους. Αυτά τα κτίρια παράγουν καθαρή ενέργεια και μπορεί να είναι φθηνότερα μακροπρόθεσμα από τα παραδοσιακά κτίρια. Επιπλέον, συνήθως χρειάζονται λιγότερη συντήρηση και δεν καταναλώνουν τόσο πολύ ρεύμα.
- **Η αξιοπιστία:** Η αξιοπιστία ενός κτιρίου καθαρής ενέργειας μηδενικής ενέργειας είναι καλύτερη από το μέσο κτήριο. Δεν χρειάζεται να υπάρχει ανησυχία για διακοπές ρεύματος, υπερτάσεις ρεύματος και διακοπές ρεύματος, επειδή τα κτίρια είναι εξοπλισμένα με γεννήτριες που λειτουργούν με κυψέλες καυσίμου. Οι γεννήτριες μπορούν να ενεργοποιηθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και θα απενεργοποιηθούν αυτόματα όταν επιστρέψει το ρεύμα.
- **Φιλικό προς το περιβάλλον:** Το κτίριο μηδενικής ενέργειας είναι περιβαλλοντικά ορθό και βιώσιμο. Τέτοια κτίρια μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, το κτίριο καθαρής ενέργειας μηδενικής ενέργειας βασίζεται σε τεχνολογίες που του επιτρέπουν να είναι πιο αποδοτικό με τους πόρους του από ένα τυπικό κτίριο. Αυτό σημαίνει ότι το κτίριο μηδενικής ενέργειας έχει



μικρότερο οικολογικό αποτύπωμα από οποιοδήποτε άλλο στυλ κατασκευής.

- **Χαμηλότερη εκπομπή άνθρακα:** Όσο φιλικά προς το περιβάλλον κι αν είναι τα κτίρια μηδενικής καθαρής ενέργειας, είναι ακόμα καλύτερα για το περιβάλλον. Δεν εκπέμπουν τόσο πολύ άνθρακα στην ατμόσφαιρα, καθιστώντας το σπίτι ή την επιχείρησή ένα πιο καθαρό μέρος. Επιπλέον, αυτά τα κτίρια καταναλώνουν πολύ λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα παραδοσιακά, εξοικονομώντας χρήματα από τον λογαριασμό ηλεκτρικού ρεύματος. Όλα αυτά τα οφέλη θα δώσουν ώθηση στον τραπεζικό λογαριασμό και ένα καθαρό περιβάλλον.
- **Υψηλότερη αξία μεταπώλησης:** Τα κτίρια που κατασκευάζονται με βάση την ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία θα απαιτούν λιγότερη συντήρηση. Ως εκ τούτου, τα κτίρια μηδενικής ενέργειας θεωρούνται πιο επιθυμητά και πολύτιμα, πράγμα που σημαίνει ότι η τιμή του ακινήτου θα αυξηθεί σημαντικά λόγω της μείωσης της συντήρησης. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα των κτιρίων καθαρής ενέργειας μηδενικής ενέργειας είναι ότι έχουν επίσης υψηλότερη αξία μεταπώλησης.

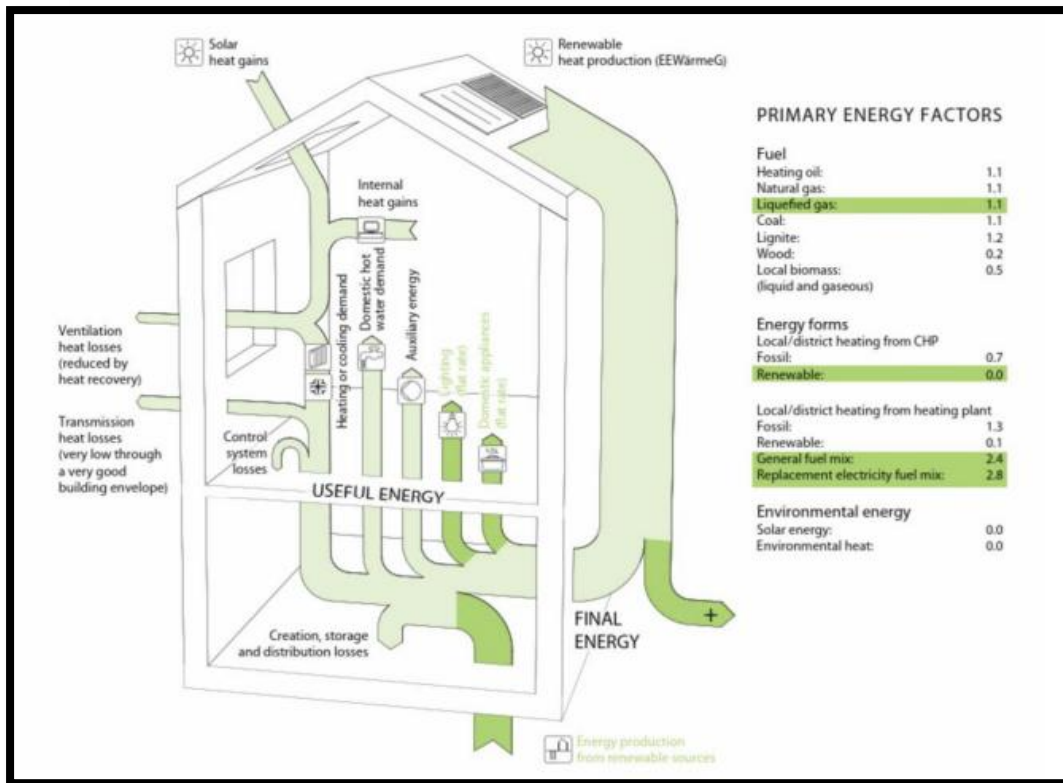
7.3 Plus Energy House

Το πρότυπο Plus Energy House θεωρείται ότι έχει επιτευχθεί όταν ένα κτίριο έχει αρνητική ετήσια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας και αρνητική ετήσια τελική ενεργειακή ζήτηση. Δηλαδή, το κτίριο παράγει περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρειάζεται. Είναι αξιοσημείωτο ότι το όριο ισορροπίας είναι το όριο του ισότοπου. Επιπλέον, ως πρότυπο προσανατολισμένο στο μέλλον, λαμβάνει επίσης υπόψη την ενέργεια που καταναλώνεται για σκοπούς άλλους από τη βασική λειτουργία του κτιρίου, δηλαδή συμπεριλαμβάνεται ο κλιματισμός και η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για οικιακές συσκευές και διαδικασίες. Για παράδειγμα, προκειμένου να παραχθούν οι απαιτήσεις αρνητικής ενέργειας που αναφέρθηκαν παραπάνω, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένα Φωτοβολταϊκό σύστημα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια για το κτίριο. Το Plus Energy House συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση πόρων και στην προστασία του κλίματος μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

7.3.1 Βασικά χαρακτηριστικά Plus Energy House

Τα χαρακτηριστικά ενός Plus Energy House είναι:

- Εισαγωγή παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.
- Δέσμευση θερμότητας από τον ήλιο και παραγωγή ανανεώσιμης θερμότητας.
- Χρησιμοποιώντας ένα πολύ καλό κέλυφος κτιρίου για τη διατήρηση των απωλειών θερμότητας χαμηλής μετάδοσης.
- Χρήση αερισμού ανάκτησης θερμότητας για τη μείωση των απωλειών θερμότητας.



7.3.2 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα του Plus Energy House είναι:


- Ενεργειακή απόδοση:** Τα κτίρια Passive House σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για να είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης, έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν έως και 90% λιγότερη ενέργεια από το τρέχον κτιριακό απόθεμα, ενώ εκτελούν τις ίδιες λειτουργίες με τα παραδοσιακά κτίρια. Ένα παράθυρο Passive House, για παράδειγμα, μπορεί να μειώσει τις απώλειες θερμότητας κατά περισσότερο από 70% σε σύγκριση με τα υπάρχοντα παράθυρα με διπλά τζάμια. Η υψηλής ποιότητας εξωτερική μόνωση που προστίθεται σε έναν τοίχο μπορεί να μειώσει τις απώλειες θερμότητας κατά 90% και ένα αποτελεσματικό σύστημα ανάκτησης θερμότητας μπορεί να μειώσει τις απώλειες θερμότητας αερισμού έως και 90%. Αυτό σημαίνει ότι θα απαιτηθεί πολύ μικρή πρόσθετη

θέρμανση/ψύξη για τη διατήρηση άνετων εσωτερικών θερμοκρασιών.

- **Άνεση:** Αν και ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των κτιρίων Passive House Standard είναι τα εντυπωσιακά τους διαπιστευτήρια ενεργειακής απόδοσης, το Passive House Standard είναι επίσης ένα αυστηρό πρότυπο άνεσης.
- **Υγεία και ησυχία:** Παρόμοια με τα υψηλά πρότυπα άνεσης, τα κτίρια Passive House παρέχουν επίσης ένα υγιές και ήσυχο εσωτερικό περιβάλλον. Καθώς τώρα περνάμε μια τόσο σημαντική περίοδο του χρόνου μας σε εσωτερικούς χώρους, τα κτίρια στα οποία ζούμε έχουν σαφώς αντίκτυπο στην υγεία και την ευημερία μας. Τα συστήματα εξαερισμού που είναι εγκατεστημένα στα κτίρια Passive House παρέχουν συνεχή παροχή φρέσκου αέρα, διασφαλίζοντας την απομάκρυνση των ρύπων και των οσμών από το κτίριο, διατηρώντας παράλληλα μια άνετη θερμοκρασία εσωτερικού αέρα. Η μόνωση υψηλής απόδοσης και τα παράθυρα που είναι εγκατεστημένα σε κτίρια Passive House κάνουν επίσης αυτά τα κτίρια εξαιρετικά ήσυχα. Επίσης, προστατεύει από την ηχορύπανση, παρέχοντας ένα ήσυχο σπίτι ή χώρο εργασίας.
- **Προσιτό:** Το κόστος κατασκευής ποικίλλει από χώρα σε χώρα, αλλά λέγεται ότι είναι περίπου 10% περισσότερο. Αυτά τα κόστη εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα καταρτισμένων επαγγελματιών και κατάλληλων εξαρτημάτων. Υπάρχει τώρα μια σειρά από έργα Παθητικής Κατοικίας που έχουν κατασκευαστεί στην ίδια τιμή ή λιγότερο από τα συμβατικά κτίρια. Το λειτουργικό κόστος σε κτίρια Passive House, συμπεριλαμβανομένου του κόστους συντήρησης, είναι σημαντικά χαμηλότερο, σε μεγάλο βαθμό χάρη στη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση εξαρτημάτων υψηλής ποιότητας. Μια ανάλυση κόστους ολόκληρου του κύκλου ζωής που πραγματοποιήθηκε από την EnCraft,

απέδειξε ότι ακόμη και αν ένα κτίριο Passive House κόστιζε 10% περισσότερο για την κατασκευή του, θα εξακολουθούσε να έχει χαμηλότερο κόστος κύκλου ζωής από τα παραδοσιακά κτίρια. Οι οικονομίες που προσφέρουν τα κτίρια Passive House κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους είναι σημαντικές και όταν συνδυάζονται με τα άλλα οφέλη, είναι ξεκάθαρα λογικό να χτίσουμε σύμφωνα με το Πρότυπο Παθητικής Κατοικίας. Τα οικονομικά οφέλη θα ήταν ακόμη πιο σημαντικά όταν εφαρμοστούν στην κοινωνική στέγαση και σε μεγάλες αναπτύξεις.


- **Ευελιξία** : Το Πρότυπο Παθητικής Κατοικίας είναι κατάλληλο για όλους τους τύπους κτιρίων και σε όλες τις κλιματικές ζώνες. Έχουν περάσει πάνω από 25 χρόνια από τότε που χτίστηκε το πρώτο Παθητικό Σπίτι και παρόλο που το μεγαλύτερο μέρος των κτιρίων του Παθητικού Οίκου είναι κατοικίες, αυτό αλλάζει. Υπάρχουν τώρα πολλά παραδείγματα μη οικιστικών κτιρίων που κατασκευάστηκαν σύμφωνα με το Πρότυπο Παθητικής Οικίας, συμπεριλαμβανομένων σχολείων, κτιρίων γραφείων, εργοστασίων και ακόμη και πισινών. Καθώς το Standard Passive House είναι ένα πρότυπο ποιότητας, δεν υπάρχουν περιορισμοί στις μεθόδους ή τα υλικά κατασκευής, εφόσον πληρούνται οι βασικές απαιτήσεις. Προκειμένου να επιτευχθούν μελλοντικοί στόχοι ενεργειακής απόδοσης, το υπάρχον κτιριακό μας απόθεμα πρέπει να βελτιωθεί. Το πρότυπο Passive House μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε έργα μετασκευής και έχει αποδειχθεί εξίσου αποτελεσματικό στη μείωση της ζήτησης ενέργειας και στη βελτίωση της ποιότητας των υπάρχόντων κτιρίων.
- Εκμεταλλευόμενοι τη δωρεάν ηλιακή ενέργεια, τα Plus-Energy Houses επιτρέπουν μεγαλύτερη ανεξαρτησία από τις αυξήσεις των τιμών της ενέργειας.
- Τα έξυπνα συστήματα ελέγχου επιτρέπουν τη χρήση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο ίδιο το σπίτι κατά



προτίμηση. Για παράδειγμα, συσκευές που καταναλώνουν ενέργεια, όπως πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων ή θερμοσίφωνες, μπορούν να τεθούν σε λειτουργία αυτόματα μόλις γίνει διαθέσιμη αρκετή ενέργεια.

- Το πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να αποθηκευτεί, να τροφοδοτηθεί στο δημόσιο δίκτυο έναντι αποζημίωσης ή να χρησιμοποιηθεί π.χ. για ηλεκτρικά οχήματα.
- Η αμοιβή για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον ίδιο τον οργανισμό που τροφοδοτείται στο δίκτυο καθιστά την ιδιωτική κατανάλωση όλο και πιο ελκυστική.
- Για δεκαετίες η πολιτική και οι επιχειρήσεις εργάζονται για τη μείωση των εκπομπών CO₂ σε μόνιμη βάση και για να καταστήσουν προσβάσιμες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το plus Energy House είναι συνεπώς μια βιώσιμη κτιριακή ιδέα, καθώς δεν απαιτούνται ορυκτά καύσιμα, χρησιμοποιούνται φυσικές και ανανεώσιμες πρώτες ύλες και αποφεύγονται οι ρύποι.

Συνοψίζοντας, αυτά τα τρία επίπεδα ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, δηλαδή το Passive House, το NetZero Energy Building και το Plus Energy House παρουσιάζουν αυξημένα πρότυπα για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας για την κάλυψη της ενεργειακής ζήτησης ενός κτιρίου. Ανταποκρίνονται ενεργά και θετικά στα τρέχοντα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής, της υπερθέρμανσης του πλανήτη, της διατήρησης των πόρων και της προστασίας του περιβάλλοντος. Οι ιδέες τους έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην ανάπτυξη του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και κατασκευής. Επιπλέον, έχουν γίνει πρότυπα παγκόσμιας τάσης τόσο για νέα κτίρια όσο και για υπάρχοντα κτίρια. Αν και αυτά τα τρία πρότυπα έχουν διαφορετικές απαιτήσεις για την ενεργειακή ζήτηση ενός κτιρίου, χρησιμοποιούν παρόμοιες στρατηγικές, όπως η χρήση μόνωσης υψηλής



απόδοσης, παραθύρων υψηλής απόδοσης, ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης και φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτά τα επίπεδα παρέχουν μια σταθερή βάση και δίνουν σαφή καθοδήγηση για αυτήν την έρευνα όσον αφορά τις κατάλληλα αποτελεσματικές στρατηγικές με τις οποίες θα βελτιωθεί η απόδοση ενεργειακής απόδοσης των υπαρχόντων κτιρίων κατοικιών.

8. Άλλες μορφές εξοικονόμησης

8.1 Ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός

Αν και οι επιλογές ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού είναι πιο ακριβές από τους συμβατικούς λαμπτήρες, αυτό το αρχικό ασφάλιστρο αντισταθμίζεται περισσότερο από την εξοικονόμηση ενέργειας που παράγουν. Οι λαμπτήρες με δίοδο εκπομπής φωτός (LED) καταναλώνουν 75% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια και διαρκούν οπουδήποτε 25 φορές περισσότερο από τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Για μια πιο διεξοδική συζήτηση σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας που είναι διαθέσιμη από τις αναβαθμίσεις φωτισμού, ανατρέξτε στο άρθρο μας σχετικά με την οικονομική αποδοτικότητα της ενεργειακής απόδοσης .

8.2 Προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες

Καθώς η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι η πιο ενεργοβόρα δραστηριότητα, έχει τις περισσότερες δυνατότητες για σημαντική εξοικονόμηση. Δεν χρειάζεται απαραίτητα να Η απλή προσαρμογή του χρόνου χρήσης τους μπορεί να κάνει σημαντική διαφορά.

Οι προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες διατίθενται σε διαφορετικά μοντέλα που μπορούν να φιλοξενήσουν διαφορετικά εβδομαδιαία προγράμματα. Τα μοντέλα 7 ημερών είναι τα πιο ευέλικτα και έχουν διαφορετικά προγράμματα για κάθε ημέρα της εβδομάδας.

Οι προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες μπορούν επίσης να διαθέτουν πρόσθετα χαρακτηριστικά που είναι σημαντικά για την ελαχιστοποίηση

της σπατάλης ενέργειας από τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, όπως ενδείξεις για το πότε πρέπει να αντικατασταθούν τα φίλτρα αέρα ή όταν το σύστημα HVAC (heating,ventilation,air conditioning) δυσλειτουργεί. Τα φίλτρα αέρα θα πρέπει να αντικαθίστανται τουλάχιστον κάθε 3 μήνες, καθώς ένα βρώμικο φίλτρο εμποδίζει τη ροή του αέρα, κάτι που απαιτεί περισσότερη ενέργεια για τη ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας.

8.3 Προηγμένα πολύπριζα (APS)

Η κατανάλωση ενέργειας από ηλεκτρονικά που είναι συνδεδεμένα αλλά απενεργοποιημένα, είναι ένα σημαντικό πρόβλημα. Στην πραγματικότητα, το 75% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία οικιακών ηλεκτρονικών ειδών και συσκευών καταναλώνεται όταν είναι απενεργοποιημένες.

Η αποσύνδεση κάθε ηλεκτρονικής συσκευής μετά τη χρήση είναι μια μη ρεαλιστική προσδοκία, απλά δεν είναι βολικό για συσκευές που χρησιμοποιούνται πολλές φορές την ημέρα. Τα προηγμένα πολύπριζα προσφέρουν λύση σε αυτό το πρόβλημα εξαλείφοντας αυτόματα τα φανταστικά φορτία όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε αυτό με βάση ορισμένους παράγοντες. Αυτό διαφέρει από τα συμβατικά πολύπριζα, τα οποία πρέπει να απενεργοποιούνται και να ενεργοποιούνται χειροκίνητα. Τα προηγμένα πολύπριζα μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να απενεργοποιούνται σε καθορισμένο χρόνο, κατά τη διάρκεια μιας περιόδου αδράνειας, μέσω απομακρυσμένων διακοπών ή βάσει της κατάστασης μιας «κύριας» συσκευής. Επιπλέον, αυτά τα πολύπριζα μπορούν να φιλοξενήσουν συσκευές που πρέπει να είναι συνεχώς αναμμένες με ειδικές πρίζες.

8.4 Άλλα

Τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης, όσο μικρά κι αν είναι, είναι ικανά να εξοικονομήσουν χρήματα κατά τη διάρκεια ζωής τους. Ωστόσο, οι οικονομίες είναι συνήθως ανάλογες με το κόστος της ενεργειακά αποδοτικής αναβάθμισης. Η αντικατάσταση λαμπτήρων θα κοστίσει μόνο ένα μικρό ποσό, αλλά θα αποφέρει οριακή εξοικονόμηση, ενώ η αναβάθμιση της μόνωσης της σοφίτας μπορεί να εξοικονομήσει σημαντικά ποσά στους λογαριασμούς θέρμανσης και ψύξης. Οι αναβαθμίσεις μπορεί να κυμαίνονται από την απλή σύνδεση ενός έξυπνου πολύπριζου έως την επισκευή του συστήματος HVAC.

Η Εθνική Αρχή Ενεργειακής Απόδοσης & Διατήρησης εκτιμά ότι το τυπικό διώροφο κτίριο μπορεί να εξοικονομήσει 25% στους λογαριασμούς κοινής ωφελείας με μέτρα ενεργειακής απόδοσης. Αν και η ενεργειακή απόδοση είναι συχνά η πιο δαπανηρή επιλογή βραχυπρόθεσμα σε σύγκριση με τις συμβατικές εναλλακτικές λύσεις, η εξοικονόμηση λογαριασμών κοινής ωφελείας κατά τη διάρκεια ζωής του αποδοτικού προϊόντος μπορεί να αντισταθμίσει πλήρως το αρχικό ασφάλιστρο κόστους και να αποφέρει σιωπηρή απόδοση της επένδυσης.


Η ενεργειακή απόδοση είναι γνωστό ότι είναι μια οικονομικά αποδοτική επένδυση, αλλά το πραγματικό ποσό εξοικονόμησης διαφέρει ανάλογα με την εν λόγω αναβάθμιση. Η ακαθάριστη εξοικονόμηση ενέργειας συσχετίζεται θετικά με το κόστος και τη δυσκολία της αναβάθμισης, πράγμα που σημαίνει ότι οι εκτενέστερες ανακαινίσεις θα έχουν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση με την πάροδο του χρόνου.

Η αντικατάσταση παλαιών λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικές εναλλακτικές λύσεις είναι μια από τις πιο εύκολες μεθόδους για τη μείωση των λογαριασμών κοινής ωφέλειας. Ωστόσο, ο φωτισμός είναι μόνο το 5% του μέσου ενεργειακού προϋπολογισμού και η εξοικονόμηση που προκύπτει δεν είναι τόσο εντυπωσιακή σε σύγκριση με άλλα μέτρα ενεργειακής απόδοσης. Οι δίοδοι εκπομπής φωτός (LED) καταναλώνουν 75% λιγότερη ενέργεια και διαρκούν 25 φορές περισσότερο από τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Όταν λαμβάνεται υπόψη η ετήσια εξοικονόμηση και η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των αποδοτικών λαμπτήρων, οι ενεργειακά αποδοτικοί λαμπτήρες είναι οι ξεκάθαροι νικητές τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική άποψη.

Σε ένα μέσο κτίριο, οι συσκευές είναι υπεύθυνες για περίπου το 13% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Οι συσκευές έχουν δύο τιμές: την τιμή αγοράς και το κόστος λειτουργίας της συσκευής. Για να βρεθεί το πραγματικό κόστος μιας συσκευής κατά τη διάρκεια ζωής της, πολλαπλασιάζουμε το μηνιαίο λειτουργικό κόστος με τη διάρκεια ζωής του προϊόντος και προσθέτουμε το ποσό που προκύπτει στην τιμή αγοράς. Αν και οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές έχουν υψηλότερες τιμές αγοράς, μπορούν να εξακολουθούν να είναι η φθηνότερη επιλογή μακροπρόθεσμα λόγω του χαμηλότερου λειτουργικού τους κόστους.

- Τα ψυγεία και τα πλυντήρια ρούχων βρίσκονται ψηλά στη λίστα κατανάλωσης ενέργειας, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί περίπου στο 28% και στο 18% της κατανάλωσης ενέργειας της συσκευής αντίστοιχα. Τα ψυγεία energy star καταναλώνουν 9% λιγότερη ενέργεια και τα αποδοτικά πλυντήρια ρούχων καταναλώνουν 25% λιγότερη ενέργεια και 45% λιγότερο νερό σε σύγκριση με τα τυπικά μοντέλα. Τα πλυντήρια πιάτων αποτελούν το 2% της τυπικής χρήσης ενέργειας της συσκευής, η οποία μπορεί να μειωθεί κυρίως μέσω της μείωσης της χρήσης νερού.

- Η θέρμανση του νερού είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παράγοντας που συνεισφέρει στη συνολική κατανάλωση ενέργειας για κατοικίες, που ανέρχεται στο 18% της χρήσης ενέργειας κατά μέσο όρο. Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τρόποι με τους οποίους μπορούν να μειωθούν τα έξοδα θέρμανσης νερού:
- Οι θερμοσίφωνες διαρκούν 10 έως 15 χρόνια κατά μέσο όρο, δίνοντας στους ενεργειακά αποδοτικούς θερμοσίφωνες ένα σημαντικό χρονικό διάστημα για να εξοικονομήσουν χρήματα σε σχέση με φθηνότερα, συμβατικά μοντέλα. Για παράδειγμα, οι θερμοσίφωνες χωρίς δεξαμενή δεν μπορούν να χειριστούν ταυτόχρονες πολλαπλές χρήσεις ζεστού νερού, γεγονός που τους καθιστά κακή επιλογή για μεγάλες οικογένειες. Το πηνίο χωρίς δεξαμενή και οι έμμεσοι θερμοσίφωνες είναι συχνά μια αναποτελεσματική επιλογή για τα σπίτια, αλλά ειδικά για εκείνα που βρίσκονται σε θερμότερα κλίματα.
- Τα παράθυρα είναι από τα πιο ελκυστικά χαρακτηριστικά κάθε κτιρίου, αλλά είναι υπεύθυνα για σημαντική ποσότητα σπατάλης ενέργειας. Το 10 έως 25% του λογαριασμού είναι αποτέλεσμα απώλειας θερμότητας μέσω των παραθύρων, κάτι που θα μπορούσε να έχει εξοικονομήσει τις ετήσιες ενεργειακές δαπάνες.
- Για κτίρια σε ψυχρότερα κλίματα, τα παράθυρα με αέριο με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής (low-E) μπορούν να μειώσουν σημαντικά την απώλεια θερμότητας. Από την άλλη πλευρά, τα κτίρια σε θερμότερα κλίματα θα πρέπει να αγοράζουν παράθυρα με φασματικά επιλεκτικές επιστρώσεις για να μειώσουν το κέρδος θερμότητας. Οι επικαλύψεις χαμηλού E μπορεί επίσης να μειώσουν το κέρδος θερμότητας λόγω της ανακλαστικής φύσης τους, καθιστώντας τις βιώσιμες επιλογές για τη διατήρηση της θερμότητας




μέσα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και έξω κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

- Οι κουρτίνες παραθύρων μπορούν επίσης να παίξουν σημαντικό ρόλο στη μείωση της ανεπιθύμητης απώλειας θερμότητας ή κέρδους παρέχοντας ένα επιπλέον στρώμα μόνωσης μεταξύ του εσωτερικού του κτιρίου και των εξωτερικών συνθηκών. Τα παράθυρα καταιγίδας είναι μια άλλη επιλογή για την ελαχιστοποίηση των εξόδων θέρμανσης ή ψύξης και έχουν το πρόσθετο πλεονέκτημα της προστασίας του σπιτιού κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων.

Η Εθνική Αρχή Ενεργειακής Απόδοσης & Διατήρησης εκτιμά ότι μπορούμε να έχουμε εξοικονόμηση περίπου 30% στους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας μέσω ενός συνδυασμού αναβάθμισης του συστήματος HVAC, σωστής αεροστεγανοποίησης και μόνωσης του κτιρίου και ελέγχου των εσωτερικών θερμοκρασιών με προγραμματιζόμενο θερμοστάτη. Οι δαπάνες θέρμανσης και ψύξης αντιστοιχούν στο 50% της χρήσης ενέργειας και, ως εκ τούτου, έχουν τη μεγαλύτερη δυνατότητα εξοικονόμησης λογαριασμών κοινής ωφέλειας. Αυτά τα έξοδα μπορούν να μειωθούν ελαφρώς μέσω προγραμματιζόμενων θερμοστατών, οι οποίοι βελτιστοποιούν τη χρήση της θερμοκρασίας στο κτίριο .

Επιπλέον, θα χρειαστεί περισσότερη ενέργεια για να διατηρηθούν οι εσωτερικές θερμοκρασίες σε οποιοδήποτε δεδομένο επίπεδο, εάν το κτήριο δεν είναι σωστά σφραγισμένο ή μονωμένο. Επειδή το εσωτερικό είναι πιο εκτεθειμένο σε εξωτερικές θερμοκρασίες, θα χρειαστεί περισσότερη ενέργεια για να θερμανθεί το κτήριο το χειμώνα και να δροσιαστεί το καλοκαίρι.



Τα παλαιότερα κτίρια που έχουν ανεπαρκή ποσότητα μόνωσης καταναλώνουν 60% περισσότερη ενέργεια ανά τετραγωνικό πόδι από τα νέα. Με τις μέσες δαπάνες θέρμανσης και ψύξης, αυτό μεταφράζεται σε ετήσιο λογαριασμό κοινής ωφέλειας που είναι περίπου 30% υψηλότερος σε σύγκριση με κτίρια με επαρκή μόνωση. Οι ίδιες ανησυχίες σχετικά με τις διαρροές αέρα και τη σωστή μόνωση θα πρέπει επίσης να αντιμετωπιστούν για τους αεραγωγούς, οι οποίοι μπορούν να μειώσουν τους λογαριασμούς θέρμανσης και ψύξης κατά 20%.

9. Επίλογος:

Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου επηρεάζεται τόσο από τα χαρακτηριστικά και τα στοιχεία του κελύφους του κτιρίου όσο και από τα ηλεκτρομηχανολογικά του συστήματα. Η μόνωση του κελύφους του κτιρίου, η απόδοση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων καθώς και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για θέρμανση ή/και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να αναβαθμίσουν την απόδοση ενός κτιρίου. Η έλλειψη μόνωσης στα κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία του κτιρίου, η χαμηλή απόδοση των ανοιγμάτων, η χαμηλή απόδοση τόσο των συστημάτων θέρμανσης όσο και των συστημάτων ψύξης είναι μερικοί από τους λόγους τόσο χαμηλής ενεργειακής απόδοσης. Η υψηλή κατανάλωση ενέργειας οδηγεί επίσης σε αυξημένο ετήσιο λειτουργικό κόστος κατά περίπου 360% υψηλότερο από το κόστος του κτιρίου αναφοράς. Η μείωση της πρωτογενούς ενέργειας από κάθε μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας ποικίλλει. Ο συνδυασμός περισσότερων του ενός μέτρων έχει τον σημαντικό αντίκτυπο στην πρωτογενή ενέργεια. Επομένως, είναι ύψιστης σημασίας να εφαρμοστούν σε μεγάλο βαθμό τα ενεργειακά κτήρια στην καθημερινότητα μας έτσι ώστε να μπορούμε να απολαμβάνουμε όλα τα προνόμια που μας προσφέρουν τα ίδια τα κτήρια, άμεσα, αλλά και έμμεσα όλα τα άλλα πλεονεκτήματα που προσφέρει το αντίκτυπο τους στο περιβάλλον.

Επομένως, είναι ύψιστης σημασίας για το μέλλον της ζωής στον πλανήτη να θεσμοθετηθούν κίνητρα για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, μέσω -παγκόσμιων- πολιτικών «Βιώσιμης Ανάπτυξης» και μοντέλων περιβαλλοντολογικής διακυβέρνησης επιχειρήσεων (ESG).

10. Βιβλιογραφία

- European Commission. (2018). Energy efficiency in buildings, https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings_en
- Global Alliance for Buildings and Construction. (2021). Buildings and Climate Change, <https://www.globalabc.org/about-us/buildings-and-climate-change>
- International Energy Agency. (2020). Energy balances, <https://www.iea.org/reports/energy-balances>
- US Department of Energy.). Building energy efficiency, <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-energy-efficiency>
- "Energy Efficiency Basics," U.S. Department of Energy, <https://www.energy.gov/energysaver/design/energy-efficient-home-design/energy-efficiency-basics>
- "What is Energy Efficiency?" Alliance to Save Energy, <https://www.ase.org/what-energy-efficiency>
- "Renewable Energy Explained," U.S. Energy Information Administration, <https://www.eia.gov/energyexplained/renewables/>
- "Behavior Change and Energy Efficiency," American Council for an Energy-Efficient Economy. <https://www.aceee.org/behavior-change-energy-efficiency>
- U.S. Energy Information Administration. (2020). Buildings Energy Data Book. <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2019/>

- U.S. Department of Energy (2021). Buildings Energy Data Book.
<https://www.energy.gov/eere/buildings/downloads/2019-buildings-energy-data-book>
- U.S. Department of Energy). Energy-Efficient Home Design.
<https://www.energy.gov/energysaver/design/energy-efficient-home-design>
- U.S. Environmental Protection Agency, Energy-Efficient Lighting.
<https://www.epa.gov/energy-efficiency-energy-efficient-lighting>
- U.S. Department of Energy). Benefits of Energy-Efficient Buildings.
<https://www.energy.gov/eere/buildings/benefits-energy-efficient-buildings>
- Urban Land Institute. (2015). Energy-Efficient Buildings: Policies and Practices That Work.
<https://americas.uli.org/wpcontent/uploads/sites/91/2015/10/Energy-Efficient-Buildings-Policies-and-Practices-That-Work.pdf>
- International Energy Agency. (2018). Energy Efficiency 2018.
<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018>
- U.S. Environmental Protection Agency, Energy Efficiency in Buildings.
<https://www.epa.gov/sustainability/energy-efficiency-buildings>
- United Nations Environment Programme. (2016). Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities.
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/18696/Buildings_climate_change.pdf
- U.S. Environmental Protection Agency, Energy Efficiency in Buildings.
<https://www.epa.gov/sustainability/energy-efficiency-buildings>

- Gurjar, B. R., Butler, T. M., & Lawrence, M. G. (2010). Evaluation of emissions and air quality in megacities. Atmospheric Environment. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.12.012>
- World Health Organization. (2018). Ambient air pollution: Health impacts. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/ambient-air-pollution-health-impacts>
- U.S. Environmental Protection Agency, Energy Efficiency in Buildings. <https://www.epa.gov/sustainability/energy-efficiency-buildings>
- US Department of Energy, Benefits of Energy Efficiency. <https://www.energy.gov/eere/buildings/benefits-energy-efficiency>
- Appraisal Journal. (2011). Energy-Efficient Homes: Appraising Green Features. https://www.researchgate.net/publication/267092248_Energy-Efficient_Homes_Appraising_Green_Features
- Urban Land Institute. (2014). Green Buildings and Property Values. https://www.uli.org/wp-content/uploads/ULI-Documents/GreenBuildings_PropertyValues.pdf
- US Department of Energy, Building Envelope. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-envelope>
- US Department of Energy, HVAC Systems. <https://www.energy.gov/eere/buildings/hvac-systems>
- US Department of Energy, Lighting. <https://www.energy.gov/eere/buildings/lighting>
- US Department of Energy, Appliances and Electronics. <https://www.energy.gov/eere/buildings/appliances-and-electronics>

- 
- US Department of Energy, Energy Efficient Home Design.
<https://www.energy.gov/energysaver/design/energy-efficient-home-design>
 - National Renewable Energy Laboratory. (2012). A Common Definition for Zero Energy Buildings.
<https://www.nrel.gov/docs/fy12osti/52167.pdf>
 - US Department of Energy, Air Sealing Your Home.
<https://www.energy.gov/energysaver/weatherize/air-sealing-your-home>
 - Lawrence Berkeley National Laboratory. (2011). High-Performance Home Technologies: Solar Thermal & Energy Efficient Envelope.
 - U.S. Department of Energy (2017). Improving Energy Efficiency in Historic Buildings.
<https://www.energy.gov/eere/buildings/improving-energy-efficiency-historic-buildings>
 - ENERGY STAR, Heating and Cooling.
https://www.energystar.gov/campaign/heating_cooling
 - U.S. Small Business Administration, Heating and Cooling Efficiency in Small Businesses.
<https://www.sba.gov/business-guide/manage-your-business/energy-efficiency/heating-and-cooling-efficiency-small-businesses>
 - Liu, J., Wang, H., Shi, J., Xu, X., Li, M., Li, Y., & Wu, J. (2020). A Comprehensive Review of Thermal Energy Storage for HVAC Systems in Buildings. Applied Energy.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115388>

- 
- International Energy Agency. (2021). Energy Efficiency 2021. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>
 - U.S. Department of Energy (2017). Benefits of Energy Efficient Buildings. <https://www.energy.gov/eere/buildings/benefits-energy-efficient-buildings>
 - Prakash, R., & Singh, S. (2017). A Review of HVAC Systems' Status and Current Trends of Energy Consumption Associated with HVAC Systems. Journal of Building Engineering. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.07.006>
 - U.S. Department of Energy). Building Envelope. <https://www.energy.gov/energysaver/design/energy-efficient-home-design/building-envelope>
 - International Energy Agency. (2016). Energy Efficiency Indicators Highlights 2016. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-indicators-highlights-2016>
 - Hong, T. (2017). Building Envelope: Energy Efficiency Measures. In Encyclopedia of Sustainable Technologies Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10212-1>
 - Cabeza, L. F., Pardo, N., Castell, A., & Barreneche, C. (2015). Building envelopes: Review on thermal energy storage in phase change materials and the role of the envelope in energy consumption. Renewable and Sustainable Energy Reviews. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.034>
 - U.S. Environmental Protection Agency. (2018). Building Envelope.



<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/building-envelope>

- Energy.gov, Lighting Choices to Save You Money.
<https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/lighting-choices-save-you-money>
 - U.S. Department of Energy (2021, March 11). What Is a Smart Thermostat?
<https://www.energy.gov/energysaver/home-heating-systems/what-smart-thermostat>
 - U.S. Department of Energy). Benefits of Renewable Energy Use.
<https://www.energy.gov/eere/renewables/benefits-renewable-energy-use>
 - U.S. Department of Energy). Geothermal Heat Pumps.
<https://www.energy.gov/energysaver/heat-and-cool/heat-pump-systems/geothermal-heat-pumps>
 - U.S. Department of Energy). Benefits of Renewable Energy Use.
<https://www.energy.gov/eere/renewables/benefits-renewable-energy-use>
 - U.S. Department of Energy). Geothermal Heat Pumps.
<https://www.energy.gov/energysaver/heat-and-cool/heat-pump-systems/geothermal-heat-pumps>
- U.S. Green Building Council.). Sustainable Materials.
<https://www.usgbc.org/credits/new-construction-core-and-shell-schools-new-construction-retail-new-construction-hospita-132>
- U.S. Department of Energy). Passive Solar Home Design.
<https://www.energy.gov/energysaver/design/passive-solar-home-design>

- 
- Mahamud, R., Munir, A. B., & Zawawi, E. M. (2019). Comparative Study of Energy Performance and Environmental Impact between Conventional and Sustainable Residential Building in Malaysia. *Sustainability*, 11(9), 2455. <https://doi.org/10.3390/su11092455>
 - U.S. Department of Energy). Smart Thermostats. <https://www.energy.gov/energysaver/home-heating-cooling/smart-thermostats>
 - U.S. Department of Energy). Energy-Efficient Appliances. <https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/appliances-and-electronics/energy-efficient-appliances>
 - U.S. Department of Energy). LED Lighting. <https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/lighting-choices-save-you-money/led-lighting>
 - International Energy Agency. (2019). Energy Efficiency 2019. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2019>
 - U.S. Department of Energy. (n.d.). Building Energy Codes Program. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-energy-codes-program>
 - U.S. Department of Energy. (n.d.). Building Technologies Office. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-technologies-office>
 - U.S. Department of Energy. (2017). Building Energy Codes Fact Sheet. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/08/f36/bec_fact_sheet_0.pdf
 - Environmental and Energy Study Institute. (n.d.). Building Codes. <https://www.eesi.org/topics/buildings/building-codes>

- U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). Energy Benchmarking. <https://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/use-portfolio-manager/energy-benchmarking>
- U.S. Department of Energy. (n.d.). Energy Audits. <https://www.energy.gov/energysaver/home-energy-audits/energy-audits>
- U.S. Department of Energy. (n.d.). Building Energy Performance Assessment. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-energy-performance-assessment>
- U.S. Department of Energy. (n.d.). Energy Benchmarking and Assessments. <https://www.energy.gov/eere/buildings/energy-benchmarking-and-assessments>
- U.S. Department of Energy. (2014). Energy Benchmarking Guidance: Practical Solutions for Benchmarking Energy Use. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/08/f18/BetterBuildingsBenchmarkingGuidance.pdf>
- Pérez-Lombard, L., Casas, M. (2018). Energy Benchmarking to Estimate Energy Savings in Higher Education Buildings. Buildings, 8(5)
- U.S. General Services Administration. (n.d.). What is Commissioning? <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/design-excellence/what-is-commissioning>
- U.S. Department of Energy. (n.d.). Building Commissioning. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-commissioning>

- 
- U.S. Department of Energy. (n.d.). Building Commissioning Overview. <https://www.energy.gov/eere/buildings/building-commissioning/building-commissioning-overview>
 - U.S. Green Building Council. (n.d.). Commissioning. <https://www.usgbc.org/guide/commissioning>
 - Pacific Northwest National Laboratory. (2014). Building Commissioning: A Golden Opportunity for Reducing Energy Costs and Greenhouse-Gas Emissions. https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-19242.pdf
 - U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). Building Commissioning. <https://www.epa.gov/energy/building-commissioning>
 - U.S. Department of Energy. (n.d.). Energy Management Systems. <https://www.energy.gov/eere/buildings/energy-management-systems>
 - International Energy Agency. (2019). Energy Efficiency 2019: Analysis and Outlooks to 2040. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2019>
 - U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). Energy Management Systems. <https://www.epa.gov/energy/energy-management-systems>
 - Silva, V., Martins, A., & Gomes, Á. (2018). An Energy Management System for Microgrids: The EURECIA Framework.

- International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 50001:2018 - Energy management systems - Requirements with guidance for use.
- U.S. Department of Energy (DOE). (n.d.). Better Buildings Initiative. <https://www.energy.gov/eere/buildings/better-buildings-initiative>
- Li, P., et al. (2016). Energy management system for building sustainability: A systematic review
- U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). Energy Efficiency in Buildings.
<https://www.epa.gov/sustainability/energy-efficiency-buildings>
- International Energy Agency. (2018). Energy Efficiency 2018. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018>
- U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). Energy Efficiency in Buildings.
<https://www.epa.gov/sustainability/energy-efficiency-buildings>
- International Energy Agency. (2018). Energy Efficiency 2018. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018>
- Zhou, N., Fridley, D., McNeil, M., Zheng, N., Ke, J., & Levine, M. (2012). China's energy and emissions outlook to 2050: Perspectives from bottom-up energy end-use model. Energy Policy
- International Energy Agency (IEA). (2016). Energy Efficiency 2016: How Far Have We Come? Paris: IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2016>

- International Energy Agency (IEA). (2017). Energy Efficiency Indicators Highlights 2017. Paris: IEA Publications.
<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-indicators-highlights-2017>
- Sorrell, S. (2007). The Rebound Effect: An Assessment of the Evidence for Economy-Wide Energy Savings from Improved Energy Efficiency. Energy Policy
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 50001:2018 Energy Management Systems - Requirements with Guidance for Use. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 50001:2018 - Energy management systems - Requirements with guidance for use (Fact sheet).
<https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/fact-sheet-iso-50001.pdf>
- International Organization for Standardization (ISO). (n.d.). ISO 50001:2018 - Energy management systems.
<https://www.iso.org/standard/70396.html>
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (2018). ISO 50001 for U.S. Commercial Buildings: A National Analysis.
<https://www.unido.org/sites/default/files/2018-05/ISO%2050001%20for%20US%20Commercial%20Buildings.pdf>
- International Organization for Standardization (ISO). (2013). ISO 16346:2013 Energy performance of buildings - Assessment of overall energy performance. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (n.d.). ISO 16346:2013 - Energy performance of buildings - Assessment of overall energy performance.



<https://www.iso.org/standard/60529.html>

- European Committee for Standardization (CEN). (2014). Energy performance of buildings - Building energy needs - Part 1: Calculation procedures.
https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:41380,6205&cs=1FDF9D145700DFC72E7B11C826AA6ACB3
- Lopes, M., Gaspar, A. R., & Silva, P. (2017). ISO 16346:2013 Energy performance of buildings - Assessment of overall energy performance - Framework for calculation of energy use and performance of buildings.
- International Organization for Standardization (ISO). (2010). ISO 16346:2010 Energy performance of buildings - Assessment of overall energy performance. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (n.d.). ISO 16346:2010 - Energy performance of buildings - Assessment of overall energy performance.
<https://www.iso.org/standard/48740.html>
- Building Research Establishment (BRE). (2016). Energy Performance Certification of Buildings - Guide to Energy Performance Certificates and ISO 16346.
<https://www.bre.co.uk/filelibrary/NR07-energy-performance-certificates.pdf>
- European Committee for Standardization (CEN). (2014). Energy performance of buildings - Building energy needs - Part 1: Calculation procedures.
https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:41380,6205&cs=1FDF9D145700DFC72E7B11C826AA6ACB3

- International Organization for Standardization (ISO). (2017). ISO 17772-1:2017 Indoor environmental quality - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (n.d.). ISO 17772-1:2017 - Indoor environmental quality - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.
<https://www.iso.org/standard/67029.html>
- International Organization for Standardization (ISO). (n.d.). ISO 17772 series - Indoor environmental quality.
<https://www.iso.org/standard/67030.html>
- International Organization for Standardization (ISO). (n.d.). ISO 50001 - Energy management.
<https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>
- ISO Focus+. (2019). A holistic approach to indoor environmental quality.
https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISO_FOCUS_PLUS_Nov_2019.pdf
- International Organization for Standardization (ISO). (n.d.). ISO 16346:2010 - Energy performance of buildings - Assessment of overall energy performance. <https://www.iso.org/standard/48740.html>
- ISO (International Organization for Standardization) - ISO 21930:2017: Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products and services. Retrieved from:
<https://www.iso.org/standard/59956.html>
- European Committee for Standardization (CEN) - CEN/TC 350 - Sustainability of construction works. Retrieved from:
<https://www.cen.eu/work/areas/contract/cen/tc350/Pages/default.aspx>

- 
- ENCORD (European Network of Construction Companies for Research and Development) - Sustainability in Construction: Environmental Product Declarations. Retrieved from: http://www.encord.org/publications/EPD_ENCORD.pdf
 - European Commission - Environmental Footprint - Construction products and services. Retrieved from: https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/construction_products.htm
 - World Green Building Council (WorldGBC) - Environmental Product Declarations in the Construction Industry. Retrieved from: <https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero/resources/epds>

-