



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

## **Βιβλιογραφική ανασκόπηση ενεργειακών επενδύσεων στον κτιριακό τομέα**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Φεβρουάριο 2024.

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

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

.....  
Ευάγγελος Μαρινάκης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 02/2024

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΝΙΚΑ

.....

**Όνοματεπώνυμο φοιτητή**

Τίτλος πτυχίου

© 2024 – All rights reserve

# Περίληψη

Καθώς βρισκόμαστε στα πρόθυρα μιας περιβαλλοντικής κρίσης, η επείγουσα ανάγκη για μετασχηματιστικές αλλαγές στον κτιριακό τομέα γίνεται όλο και πιο εμφανής. Η παρούσα διπλωματική διερευνά τη σύγχρονη προσέγγιση των αρχιτεκτονικών πρακτικών, τη σημασία της πράσινης οικονομίας και των πράσινων κτιριακών επενδύσεων, και το ρόλο της τεχνολογίας στον τομέα αυτό .

Αναλύονται τα στρώματα της πράσινης οικονομίας, τονίζοντας τον κομβικό της ρόλο στη διαμόρφωση του σύγχρονου οικονομικού τοπίου. Μέσω μιας ολοκληρωμένης επισκόπησης της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, η μελέτη περιηγείται στις διαφοροποιημένες διαστάσεις των πράσινων επενδύσεων, αναλύοντας τη σημασία τους στην προώθηση βιώσιμων πρακτικών στον κτιριακό τομέα. Αντλώντας πληροφορίες από τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια, η μελέτη αποκαλύπτει τη δύσκολη ισορροπία που απαιτείται μεταξύ αυτών των αξόνων ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί σε παγκόσμιο και Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Κεντρικό σημείο αυτής της διερεύνησης είναι και η κατανόηση της επιρροής που έχει η τεχνολογία στον κατασκευαστικό κλάδο. Οι τεχνολογικές εξελίξεις αναλύονται ως προς τις δυνατότητές τους να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση, να μειώσουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και να φέρουν επανάσταση στις αρχιτεκτονικές πρακτικές. Η μελέτη υπογραμμίζει τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα τεχνολογικά βήματα γίνονται καταλύτες για πράσινες επενδύσεις.

Συνδυάζοντας τη θεωρία του οικονομικού δείκτη NPV (Net Present Value, εκφρασμένο στα ελληνικά ως Καθαρή Παρούσα Αξία, ΚΠΑ) και του ενεργειακού δείκτη EPC(Energy Performance Contract, εκφρασμένο στα ελληνικά ως Βαθμοί Ενεργειακής Απόδοσης, ΒΕΑ), μπορεί να εξηγηθεί επιστημονικά η λογική μίας ενεργειακής επένδυσης στον κτιριακό τομέα και πιο συγκεκριμένα στην περίμετρο που αφορά τις ανακαινίσεις παλαιών κτιρίων.

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη τοποθετεί την πράσινη ενέργεια και τις επενδύσεις ως άξονα στο δρόμο προς ένα βιώσιμο μέλλον, όπου η τεχνολογία και οι οικονομικές στρατηγικές συγκλίνουν για να επαναπροσδιορίσουν το τοπίο της οικοδομικής βιομηχανίας στο πλαίσιο του ευρύτερου καμβά της πράσινης οικονομίας.

**Λέξεις Κλειδιά:** ανακαίνιση, ενεργειακή κλάση, περιβάλλον, NPV, EPC

# Abstract

As we stand on the brink of an environmental crisis, the urgent need for transformative changes in the building sector becomes increasingly evident. This thesis explores the contemporary approach to architectural practices, the significance of the green economy and green investments in buildings, as well as the role of technology in this field.

The layers of the green economy are analysed, emphasising its pivotal role in shaping the modern economic landscape. Through a comprehensive review of existing literature, the study navigates through the diverse dimensions of green investments, analysing their importance in promoting sustainable practices in the building sector. Drawing information from environmental, social, and economic criteria, the study reveals the challenging balance required among these axes to achieve our goals.

A central point of this exploration is understanding the influence of technology on the construction industry. Technological advancements are assessed for their potential to improve energy efficiency, reduce environmental footprints, and revolutionise architectural practices. The study highlights how these technological strides serve as catalysts for green investments.

By combining the theories of the Net Present Value (NPV) economic indicator and the Energy Performance Contract (EPC) indicator, the scientific rationale behind an energy investment in the building sector, particularly in the realm of renovating old buildings, can be explained.

Consequently, this study positions green energy and investments as a cornerstone in the journey towards a sustainable future, where technology and economic strategies converge to redefine the landscape of the construction industry within the broader framework of the green economy.

**Key Words:** renovation, energy scale, environment, NPV, EPC

# Ευχαριστίες

Κάπου εδώ έρχεται αυτή η δύσκολη στιγμή που πρέπει να γράφεις μόνο μία σελίδα για να ευχαριστήσεις όλους εκείνους τους ανθρώπους που σε ενέπνευσαν να ασχοληθείς και να ερευνήσεις ένα τόσο όμορφο και σημαντικό θέμα που αποζητά την προσοχή όλων μας.

Θα ήθελα να ξεκινήσω με την οικογένεια μου. Η μητέρα μου και ο πατέρας μας που με μεγάλωσαν με τέτοιες αρχές και ανησυχίες οι οποίες ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την επιλογή του θέματος της διπλωματικής μου εργασίας. Τον αδερφό μου Αλέξανδρο, ο οποίος κάθε μέρα προσπαθεί να κάνει το καλύτερο δυνατό για το μέλλον μας και των παιδιών μας κάνοντας έρευνα στον τομέα της κλιματικής αλλαγής. Τον αδερφό μου Ανδρέα, όπου μέσα από τις δύσκολες στιγμές που έχει περάσει ως φοιτητής και μετά ως εργαζόμενος σε μία ξένη χώρα δεν τον απέτρεψαν για να κάνει πραγματικότητα το ρητό “Εννέα φορές πέφτεις, τότε 10 φορές σηκώνεσαι”. Τον άντρα μου Χρήστο, όπου με την στήριξη και την αγάπη του κατάφερα να είμαι εδώ σήμερα και να σας παρουσιάσω αυτή την τόσο ενδιαφέρουσα διπλωματική εργασία. Την θεία μου Γιάννα, όπου με την τρέλα της και την αγάπη της σε εμάς, μας δίνει μία καθημερινή πνοή αισιοδοξίας για το ότι μπορούν να διορθωθούν όλα τα πράγματα στην ζωή. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την αδελφική μου φίλη Δήμητρα, για την στήριξη της όλα αυτά τα χρόνια και την επιμονή της να πάρουμε μαζί το προπτυχιακό μας δίπλωμα και να προχωρήσουμε στο επόμενο βήμα που λέγεται μεταπτυχιακό.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου σε αυτό το μεταπτυχιακό, όπου όλοι ξεχωριστά, με δίδαξαν μαθήματα που εκτός αυτού δεν θα μπορούσα να ακούσω. Πιο συγκεκριμένα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Δημήτρη Ασκούνη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής. Πρόσθετα, θα ήθελα ιδιαίτερω να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτωρ ερευνητή Χρήστο Κοντζίνο για την απίστευτη υπομονή και την άψογη συνεργασία μας καθ’ όλα τα στάδια εκπόνησης της.

# Περιεχόμενα

<b>Περίληψη</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>Ευχαριστίες</b>	<b>3</b>
<b>Περιεχόμενα</b>	<b>4</b>
<b>Πίνακας Εικόνων</b>	<b>6</b>
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	7
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός	7
1.2 Μεθοδολογία Διπλωματικής	7
1.3 Οργάνωση Κειμένου	7
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό Υπόβαθρο	8
2.1 Εισαγωγή στην Πράσινη Οικονομία και τις Ενεργειακές Επενδύσεις	8
Αρχές της Πράσινης Οικονομίας	8
Παγκόσμιες συνθήκες που οδήγησαν στην ανάγκη πράσινης οικονομίας	12
Ανάλυση των ενεργειακών επενδύσεων σε διάφορους τομείς	15
2.2 Σημασία της Πράσινης Οικονομίας στον Κτιριακό Τομέα	18
Ρόλος πράσινης οικονομίας στον κτιριακό τομέα	18
Ενεργειακό αποτύπωμα κτιριακού τομέα	21
Παρούσα κατάσταση και ανάγκη για αλλαγή	22
Ανάλυση Ενεργειακών επενδύσεων στον κτιριακό τομέα	24
2.3 Τεχνολογίες Πράσινων Επενδύσεων στον Κτιριακό Τομέα	36
Λεπτομερής βιβλιογραφική μελέτη διαφόρων μέτρων, τεχνικών, και μεθοδολογιών ενεργειακής ανακαίνισης κτιρίων, σε επίπεδο των τεχνολογιών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την ίδια την ανακαίνιση (πχ: θερμομονώσεις, φωτοβολταϊκά κτλ.)	36
Πιο δημοφιλείς επενδύσεις	38
2.4 Προοπτικές των Πράσινων Επενδύσεων Κτιριακού Τομέα στην Ευρωπαϊκή Οικονομία	40
Προοπτικές των Πράσινων Επενδύσεων Κτιριακού Τομέα, με έμφαση στην Ευρωπαϊκή οικονομία, παρόν πλαίσιο, συνθήκες για την εφαρμογή τους, αντιμετώπιση από ιδιώτες, επενδυτές, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, παρόχους ενέργειας κτλ.	40
Κεφάλαιο 3: Ο Ρόλος της Τεχνολογίας στις Ενεργειακές Επενδύσεις Κτιριακού Τομέα	42
3.1 Εισαγωγή στις τεχνολογίες ενεργειακών επενδύσεων	42
3.1.1 Blockchain	42
Smart Meter	43
Digital BEP MRV	43
Blockchain	44
Blockchain digital MRV	44
Δυνατότητες του blockchain για δράση μετριασμού της κλιματικής αλλαγής	45
Η Αυγή μιας Νέας Οικονομίας	46
3.1.2 Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things)	47

Πρότυπο κτίριο με Έξυπνες Τεχνολογίες	49
3.1.3 Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)	52
Η Κατανόηση και η χρήση των Big Data	53
Βασικό πρόβλημα των Big Data	55
3.1.4 Τεχνητή Νοημοσύνη - Artificial Intelligence	58
3.1.5 Semantics	63
Κεφάλαιο 4: Οικονομικό Πλαίσιο Πράσινων Επενδύσεων	64
4.1 Μηχανισμοί χρηματοδότησης/επιβράβευσης	64
4.2 Δείκτες Εκτίμησης Ενεργειακών Επενδύσεων	69
Οικονομικοί Δείκτες Εκτίμησης	69
Ενεργειακοί Δείκτες Εκτίμησης	72
Energy Performance Coefficient	73
Old Energy Index	74
New Energy Index	75
Κεφάλαιο 5: Σύνοψη	78
5.1 Σύνοψη	78
Βιβλιογραφία	82

## Πίνακας Εικόνων

No table of figures entries found.



# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

## 1.1 Αντικείμενο και Σκοπός

Η αυξανόμενη χρήση της ενέργειας στον κτιριακό τομέα, σε συνδυασμό με την επείγουσα ανάγκη αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθιστά την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων έναν κρίσιμο τομέα εστίασης. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξεταστούν καινοτόμες προσεγγίσεις και στρατηγικές για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα μέσω ανακαινίσεων τόσο σε επίπεδο των τεχνολογιών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την ίδια την ανακαίνιση όσο και σε επίπεδο ψηφιακών τεχνολογιών.

Εξετάζεται επίσης το περιβαλλοντικό και οικονομικό όφελος των ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, καθώς και το νομικό πλαίσιο κάτω από το οποίο μπορεί να λειτουργήσει μια τέτοια καμπάνια, όπως και τις οικονομικές ενισχύσεις που μπορούν να προκύψουν από αυτή.

## 1.2 Μεθοδολογία Διπλωματικής

Για να μπορέσουμε να εμβαθύνουμε στο θέμα της ενεργειακής αποδοτικότητας και να εξετάσουμε τη σημασία της, θα ξεκινήσουμε διεξάγοντας μια λεπτομερή ανασκόπηση βιβλιογραφίας για τη συλλογή υπαρχουσών γνώσεων, ερευνητικών μελετών και βέλτιστων πρακτικών. Η αναφορά σε προηγούμενες μελέτες, έρευνες και επιστημονικές δημοσιεύσεις θα μας βοηθήσουν να καθορίσουμε τις απαιτήσεις, τους στόχους και τις προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν στο πλαίσιο της ενεργειακής ανακαίνισης κτιρίων.

Στη συνέχεια θα υιοθετηθεί μια μεθοδολογία μελέτης περίπτωσης για την εξέταση πραγματικών ανακαινιστικών έργων που έχουν πετύχει μια καλή ενεργειακή απόδοση μέσω καινοτόμων ενεργειακά συστημάτων.

## 1.3 Οργάνωση Κειμένου

Η παρούσα διπλωματική οργανώνεται ως εξής:

Το Κεφάλαιο 1 αποτελεί την εισαγωγή της εργασίας και παρουσιάζει το σκοπό, το αντικείμενο καθώς και τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την παραγωγή του επιθυμητού αποτελέσματος.

Το Κεφάλαιο 2 αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο, δηλαδή εισαγωγικές έννοιες και ορισμούς καθώς και τη σημασία της πράσινης οικονομίας στον κτιριακό τομέα στις μέρες μας.

Στο Κεφάλαιο 3 θα παραθέσουμε τον ρόλο της τεχνολογίας στις ενεργειακές επενδύσεις δίνοντας μία πιο αναλυτική οπτική σε κάθε τεχνολογικό εργαλείο, ξεχωριστά.

Στο Κεφάλαιο 4 θα αποδοθεί εμπειριστικά το οικονομικό πλαίσιο στις Πράσινες Επενδύσεις καθώς και θα σημειωθεί και ένα σενάριο χρήσης.

Το Κεφάλαιο 5 αποτελεί τη σύνοψη της διπλωματικής εργασίας.

## Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό Υπόβαθρο

### 2.1 Εισαγωγή στην Πράσινη Οικονομία και τις Ενεργειακές Επενδύσεις

Το συναίσθημα μιας πράσινης οικονομίας, που συχνά αναφέρεται ως βιώσιμη ή χαμηλού άνθρακα οικονομία, αντιπροσωπεύει μια θεμελιώδη μεταβολή στον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουμε την οικονομική ανάπτυξη και την περιβαλλοντική διαχείριση. Βάζει έμφαση στη βιωσιμότητα, την αποδοτική χρήση πόρων και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ιδίως στον τομέα της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Οι επενδύσεις στην ενέργεια διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη μετάβαση προς μια πράσινη οικονομία, καθώς προωθούν την καινοτομία, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτή η εισαγωγή θα εξερευνήσει τις βασικές αρχές της πράσινης οικονομίας και το ρόλο των επενδύσεων στην ενέργεια εντός αυτής.

#### Αρχές της Πράσινης Οικονομίας

##### ➤ **Βιωσιμότητα**

- Η βιωσιμότητα είναι η θεμελιώδης αρχή της πράσινης οικονομίας. Υπογραμμίζει την ιδέα ότι η οικονομική ανάπτυξη δεν πρέπει να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Αυτή η αρχή αναγνωρίζει ότι οι πόροι είναι πεπερασμένοι και, συνεπώς, πρέπει να τους χρησιμοποιούμε υπεύθυνα και αποδοτικά.
- Η βιωσιμότητα υπερβαίνει τις περιβαλλοντικές ανησυχίες·καθώς περιλαμβάνει επίσης κοινωνικές και οικονομικές πτυχές. Μια βιώσιμη οικονομία πρέπει να αντιμετωπίζει θέματα όπως η κοινωνική ισότητα, η μείωση της φτώχειας και η πρόσβαση σε βασικές υπηρεσίες διατηρώντας παράλληλα την περιβαλλοντική ακεραιότητα.

##### ➤ **Περιβαλλοντική Διαχείριση**

- Η περιβαλλοντική διαχείριση υπογραμμίζει την ευθύνη των ανθρώπων να προστατεύουν και να φροντίζουν το περιβάλλον. Αυτή η αρχή αναγνωρίζει ότι το καλό των ανθρώπων συνδέεται στενά με την υγεία των οικοσυστημάτων μας και, επομένως, προωθεί τη διατήρηση και αποκατάσταση αυτών.
- Η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η μείωση της ρύπανσης αποτελούν κρίσιμα συστατικά της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Αυτό περιλαμβάνει την προστασία της ποικιλίας της ζωής στη Γη και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον.

### ➤ **Αποδοτικότητα Πόρων**

- Η αποδοτικότητα πόρων είναι μία βασική έννοια στην πράσινη οικονομία, υπογραμμίζοντας την ανάγκη να βελτιώνουμε τη χρήση των πόρων σε όλες τις οικονομικές διαδικασίες. Αυτό περιλαμβάνει τη μείωση των αποβλήτων και τη μέγιστη αξιοποίηση των πόρων.
- Μέτρα αποδοτικότητας μπορεί να περιλαμβάνουν τη βελτίωση του σχεδιασμού των προϊόντων για τη μείωση της χρήσης υλικών, την υιοθέτηση καθαρότερων και πιο αποδοτικών τεχνολογιών και την εφαρμογή πρακτικών ανακύκλωσης και κυκλικής οικονομίας. Η αποδοτικότητα των πόρων μειώνει όχι μόνο το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αλλά προσφέρει επίσης οικονομικές εξοικονομήσεις και βελτιωμένο ανταγωνισμό.

### ➤ **Ανανεώσιμη Ενέργεια**

- Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελεί θεμελιώδη στοιχείο των αρχών της πράσινης οικονομίας. Αναγνωρίζει ότι η μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα σε καθαρές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την επίτευξη ενεργειακής ασφάλειας.
- Η υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική και η γεωθερμική ενέργεια μειώνει όχι μόνο τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά επίσης μειώνει τους περιβαλλοντικούς και γεωπολιτικούς κινδύνους που συνδέονται με την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

Αυτές οι αρχές δημιουργούν συνδυαστικά ένα πλαίσιο για μια πιο βιώσιμη και περιβαλλοντικά υπεύθυνη προσέγγιση της οικονομικής ανάπτυξης. Αναγνωρίζουν ότι η ευημερία των ανθρώπων συνδέεται στενά με την υγεία του πλανήτη μας και ότι οι οικονομικές δραστηριότητες πρέπει να αντικατοπτρίζουν αυτήν τη συνδεσιμότητα. Για την επίτευξη μιας πράσινης οικονομίας, είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν πολιτικές, στρατηγικές και πρακτικές που συμμορφώνονται με αυτές τις αρχές, ενώ προάγουν την καινοτομία, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την ευημερία τόσο των τωρινών όσο και των μελλοντικών γενεών. Καταλήγοντας, η πράσινη οικονομία αντιπροσωπεύει έναν δρόμο προς μια πιο ισορροπημένη και αρμονική σχέση μεταξύ της ανθρώπινης δραστηριότητας και του φυσικού κόσμου.<sup>[1]</sup>

Όπως λοιπόν αναγράφεται παραπάνω, για να υιοθετηθούν οι αρχές της Πράσινης Οικονομίας, πρέπει να εφαρμοστούν πολιτικές, στρατηγικές και πρακτικές που συμμορφώνονται με αυτές τις αρχές.

### ➤ **Πολιτικές**

- Περιβαλλοντικοί Κανονισμοί: Εφαρμογή και επιβολή αυστηρών περιβαλλοντικών κανονισμών που θέτουν πρότυπα για εκπομπές, έλεγχο της ρύπανσης και διαχείριση των πόρων. Αυτοί οι κανονισμοί μπορεί να περιλαμβάνουν όρια εκπομπών, υποχρεωτικές πρακτικές ανακύκλωσης και πρότυπα βιωσιμότητας.

- Κίνητρα για Ανανεώσιμη Ενέργεια: Παροχή οικονομικών κινήτρων, φοροελαφρύνσεων και επιδοτήσεων για επιχειρήσεις και άτομα που επενδύουν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθιστώντας τις οικονομικά ελκυστικές σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Πολιτικές Αειφόρου Γεωργίας και Χρήσης της Γης: Προώθηση πρακτικών αειφόρου γεωργίας, αναδάσωσης και διατήρησης του εδάφους για την προστασία των οικοσυστημάτων και την προώθηση της υπεύθυνης διαχείρισης της γης.<sup>[2]</sup>

### ➤ Στρατηγικές

- Υιοθέτηση Κυκλικής Οικονομίας: Προώθηση της μετάβασης σε κυκλική οικονομία, όπου οι πόροι χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά, τα προϊόντα σχεδιάζονται για μακροχρόνια χρήση και τα απόβλητα ελαχιστοποιούνται μέσω ανακύκλωσης και ανανέωσης.
- Επενδύσεις στις Καθαρές Τεχνολογίες: Υποστήριξη της έρευνας και ανάπτυξης σε καθαρές τεχνολογίες, όπως ηλεκτρικά οχήματα, ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και βιώσιμα υλικά κατασκευής.
- Ανάπτυξη Πράσινης Υποδομής: Επενδύσεις σε πράσινα έργα υποδομής, όπως δημόσιες συγκοινωνίες, ενεργειακά αποδοτικά κτίρια και πράσινο αστικό σχεδιασμό, για τη μείωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης και την αύξηση της ποιότητας ζωής.

### ➤ Πρακτικές

- Μέτρα Ενεργειακής Αποδοτικότητας: Ενθάρρυνση επιχειρήσεων και ατόμων να υιοθετούν πρακτικές ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως η χρήση LED φωτισμού, η βελτίωση της μόνωσης και η μείωση των απωλειών ενέργειας.
- Μείωση Αποβλήτων και Ανακύκλωση: Προώθηση υπεύθυνων πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων προγραμμάτων ανακύκλωσης, κομπόστ, και τεχνολογιών μετατροπής αποβλήτων σε ενέργεια.
- Βιώσιμη Κατανάλωση και Παραγωγή: Ενθάρρυνση των καταναλωτών να κάνουν οικολογικές επιλογές, αγοράζοντας βιώσιμα προϊόντα, μειώνοντας την απώλεια τροφίμων και υποστηρίζοντας επιχειρήσεις με φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές.

Όταν κυβερνήσεις, επιχειρήσεις και άτομα υιοθετούν και εφαρμόζουν αυτά τα μέτρα, συμβάλλουν στην επίτευξη των ακόλουθων αποτελεσμάτων:

- Προστασία του Περιβάλλοντος: Μέσα από τη συμμόρφωση με βιώσιμες πολιτικές για τη χρήση της γης, περιβαλλοντικούς κανονισμούς και μέτρα μείωσης των αποβλήτων, προστατεύονται τα οικοσυστήματα, διατηρούνται οι φυσικοί πόροι και διατηρείται η βιοποικιλότητα.
- Καινοτομία: Οι πολιτικές που προάγουν την ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών, την υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας και τις πρωτοβουλίες για ανανεώσιμες ενέργειες

διεγείρουν την καινοτομία, προωθώντας την οικονομική ανάπτυξη και τον ανταγωνισμό.

- Δημιουργία Θέσεων Εργασίας: Οι επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες, την αειφόρο γεωργία και τα πράσινα έργα υποδομής δημιουργούν ευκαιρίες απασχόλησης σε τομείς όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η καθαρή κατασκευή και η πράσινη οικοδομήση.
- Οικονομική Ανθεκτικότητα: Μια πράσινη οικονομία είναι λιγότερο ευάλωτη στην έλλειψη πόρων, τις περιβαλλοντικές καταστροφές και τις διακυμάνσεις των τιμών της ενέργειας, προωθώντας την οικονομική σταθερότητα.
- Βελτίωση της Ποιότητας της Ζωής: Η πράσινη υποδομή και ο βιώσιμος αστικός σχεδιασμός βελτιώνουν τις συνθήκες διαβίωσης με τη μείωση της ρύπανσης, τη βελτίωση της πρόσβασης στην καθαρή ενέργεια και τη δημιουργία πιο υγιών και ζωντανών κοινοτήτων.
- Μακροχρόνια Ευημερία: Συμμορφούμενοι με αυτές τις αρχές, διασφαλίζουμε ότι η ευημερία των τωρινών και μελλοντικών γενεών προστατεύεται. Αφήνουμε μια κληρονομιά περιβαλλοντικής ευθύνης, πλούσιων φυσικών πόρων και κοινωνικής ισότητας.<sup>[3]</sup>

## Παγκόσμιες συνθήκες που οδήγησαν στην ανάγκη πράσινης οικονομίας

Η ανάγκη για την ανάπτυξη της πράσινης οικονομίας έχει γίνει ολοένα και πιο εμφανής σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς οι κοινωνίες αντιμετωπίζουν προκλήσεις που απειλούν την υγεία και την ευημερία του πλανήτη. Η ανάγκη αυτή τροφοδοτείται από ένα συνδυασμό σύγχρονων παγκοσμίων συνθηκών οι οποίες αναλύονται παρακάτω:

### ➤ Κλιματική Αλλαγή

- Αύξηση των Θερμοκρασιών: Η κλιματική αλλαγή προκαλεί αύξηση των παγκόσμιων θερμοκρασιών, με πιο συχνό και σοβαρό φαινόμενο, τους καύσωνες. Αυτό έχει σημαντικές υγειονομικές και οικονομικές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ζήτησης ενέργειας για ψύξη και της αύξησης των δαπανών υγείας.
- Ακραία Καιρικά Φαινόμενα: Πιο έντονα και συχνά ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως τυφώνες, καύσωνες, πλημμύρες και πυρκαγιές, προκαλούν ευρεία ζημιά, απώλεια ζωής και αυξημένες δαπάνες ασφάλισης και ανάκαμψης. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, οι καύσωνες προκαλούν ξήρανση του εδάφους και ενθαρρύνουν τις πυρκαγιές, οι οποίες καταστρέφουν τα δάση. Αυτά τα δάση, πέραν της βιοποικιλότητας που φιλοξενούν, αποτελούν φυσικό φράγμα έναντι των πλημμυρών, ενισχύοντας την ανάγκη για προσοχή στη διαχείρισή τους. Κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες, οι πλημμύρες είναι συχνότερες και πιο επικίνδυνες. Οι βροχοπτώσεις είναι πιο έντονες και επιφέρουν μεγαλύτερη καταστροφή, εν μέρει λόγω των προαναφερθέντων κλιματικών μεταβολών που επιδεινώνουν τις πλημμυρικές καταστάσεις.

### ➤ Έλλειμμα Πόρων

- Εξάντληση Ορυκτών Καυσίμων: Η πεπερασμένη φύση των ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση για ενέργεια, προκαλεί ανησυχίες σχετικά με την ενεργειακή ασφάλεια και την τιμή τους. Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μειώνει αυτούς τους κινδύνους.
- Έλλειψη Εξαιρετικών Ορυκτών και Μετάλλων: Τα σπάνια μεταλλικά ορυκτά χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική βιομηχανία και τις καθαρές τεχνολογίες και γίνονται ολοένα πιο σπάνια, προκαλώντας ευπάθειες στις αλυσίδες εφοδιασμού. Οι πρακτικές της πράσινης οικονομίας, όπως η ανακύκλωση και η υπεύθυνη προμήθεια, στοχεύουν στη μείωση αυτών των κινδύνων.[4]

### ➤ Απώλεια Βιοποικιλότητας

- Υπηρεσίες του Οικοσυστήματος: Η απώλεια βιοποικιλότητας μειώνει τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος στις οποίες βασιζόμαστε, όπως η οργανική γεωργία, ο καθαρισμός του νερού και ο έλεγχος του κλίματος. Η προστασία της βιοποικιλότητας μέσω βιώσιμων πρακτικών χρήσης της γης είναι αναγκαία για τη μακροπρόθεσμη ασφάλεια τροφίμων και την υγεία του οικοσυστήματος.
- Προσφορά Τροφίμων: Η μείωση της βιοποικιλότητας μπορεί να επηρεάσει τις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων, προκαλώντας πιθανές αποτυχίες καλλιεργειών και διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα ορισμένων τροφίμων.

(\*)οργανική: αναφέρεται σε πρακτικές που στοχεύουν στη βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των φυτών και των άλλων οργανισμών του οικοσυστήματος, όπως οι πρακτικές οικολογικής γεωργίας που χρησιμοποιούν φυσικούς εχθρούς των επιβλαβών εντόμων αντί για χημικά φυτοφάρμακα

## ➤ **Ρύπανση και Ποιότητα του Αέρα**

- Δαπάνες Υγείας: Η ρύπανση του αέρα και του νερού συντελεί σε προβλήματα υγείας, αυξάνοντας το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης. Η μείωση της ρύπανσης μέσω της υιοθέτησης καθαρότερων τεχνολογιών και της βελτιωμένης διαχείρισης των αποβλήτων μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση στον τομέα της υγείας.
- Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις: Οι επιπτώσεις της ρύπανσης είναι ευρείες, βλάπτοντας τα οικοσυστήματα, μολύνοντας τις πηγές νερού και καταστρέφοντας τους βιότοπους.

## ➤ **Αύξηση της Ζήτησης για Ενέργεια**

- Ενεργειακή Ασφάλεια: Με την αύξηση της ζήτησης για ενέργεια, οι χώρες που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων αντιμετωπίζουν κινδύνους στην ενεργειακή τους ασφάλεια. Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια και μειώνει την εξάρτηση από ξένες πηγές ενέργειας.
- Πράσινες Θέσεις Εργασίας: Ο τομέας των ανανεώσιμων ενεργειών μπορεί να δημιουργήσει θέσεις εργασίας, βοηθώντας στην αντιμετώπιση των θεμάτων ανεργίας ενώ συμβάλλει στη δημιουργία ενός πιο βιώσιμου μέλλοντος για όλους.

## ➤ **Οικονομική Ευάλωτοτητα**

- Διακυμάνσεις τιμών: Οι διακυμάνσεις των τιμών των ορυκτών καυσίμων μπορεί να επηρεάσουν τις δαπάνες ενέργειας για επιχειρήσεις και καταναλωτές. Σταθερές τιμές στην ανανεώσιμη ενέργεια παρέχουν οικονομική προβλεψιμότητα.
- Διαφοροποίηση: Η μετάβαση σε πράσινους τομείς και τεχνολογίες διαφοροποιεί την οικονομία, μειώνοντας την ευπάθεια σε εξωτερικές οικονομικές πληγές.

## ➤ **Επιπτώσεις στην Υγεία**

- Μείωση της Παραγωγικότητας: Οι επιπτώσεις της ρύπανσης και η έλλειψη πρόσβασης σε καθαρό νερό και υγιεινές συνθήκες μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της παραγωγικότητας των εργαζομένων, προκαλώντας πιθανά οικονομικά προβλήματα ανάπτυξης.
- Δαπάνες Υγειονομικής Περίθαλψης: Οι δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης που σχετίζονται με ασθένειες που σχετίζονται με τη ρύπανση μπορεί να ασκήσουν πίεση στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης, καθιστώντας την περίθαλψη πιο δαπανηρή.

## ➤ **Αστικοποίηση και Ανάγκες στην Υποδομή**

- Κατανάλωση Πόρων: Η γρήγορη αστικοποίηση οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση πόρων, συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας και των υλικών κατασκευής. Ο βιώσιμος αστικός σχεδιασμός και η πράσινη υποδομή μπορούν να συμβάλουν στην αντιμετώπιση αυτών των επιπτώσεων.
- Ποιότητα Ζωής: Ο αποδοτικός αστικός σχεδιασμός μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των κατοίκων, προάγοντας την ευημερία και προσελκύοντας επιχειρήσεις και ταλέντο.

### ➤ Γεωπολιτικές Εντάσεις

- Συγκρούσεις για την Ενέργεια: Ο ανταγωνισμός για την πρόσβαση σε περιορισμένους πόρους ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε γεωπολιτικές συγκρούσεις. Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να αμβλύνει αυτές τις συγκρούσεις.
- Διπλωματία των Πόρων: Οι τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας εξαρτώνται λιγότερο από γεωγραφικούς περιορισμούς, μειώνοντας την ανάγκη για διπλωματία των πόρων και ενισχύοντας την ενεργειακή ανεξαρτησία.

### ➤ Κοινωνική Δικαιοσύνη

- Πρόσβαση σε Καθαρό Περιβάλλον: Οι κοινωνικές και οικονομικές ανισότητες συχνά οδηγούν σε ανισότητες ως προς την πρόσβαση σε καθαρό περιβάλλον. Η πράσινη οικονομία προωθεί τη δικαιοσύνη στον τομέα του περιβάλλοντος, εξασφαλίζοντας ότι όλοι έχουν πρόσβαση σε καθαρό αέρα, νερό και πράσινους χώρους.
- Οικονομική Συμμετοχή: Η πράσινη οικονομία μπορεί να δημιουργήσει ευκαιρίες εργασίας σε διάφορους τομείς, προσφέροντας σε αποκλεισμένες κοινότητες την ευκαιρία για οικονομική συμμετοχή και προαγωγή.

### ➤ Ευαισθητοποίηση των Καταναλωτών

- Ζήτηση στην Αγορά: Η ζήτηση των καταναλωτών για προϊόντα και υπηρεσίες οικολογικής και βιώσιμης προέλευσης επηρεάζει τις επιχειρηματικές στρατηγικές. Οι επιχειρήσεις υιοθετούν όλο και περισσότερο πράσινες πρακτικές για να ικανοποιήσουν αυτή τη ζήτηση και να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους.
- Διαφάνεια των Προϊόντων: Οι καταναλωτές αναζητούν διαφάνεια σχετικά με το περιβαλλοντικό και ηθικό αποτύπωμα των προϊόντων, ασκώντας με αυτόν τον τρόπο πίεση στις επιχειρήσεις ώστε να δημοσιεύουν αυτές τις πληροφορίες και να υιοθετούν πιο πράσινες πρακτικές.

### ➤ Διεθνείς Συμφωνίες

- Διεθνής Συνεργασία: Διεθνείς συμφωνίες όπως το Παρίσι και οι Βιώσιμοι Στόχοι Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών προωθούν τη διεθνή συνεργασία και καθορίζουν κοινούς στόχους, προωθώντας τις χώρες να υιοθετήσουν πράσινες πολιτικές και πρακτικές.
- Υπευθυνότητα: Αυτές οι συμφωνίες επιβάλλουν την υπευθυνότητα των χωρών για τις περιβαλλοντικές και βιώσιμες δεσμεύσεις τους, δημιουργώντας κίνητρα για τις κυβερνήσεις να λάβουν μέτρα.

Οι παράγοντες αυτοί δημιούργησαν μια ισχυρή βάση για την ανάγκη της υιοθέτησης λύσεων πράσινης ενέργειας παγκοσμίως. Αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα προς την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, την προστασία του περιβάλλοντος και την εξασφάλιση ενός βιώσιμου και ανθεκτικού ενεργειακού μέλλοντος για τις επόμενες γενιές. Οι πολιτικές, οι στρατηγικές και οι πρακτικές που συμβάλλουν στην αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι ουσιαστικές για τη μετάβαση προς μια πιο πράσινη και βιώσιμη οικονομία.<sup>[5]</sup>



## Ανάλυση των ενεργειακών επενδύσεων σε διάφορους τομείς

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη της πράσινης ενέργειας και οικονομίας, έννοιες, οι οποίες αποτελούν βασικό πυλώνα για την αντιμετώπιση των σύγχρονων προκλήσεων που αναφέραμε παραπάνω, αποτελούν οι επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα. Οι επενδύσεις στην ενέργεια είναι ουσιώδεις για την επίτευξη των στόχων της πράσινης οικονομίας. Αυτές οι επενδύσεις μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές, συμπεριλαμβανομένης της δημόσιας και ιδιωτικής χρηματοδότησης, της έρευνας και ανάπτυξης και της πολιτικής υποστήριξης.

Οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική), στην αποθήκευση ενέργειας (π.χ. μπαταρίες λιθίου), σε υποδομές δικτύου (έξυπνα δίκτυα, ψηφιακές τεχνολογίες), σε ορυκτά καύσιμα (π.χ. φυσικό αέριο) και σε τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης (αναβάθμιση κτιρίων), είναι απαραίτητες για την προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας και τη μετάβαση σε καθαρότερες και πιο βιώσιμες πηγές ενέργειας.<sup>[6]</sup>

Παρακάτω παραθέτουμε επενδύσεις στην ενέργεια οι οποίες μπορούν να συντελέσουν στην πράσινη οικονομία:

- **Υποδομή Ανανεώσιμης Ενέργειας**

Οι επενδύσεις στην ενέργεια διαδραματίζουν έναν κεντρικό ρόλο στη δημιουργία και επέκταση της υποδομής της ανανεώσιμης ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει τις ανεμογεννήτριες, τους ηλιακούς σταθμούς, τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και άλλες μορφές καθαρής παραγωγής ενέργειας. Αυτές οι επενδύσεις είναι κρίσιμες για τη μετάβαση μακριά από τα ορυκτά καύσιμα και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

- **Έργα για την Ενεργειακή Απόδοση**

Οι επενδύσεις στην ενέργεια υποστηρίζουν πρωτοβουλίες που στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε διάφορους τομείς, όπως η κατασκευή, ο τομέας των μεταφορών και τα κτίρια. Αυτά τα έργα περιλαμβάνουν αναβαθμίσεις τεχνολογιών, βελτίωση της μόνωσης και υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών πρακτικών. Με τη μείωση των απωλειών ενέργειας, συμβάλλουν στη βιωσιμότητα και στην εξοικονόμηση κόστους.

- **Έρευνα και Ανάπτυξη**

Οι επενδύσεις στην ενέργεια χρηματοδοτούν προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης για την προώθηση των τεχνολογιών καθαρής ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει καινοτομίες στην αποθήκευση ενέργειας, τα έξυπνα δίκτυα και τις βιώσιμες μεταφορές. Η έρευνα είναι απαραίτητη για την ανακάλυψη νέων λύσεων και την καθιέρωση των υφιστάμενων τεχνολογιών σε προσιτές τιμές και αποδοτικότητα.

- **Ηλεκτροκίνηση των Μεταφορών**

Η ηλεκτροκίνηση του τομέα των μεταφορών αποτελεί σημαντικό κομμάτι των πράσινων επενδύσεων στην ενέργεια. Αυτό περιλαμβάνει την υποστήριξη της ανάπτυξης ηλεκτρικών οχημάτων (Electric Vehicles, EVs) και την αναγκαία υποδομή φόρτισης. Η ηλεκτροκίνηση των μεταφορών μειώνει τις εκπομπές και την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

- **Μοντέρνα Δίκτυα**

Οι επενδύσεις στα μοντέρνα δίκτυα είναι κρίσιμες για τη φιλοξενία του αυξανόμενου ποσοστού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα έξυπνα δίκτυα, που δίνουν τη δυνατότητα αποδοτικής διανομής και διαχείρισης της ενέργειας, είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση των ασταθών ανανεώσιμων πηγών, όπως η ηλιακή και η αιολική, στο μείγμα ενέργειας.

- **Αποθήκευση και Διάθεση άνθρακα (CCS, Carbon Capture and Storage)**

Ορισμένες επενδύσεις στην ενέργεια είναι επικεντρωμένες σε τεχνολογίες αποθήκευσης και διάθεσης του διοξειδίου του άνθρακα (CCS). Το CCS καταγράφει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από βιομηχανικές διαδικασίες και εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και τις αποθηκεύει υπό το έδαφος, εμποδίζοντάς τις από το να εισέλθουν στην ατμόσφαιρα. Αυτή η τεχνολογία είναι κρίσιμη για τη μείωση των εκπομπών από τους τομείς που είναι δύσκολο να αποδεθούν.

- **Συμμετοχή του Ιδιωτικού Τομέα**

Η ενθάρρυνση της συμμετοχής του ιδιωτικού τομέα είναι κρίσιμη για την προώθηση των επενδύσεων στην ενέργεια. Δημόσιοι-ιδιωτικοί συνεργατικοί χώροι και κίνητρα μπορούν να διεγείρουν τις επιχειρήσεις να επενδύσουν σε τεχνολογίες καθαρής ενέργειας και βιώσιμες πρακτικές. Αυτές οι επενδύσεις μπορούν να οδηγήσουν στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στην οικονομική ανάπτυξη.

- **Ανθεκτικότητα της Υποδομής**

Οι επενδύσεις στην πράσινη ενέργεια υποστηρίζουν επίσης την ανθεκτικότητα της υποδομής, ιδίως αντιμέτωπα με τις κλιματικές αλλαγές. Αυτό περιλαμβάνει την αναβάθμιση των κτιρίων για να αντέχει σε ακραία καιρικά φαινόμενα, εξασφαλίζοντας τη συνέχεια της εφοδιαστικής αλυσίδας ενέργειας κατά των κρίσεων.

- **Πρόσβαση στην Καθαρή Ενέργεια**

Οι επενδύσεις στην ενέργεια πρέπει να επικεντρώνονται στην παροχή πρόσβασης σε καθαρή και προσιτή ενέργεια για όλους. Αυτό αντιμετωπίζει την ενεργειακή φτώχεια και διασφαλίζει ότι οι αδίκημένες κοινότητες επωφελούνται από τη μετάβαση σε μια πράσινη οικονομία.

- **Διεθνής Συνεργασία**

Η διεθνής συνεργασία είναι κρίσιμη στις επενδύσεις στην ενέργεια. Οι χώρες μπορούν να συνεργαστούν για να μοιραστούν γνώσεις, τεχνολογίες και χρηματοδοτικούς πόρους με σκοπό να επιταχύνουν τη μετάβαση στην πράσινη ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο.

- **Υποστήριξη Πολιτικής και Ρυθμιστικής Πολιτικής**

Οι κυβερνήσεις διαδραματίζουν ένα ζωτικό ρόλο στη δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για τις επενδύσεις στην ενέργεια. Η εφαρμογή υποστηρικτικών πολιτικών και κανονισμών, όπως η παροχή κινήτρων, οι κάθετοι φόροι άνθρακα και οι στόχοι μείωσης των εκπομπών, μπορεί να οδηγήσει σε επενδύσεις στην πράσινη ενέργεια.

- **Εργατικό Δυναμικό για τη Μετάβαση στην Ενέργεια**

Οι επενδύσεις στην ενέργεια περιλαμβάνουν επίσης την ανάπτυξη του εργατικού δυναμικού. Αυτό περιλαμβάνει προγράμματα εκπαίδευσης και επανεκπαίδευσης για να εξασφαλιστεί ότι οι εργαζόμενοι διαθέτουν τις δεξιότητες που απαιτούνται για τον τομέα της πράσινης ενέργειας, προάγοντας τη δημιουργία θέσεων εργασίας και τη βιωσιμότητα.

- **Καινοτομία και Εκκινήσεις**

Η υποστήριξη της καινοτομίας και των εκκινήσεων στον τομέα της πράσινης ενέργειας είναι κρίσιμο κομμάτι των επενδύσεων στην ενέργεια. Οι αναδυόμενες τεχνολογίες και επιχειρηματικές πρωτοβουλίες μπορούν να φέρουν διακανονιστικές λύσεις στην αγορά, επιταχύνοντας τη μετάβαση σε μια πράσινη οικονομία.

Συνοψίζοντας, οι επενδύσεις στην ενέργεια είναι επίκαιρες για την προώθηση της πράσινης οικονομίας, διαθέτοντας πόρους για την ανάπτυξη της υποδομής της ανανεώσιμης ενέργειας, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την προώθηση της έρευνας και ανάπτυξης, την ηλεκτροκίνηση των μεταφορών, και την ενίσχυση της συμμετοχής του ιδιωτικού τομέα. Αυτές οι επενδύσεις μειώνουν όχι μόνο τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και ενισχύουν την οικονομική ανάπτυξη και δημιουργούν ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό ενεργειακό σύστημα.

## 2.2 Σημασία της Πράσινης Οικονομίας στον Κτιριακό Τομέα

Η σημασία της πράσινης οικονομίας στον κτιριακό τομέα δεν μπορεί να υποτιμηθεί στον σύγχρονο κόσμο. Καθώς η κοινωνία αντιμετωπίζει τις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής, της έλλειψης πόρων και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, η κατασκευή και λειτουργία των κτιρίων έχουν έρθει υπό αυξημένο σκοπό. Οι πρακτικές πράσινης κατασκευής, που περιλαμβάνουν μια ευρεία γκάμα περιβαλλοντικά υπεύθυνων στρατηγικών σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας, έχουν αναδειχθεί ως ένα μετασχηματιστικό δυναμικό στην κατασκευαστική βιομηχανία. Αυτές οι πρακτικές δίνουν προτεραιότητα στη βιωσιμότητα, την αποδοτικότητα των πόρων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την περιβαλλοντική ευθύνη, προσφέροντας μια διαδρομή για την αντιμετώπιση σημαντικών παγκόσμιων ζητημάτων.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο ρόλος της πράσινης οικονομίας στον κτιριακό τομέα αναλαμβάνει τεράστια σημασία. Οι πράσινες κατασκευές όχι μόνο αμβλύνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της κατασκευής και της κατοίκησης, αλλά προσφέρουν πολλάκις οικονομικά, υγειονομικά και κοινωνικά οφέλη. Σχεδιάζονται για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και πόρων, τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, την προώθηση της χρήσης βιώσιμων υλικών και την ενίσχυση της συνολικής ευημερίας των κατοίκων. Αυτή η εισαγωγή θέτει τις βάσεις για μια βαθύτερη εξέταση της πολυδιάστατης σημασίας της πράσινης οικονομίας στον τομέα της κατασκευής, υπογραμμίζοντας τον πολύ σημαντικό ρόλο που διαδραματίζεται στο διαμορφωμένο περιβάλλον μας για μια βιώσιμη και ανθεκτική μελλοντική εξέλιξη του περιβάλλοντός.

Καθώς κατανοούμε την κρίσιμη σημασία της πράσινης οικονομίας στον τομέα της κατασκευής, δεν μπορούμε παρά να αναγνωρίσουμε ότι η ανακαίνιση των υφιστάμενων, χαμηλής ενεργειακής κλίμακας, κτιρίων αποτελεί μια σημαντική πτυχή αυτής της εξέλιξης. Η πράσινη ανακαίνιση αναπτύσσει την ιδέα της βιωσιμότητας πέρα από τον τομέα της νέας κατασκευής και επικεντρώνεται στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων. Ας εξετάσουμε πιο αναλυτικά τον ρόλο της πράσινης οικονομίας στον κτιριακό τομέα τόσο στην κατασκευή νέων κτιρίων όσο και στην ανακαίνιση των υφιστάμενων, καθώς και τα οφέλη της στη διαμόρφωση ενός πιο βιώσιμου “κτισμένου” περιβάλλοντος.<sup>[7]</sup>

### Ρόλος πράσινης οικονομίας στον κτιριακό τομέα

Οι λόγοι για τους οποίους ο ρόλος της πράσινης οικονομίας είναι κρίσιμος στην κατασκευή κτιρίων και ανακαινίσεων υφισταμένων κτιρίων είναι οι εξής:

- **Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα**

Οι πρακτικές πράσινης κατασκευής και ανακαίνισης βρίσκονται στο προσκήνιο της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Επικεντρώνονται στη μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των κατασκευαστικών και ανακαινιστικών δραστηριοτήτων. Χρησιμοποιώντας ενεργειακά αποδοτικά σχέδια, βιώσιμα υλικά και φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες, βοηθούν στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και

την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτή η δέσμευση στην περιβαλλοντική προστασία είναι ουσιώδης για τη διατήρηση του πλανήτη για τις μελλοντικές γενιές.

- **Αποτελεσματικότητα στη Χρήση Πόρων**

Οι πρακτικές πράσινης κατασκευής δίνουν προτεραιότητα στην αποτελεσματική χρήση των φυσικών πόρων. Με τη χρήση βιώσιμων υλικών κατασκευής, όπως ανακυκλώσιμα ή γρήγορα ανανεώσιμες πηγές, και την εφαρμογή στρατηγικών όπως η μείωση της παραγωγής αποβλήτων κατά τη διάρκεια της κατασκευής και ανακαίνισης, διατηρούν πόρους και μειώνουν το βάρος στο οικοσύστημα. Αυτό δεν προάγει μόνο τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα, αλλά μειώνει επίσης τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο της εξόρυξης πόρων και της διάθεσης αποβλήτων.

- **Ενεργειακή Αποδοτικότητα**

Η ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί θεμέλιο πυλώνα των πράσινων κτιρίων και ανακαινίσεων. Αυτά τα έργα ενσωματώνουν προηγμένες τεχνολογίες όπως ενεργειακά αποδοτικά συστήματα κλιματισμού, μόνωση και φωτισμό. Αυτή η έμφαση στην εξοικονόμηση ενέργειας μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, μειώνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και οδηγεί σε χαμηλότερους λογαριασμούς υπηρεσιών. Αυτό δεν βοηθά μόνο στην εξοικονόμηση χρημάτων, αλλά συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, προστατεύοντας έτσι το κλίμα.

- **Βελτιωμένη Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα**

Τα πράσινα κτίρια δίνουν προτεραιότητα στην υγεία και την ευημερία των κατοίκων, διασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Χρησιμοποιούν χαμηλών εκπομπών (Ανώτατα Οργανικά Προϊόντα, VOC, Volatile Organic Compounds) υλικά, επαρκή συστήματα εξαερισμού και μέτρα ελέγχου ρύπων για να δημιουργήσουν ένα ασφαλές, άνετο και υγιεινό περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας. Η βελτιωμένη ποιότητα του εσωτερικού αέρα έχει άμεση θετική επίδραση στην υγεία και την παραγωγικότητα των κατοίκων, ενισχύοντας τη σημασία των πράσινων πρακτικών.

- **Οικονομικά Οφέλη**

Ο τομέας της πράσινης κατασκευής και ανακαίνισης δημιουργεί οικονομικά οφέλη σε διάφορα επίπεδα. Δημιουργεί ευκαιρίες απασχόλησης στην κατασκευή, την κατασκευή βιώσιμων υλικών και τη συντήρηση σχετικών με βιώσιμες πρακτικές. Επιπλέον, προάγει τη χρήση τοπικών, βιώσιμων υλικών, συμβάλλοντας στην οικονομική ανάπτυξη των κοινοτήτων, βελτιώνοντας την αξία των ακινήτων και ενισχύοντας την αγορά για πράσινα προϊόντα και υπηρεσίες.

- **Ανθεκτικότητα στην Κλιματική Αλλαγή**

Τα πράσινα κτίρια σχεδιάζονται ώστε να είναι πιο ανθεκτικά στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά όπως ενισχυμένες κατασκευές, συστήματα διαχείρισης υδάτων κατά των καταιγίδων και αρχές παθητικού σχεδιασμού για αντιμετώπιση ακραίων καιρικών φαινομένων. Αυτή η ανθεκτικότητα βελτιώνει τόσο την ασφάλεια των κατοίκων κατά τη διάρκεια φυσικών καταστροφών όσο και τη μείωση των δαπανών συντήρησης στο μακροπρόθεσμο.

- **Κανονιστικά και Αγοραία Κίνητρα**

Οι κυβερνητικές ενθαρρύνσεις και κανονισμοί έχουν σημαντική επίδραση στην προώθηση των πρακτικών πράσινης κατασκευής και ανακαίνισης. Πολιτικές όπως φορολογικά κίνητρα, επιδοτήσεις και απλούστευση των διαδικασιών άδειας ενθαρρύνουν την υιοθέτησή τους. Παράλληλα, η αυξανόμενη αγοραστική ζήτηση για βιώσιμα, ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη αξία ακινήτων και καλύτερα ποσοστά απασχόλησης.

- **Καινοτομία και Ανάπτυξη Τεχνολογίας**

Ο τομέας της πράσινης κατασκευής και ανακαίνισης προωθεί την καινοτομία και την ανάπτυξη τεχνολογίας. Ενθαρρύνει την έρευνα και ανάπτυξη σε τομείς όπως η ολοκλήρωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα έξυπνα συστήματα κτιρίων και τα οικολογικά υλικά κατασκευής. Οι καινοτομίες που αναπτύσσονται σε αυτόν τον τομέα συχνά έχουν ευρύτερες εφαρμογές και μπορούν να προωθήσουν την τεχνολογία σε άλλους κλάδους.

- **Μακροπρόθεσμες Οικονομικές Εξοικονομήσεις**

Παρόλο που οι αρχικές δαπάνες για πράσινα κτίρια και ανακαινίσεις μπορεί να είναι ελαφρώς υψηλότερες, αποφέρουν σημαντικές μακροπρόθεσμες οικονομικές εξοικονομήσεις. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και νερού οδηγεί σε χαμηλότερους λογαριασμούς δημόσιων υπηρεσιών. Η χρήση ανθεκτικών υλικών και τεχνολογιών μειώνει τα έξοδα συντήρησης, ενώ η βελτιωμένη ποιότητα του εσωτερικού αέρα ενισχύει την υγεία και την παραγωγικότητα των κατοίκων, προσφέροντας έναν ισχυρό οικονομικό λόγο για τις πράσινες επενδύσεις.

- **Συμβολή στους Παγκόσμιους Στόχους Βιωσιμότητας**

Τα πράσινα κτίρια και οι ανακαινίσεις συμπίπτουν με τους διεθνείς στόχους βιωσιμότητας, όπως οι Βιώσιμοι Στόχοι Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών. Συμβάλλουν στην επίτευξη παγκόσμιων στόχων που σχετίζονται με την καθαρή ενέργεια, τη δράση για το κλίμα, τις βιώσιμες πόλεις και κοινότητες, καθώς και την υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή, συμβάλλοντας έτσι σε έναν πιο βιώσιμο και ισότιμο κόσμο.

Συνοψίζοντας, ο ρόλος της πράσινης οικονομίας στον τομέα της κατασκευής και των πράσινων ανακαινίσεων είναι πολυπρόσωπος και κρίσιμος. Καλύπτει την περιβαλλοντική ευθύνη, την οικονομική ανάπτυξη, τη δημόσια υγεία και την πρόοδο προς τους παγκόσμιους στόχους βιωσιμότητας. Αυτές οι πρακτικές είναι αναπόσπαστο μέρος της δημιουργίας ενός κτισμένου περιβάλλοντος που δεν είναι μόνο ενεργειακά αποδοτικό και συνειδητό ως προς τους πόρους, αλλά είναι επίσης ανθεκτικό, οικονομικά αποδοτικό και υποστηρίζει την ευημερία των κατοίκων του.<sup>[8]</sup>

### *Ενεργειακό αποτύπωμα κτιριακού τομέα*

Το ενεργειακό αποτύπωμα του κτιριακού τομέα, περιλαμβάνει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας που συνδέεται με τα κτίρια και τις υποδομές καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Αυτό το ολοκληρωμένο αποτύπωμα περιλαμβάνει τη χρήση ενέργειας κατά την κατασκευή, τη λειτουργία, τη συντήρηση και την ενδεχόμενη κατεδάφιση ή ανακαίνιση των κατασκευών. Περιλαμβάνει την ενέργεια που δαπανάται για την κατασκευή και τη μεταφορά των δομικών υλικών, την ενέργεια λειτουργίας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ηλεκτρικές συσκευές, καθώς και την ενέργεια για συντήρηση, κατεδάφιση και απόρριψη.<sup>[9]</sup> Επιπλέον, λαμβάνει υπόψη την ενσωματωμένη ενέργεια στα υλικά και τα εξαρτήματα, την ενέργεια που δαπανάται κατά τη μεταφορά από και προς τους χώρους και τη χρήση ενέργειας στις υποδομές ύδρευσης και αποχέτευσης.

#### **Φάση της Κατασκευής**

Το ενεργειακό αποτύπωμα ξεκινά με την κατασκευή ενός κτιρίου. Αυτή η φάση περιλαμβάνει διαδικασίες που καταναλώνουν πολλή ενέργεια, όπως η κατασκευή υλικών, η μεταφορά αυτών των υλικών στην τοποθεσία της κατασκευής και οι ίδιες οι εργασίες κατασκευής. Οι παραδοσιακές πρακτικές κατασκευής μπορούν να είναι υψηλά καταναλωτικές ως προς την ενέργεια, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται μη ανανεώσιμα υλικά και ανεπίπεδες μέθοδοι κατασκευής.

#### **Φάση της Λειτουργίας**

Η φάση της λειτουργίας ενός κτιρίου είναι εκεί όπου συμβαίνει η πλειονότητα της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει την ενέργεια που χρησιμοποιείται για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, ηλεκτρικές συσκευές και άλλες καθημερινές δραστηριότητες εντός του κτιρίου. Οι πηγές ενέργειας για τα κτίρια ποικίλλουν, μερικά βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα, ενώ άλλα χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο, η οποία μπορεί να παράγεται από μίγμα πηγών, συμπεριλαμβανομένων των ορυκτών καυσίμων και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

#### **Συντήρηση και Ανακαίνιση**

Το ενεργειακό αποτύπωμα λαμβάνει υπόψη επίσης τη συντήρηση και την ανακαίνιση των κτιρίων. Οι προγραμματισμένες και οι απρογραμματιστές εργασίες συντήρησης απαιτούν ενέργεια, από την επισκευή συστημάτων θέρμανσης, μέχρι την αντικατάσταση υλικών οροφής. Οι ανακαινίσεις μπορεί επίσης να συμπεριλαμβάνουν την αφαίρεση παλιών υλικών, προσθέτοντας στο συνολικό ενεργειακό αποτύπωμα.

#### **Τέλος της Ζωής και Κατεδάφιση**

Όταν ένα κτίριο φτάνει στο τέλος του κύκλου ζωής του, υπάρχει κόστος ενέργειας που συνδέεται με την κατεδάφισή του ή την αποκατάστασή του. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση ενός κτιρίου, την ταξινόμηση υλικών για ανακύκλωση ή διάθεση, και τη μεταφορά αποβλήτων συντελεί στο ενεργειακό αποτύπωμα.

## **Πράσινες Πρακτικές στην Κατασκευή**

Για τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του τομέα της κατασκευής έχουν αναπτυχθεί πράσινες πρακτικές. Αυτές περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, τη χρήση βιώσιμων και ανακυκλώσιμων υλικών, και την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακούς συλλέκτες. Αυτές οι πρακτικές στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τόσο κατά τη φάση της λειτουργίας όσο και κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής.

## **Τεχνολογικές Καινοτομίες**

Οι τεχνολογικές καινοτομίες, όπως οι έξυπνες συστηματικές λύσεις και οι ενεργειακά αποδοτικές λύσεις HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning, Θέρμανση, Αερισμός, και Κλιματισμός), έχουν καίριο ρόλο στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος. Αυτές οι καινοτομίες βοηθούν στη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας, στην παρακολούθηση και έλεγχο των συστημάτων των κτιρίων και στη μείωση των απωλειών ενέργειας.

## **Πολιτική και Κανονιστική Ρύθμιση**

Οι κυβερνήσεις και οι τοπικές αρχές έχουν ξεκινήσει την εφαρμογή κανονισμών και κινήτρων για την προώθηση των ενεργειακά αποδοτικών πρακτικών στην κατασκευή. Αυτό περιλαμβάνει ενεργειακούς κανόνες και πρότυπα που θέτουν ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, καθώς και κίνητρα όπως φορολογικές ελαφρύνσεις και επιδοτήσεις για την πράσινη κατασκευή.

## **Περιβαλλοντική Επίπτωση**

Το ενεργειακό αποτύπωμα του τομέα της κατασκευής έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η υψηλή κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια συμβάλλει στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τη ρύπανση του αέρα και την εξάντληση των πόρων. Με τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος, ο τομέας της κατασκευής μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διατήρηση των πόρων.

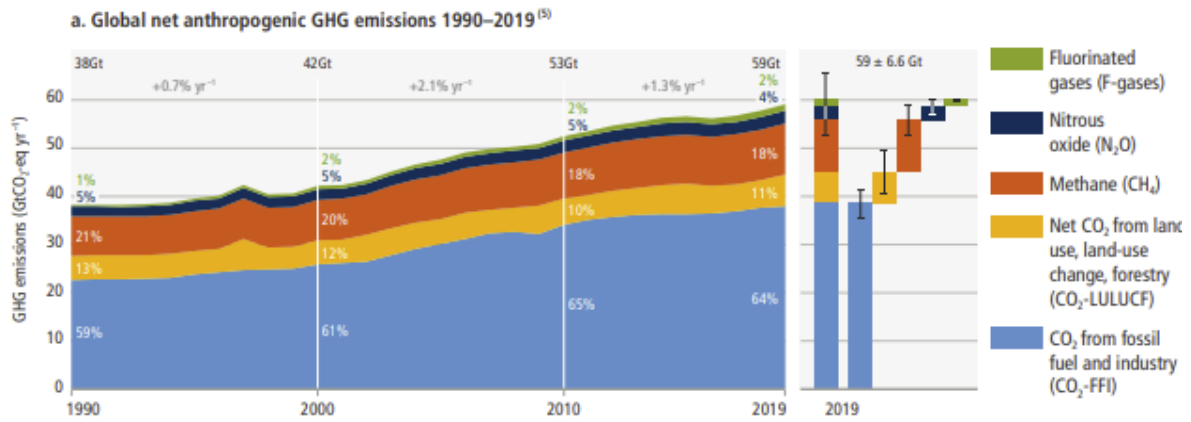
## **Παρούσα κατάσταση και ανάγκη για αλλαγή**

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον κτιριακό τομέα έχουν υπερδιπλασιαστεί από το 1970 και ο κλάδος καταναλώνει σήμερα σχεδόν το ένα τρίτο της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, καθιστώντας τον υπεύθυνο για περίπου το ένα τρίτο των συνολικών άμεσων και έμμεσων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που σχετίζονται με την ενέργεια. Η ζήτηση ενέργειας προβλέπεται επίσης πως θα αυξηθεί κατά σχεδόν 50% μέχρι το 2050 και μια μείωση κατά 25% της συνολικής χρήσης ενέργειας θα αντιπροσώπευε εξοικονόμηση ενέργειας άνω των 40 exajoules (EJ), που ισοδυναμεί με τη συνολική ετήσια τρέχουσα χρήση ενέργειας στην Ινδία και τη Ρωσία μαζί. Ιστορικά, ο κατασκευαστικός κλάδος έχει επίσης συμβάλει σε τεράστιο βαθμό στην περιβαλλοντική ρύπανση, τα απόβλητα και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο, τα κατασκευαστικά απόβλητα καταναλώνουν περισσότερο από το 50% του συνολικού όγκου των χώρων υγειονομικής ταφής, με 70 εκατομμύρια τόνους κατασκευαστικών αποβλήτων να απορρίπτονται ετησίως. Ομοίως, ο κατασκευαστικός κλάδος των ΗΠΑ παράγει πάνω από 100 εκατομμύρια τόνους κατασκευαστικών αποβλήτων ετησίως και συμβάλλει περίπου στο 29% των στερεών αποβλήτων που οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Στην Αυστραλία, οι κατασκευαστικές δραστηριότητες παράγουν το 20%-30% του συνόλου των αποβλήτων που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής και στο Χονγκ Κονγκ το ποσοστό αυτό είναι περίπου 25%, το οποίο αντιστοιχεί σε περίπου 3850 τόνους κατασκευαστικών αποβλήτων την ημέρα. Ο κατασκευαστικός κλάδος είναι επίσης ένας τεράστιος καταναλωτής φυσικών πόρων με περίπου 3 δισεκατομμύρια τόνους φυσικών πρώτων υλών (40%-50% της συνολικής ροής στην παγκόσμια οικονομία) να χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο για την κατασκευή οικοδομικών προϊόντων και εξαρτημάτων



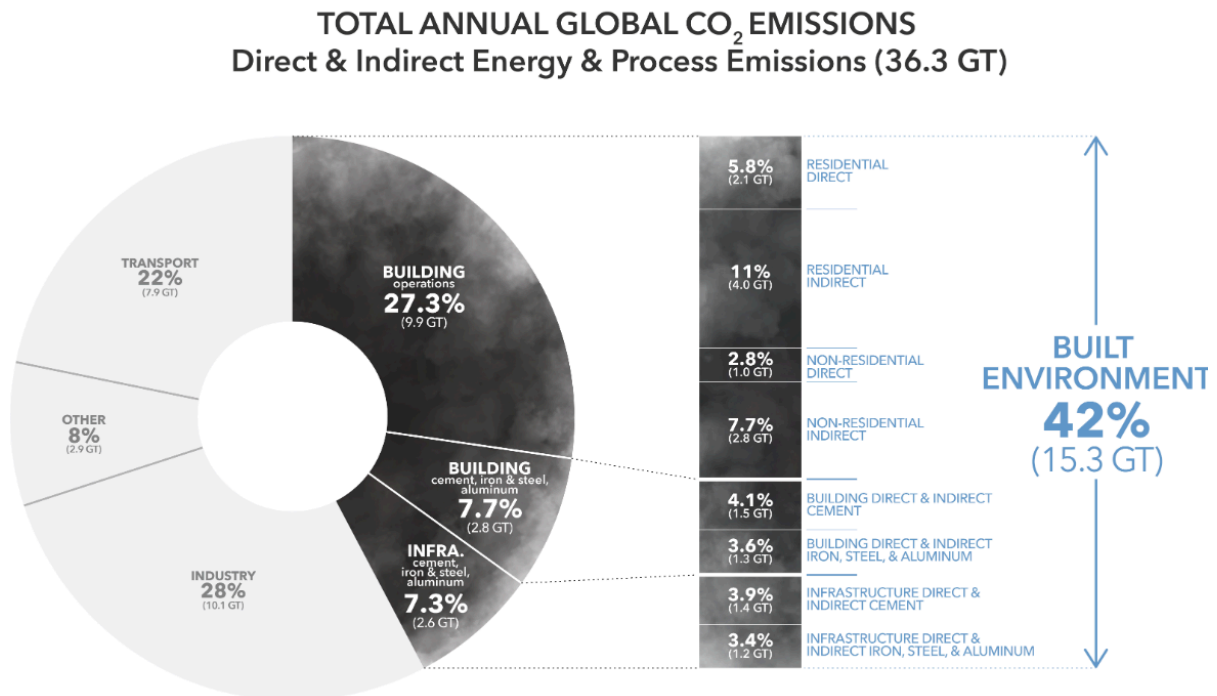
παγκοσμίως. Τα χρησιμοποιούμενα κτίρια εκτιμάται επίσης ότι ευθύνονται για το 12% της παγκόσμιας χρήσης νερού.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε παρακάτω ότι υπάρχει μια γραμμική άνοδος, μεγάλο μέρος των οποίων οφείλονται στον κτιριακό τομέα.



The graph shows human-caused emissions over time for individual greenhouse gases. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from fossil fuel use and industry is the single largest contributor to total emissions at 64%, while CO<sub>2</sub> from land use change and forestry accounts for 11% and methane (CH<sub>4</sub>) contributes 18%. Source, IPCC Working Group III, 2022.

Ο κτιριακός τομέας από μόνος του, συμβάλει στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα σε ποσοστά που προσεγγίζουν το 30% της συνολικής ετήσιας εκπομπής CO<sub>2</sub> παγκοσμίως, ενώ ευθύνεται για το 13% της συνολικής εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου (ghg, greenhouse gases) (economist,architecture2030, globalabc.org)<sup>[10]</sup>



© Architecture 2030. All Rights Reserved.  
Analysis & Aggregation by Architecture 2030 using data sources from IEA & Statista.

The built environment is responsible for about 42% of annual global CO<sub>2</sub> emissions. Source <https://www.architecture2030.org/why-the-built-environment/>

## Ανάλυση Ενεργειακών επενδύσεων στον κτιριακό τομέα

Το αντίκτυπο των φαινομένων αυτών μπορούμε να το παρατηρήσουμε και στην αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας τα τελευταία χρόνια. Από το 1880 μέχρι το 2012, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αυξήθηκε κατά 0,85 βαθμούς Κελσίου, τα τελευταία 10 χρόνια παρατηρείται μια αύξηση της τάξεως των 1,14 βαθμών Κελσίου, ενώ το μέλλον φαίνεται να είναι ακόμα πιο δυσοίωνο.

Κατανοούμε, λοιπόν, την επιτακτική ανάγκη να δράσουμε άμεσα προτού οι επιδράσεις της κατάστασης είναι μη αναστρέψιμες. <sup>[10]</sup>

Από το 2015 ήδη, στο πλαίσιο της Γενικής Συνέλευσης των Ηνωμένων Εθνών τέθηκαν 17 στόχοι ώστε να πετύχουμε μια πιο βιώσιμη ανάπτυξη [ΣΒΑ] – κοινωνική, περιβαλλοντική και οικονομική – έως το 2030 ([https://gslegal.gov.gr/?page\\_id=5506](https://gslegal.gov.gr/?page_id=5506)). Στα πλαίσια του στόχου 13 της πράσινης ενέργειας και της δράσης για το κλίμα παρουσιάστηκαν οι παρακάτω ανάγκες για δράση:

1. Ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της προσαρμοστικής ικανότητας όλων των χωρών έναντι των κινδύνων και των φυσικών καταστροφών που απορρέουν από την κλιματική αλλαγή
2. Ενσωμάτωση των μέτρων για την κλιματική αλλαγή στις εθνικές πολιτικές, στρατηγικές και σχεδιασμούς.
3. Βελτίωση της εκπαίδευσης, ευαισθητοποίησης, καθώς και της ανθρώπινης και θεσμικής ικανότητας σχετικά με θέματα που αφορούν τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, την προσαρμογή, τη μείωση των επιπτώσεων και την έγκαιρη προειδοποίηση
4. Εφαρμογή της δέσμευσης που έχουν αναλάβει οι ανεπτυγμένες χώρες μέλη της Σύμβασης-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, σχετικά με τον στόχο για την από κοινού ετήσια διάθεση 100 δισεκατομμυρίων δολαρίων, μέχρι το 2030, μέσω διαφόρων πηγών, ώστε να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες των αναπτυσσόμενων χωρών, στο πλαίσιο της ανάληψης ουσιαστικών δράσεων άμβλυνσης των επιπτώσεων και διαφάνειας στην εφαρμογή, και την πλήρη λειτουργία του Πράσινου Ταμείου για το Κλίμα μέσω της κεφαλαιοποίησης του το συντομότερο δυνατό.
5. Προώθηση μηχανισμών για την αύξηση της ικανότητας σχετικά με τον αποτελεσματικό σχεδιασμό και τη διαχείριση θεμάτων που αφορούν την κλιματική αλλαγή στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες και στα μικρά αναπτυσσόμενα νησιωτικά κράτη, συμπεριλαμβανομένων των γυναικών, των νέων καθώς και των τοπικών και περιθωριοποιημένων κοινοτήτων.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων πράσινης δράσης έχουν και οι ενεργειακές επενδύσεις στον κτιριακό τομέα.

Το μεγαλύτερο ποσοστό ακινήτων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο αποτελούν κτίρια, τα οποία έχουν κατασκευαστεί στο παρελθόν χωρίς να λαμβάνουν υπόψη περιβαλλοντικές παραμέτρους και συνεπώς χρειάζονται ανακαινίσεις ώστε να γίνουν πιο ενεργειακά αποδοτικά. Η ανακαίνιση των κτιρίων είναι κρίσιμης σημασίας, όχι μόνο για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα και λοιπών αερίων του θερμοκηπίου, αλλά μπορούν να επιφέρουν και γενικότερα οφέλη σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο.

Αναφορικά παρακάτω, και αναλυτικότερα μετέπειτα, παρατίθενται κάποιες από τις βασικές ενεργειακές επενδύσεις που μπορούν να υλοποιηθούν σε κτίρια με χαμηλή ενεργειακή κλίμακα για την καλύτερη συντήρηση και αναβάθμισή τους.

- **Ενεργειακή Απόδοση και Μόνωση**

### *Ενεργειακή Απόδοση ((Energy Efficiency)*

Η ενεργειακή απόδοση αναφέρεται στη χρήση λιγότερης ενέργειας για την παροχή των ίδιων ή βελτιωμένων υπηρεσιών. Συμπεριλαμβάνει τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας διατηρώντας ή ακόμη και βελτιώνοντας τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι πρακτικές και οι τεχνολογίες που βασίζονται στην ενεργειακή απόδοση σχεδιάζονται για τη μείωση των απωλειών, τη διατήρηση των πόρων και τη μείωση των ενεργειακών δαπανών, καθιστώντας την ουσιώδη στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ανησυχιών και της οικονομικής βιωσιμότητας.

Βασικά στοιχεία της ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνουν:

- ❖ Μείωση των Απωλειών: Η ενεργειακή απόδοση στοχεύει στον ελάχιστο διασπασμό της ενέργειας βελτιώνοντας την απόδοση συσκευών, συστημάτων και διαδικασιών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της βελτιωμένης μηχανικής, της συντήρησης και των αλλαγών στη συμπεριφορά.
- ❖ Διατήρηση των Πόρων: Χρησιμοποιώντας την ενέργεια πιο αποδοτικά, μπορούμε να διατηρήσουμε πολύτιμους φυσικούς πόρους, όπως τα ορυκτά καύσιμα, που είναι πεπερασμένα και συμβάλλουν στην περιβαλλοντική ρύπανση.
- ❖ Χαμηλότερα Κόστη: Οι πρακτικές που βασίζονται στην ενεργειακή απόδοση μπορούν να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση κόστων με τη μορφή μειωμένων λογαριασμών ενέργειας, δαπανών συντήρησης και λειτουργικών δαπανών.
- ❖ Περιβαλλοντικά Οφέλη: Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, συμβάλλοντας σε ένα πιο καθαρό περιβάλλον και στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- ❖ Βιωσιμότητα: Η ενεργειακή απόδοση αποτελεί κρίσιμο συστατικό των προσπαθειών για τη βιωσιμότητα, καθώς συμβαδίζει με τους στόχους της υπεύθυνης χρήσης των πόρων και της διατήρησής τους για τις μελλοντικές γενεές.

### *Μόνωση (Insulation)*

Η μόνωση αναφέρεται σε υλικό ή τεχνική κατασκευή που χρησιμοποιείται για τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας, ήχου ή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ αντικειμένων ή περιοχών. Στο πλαίσιο των κτιρίων, η θερμική μόνωση είναι η πιο συνηθισμένη και χρησιμοποιείται για τη διατήρηση σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας μείωντας τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της κατασκευής.

Βασικά στοιχεία της μόνωσης περιλαμβάνουν:

- ❖ Θερμική Μόνωση: Αυτή η μορφή μόνωσης βοηθά στη διατήρηση μιας άνετης και σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας με τη μείωση των απωλειών θερμότητας του χώρου κατά τη διάρκεια των ψυχρών μηνών και της θερμότητας κατά τους ζεστούς μήνες. Συνηθισμένα υλικά θερμικής μόνωσης είναι η γυαλίβερσα, η αφροσανίδα, η κυτταρίνη και το αφροστό.
- ❖ Μόνωση Ήχου: Τα υλικά μόνωσης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αποβολή ή τον φραγμό της μετάδοσης ήχου μεταξύ δωματίων ή από εξωτερικές πηγές. Αυτό είναι σημαντικό για τη διατήρηση της ιδιωτικότητας και τη μείωση της ηχορύπανσης.
- ❖ Ενεργειακή Απόδοση: Η σωστή μόνωση αποτελεί βασικό στοιχείο των ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Βοηθά στη μείωση της ανάγκης για υπερβολική θέρμανση ή ψύξη, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας και τις δαπάνες για τις υπηρεσίες της.

- ❖ Άνεση: Η μόνωση συντελεί στην άνεση των ανθρώπων που διαμένουν σε ένα κτίριο, βοηθώντας στη διατήρηση μιας σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας, τη μείωση των ρευμάτων αέρα και την ελαχιστοποίηση των ακραίων θερμοκρασιών.
- ❖ Περιβαλλοντική Επίδραση: Η αποτελεσματική μόνωση μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, μειώνοντας την περιβαλλοντική επίδραση ενός κτιρίου με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που συνδέονται με συστήματα θέρμανσης και ψύξης.
- ❖ Κωδικοί και Πρότυπα Κατασκευής: Πολλοί κωδικοί και πρότυπα κατασκευής ορίζουν ελάχιστα επίπεδα μόνωσης σε νέες κατασκευές και ανακαινίσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας.

Συνοψίζοντας, η ενεργειακή απόδοση και η μόνωση διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην κατασκευή και τη λειτουργία των κτιρίων. Η ενεργειακή απόδοση περιλαμβάνει πρακτικές και τεχνολογίες που βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας, μειώνουν τις απώλειες, διατηρούν τους πόρους και μειώνουν το κόστος, ενώ η μόνωση, ιδίως η θερμική, συμβάλλει στη διατήρηση της εσωτερικής άνεσης, στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στη μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης με την ελαχιστοποίηση της μεταφοράς θερμότητας. Και τα δύο είναι ζωτικά συστατικά για τη δημιουργία βιώσιμων και άνετων χώρων διαβίωσης και εργασίας.

### • **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν τη μελλοντική κινητήρια δύναμη του ενεργειακού τομέα και ένα κλειδί για την αειφορία του πλανήτη μας. Στην αντιμετώπιση της ανάγκης για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διασφάλιση βιώσιμης ενεργειακής παροχής, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναδύονται ως η λύση.

Ο όρος "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" αναφέρεται σε πηγές ενέργειας που ανανεώνονται φυσικά και συνεχώς, όπως η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η βιομάζα και η γεωθερμική ενέργεια. Αυτές οι πηγές ενέργειας είναι απεριόριστα διαθέσιμες και προσφέρουν ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα.

Κάθε μια από αυτές τις πηγές ενέργειας έχει τα δικά της μοναδικά πλεονεκτήματα και εφαρμογές. Η ηλιακή ενέργεια, για παράδειγμα, αξιοποιεί την ενέργεια του ηλίου μέσω φωτοβολταϊκών κυψελών και θερμικών συστημάτων. Η αιολική ενέργεια εκμεταλλεύεται τον άνεμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανεμογεννητριών. Η υδροηλεκτρική ενέργεια βασίζεται στην κίνηση του νερού για τη γεννήτρια ενέργειας. Η βιομάζα χρησιμοποιείται από βιοκαύσιμα και βιοαέριο για την παραγωγή ενέργειας. Η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιεί τη θερμότητα που εκπέμπεται από το εσωτερικό της Γης.

#### *Ηλιακή Ενέργεια (Solar Energy)*

Αρχή: Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιεί τη δύναμη του ηλίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ οι ηλιοθερμικοί συλλέκτες χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία για να θερμάνουν υγρά, τα οποία κινούν γεννήτριες.

Περιβαλλοντικά Οφέλη: Η ηλιακή ενέργεια είναι πλούσια, δεν εκπέμπει θερμοκηπιακά αέρια κατά τη λειτουργία της και έχει ελάχιστο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση και την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα.

Οικονομική Βιωσιμότητα: Η μείωση του κόστους των ηλιακών πάνελ έχει καταστήσει την ηλιακή ενέργεια όλο και πιο κοστο-αποτελεσματική. Σε πολλές περιοχές, η ηλιακή ενέργεια είναι πλέον ανταγωνιστική ή φθηνότερη από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Αυξανόμενος Ρόλος: Ο ρόλος της ηλιακής ενέργειας συνεχίζει να διευρύνεται, με εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγες, ηλιοθερμικές εγκαταστάσεις και σε ανεξάρτητες εφαρμογές να συμβάλλουν στην αυξανόμενη μερίδα της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

### *Αιολική Ενέργεια (Wind Power)*

Αρχή: Οι ανεμογεννήτριες αιχμαλωτίζουν την κινητική ενέργεια του αέρα και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Καθώς ο άνεμος περιστρέφει τις λεπίδες της ανεμογεννήτριας, μια γεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Περιβαλλοντικά Οφέλη: Η αιολική ενέργεια είναι καθαρή και ανανεώσιμη και δεν παράγει άμεσες εκπομπές. Μειώνει την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα, μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και έχει μικρό οικολογικό αποτύπωμα.

Οικονομική Βιωσιμότητα: Το κόστος της αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί σημαντικά, καθιστώντας την ανταγωνιστική με συμβατικές πηγές ενέργειας σε πολλές περιοχές. Οι μεγάλες αιολικές φάρμες συμβάλλουν στην διατήρηση ενός βιώσιμου ενεργειακού μείγματος.

Αυξανόμενος Ρόλος: Η ικανότητα της αιολικής ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται, με αιολικά πάρκα σε ξηρά και θάλασσα να αναπτύσσονται παγκοσμίως για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια.

### *Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Hydropower)*

Αρχή: Η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιεί την ενέργεια της ροής του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το νερό κινεί μια τουρμπίνα που συνδέεται με γεννήτρια καθώς διαπραγματεύεται ένα φράγμα ή άλλη δομή.

Περιβαλλοντικά Οφέλη: Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια πηγή χαμηλών εκπομπών και υψηλής απόδοσης ενέργειας. Παρέχει αξιόπιστη βασική ενέργεια και μπορεί επίσης να βοηθήσει στη διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Οικονομική Βιωσιμότητα: Τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα είναι κοστο-αποτελεσματικά εδώ και δεκαετίες και τα μικρότερα έργα γίνονται ολοένα και πιο ελκυστικά όσον αφορά το οικονομικό σκέλος. Συμβάλλουν στην σταθερότητα του δικτύου και την ενεργειακή ασφάλεια.

Αυξανόμενος Ρόλος: Πολλές χώρες βασίζονται σημαντικά στην υδροηλεκτρική ενέργεια για ένα μεγάλο μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια, και νέα έργα συνεχίζουν να αναπτύσσονται, συχνά με βελτιωμένες περιβαλλοντικές σκέψεις.

### *Βιομάζα (Biomass)*

Αρχή: Η ενέργεια από βιομάζα προέρχεται από οργανικά υλικά όπως ξύλο, αγροτικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας και βιοκαυσίμων.

Περιβαλλοντικά Οφέλη: Η βιομάζα θεωρείται ανθρακο-ουδέτερη όταν διαχειρίζεται με βιωσιμότητα. Μειώνει τα απόβλητα και μπορεί να αποτελέσει ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Οικονομική Βιωσιμότητα: Η βιομάζα μπορεί να παρέχει τοπική και αξιόπιστη πηγή ενέργειας, ιδίως σε αγροτικές περιοχές. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει θέσεις εργασίας στους τομείς της δασοκομίας και της γεωργίας.

Αυξανόμενος Ρόλος: Η βιομάζα συμβάλλει στην παραγωγή βιοενέργειας και χρησιμοποιείται σε συστήματα Συνδυασμένης Παραγωγής Θερμότητας και Ηλεκτρικής Ενέργειας (Combined Heat and Power, CHP) και στη θέρμανση και ψύξη κτιρίων, ιδίως σε περιοχές με πλούσιους πόρους βιομάζας.

### *Γεωθερμική Ενέργεια (Geothermal Energy)*

Αρχή: Η γεωθερμική ενέργεια εκμεταλλεύεται τη θερμότητα από το εσωτερικό της Γης. Πραγματοποιούνται διατρήσεις για την πρόσβαση σε ζεστό νερό ή ατμό, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και άμεσες χρήσεις.

Περιβαλλοντικά Οφέλη: Η γεωθερμική ενέργεια παράγει ελάχιστες εκπομπές θερμοκηπικών αερίων και έχει μικρό οικολογικό αποτύπωμα. Παρέχει αξιόπιστη, σταθερή πηγή θερμότητας και ενέργειας.

Οικονομική Βιωσιμότητα: Η γεωθερμική ενέργεια είναι κοστο-αποτελεσματική, ιδίως σε περιοχές με σημαντικούς γεωθερμικούς πόρους. Παρέχει σταθερή πηγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

Αυξανόμενος Ρόλος: Οι γεωθερμικοί ηλεκτροστατικοί σταθμοί συνεχίζουν να επεκτείνονται, ενώ οι αντλίες γεωθερμικής θερμότητας χρησιμοποιούνται ευρέως για τη θέρμανση και ψύξη κτιρίων.

Αυτές οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσφέρουν λύσεις για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, τον αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής και την κάλυψη των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών, ενώ συμβάλλουν στην τοπική οικονομία και δημιουργούν βιώσιμα ενεργειακά συστήματα. Η αυξανόμενη χρήση τους αποτελεί βασικό παράγοντα για την επίτευξη ενός πιο βιώσιμου και καθαρού μέλλοντος ενέργειας.

- **Ενεργειακά Συστήματα Διαχείρισης**

Ένα Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (ΣΔΕ) είναι μια εξελιγμένη λογισμική λύση που επιτρέπει σε οργανισμούς και επιχειρήσεις να παρακολουθούν, ελέγχουν και βελτιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας και τα πρότυπα χρήσης της. Παρακάτω σημειώνουμε μερικές βασικές λεπτομέρειες σχετικά με τα Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας:

- ❖ Παρακολούθηση και Συλλογή Δεδομένων: Το ΣΔΕ συλλέγει δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως έξυπνους μετρητές, αισθητήρες και συστήματα αυτοματισμού κτιρίων. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, νερού και άλλων υπηρεσιών διανομής. Το σύστημα συγκεντρώνει και αποθηκεύει αυτά τα δεδομένα για ανάλυση.
- ❖ Ανάλυση και Αναφορές: Ένας από τους κύριους ρόλους ενός ΣΔΕ είναι να αναλύει τα δεδομένα ενέργειας για να εντοπίζει μοτίβα, ανωμαλίες και τάσεις. Αυτή η ανάλυση βοηθά τους οργανισμούς να κατανοήσουν την κατανάλωση ενέργειας, τις περιόδους αιχμής κατανάλωσης και τις περιοχές όπου η ενεργειακή απόδοση μπορεί να

βελτιωθεί. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει αναφορές και πίνακες ελέγχου για να οπτικοποιήσει τα δεδομένα για καλύτερη λήψη αποφάσεων.

- ❖ Πραγματικού Χρόνου Παρακολούθηση: Πολλές πλατφόρμες ΣΔΕ προσφέρουν παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στους χρήστες να δουν την τρέχουσα κατανάλωση ενέργειας και οποιοσδήποτε ξαφνικές αυξήσεις ή ανωμαλίες. Αυτό το χαρακτηριστικό βοηθά τους οργανισμούς να ανταποκριθούν άμεσα σε οποιαδήποτε προβλήματα, όπως δυσλειτουργίες εξοπλισμού ή σπατάλη ενέργειας.
- ❖ Ενεργειακή Αποδοτικότητα και Βελτιστοποίηση: Το ΣΔΕ εντοπίζει ευκαιρίες για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Μπορεί να προτείνει στρατηγικές όπως η βελτιστοποίηση των συστημάτων HVAC, η προσαρμογή των προγραμμάτων φωτισμού ή η αναβάθμιση σε ενεργειακά αποδοτικό εξοπλισμό. Με την υλοποίηση αυτών των συστάσεων, οι οργανισμοί μπορούν να μειώσουν το κόστος της ενέργειας και να ελαχιστοποιήσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα.
- ❖ Διαχείριση της Ζήτησης: Τα ΣΔΕ μπορούν να ενσωματώνονται σε προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης. Αυτά τα προγράμματα επιτρέπουν στους οργανισμούς να προσαρμόζουν την κατανάλωσή τους κατά τις περιόδους αιχμής για να ανακουφίσουν το δίκτυο και ενδεχομένως να κερδίσουν οικονομικές ανταμοιβές.
- ❖ Ενσωμάτωση με Συστήματα Αυτοματισμού Κτιρίων: Τα ΣΔΕ συνδέονται συχνά με συστήματα αυτοματισμού κτιρίων (Building Automation Systems, BAS) για να ελέγχουν διάφορες πτυχές της εγκατάστασης, όπως ο φωτισμός, τα συστήματα HVAC και την ασφάλεια, βάσει της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτή η ενσωμάτωση εξασφαλίζει την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας με ομαλό τρόπο.
- ❖ Τηλεχειρισμός και Αυτοματισμός: Πολλές πλατφόρμες ΣΔΕ επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχο ενεργειακών συσκευών και συστημάτων. Αυτό σημαίνει ότι οι οργανισμοί μπορούν να προσαρμόζουν τις ρυθμίσεις ή να απενεργοποιούν εξοπλισμό όταν δεν χρησιμοποιούνται, ακόμη και αν δεν βρίσκονται στον τόπο.
- ❖ Μείωση Κόστους: Με τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και τον αποτροπέα της ενεργειακής σπατάλης, οι οργανισμοί μπορούν να μειώσουν σημαντικά το κόστος της ενέργειας, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρημάτων.
- ❖ Περιβαλλοντικά Οφέλη: Τα ΣΔΕ διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος. Βοηθούν στην επίτευξη στόχων βιωσιμότητας και στην πλήρη συμμόρφωση με περιβαλλοντικούς κανονισμούς.
- ❖ Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση: Τα ΣΔΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενημερώνουν και ευαισθητοποιούν τους χρήστες και το προσωπικό σχετικά με τη σπατάλη ενέργειας και τις πρακτικές αποδοτικής χρήσης ενέργειας.

Συνοψίζοντας, τα Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας είναι καίρια εργαλεία για οργανισμούς που επιθυμούν να διαχειρίζονται αποτελεσματικά και να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειάς τους. Παρέχουν δεδομένα βασισμένα στην ανάλυση, τον αυτοματισμό και τον έλεγχο για την επίτευξη ενεργειακής αποδοτικότητας, τη μείωση των επιχειρησιακών δαπανών και τη συμβολή σε έναν πιο βιώσιμο μέλλον

- **Βιοκλιματικός Σχεδιασμός**

Η βιοκλιματική σχεδίαση, επίσης γνωστή ως κλιματική σχεδίαση ή κλιματική αρχιτεκτονική, είναι μια αρχιτεκτονική και αστική προσέγγιση σχεδιασμού που λαμβάνει υπόψη το τοπικό κλίμα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες για τη δημιουργία κτιρίων και χώρων που είναι ενεργειακά αποδοτικά, άνετα και συμβατά με το περιβάλλον τους. Ο κύριος στόχος της βιοκλιματικής σχεδίασης είναι η βελτιστοποίηση της απόδοσης του κτιρίου και της άνεσης των κατοίκων ενώ ταυτόχρονα μειώνει τον αντίκτυπο στο περιβάλλον. Παρακάτω, παρουσιάζονται μερικές βασικές αρχές και πτυχές της βιοκλιματικής σχεδίασης:

- ❖ Ανάλυση του Κλίματος: Η βιοκλιματική σχεδίαση ξεκινά με μια λεπτομερή ανάλυση του τοπικού κλίματος, συμπεριλαμβανομένων των εύρων θερμοκρασιών, των επιπέδων υγρασίας, των κυρίων ανέμων, της ηλιακής ακτινοβολίας και των εποχιακών διακυμάνσεων. Αυτά τα δεδομένα βοηθούν στην κατανόηση των συγκεκριμένων κλιματικών προκλήσεων και ευκαιριών της τοποθεσίας.
- ❖ Παθητικός Σχεδιασμός: Η βιοκλιματική σχεδίαση βασίζεται σε παθητικές στρατηγικές σχεδιασμού που χρησιμοποιούν φυσικά στοιχεία και διαδικασίες για τη θέρμανση, την ψύξη και τον εξαερισμό του κτιρίου. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τον προσανατολισμό του κτιρίου για τη μεγιστοποίηση ή την ελαχιστοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, τον βέλτιστο φυσικό αερισμό και τη χρήση θερμικής μάζας για τον έλεγχο της θερμοκρασίας.
- ❖ Ηλιακός Προσανατολισμός: Ο σωστός προσανατολισμός του κτιρίου σε σχέση με τον ήλιο είναι ένα κρίσιμο στοιχείο της βιοκλιματικής σχεδίασης. Με την ευθυγράμμιση των κύριων πορτών και των παραθύρων του κτιρίου με τη διαδρομή του ήλιου, οι σχεδιαστές μπορούν να μεγιστοποιήσουν το φυσικό φωτισμό, να μειώσουν τη θερμική απόδοση και να χρησιμοποιήσουν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση ή ψύξη.
- ❖ Φυσικός Αερισμός: Τα βιοκλιματικά κτίρια σχεδιάζονται για να προάγουν τον φυσικό διασταυρούμενο αερισμό, μειώνοντας την ανάγκη για μηχανική ψύξη. Χαρακτηριστικά όπως ανοξείδωτα παράθυρα, αεραγωγοί και συστήματα επίδρασης σωλήνων επιτρέπουν τη ροή φρέσκου αέρα μέσα από το χώρο, διατηρώντας την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και τη θερμική άνεση.
- ❖ Σκίαση και Θερμική Μάζα: Η χρήση συσκευών σκίασης, όπως τέντες, περγκολά ή προεκτάσεις, βοηθά στον έλεγχο της ηλιακής απόδοσης. Επιπλέον, υλικά θερμικής μάζας, όπως τσιμέντο ή πέτρα, μπορούν να απορροφούν και να αποθηκεύουν τη θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας, απελευθερώνοντάς την τη νύχτα για τη σταθεροποίηση των θερμοκρασιών στο εσωτερικό.
- ❖ Πράσινη Στέγη και Τοίχοι: Η ενσωμάτωση πράσινων στεγών και τοίχων μπορεί να βελτιώσει τη μόνωση, να μειώσει τη θερμική απόδοση και να ενισχύσει την αισθητική. Αυτά τα χαρακτηριστικά συμβάλλουν επίσης στη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος με την πρόωθηση της βιοποικιλότητας και τη διαχείριση των υδάτων.
- ❖ Ενεργειακή Απόδοση: Η βιοκλιματική σχεδίαση δίνει προτεραιότητα σε ενεργειακά αποδοτικά συστήματα κτιρίων και υλικά. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση υψηλής απόδοσης μόνωσης, ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα και φωτισμό. Επιπλέον, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ηλιακοί συλλέκτες ή ανεμογεννήτριες, μπορεί να ενσωματωθούν στον σχεδιασμό.
- ❖ Τοπικά Υλικά: Για τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος της κατασκευής, οι βιοκλιματικοί σχεδιασμοί συχνά χρησιμοποιούν τοπικά πηγαία και βιώσιμα υλικά.



Αυτό υποστηρίζει την τοπική οικονομία και μειώνει τις εκπομπές που σχετίζονται με τη μεταφορά.

- ❖ Συλλογή Βροχικού Νερού: Συστήματα για τη συλλογή και αποθήκευση βροχικού νερού για μη-πόσιμες χρήσεις, όπως ποτίσματα ή ξεβράσματα τουαλετών, συχνά ενσωματώνονται στους βιοκλιματικούς σχεδιασμούς.
- ❖ Προσαρμοστικότητα: Οι βιοκλιματικοί σχεδιασμοί είναι προσαρμόσιμοι στις μεταβαλλόμενες συνθήκες και στα μελλοντικά σενάρια κλίματος. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει το σχεδιασμό για αυξημένη ανθεκτικότητα σε ακραία καιρικά φαινόμενα ή την προσαρμογή σε μελλοντικές αλλαγές και επεκτάσεις.
- ❖ Άνεση των Κατοίκων: Η άνεση των κατοίκων του κτιρίου είναι κεντρική ανησυχία κατά τη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής. Οι βιοκλιματικοί σχεδιασμοί αποσκοπούν στη δημιουργία χώρων που είναι άνετοι όλο το χρόνο, με φυσικό φωτισμό, καλή ποιότητα αέρα και θερμική άνεση.
- ❖ Περιβαλλοντική Επίδραση: Η βιοκλιματική σχεδίαση λαμβάνει υπόψη τη συνολική περιβαλλοντική επίδραση του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ενέργειας, των εκπομπών και της οικολογικής του αποτύπωσης. Ο στόχος είναι η ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η βιοκλιματική σχεδίαση είναι μια ολοκληρωτική προσέγγιση που αποσκοπεί στην ολοκλήρωση αρχιτεκτονικών, μηχανικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων στη διαδικασία σχεδιασμού. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να οδηγήσει σε κτίρια που είναι ενεργειακά αποδοτικά, περιβαλλοντικά υπεύθυνα και καλά προσαρμοσμένα στο τοπικό κλίμα και περιβάλλον.

### • Τεχνολογίες Διακυβέρνησης και Παρακολούθησης

Οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση των στόχων μιας πράσινης οικονομίας και βιώσιμων επενδύσεων. Αυτές οι τεχνολογίες είναι απαραίτητες για τον χειρισμό, την εντοπισμό και την επιτυχία περιβαλλοντικά υπεύθυνων πρωτοβουλιών.

Ακολουθεί μια ανάλυση της σημασίας τους στο πλαίσιο μιας πράσινης οικονομίας και επενδύσεων:

- ❖ Διαφάνεια και Ευθύνη: Οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης ενισχύουν τη διαφάνεια και την ευθύνη στις πράσινες επενδύσεις. Επιτρέπουν στους ενδιαφερόμενους, συμπεριλαμβανομένων των κυβερνήσεων, των επιχειρήσεων και του κοινού, να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις προσπάθειες βιωσιμότητας. Αυτή η διαφάνεια χτίζει εμπιστοσύνη και εξασφαλίζει ότι οι δεσμεύσεις για περιβαλλοντική ευθύνη τηρούνται.
- ❖ Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων: Αυτές οι τεχνολογίες διευκολύνουν τη συλλογή και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που σχετίζονται με την περιβαλλοντική απόδοση και τη χρήση πόρων. Τα δεδομένα που προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία βοηθούν στη λήψη ενημερωμένων αποφάσεων, την μέτρηση της προόδου και τον εντοπισμό περιοχών προς βελτίωση σε πράσινα έργα.
- ❖ Συμμόρφωση με την Κανονιστική Ρύθμιση: Οι πράσινες επενδύσεις απαιτούν συχνά την τήρηση πολύπλοκων περιβαλλοντικών κανονισμών και προτύπων. Οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης βοηθούν τις οργανώσεις να

παρακολουθούν τη συμμόρφωσή τους με αυτούς τους κανονισμούς, μειώνοντας τον κίνδυνο μη συμμόρφωσης και των σχετικών κυρώσεων.

- ❖ Διαχείριση Κινδύνου: Στις πράσινες επενδύσεις για την πράσινη οικονομία υπάρχουν κίνδυνοι που σχετίζονται με παράγοντες όπως η αλλαγή του κλίματος, η έλλειψη πόρων και τα περιβαλλοντικά ατυχήματα. Οι τεχνολογίες παρακολούθησης επιτρέπουν στις οργανώσεις να αξιολογήσουν και να αντιμετωπίσουν αυτούς τους κινδύνους παρέχοντας συστήματα προειδοποίησης και μοντελοποίησης κινδύνων.
- ❖ Βελτιστοποίηση Πόρων: Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την αποτελεσματική χρήση πόρων, όπως ενέργειας, νερού και υλικών. Μέσω συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου σε πραγματικό χρόνο, οι οργανισμοί μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανάλωση των πόρων, να μειώσουν τα απόβλητα και να μειώσουν τα λειτουργικά κόστη.
- ❖ Παρακολούθηση Επίδοσης: Οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης παρακολουθούν την απόδοση των πράσινων έργων και πρωτοβουλιών. Αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης, της μείωσης εκπομπών, της μείωσης αποβλήτων και άλλων δεικτών βιωσιμότητας. Τα δεδομένα απόδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν το θετικό αποτέλεσμα των πράσινων επενδύσεων στους ενδιαφερόμενους.
- ❖ Έλξη Επενδύσεων: Η διαφοροποίηση της διαχείρισης και η αποτελεσματική παρακολούθηση καθιστούν τα πράσινα έργα πιο ελκυστικά για τους επενδυτές. Αυτές οι πρακτικές προσφέρουν συγκεκριμένα στοιχεία για την αποτελεσματική διαχείριση, την υιοθέτηση υπεύθυνων πρακτικών και τη δυνατότητα μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας. Αυτό μπορεί να ενθαρρύνει την ασφάλιση της χρηματοδότησης για τις πράσινες πρωτοβουλίες, καθιστώντας τα έργα αυτά πιο ελκυστικά για επενδύσεις.
- ❖ Βιωσιμότητα της Αλυσίδας Εφοδιασμού: Πολλές πράσινες επενδύσεις περιλαμβάνουν πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού. Οι τεχνολογίες παρακολούθησης βοηθούν στην παρακολούθηση της βιωσιμότητας των προμηθευτών και στην διασφάλιση ότι πληρούν περιβαλλοντικά και ηθικά πρότυπα. Αυτό είναι κρίσιμο για οργανισμούς που δεσμεύονται σε μια πράσινη οικονομία.
- ❖ Καινοτομία και Διαρκής Βελτίωση: Οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης προάγουν την καινοτομία προωθώντας την ανάπτυξη νέων εργαλείων και συστημάτων για τη βιωσιμότητα. Υποστηρίζουν μια κουλτούρα διαρκούς βελτίωσης παρέχοντας ανατροφοδότηση για το τι λειτουργεί καλά και τι χρειάζεται βελτίωση.
- ❖ Συμμετοχή της Κοινότητας: Σε ορισμένα πράσινα έργα, ιδίως εκείνα που σχετίζονται με την ανανεώσιμη ενέργεια και τη βιώσιμη υποδομή, η συμμετοχή του κοινού είναι ουσιαστική. Οι τεχνολογίες παρακολούθησης μπορούν να εμπλέξουν το κοινό στον χειρισμό και την κατανόηση των οφελών από τις πράσινες επενδύσεις, προωθώντας τη στήριξη και τη συνεργασία.
- ❖ Επεκτασιμότητα: Οι πράσινες επενδύσεις συχνά στοχεύουν στην αύξηση της επιρροής τους. Οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης παρέχουν την επεκτασιμότητα που απαιτείται για τον αποτελεσματικό χειρισμό και την παρακολούθηση μεγαλύτερων και πιο πολύπλοκων έργων.
- ❖ Παγκόσμια Συνδεσιμότητα: Σε μία παγκοσμιοποιημένη κοινωνία, οι πράσινες επενδύσεις μπορεί να περιλαμβάνουν ενδιαφερόμενους από διάφορες περιοχές. Οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης επιτρέπουν τη σύνδεση σε

πραγματικό χρόνο και τη συνεργασία σε παγκόσμιο επίπεδο, επιτρέποντας τον παγκόσμιο συντονισμό στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων.

Παρακάτω <sup>[11]</sup> παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα τεχνολογιών διακυβέρνησης και παρακολούθησης που εφαρμόζονται στο πλαίσιο της πράσινης οικονομίας και των επενδύσεων στον τομέα της οικοδομής:

1. *Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας Κτιρίων (Building Energy Management Systems, BEMS)*: Τα BEMS επιτρέπουν την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας ενός κτιρίου για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Αυτά τα συστήματα είναι κρίσιμα για προγράμματα πιστοποίησης πράσινων κτιρίων όπως το LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) και το BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).
2. *Παρακολούθηση Ανανεώσιμης Ενέργειας*: Τα αιολικά και ηλιακά πάρκα χρησιμοποιούν τεχνολογίες παρακολούθησης για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας. Για παράδειγμα, τα αιολικά πάρκα χρησιμοποιούν αισθητήρες για τη ρύθμιση της γωνίας των ανεμογεννητριών για μέγιστη απόδοση.
3. *Έξυπνα Δίκτυα (Smart Grids)*: Τα έξυπνα δίκτυα χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες παρακολούθησης για την βελτιστοποίηση της διανομής ενέργειας, τη μείωση των απωλειών και την ένταξη πηγών ανανεώσιμης ενέργειας. Επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση και μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
4. *Συστήματα Διαχείρισης του Περιβάλλοντος (Environmental Management Systems, EMS)*: Το λογισμικό EMS βοηθά τις επιχειρήσεις να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται την περιβαλλοντική τους απόδοση. Αυτά τα συστήματα παρακολουθούν τις εκπομπές, τη χρήση των πόρων και την παραγωγή αποβλήτων, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να συμμορφώνονται με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς και να μειώνουν το οικολογικό τους αποτύπωμα.
5. *Συστήματα Πιστοποίησης Πράσινων Κτιρίων*: Τεχνολογίες όπως τα Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίων (BMS) χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας κτιρίων προς όφελος της ενεργειακής απόδοσης και της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Αυτά τα συστήματα, ομοίως με τα BEMS που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι κρίσιμα για προγράμματα πιστοποίησης πράσινων κτιρίων όπως το LEED και το BREEAM.
6. *Συστήματα Διαχείρισης Αποβλήτων*: Τεχνολογίες παρακολούθησης αποβλήτων και ανακύκλωσης χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των ροών αποβλήτων, τη μείωση της χωματερής και την προώθηση της ανακύκλωσης και της υπεύθυνης διάθεσης αποβλήτων.
7. *Συστήματα Παρακολούθησης και Αναφοράς Εκπομπών*: Βιομηχανίες που υπόκεινται σε κανονισμούς εκπομπών, όπως εργοστάσια και εργοστάσια ενέργειας, χρησιμοποιούν συστήματα συνεχούς παρακολούθησης εκπομπών (Continuous Emissions Monitoring Systems, CEMS) για τη μέτρηση και αναφορά των ρύπων. Αυτά τα συστήματα εξασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς.
8. *Λύσεις Διαχείρισης Νερού*: Σε περιοχές με έλλειψη νερού, οι τεχνολογίες παρακολούθησης χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της χρήσης του νερού, τον εντοπισμό διαρροών και τη διαχείριση της άρδευσης. Έξυπνοι μετρητές νερού

παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σε καταναλωτές και επιχειρήσεις ύδρευσης.

Αυτά τα παραδείγματα επιδεικνύουν πώς οι τεχνολογίες διακυβέρνησης και παρακολούθησης εφαρμόζονται για τη βελτίωση της βιωσιμότητας, της ενεργειακής απόδοσης και της περιβαλλοντικής απόδοσης στον τομέα της οικοδομής, συνεισφέροντας στους στόχους της πράσινης οικονομίας.

- **Δείκτες Απόδοσης και Αξιολόγηση**

Οι δείκτες απόδοσης και αξιολόγησης είναι κρίσιμοι για τον προσδιορισμό της επιτυχίας και της επίδρασης των πρωτοβουλιών της πράσινης οικονομίας και των επενδύσεων στον κτιριακό τομέα. Αυτοί οι δείκτες παρέχουν έναν τρόπο για τη μέτρηση της προόδου, την επίδειξη της ευθύνης και τη λήψη ενημερωμένων αποφάσεων.

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένοι βασικοί δείκτες απόδοσης και αξιολόγησης σε αυτό το πλαίσιο:

- ❖ Βαθμοί Ενεργειακής Απόδοσης: Δείκτες ενεργειακής απόδοσης, όπως οι Βαθμοί Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Coefficient, EPC), παρέχουν μια μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου. Αυτοί οι βαθμοί βοηθούν επενδυτές και ιδιοκτήτες ακινήτων να κατανοήσουν την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου.
- ❖ Μείωση του Αποτυπώματος Διοξειδίου του Άνθρακα: Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, συχνά μετρημένη σε μετρικό τόνο CO<sub>2</sub> ισοδύναμου, είναι ένας κρίσιμος δείκτης της περιβαλλοντικής επίδρασης ενός κτιρίου. Οι επενδύσεις που οδηγούν σε χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου θεωρούνται πιο βιώσιμες.
- ❖ Μετρικές Αποτελεσματικότητας στην Χρήση των Πόρων: Μετρικές που σχετίζονται με τη χρήση των πόρων, τη μείωση των αποβλήτων και τα ποσοστά ανακύκλωσης βοηθούν στην αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο διαχειρίζονται αποτελεσματικά οι πόροι σε κτιριακά έργα.
- ❖ Πιστοποιήσεις Πράσινων Κτιρίων: Η επίτευξη πιστοποιήσεων όπως LEED, BREEAM ή άλλων τοπικών προτύπων πράσινων κτιρίων λειτουργεί ως ισχυρός δείκτης της βιωσιμότητας ενός κτιρίου.
- ❖ Αξιολόγηση της Ποιότητας του Εσωτερικού Αέρα (Indoor Air Quality, IAQ): Δείκτες IAQ, όπως τα επίπεδα ρυπαντών και σωματιδίων, βοηθούν στην αξιολόγηση της υγείας και της ευημερίας των ανθρώπων που βρίσκονται σε ένα κτίριο.
- ❖ Μετρικές Αποτελεσματικότητας στη Χρήση του Νερού: Οι μετρικές σχετικές με τη χρήση του νερού, όπως ανθούντα περιστατικά απόδοσης νερού, βοηθούν στην αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο διαχειρίζονται τα αποθέματα νερού στα κτιριακά έργα.
- ❖ Ένταξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: Το ποσοστό των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου που καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές αποτελεί έναν σαφή δείκτη της δέσμευσής του στην βιώσιμη ενέργεια.
- ❖ Απόδοση του Επενδυτικού Κέρδους (Return On Investment, ROI): Οι επενδυτές συχνά εξετάζουν τη χρηματοοικονομική απόδοση των πράσινων κτιρίων. Οι δείκτες ROI βοηθούν στην αξιολόγηση της χρηματοοικονομικής βιωσιμότητας των επενδύσεων στην ενεργειακή βιωσιμότητα.

- ❖ Ποσοστό Ενοικίασης και Χρήσης: Υψηλά ποσοστά ενοικίασης και χρήσης για πράσινα κτίρια μπορούν να υποδηλώνουν μια ισχυρή ζήτηση για βιώσιμους χώρους.
- ❖ Δημιουργία Πράσινων Θέσεων Εργασίας: Ο αριθμός των θέσεων εργασίας που δημιουργούνται στην κατασκευή και τη συντήρηση πράσινων κτιρίων είναι ένας οικονομικός δείκτης της επίδρασης των βιώσιμων πρακτικών.
- ❖ Λογισμικά Αξιολόγησης Περιβαλλοντικής Επίδρασης (Environmental Impact Assessment, EIA): Πριν από την υλοποίηση πράσινων έργων, οι οργανισμοί χρησιμοποιούν λογισμικά για αξιολογήσεις περιβαλλοντικής επίδρασης. Αυτά τα εργαλεία προσομοιώνουν τις οικολογικές επιπτώσεις του έργου και βοηθούν στη λήψη αποφάσεων και την αξιολόγηση του κινδύνου.
- ❖ Παρακολούθηση και Αναφορά Εκπομπών: Οι βιομηχανίες που υπόκεινται σε κανονισμούς για τις εκπομπές, όπως τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, χρησιμοποιούν συστήματα συνεχούς παρακολούθησης εκπομπών (CEMS) για τη μέτρηση και την αναφορά ρύπων. Αυτά τα συστήματα διασφαλίζουν τη συμμόρφωση με περιβαλλοντικά πρότυπα.
- ❖ Εφαρμογές για Περιβαλλοντικά Κοινωνικά και Διακυβέρνησης (Environmental, Social, and Governance, ESG): Πολλές οργανώσεις χρησιμοποιούν πλατφόρμες αναφοράς ESG για τη συλλογή, ανάλυση και αναφορά της απόδοσής τους στον τομέα της βιωσιμότητας. Αυτά τα εργαλεία βοηθούν τις εταιρείες να επικοινωνούν τις προσπάθειές τους σε θέματα ESG σε επενδυτές και ενδιαφερόμενα μέρη.
- ❖ Μοντέλα Πρόβλεψης Καιρού και Κλίματος: Οι τεχνολογίες παρακολούθησης του κλίματος παρέχουν συστήματα προειδοποίησης για ακραία καιρικά φαινόμενα, βοηθώντας κοινότητες και επιχειρήσεις να προετοιμαστούν και να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που σχετίζονται με το κλίμα.
- ❖ Συστήματα Διαχείρισης Αποβλήτων: Οι τεχνολογίες παρακολούθησης της διαχείρισης των αποβλήτων χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των ροών αποβλήτων, τη μείωση των αποθεμάτων σε χωματερές και την προώθηση της ανακύκλωσης και της υπεύθυνης απόρριψης.
- ❖ Περιβαλλοντική Επιτήρηση από την Κοινότητα: Τα προγράμματα πολίτη-επιστήμονα συμπεριλαμβάνουν εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας και αισθητήρες για να εμπλέκουν το κοινό στη συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα από εθελοντές χρησιμοποιώντας προσωπικούς αισθητήρες.

## 2.3 Τεχνολογίες Πράσινων Επενδύσεων στον Κτιριακό Τομέα

Λεπτομερής βιβλιογραφική μελέτη διαφόρων μέτρων, τεχνικών, και μεθοδολογιών ενεργειακής ανακαίνισης κτιρίων, σε επίπεδο των τεχνολογιών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την ίδια την ανακαίνιση (πχ: θερμομονώσεις, φωτοβολταϊκά κτλ.)

Στο κεφάλαιο αυτό θα διερευνήσουμε αναλυτικά τις πρακτικές που μπορούν να μετατρέψουν μέσω επενδύσεων τις συμβατικές κατασκευές σε ενεργειακά αποδοτικά και βιώσιμα περιουσιακά στοιχεία . Η πράσινη ανακαίνιση των κτιρίων ξεκινά συχνά με την επιλογή ενεργειακά αποδοτικών υλικών. Τα υλικά αυτά όχι μόνο βελτιώνουν τη μόνωση αλλά και μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αναλυτικά:

### **Μόνωση υψηλής απόδοσης:**

Υλικά όπως τα aerogels και τα μονωτικά πάνελ κενού (Vacuum Insulation Panels, VIPs) παρέχουν ανώτερες μονωτικές ιδιότητες, μειώνοντας σημαντικά τη μεταφορά θερμότητας και τις απώλειες ενέργειας στα κτίρια

Παράθυρα χαμηλής εκπομπής: Τα παράθυρα με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής συμβάλλουν στη ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας ελαχιστοποιώντας τη μεταφορά θερμότητας, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για θέρμανση ή ψύξη.

Ανακυκλωμένα και βιώσιμα υλικά: Η χρήση ανακυκλωμένων και βιώσιμων υλικών, όπως το ανακυκλωμένο ξύλο και τα φιλικά προς το περιβάλλον μείγματα σκυροδέματος, μειώνει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της κατασκευής

### **Έξυπνα οικοδομικά συστήματα**

Ο αυτοματισμός και οι έξυπνες τεχνολογίες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας εντός των κατασκευών. Τα βασικά στοιχεία των έξυπνων συστημάτων κτιρίων περιλαμβάνουν: Αισθητήρες IoT: Οι αισθητήρες του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of things, IoT) παρακολουθούν διάφορες πτυχές της απόδοσης του κτιρίου, από τη θερμοκρασία και την υγρασία έως την πληρότητα. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση προσαρμογών σε πραγματικό χρόνο για την ενεργειακή απόδοση

Συστήματα διαχείρισης κτιρίου (BMS): Τα BMS ενσωματώνουν πολλαπλές λειτουργίες του κτιρίου, όπως θέρμανση, εξαερισμό, κλιματισμό (HVAC), φωτισμό και ασφάλεια, σε ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου. Αυτό επιτρέπει ενεργειακά αποδοτικές λειτουργίες και καλύτερη άνεση των ενοίκων.

Λογισμικό διαχείρισης ενέργειας: Οι προηγμένες πλατφόρμες λογισμικού βοηθούν στην ανάλυση ενεργειακών δεδομένων, στον εντοπισμό ανεπαρκειών και στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω προγνωστικών αναλύσεων.

Μέσω των παραπάνω αναδεικνύεται ένα ποικίλο φάσμα τεχνολογιών και πρακτικών που διατίθενται για την επίτευξη πράσινων ανακαινίσεων στον κτιριακό τομέα. Οι καινοτομίες αυτές όχι μόνο μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αλλά προσφέρουν επίσης οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Καθώς τα κτίρια συνεχίζουν να εξελίσσονται, η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών και πρακτικών θα συμβάλει καθοριστικά στη δημιουργία βιώσιμων και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων.

Μερικές ερευνητικές δημοσιεύσεις στις οποίες επεξηγούνται διεξοδικά και με μεγάλη λεπτομέρεια τα όσα περιγράψαμε παραπάνω είναι οι παρακάτω.

Πλήθος ερευνητικών δημοσιεύσεων έχουν παραχθεί τα τελευταία χρόνια σχετικά με υλικά και τεχνικές έξυπνων οικοδομικών συστημάτων. Πολλές από αυτές τις δημοσιεύσεις

ασχολούνται αποκλειστικά με τα οφέλη συγκεκριμένων υλικών όπως η πρόοδος στην τεχνολογία των aerogels [*International Journal of Green Energy*, "A Review on the Advances in Aerogels for Building Energy Efficiency Applications." DOI: 10.1080/15435075.2019.1696855.], και νέων τεχνολογιών γυαλιού και παραθύρων [*Energy and Buildings*, "A review on coated glass materials for energy efficiency and thermal comfort in buildings." DOI: 10.1016/j.enbuild.2019.109353.] ή αναφέρονται γενικότερα σε υλικά τα οποία είναι πιο ενεργειακά αποδοτικά [*Sustainable Materials and Technologies*, "A review of sustainable materials for construction purposes." DOI: 10.1016/j.susmat.2020.e00163.]. Επιπλέον πλήθος δημοσιεύσεων αναφέρονται στον κρίσιμο ρόλο της τεχνολογίας λογισμικού και τον αντίστοιχων συστημάτων στις κτιριακές κατασκευές και τη διαχείριση των κτιρίων. Τέτοιες τεχνολογίες αποτελούν τα συστήματα IoT [*Sustainable Cities and Society*, "IoT-based building energy consumption monitoring system." DOI: 10.1016/j.scs.2020.101691.], συστήματα BMS για έξυπνα κτίρια [*Energy and Buildings*, "Building Management Systems for Green Buildings." DOI: 10.1016/j.enbuild.2019.109540.], το ρόλο της ανάλυσης δεδομένων για τη συνεχή βελτιστοποίηση των διαδικασιών κτιριακού σχεδιασμού [*Applied Energy*, "Energy-efficient building design using data analytics and surrogate modeling." DOI: 10.1016/j.apenergy.2017.03.080.]

## Πιο δημοφιλείς επενδύσεις

Μερικές από τις πιο διαδεδομένες επενδύσεις στον κτιριακό τομέα είναι οι παρακάτω:

- **Ηλιακά φωτοβολταϊκά (PV) συστήματα**<sup>[12]</sup>: Τα ηλιακά πάνελ που εγκαθίστανται σε στέγες ή ενσωματώνονται σε οικοδομικά υλικά επιτρέπουν στα κτίρια να παράγουν καθαρή ηλεκτρική ενέργεια από το ηλιακό φως. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα υιοθετήθηκαν ευρέως για την ικανότητά τους να μειώνουν τους λογαριασμούς ενέργειας και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Μερικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι τα παρακάτω:

- Μειωμένοι λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος: Τα ηλιακά πάνελ μπορούν να μειώσουν σημαντικά τους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος, ειδικά σε ηλιόλουστες περιοχές.
  - Περιβαλλοντικά οφέλη: Μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
  - Εξοικονόμηση ενέργειας: Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να αντισταθμίσουν ένα σημαντικό μέρος της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ενός κτιρίου, μειώνοντας δυνητικά τους λογαριασμούς ενέργειας κατά 20-70%, ανάλογα με το μέγεθος του συστήματος και τις τοπικές ηλιακές συνθήκες.
- **Ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός**<sup>[12]</sup>: Η αναβάθμιση των κτιρίων με ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό LED όχι μόνο μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά βελτιώνει επίσης την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής του φωτισμού. Επιπρόσθετα, χρειάζεται να αναφερθεί ότι υπάρχουν και λύσεις για την αποθήκευση ενέργειας και μετέπειτα χρήση όσον αφορά τον φωτισμό. Τα συστήματα αποθήκευσης μπαταριών, όπως οι μπαταρίες ιόντων λιθίου, επιτρέπουν στα κτίρια να αποθηκεύουν την περίσσεια ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες. Αυτή η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιόδους χαμηλής παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ή κατά τη διάρκεια διακοπών ρεύματος.

Μερικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι τα παρακάτω:

- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας: Ο φωτισμός LED καταναλώνει σημαντικά λιγότερη ενέργεια από τον παραδοσιακό φωτισμό πυρακτώσεως ή φθορισμού.
  - Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής: Τα LED έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, μειώνοντας το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης.
  - Εξοικονόμηση ενέργειας: Ο ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας φωτισμού έως και 75% σε σύγκριση με τον παραδοσιακό φωτισμό.
- **Αντλίες θερμότητας**: Οι αντλίες θερμότητας είναι αποδοτικά συστήματα HVAC που μπορούν τόσο να θερμάνουν όσο και να ψύξουν τα κτίρια. Οι αντλίες θερμότητας από το έδαφος (γεωθερμία) και οι αντλίες θερμότητας από αέρα είναι δημοφιλείς επιλογές για πράσινες δομικές ανακαινίσεις. Μόνωση κτιρίων: Τα μονωτικά υλικά υψηλής απόδοσης, όπως τα aerogels και τα μονωτικά πάνελ κενού, συμβάλλουν στη μείωση των αναγκών θέρμανσης και ψύξης, καθιστώντας τα κτίρια πιο ενεργειακά αποδοτικά.



Μερικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι τα παρακάτω

- Αποδοτική θέρμανση και ψύξη: Αντλίες θερμότητας μπορούν να παρέχουν τόσο θέρμανση όσο και ψύξη με υψηλή απόδοση.
  - Μειωμένοι λογαριασμοί ενέργειας: Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να μειώσουν το κόστος θέρμανσης και ψύξης σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα HVAC.
  - Εξοικονόμηση ενέργειας: Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση ενέργειας 30-60% σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης.
- **Έξυπνος αυτοματισμός κτιρίων:** Αναφέρεται στη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως οι αισθητήρες του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), τα συστήματα διαχείρισης κτιρίων (BMS) και το λογισμικό διαχείρισης ενέργειας, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας ενός κτιρίου σε πραγματικό χρόνο. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο και την παρακολούθηση διαφόρων παραμέτρων, όπως η θέρμανση, η ψύξη, ο φωτισμός και άλλες λειτουργίες, με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, την αύξηση της απόδοσης και τη βελτίωση της άνεσης και της λειτουργικότητας του κτιρίου.
- **Πράσινη στέγαση:** Η εγκατάσταση πράσινων στεγών με βλάστηση όχι μόνο παρέχει μόνωση, αλλά συμβάλλει επίσης στη διαχείριση της απορροής των ομβρίων υδάτων και στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Επίσης τα παράθυρα υψηλών επιδόσεων με πολλαπλά τζάμια βελτιώνουν τη μόνωση και μειώνουν την απώλεια θερμότητας.

Μερικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι τα παρακάτω:

- Βελτιωμένη θερμική άνεση: Η ενισχυμένη μόνωση διατηρεί τα κτίρια πιο δροσερά το καλοκαίρι και πιο ζεστά το χειμώνα.
- Μειωμένα φορτία θέρμανσης και ψύξης: Η μόνωση μειώνει την ανάγκη για θέρμανση και ψύξη, οδηγώντας σε εξοικονόμηση ενέργειας.
- Εξοικονόμηση ενέργειας: Τα καλά μονωμένα κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης και ψύξης κατά 20-50%.

## 2.4 Προοπτικές των Πράσινων Επενδύσεων Κτιριακού Τομέα στην Ευρωπαϊκή Οικονομία

Προοπτικές των Πράσινων Επενδύσεων Κτιριακού Τομέα, με έμφαση στην Ευρωπαϊκή οικονομία, παρόν πλαίσιο, συνθήκες για την εφαρμογή τους, αντιμετώπιση από ιδιώτες, επενδυτές, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, παρόχους ενέργειας κτλ.

Οι προοπτικές των επενδύσεων που αναφέραμε παραπάνω καθίστανται πλέον πολύ ελπιδοφόρες για την ευρωπαϊκή οικονομία αλλά και την Ευρώπη γενικότερα. Η Ευρώπη μέσω νόμων και πλαισίων που εφαρμόζονται, βρίσκεται στην πρώτη γραμμή των προσπαθειών για αειφορία και έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης.

**Πολιτική και κανονιστική στήριξη:** Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει εφαρμόσει μια σειρά πολιτικών και κανονισμών για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας στα κτίρια. Σε αυτές περιλαμβάνονται η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) και η στρατηγική της ΕΕ για το κύμα ανακαίνισης, οι οποίες αποσκοπούν στην αύξηση του ρυθμού ανακαίνισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων.

**Πρωτοβουλίες πράσινης χρηματοδότησης:** Οι ευρωπαϊκές κυβερνήσεις και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα έχουν εισαγάγει προγράμματα πράσινης χρηματοδότησης, επιχορηγήσεις και επιδοτήσεις για να δώσουν κίνητρα για ενεργειακά αποδοτικές ανακατασκευές. Αυτά τα οικονομικά κίνητρα καθιστούν τις πράσινες επενδύσεις πιο ελκυστικές για τους ιδιοκτήτες και τους κατασκευαστές κτιρίων.

**Στόχοι ενεργειακής απόδοσης:** Η Ευρώπη έχει φιλόδοξους στόχους ενεργειακής απόδοσης, συμπεριλαμβανομένου του στόχου να καταστούν όλα τα νέα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας έως το 2030 και να ανακαινιστεί ένα σημαντικό μέρος των υφιστάμενων κτιρίων σε υψηλότερα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης έως το 2040.

**Πιστοποιήσεις πράσινων κτιρίων:** Τα προγράμματα πιστοποίησης πράσινων κτιρίων, όπως το BREEAM και το LEED, έχουν αποκτήσει δημοτικότητα στην Ευρώπη. Αυτές οι πιστοποιήσεις ενθαρρύνουν τις βιώσιμες πρακτικές δόμησης και παρέχουν αναγνώριση για ενεργειακά αποδοτικές ανακατασκευές.

**Συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης:** Οι συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης (ΣΕΕ) χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για τη χρηματοδότηση και την υλοποίηση ενεργειακά αποδοτικών ανακατασκευών. Στα EPCs, οι πάροχοι υπηρεσιών εγγυώνται την εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνοντας τους οικονομικούς κινδύνους για τους ιδιοκτήτες κτιρίων.

**Τεχνολογικές εξελίξεις:** Οι συνεχείς εξελίξεις στις τεχνολογίες πράσινων κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακά αποδοτικών υλικών, των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των έξυπνων κτιριακών λύσεων, παρέχουν ένα ευρύ φάσμα επιλογών για βιώσιμες ανακατασκευές.

**Ζήτηση της αγοράς και προτιμήσεις των ενοικιαστών:** Υπάρχει αυξανόμενη ζήτηση από τους ενοικιαστές και τους αγοραστές ακινήτων για ενεργειακά αποδοτικά και φιλικά προς το περιβάλλον κτίρια. Αυτή η ζήτηση της αγοράς μπορεί να οδηγήσει σε επενδύσεις σε πράσινες ανακαινίσεις, καθώς οι ιδιοκτήτες ακινήτων προσπαθούν να ικανοποιήσουν αυτές τις προτιμήσεις.

**Δημιουργία θέσεων εργασίας και οικονομική ανάπτυξη:** Οι επενδύσεις πράσινης ενέργειας σε δομικές ανακαινίσεις μπορούν να τονώσουν την οικονομική ανάπτυξη με τη δημιουργία θέσεων εργασίας στους τομείς των κατασκευών και της καθαρής ενέργειας.

**Καινοτομία και έρευνα:** Τα ευρωπαϊκά ιδρύματα και οι ερευνητικοί οργανισμοί συνεχίζουν να επενδύουν στην καινοτομία και την έρευνα για την ανάπτυξη νέων πράσινων τεχνολογιών και βιώσιμων κατασκευαστικών πρακτικών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι προοπτικές για επενδύσεις πράσινης ενέργειας στον κτιριακό τομέα μπορεί να διαφέρουν από τη μία ευρωπαϊκή χώρα στην άλλη λόγω των διαφορών στις πολιτικές, τις οικονομικές συνθήκες και τα επίπεδα δέσμευσης για τη βιωσιμότητα. Ωστόσο, συνολικά, η ευρωπαϊκή οικονομία είναι σε καλή θέση να επωφεληθεί από τη μετάβαση σε πράσινες και βιώσιμες πρακτικές δόμησης, καθιστώντας την ως ένα ελκυστικό περιβάλλον για επενδύσεις σε ενεργειακά αποδοτικές δομικές ανακαινίσεις.

# Κεφάλαιο 3: Ο Ρόλος της Τεχνολογίας στις Ενεργειακές Επενδύσεις Κτιριακού Τομέα

## 3.1 Εισαγωγή στις τεχνολογίες ενεργειακών επενδύσεων

Στις ενεργειακές επενδύσεις παραπάνω, κάναμε μια πρώτη αναφορά στα έξυπνα οικοδομικά συστήματα. Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε και θα αναλύσουμε σε μεγαλύτερο βαθμό τις διαφορετικές τεχνολογίες που εμπίπτουν κάτω από αυτή την κατηγορία, τον ρόλο και τα πλεονεκτήματά τους, καθώς και ερευνητικές δημοσιεύσεις των τελευταίων χρόνων στον τομέα αυτόν.

### 3.1.1 Blockchain

Η τεχνολογία blockchain, αρχικά γνωστή για το ρόλο της στα κρυπτονομίσματα, έχει γίνει μια μετασχηματιστική δύναμη στις επενδύσεις πράσινης ενέργειας. Με θεμέλιο τη διαφάνεια και την ασφάλεια, το blockchain διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην αναμόρφωση του τρόπου με τον οποίο προσεγγίζουμε τη βιωσιμότητα.

Η τεχνολογία blockchain παρέχει διαφάνεια, ασφάλεια και ιχνηλασιμότητα στις επενδύσεις πράσινης ενέργειας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία διαφανών και απαραβίαστων αρχείων παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας, διασφαλίζοντας την εμπιστοσύνη και τη λογοδοσία σε έργα και συναλλαγές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα που μπορούν να προκύψουν από τη χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στον κτιριακό τομέα είναι τα εξής:

- **Διαφάνεια:** Η τεχνολογία blockchain επιτρέπει στους ενδιαφερόμενους να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την παραγωγή, την κατανάλωση και τις συναλλαγές ενέργειας, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη.
- **Αποκέντρωση:** Μειώνει την ανάγκη για μεσάζοντες, μειώνοντας δυνητικά το κόστος των συναλλαγών.
- **Έξυπνες συμβάσεις:** Οι έξυπνες συμβάσεις σε πλατφόρμες blockchain μπορούν να αυτοματοποιήσουν τις ενεργειακές συναλλαγές, εξασφαλίζοντας αποτελεσματικές, ασφαλείς και διαφανείς διαδικασίες πληρωμών.

Είναι προφανές ότι η κλιματική αλλαγή εγκυμονεί κινδύνους για τα οικοσυστήματα του πλανήτη, την ανθρώπινη υγεία και την παγκόσμια οικονομία, και η κατασκευαστική βιομηχανία έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επέκταση αυτού του ζητήματος. Εφαρμόζοντας πρακτικές πράσινης δόμησης, ο κατασκευαστικός τομέας προσπαθεί να μειώσει τις επιπτώσεις του στο περιβάλλον τα τελευταία 20 χρόνια.<sup>[27]</sup> Ωστόσο, οι ιδιοκτήτες κτιρίων δεν έχουν υιοθετήσει τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα της βιομηχανίας, καθώς υπάρχει έλλειψη ενός αξιόπιστου και ασφαλούς συστήματος μέτρησης, αναφοράς και επαλήθευσης (Measurement, Reporting, and Verification, MRV). Ο κατασκευαστικός τομέας έχει επίσης αποκλειστεί από τις αγορές πιστώσεων άνθρακα. Αυτή η αποτυχία μπορεί να αποδοθεί σε διάφορες πηγές. Το περίπλοκο και μη ασφαλές λογιστικό σύστημα για την ακριβή παρακολούθηση της χρήσης ενέργειας και των εκπομπών άνθρακα είναι το κύριο πρόβλημα. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλά προγράμματα ελέγχου ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Building Energy Performance, BEP), αυτές οι πρωτοβουλίες δεν διαθέτουν ένα πλαίσιο που είναι κατάλληλο για ασφαλή και ακριβή εκπομπή άνθρακα MRV. Μια σύνοψη της τεχνολογίας blockchain για τη δράση για το κλίμα έχει διερευνηθεί από ορισμένες ομάδες που εργάζονται για την κλιματική αλλαγή, με έμφαση στο ψηφιακό MRV,

τα μητρώα και τα συστήματα παρακολούθησης, τα αποκεντρωμένα περιβάλλοντα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη χρηματοδότηση του κλίματος. Δεδομένου ότι η τεχνολογία blockchain μπορεί να παρέχει ένα διαφανές, αξιόπιστο και οικονομικό σύστημα MRV, υπήρξαν επίσης αρκετές πρωτοβουλίες για την εφαρμογή συστημάτων blockchain MRV σε προγράμματα δράσης για το κλίμα. Επιπλέον, έχουν επίσης καθιερωθεί αγορές πίστωσης άνθρακα σε blockchain.<sup>[28]</sup>

### Smart Meter

Ένα βασικό στοιχείο του ψηφιακού BEP MRV είναι οι έξυπνοι μετρητές. Οι σύγχρονοι πελάτες χρειάζεται να γνωρίζουν τις τάσεις χρήσης ενέργειας τους, ώστε να μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν τους πραγματικούς αριθμούς και τιμές εξοικονόμησης που προέρχονται από τις αλλαγές συμπεριφοράς που έκαναν. Στις μέρες μας υφίσταται ένα αυτοματοποιημένο σύστημα μέτρησης και υπομέτρησης νερού και ισχύος προτάθηκε από τους, όπου το σύστημα είναι ενσωματωμένο στο εργαλείο διαχείρισης ενέργειας. Η πρωτοβουλία προσφέρει ενεργειακά προφίλ σε καταναλωτές και παρόχους υπηρεσιών κοινής ωφέλειας που περιλαμβάνουν παλαιότερη χρήση, προβλέψεις ενέργειας για την επόμενη ημέρα και ώρα και εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας με την τροποποίηση των καταναλωτικών συνηθειών και την εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού. Οι έξυπνες συσκευές παρακολούθησης της κατανάλωσης νερού και ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται με τις έννοιες των έξυπνων δικτύων. Επειδή γνωρίζουν τις συνέπειες της κατανάλωσης ενέργειας στο περιβάλλον και την κοινωνία, οι πελάτες αντιδρούν ενεργά στις αλλαγές στο σύστημα Smart Grid. Τα τρία στοιχεία του συστήματος είναι το σύστημα διαχείρισης/ανάλυσης δεδομένων, το δίκτυο επικοινωνίας και οι συσκευές μετρητών και υπομετρήσεων. Εκτός από την προσφορά οικονομικής διαχείρισης ενέργειας για καταναλωτές που γνωρίζουν το περιβάλλον, η προτεινόμενη λύση δημιουργεί εμπορικές δυνατότητες για υποδομές δεδομένων ενεργειακής απόδοσης. Οι πελάτες μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο ζωής τους χάρη στα αξιόπιστα δεδομένα που συλλέγονται από το δίκτυο. Επιπλέον, η διαθεσιμότητα δεδομένων παρέχει ακριβείς οδηγίες σχετικά με τις κυβερνητικές πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας.<sup>[29]</sup>

### Digital BEP MRV

Με τη χρήση τεχνολογιών αιχμής όπως οι έξυπνοι μετρητές, οι έξυπνοι αισθητήρες, το cloud computing, το IoT και άλλες καινοτομίες, το ψηφιακό BEP MRV αντικαθιστά τις τρέχουσες μη αυτόματες διαδικασίες. Οι Ke et al. (2016) προτείνουν τη μέτρηση και την επαλήθευση της ενεργειακής απόδοσης σε πραγματικό χρόνο με έξυπνους αισθητήρες και υπολογιστικό νέφος. Τα τρία στοιχεία του προτεινόμενου συστήματος είναι τα επίπεδα πελατών, το cloud computing και η επιτόπια παρακολούθηση. Οι συσκευές εγγραφής συλλογής δεδομένων, μια πύλη σύνδεσης δεδομένων και οι έξυπνοι αισθητήρες αποτελούν το επίπεδο επιτόπιας παρακολούθησης. Η βάση δεδομένων M&V, η μηχανή εφαρμογών Google, ο δρομολογητής και το πρόγραμμα περιήγησης αποτελούν μέρος του επιπέδου υπολογιστικού νέφους. Οι χρήστες λαμβάνουν τις μελετημένες στατιστικές ενέργειας από το επίπεδο πελάτη. Η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει την ψηφιακή BEP MRV να έχει πρόσβαση στη βάση δεδομένων M&V και σε όλους τους έξυπνους αισθητήρες με έναν έγκυρο, διαφανή και ασφαλή τρόπο.

## Blockchain

Είναι σημαντικό να εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain, καθώς και τις δυνατότητες και την επιρροή της στο ψηφιακό BEP MRV, προτού προχωρήσουμε. Τα κατανεμημένα λογιστικά βιβλία αποτελούν τη ραχοκοκαλιά της τεχνολογίας blockchain. Το κατανεμημένο καθολικό είναι ένας τύπος βάσης δεδομένων που έχει κάθε φορέας στο σύστημα ταυτόχρονα. Οι χρήστες με μοναδικά διαπιστευτήρια σύνδεσης μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτό το σύστημα από μία ή περισσότερες απομακρυσμένες τοποθεσίες. Σε ένα σύστημα κατανεμημένης λογιστικής, όλοι οι εμπλεκόμενοι έχουν ένα πανομοιότυπο αντίγραφο του καθολικού, επομένως τα λογιστικά τους βιβλία ενημερώνονται πάντα γρήγορα. Το καθολικό μπορεί να περιλαμβάνει στοιχεία που σχετίζονται με την οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον εκτός από άλλα πράγματα. Τα δεδομένα προστατεύονται κρυπτογραφικά χρησιμοποιώντας το δημόσιο και ιδιωτικό κλειδί. Εγγυάται αυθεντικότητα και ασφάλεια. Οι κατανεμημένοι «κόμβοι» στα συστήματα λαμβάνουν τα κατανεμημένα λογιστικά βιβλία. Κάθε συμμετέχων διασφαλίζει την αποθήκευση του κόμβου του και χρησιμοποιούνται κοινόχρηστοι κωδικοί για την επαλήθευση τους. Η εγκυρότητα της συναλλαγής παρέχεται από αυτόν τον υπολογιστικό αλγόριθμο.

## Blockchain digital MRV

Η διαφάνεια δεδομένων και η συνοχή είναι απαραίτητα για το MRV. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του blockchain το καθιστούν κατάλληλο για το σύστημα MRV. Ωστόσο, υπάρχουν λίγες περιπτώσεις όπου το blockchain MRV εφαρμόζεται σε επιχειρήσεις που σχετίζονται με την ενέργεια. Η επαλήθευση ψηφιακής ανάγνωσης μηχανών Blockchain (MRV) έχει την ικανότητα να συλλέγει δεδομένα αυτόματα χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση κατακερματισμού με ασφαλή και επαληθεύσιμο τρόπο. Οι Fuessler et al. (2018) ισχυρίζονται ότι οι διαδικασίες ψηφιακού blockchain MRV μπορούν να μειώσουν σημαντικά τα τρέχοντα εμπόδια και να βελτιώσουν την ποιότητα των δεδομένων. Με τη μείωση του χρόνου και του κόστους ανάκτησης δεδομένων από αισθητήρες IoT, το σύστημα blockchain μπορεί επίσης να εξαλείψει το ανθρώπινο λάθος. Τα έξυπνα συμβόλαια blockchain βελτιώνουν τη διαδικασία αναφοράς και ποσοτικοποίησης δεδομένων. Η εξέταση των συλλεγόμενων δεδομένων ως προς την ορθότητα και τη συμμόρφωση αποτελεί μέρος της διαδικασίας επαλήθευσης. Τα συστήματα blockchain που ανεβάζουν δεδομένα και παρακολουθούνται συνεχώς μπορούν να επιτρέψουν την στιγμιαία επαλήθευση από τρίτους. Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιήσει τεχνητή νοημοσύνη για να εντοπίζει γρήγορα τις παρατυπίες δεδομένων. Τέλος, είναι απλό να μεταφραστούν τα δεδομένα της κλιματικής επίδρασης σε έκδοση πίστωσης άνθρακα. Χρησιμοποιώντας το blockchain tokenization, το MRV μπορεί να παρέχει μια άμεση, χωρίς μεσάζοντες σχέση μεταξύ αγοραστών πιστώσεων και προμηθευτών. Ένα δίκτυο blockchain με σύστημα φήμης παρουσιάστηκε από τους Kharqi et al. (2018). Παρέχοντας ανοιχτά και καθαρά δεδομένα για άδειες και φήμες, αυτή η τεχνολογία blockchain βελτιώνει τόσο το σύστημα φήμης όσο και το σύστημα MRV για το ETS (Emissions Trading System). Υποστηρίζουν ότι η ευθύνη θα προκύψει από τη διαφάνεια, που είναι το κύριο πλεονέκτημα. Τα αξιόπιστα στοιχεία είναι το πρόσθετο όφελος. Η ενίσχυση των ελέγχων και της επαλήθευσης πιστώσεων και ιδιοκτησίας προστατεύει το δίκτυο από δόλιες δραστηριότητες και διπλές καταμετρήσεις.<sup>[29]</sup>

## Δυνατότητες του blockchain για δράση μετριασμού της κλιματικής αλλαγής

Αν και το blockchain δεν αποτελεί λύση για την κλιματική αλλαγή, μπορεί να είναι βασικό συστατικό για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα. Οι τρεις ακόλουθες ιδιότητες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εξέταση ενός Blockchain ως κατάλληλης λύσης για τη διαχείριση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής από τον κατασκευαστικό τομέα: ελαχιστοποίηση μεσαζόντων, απλοποίηση της επαλήθευσης και συνεχής αναφορά και συμμόρφωση. Μια αποτελεσματική, ποσοτικοποιήσιμη, με δυνατότητα αναφοράς και επικυρωμένη προσέγγιση είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση της αντίδρασης της οικοδομικής βιομηχανίας στην κλιματική αλλαγή. Για κάθε έθνος που έχει δεσμευτεί να εκπληρώσει τους στόχους του για την κλιματική αλλαγή, το MRV είναι ένα ζωτικό εργαλείο για την εκτέλεση των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών (Nationally Determined Contributions, NDC). Ο αυτοματισμός και η επαλήθευση του MRV μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με IoT και AI (Artificial Intelligence) .

Υπάρχουν πολυάριθμες πλατφόρμες blockchain, συμπεριλαμβανομένων των Hyperledger Fabric, Ethereum, Bitcoin και EOS. Και τα τρία πρώτα συστήματα υποστηρίζουν κρυπτονομίσματα. Το τέταρτο (EOS) επικεντρώνεται στη λειτουργία χωρίς τέλη συναλλαγών και ανταμοιβές εξόρυξης. Πέντε κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν από τον Braden (2019) για την αξιολόγηση αυτών των πλατφορμών για στρατηγικές για το κλίμα: μετρητότητα, χρηστικότητα, ασφάλεια, προγραμματισμός και λειτουργικό κόστος. Ανακαλύφθηκε ότι το Ethereum είναι η ιδανική πλατφόρμα λόγω του χαμηλού λειτουργικού του κόστους και της υψηλής δυνατότητας προγραμματισμού του. Ακολουθεί το Hyperledger Fabric. Επιπλέον, το Bitcoin είναι η χειρότερη πλατφόρμα λόγω της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας. Ο Braden εστίασε επίσης στις δυνατότητες του blockchain για την τιμή αναφοράς εκπομπών (MRV), τη δράση μετριασμού και το σχεδιασμό ETS. Τα ευρήματα της έρευνάς του παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. <sup>[30]</sup>

ETS features	Challenge	Potential for Blockchain
Boundary	Narrow boundary, with only a few industrial areas involved owing to expensive costs for trades	Broadened edge with lower operation cost aligned with Blockchain-based autonomous ETS procedures
Emission Cap	Emission caps fluctuate following political situation, which may negatively impact planning over time.	An open Blockchain system offers self-allocating rules and allowance numbers. A smart contract could improve ETS frameworks.
Allocation of allowance	Allocation of allowances through bidding is not transparent	Blockchain-based bidding could play a role in a portal-connected national bidding system.
Offset measures	Double counting matter	A country operated blockchain registry will ensure that created offsets are recorded in the Blockchain and retired with the registries.
Trading system	Securities fraud, insider scooping, black money, manipulating of prices, and cybercrime	Risks may be diminished with permissioned Blockchains.

## Η Αυγή μιας Νέας Οικονομίας

Οι κύριοι λόγοι που το Blockchain υπόσχεται τόσα πολλά για το ETS είναι τα χαρακτηριστικά του: διαφάνεια, αμεταβλητότητα, έξυπνα συμβόλαια και έλλειψη μεσάζοντα. Επιπλέον, το άνοιγμα δεδομένων, τα έξυπνα συμβόλαια, ο συνδυασμός βάσεων δεδομένων IoT και MRV και η δράση μετριασμού αποτελούν τα θεμέλια για τη δυνατότητα για ψηφιακό MRV εκπομπών. Ένας τρόπος προσέγγισης ενός ψηφιακού MRV της αλυσίδας μπλοκ είναι ως υποδομή δεδομένων. Η διαφανής και αξιόπιστη διαχείριση δεδομένων της χρήσης ενέργειας είναι απαραίτητη για τα σχέδια δράσης του κτιριακού τομέα για το κλίμα, τα οποία περιλαμβάνουν τη σύνδεση σε έξυπνα δίκτυα, την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη δημιουργία εκπτώσεων φόρου για τη δέσμευση CO<sub>2</sub>, την εφαρμογή πρωτοβουλιών εξοικονόμησης ενέργειας και ακόμη και τη συμμετοχή στην αγορά πιστώσεων άνθρακα. Ορισμένες πλατφόρμες blockchain, συμπεριλαμβανομένων των Stellar, Ripple και Hyperledger Fabric, μπορούν να προσφέρουν ένα φθινό, διαφανές ψηφιακό MRV με πολύ μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον.<sup>[34]</sup>

Η αύξηση της παγκόσμιας χρηματοδότησης μέσω πωλήσεων συμβολαίων είναι μια από τις πιο ενδιαφέρουσες τάσεις για την εμπορία έξυπνων συμβολαίων στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της χρηματοδότησης για το κλίμα. Το 2017 σημειώθηκε επιτάχυνση αυτού για διάφορους λόγους:

1. Οι πρώτοι χρήστες κρυπτονομισμάτων γνώρισαν μια άνοδο της αξίας που παρήγαγε μεγάλο αριθμό νέων δισεκατομμυριούχων. Σπάνια εγκαταλείπουν αυτή την αναπτυσσόμενη ψηφιακή οικονομία, καθώς η ανάπτυξη αυτής της επιχείρησης είναι τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από εκείνη των μετοχών ή των εμπορευμάτων. Αντίθετα, επενδύουν τα κέρδη τους σε εγχειρήματα Blockchain μέσω πωλήσεων διακριτικών.
2. Λόγω της ταχέως αυξανόμενης ρευστότητας στη διαπραγμάτευση τέτοιων περιουσιακών στοιχείων, καθώς η τεχνολογία Blockchain συνεχίζει να αποδεικνύει την αξία της, όλο και περισσότεροι επενδυτές επιλέγουν να επενδύσουν σε μάρκες όπως το Ether, το Bitcoin και το ERC20.
3. Επί του παρόντος, υπάρχει μεγαλύτερη κατανόηση του παραδείγματος Fat-Protocol (Monegro, 2016). Αυτή η υπόθεση υποδηλώνει ότι μεγάλο μέρος της αξίας απορροφήθηκε από εφαρμογές που δημιουργήθηκαν πάνω από την υποδομή που υποστήριζε το πρωτόκολλο πληροφοριών σε όλη την εποχή του Διαδικτύου, καθώς το ίδιο το πρωτόκολλο είχε πολύ λίγα μέσα για να συλλάβει αξία στο επίπεδο πρωτοκόλλου. Γινόμαστε μάρτυρες μιας αντιστροφής αυτού στο πεδίο του Blockchain. Για παράδειγμα: Πόσο θα άξιζε ένα κουπόνι σήμερα αν το Διαδίκτυο είχε μάρκες και κάποιος χρειαζόταν να έχει μάρκες για να το χρησιμοποιήσει; Με αυτόν τον τρόπο, η πλειονότητα της αξίας στην εποχή του Blockchain προβλέπεται να δημιουργηθεί από το επίπεδο πρωτοκόλλου και πολύ λιγότερο από τις εφαρμογές που λειτουργούν πάνω από αυτό.<sup>[31]</sup>

Στο πλαίσιο αυτής της νέας οικονομίας, μπορούν να βγουν αρκετά συμπεράσματα:

1. Εάν ένα token είναι μια προσαρμοσμένη απάντηση στις επιχειρήσεις που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, η αποτελεσματική εφαρμογή του μπορεί να οδηγήσει σε απίστευτα κέρδη για τους επενδυτές συμβολαίων.
2. Ενώ αρχίζουν να εμφανίζονται ορισμένες τάσεις στη συμμετοχή των θεσμικών επενδυτών σε πωλήσεις συμβολαίων, οι συνεισφορές στη χρηματοδότηση για το κλίμα μπορεί να παρέχονται με πολύ εφευρετικούς τρόπους.
3. Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο αξιοποιείται η δέσμευση της κοινότητας, τα τρέχοντα μοντέλα διακυβέρνησης ενδέχεται να αλλάξουν ώστε να ενσωματώσουν πληροφορίες από το crowdsourced μέσω μιας ποικιλίας τεχνικών ψηφοφορίας.



4. Τα tokens είναι ρευστά την ημέρα που θα εισαχθούν σε διεθνή χρηματιστήρια, αλλά εάν γίνει διαθέσιμη περισσότερη ρυθμιστική σαφήνεια τα επόμενα χρόνια, αυτό μπορεί να αλλάξει δραστικά.

### 3.1.2 Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things)

Το Internet of Things είναι μια έννοια που αναφέρεται στο δίκτυο διασυνδεδεμένων φυσικών αντικειμένων ή "πραγμάτων" που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω του διαδικτύου. Αυτά τα αντικείμενα είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες, λογισμικό και άλλες τεχνολογίες που τους επιτρέπουν να συλλέγουν και να μεταδίδουν δεδομένα, συχνά χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης. Ο ρόλος του IoT στην πράσινη ενέργεια και τις δομικές ανακαινίσεις είναι πολύπλευρος και ιδιαίτερα σημαντικός:

- **Παρακολούθηση και διαχείριση της ενέργειας:** Οι αισθητήρες IoT μπορούν να τοποθετηθούν στρατηγικά σε όλο το κτίριο για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα αυτά είναι ανεκτίμητα για την κατανόηση του τρόπου χρήσης της ενέργειας, τον εντοπισμό περιοχών αναποτελεσματικότητας και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη μείωση της ενεργειακής σπατάλης. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν τα συστήματα HVAC (θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού), τον φωτισμό και τις συσκευές, επιτρέποντας ακριβή έλεγχο και βελτιστοποίηση.
- **Περιβαλλοντική ανίχνευση:** Οι συσκευές IoT μπορούν να παρακολουθούν τις περιβαλλοντικές συνθήκες τόσο εντός όσο και εκτός των κτιρίων. Αυτό περιλαμβάνει τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ποιότητα του αέρα, ακόμη και τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες. Τα δεδομένα αυτά είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της βέλτιστης ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, η οποία μπορεί να επηρεάσει τη χρήση ενέργειας και την άνεση των ενοίκων.
- **Συντήρηση:** Οι αισθητήρες IoT μπορούν να παρακολουθούν την απόδοση του εξοπλισμού και των μηχανημάτων μέσα σε ένα κτίριο. Αναλύοντας τα δεδομένα από αυτούς τους αισθητήρες, οι αλγόριθμοι προληπτικής συντήρησης μπορούν να προβλέψουν πότε ο εξοπλισμός είναι πιθανό να αποτύχει ή να χρειαστεί συντήρηση. Έτσι αποφεύγεται ο δαπανηρός χρόνος διακοπής λειτουργίας, μειώνεται η σπατάλη ενέργειας και παρατείνεται η διάρκεια ζωής των περιουσιακών στοιχείων.
- **Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:** Στο πλαίσιο της πράσινης ενέργειας, οι συσκευές IoT παίζουν ρόλο στην ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ανεμογεννήτριες. Οι αισθητήρες IoT μπορούν να παρακολουθούν την παραγωγή ενέργειας από αυτές τις πηγές, να προβλέπουν τα πρότυπα παραγωγής ενέργειας και να διαχειρίζονται τη ροή της ενέργειας στο κτίριο και το δίκτυο.
- **Έξυπνη ενσωμάτωση δικτύου:** Οι τεχνολογίες IoT επιτρέπουν στα κτίρια να συμμετέχουν σε προγράμματα απόκρισης στη ζήτηση και να επικοινωνούν με το έξυπνο δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ζήτησης ενέργειας, τα κτίρια μπορούν να μειώσουν αυτόματα την κατανάλωση ενέργειας ή να τη μεταθέσουν σε ώρες μη αιχμής, συμβάλλοντας στη σταθερότητα του δικτύου και μειώνοντας την ανάγκη για σταθμούς αιχμής που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα.
- **Άνεση και αποδοτικότητα των ενοίκων:** Το IoT μπορεί να βελτιώσει την άνεση των ενοίκων, διατηρώντας παράλληλα την ενεργειακή απόδοση. Για παράδειγμα, οι έξυπνοι θερμοστάτες μπορούν να ρυθμίζουν τη θέρμανση και την ψύξη με βάση τα

πρότυπα χρήσης και τις ατομικές προτιμήσεις, διασφαλίζοντας ότι δεν σπαταλάται ενέργεια σε μη κατειλημμένους χώρους.

- **Λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων:** Τα δεδομένα που παράγονται από το IoT μπορούν να αναλυθούν με τη χρήση τεχνικών μεγάλων δεδομένων και τεχνητής νοημοσύνης. Η ανάλυση αυτή παρέχει αξιοποιήσιμες πληροφορίες για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, τη μείωση του λειτουργικού κόστους και τον αποτελεσματικό σχεδιασμό πράσινων ανακαινίσεων.
- **Απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχος:** Το IoT επιτρέπει στους ιδιοκτήτες κτιρίων και τους διαχειριστές εγκαταστάσεων να παρακολουθούν και να ελέγχουν εξ' αποστάσεως διάφορα συστήματα και συσκευές, κάτι που είναι ιδιαίτερα πολύτιμο για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε κενά ή ανεκμετάλλευτα κτίρια.

Επιπλέον των παραπάνω, συστήματα για έξυπνα κτίρια αναπτύχθηκαν για την παρακολούθηση της υγείας των ηλικιωμένων που ζουν μόνοι τους στα σπίτια τους. Το σχεδιασμένο σύστημα έξυπνου κτιρίου μπορεί να παρακολουθεί ταυτόχρονα φυσιολογικές και περιβαλλοντικές μεταβλητές, καθώς και τη γενική φυσική δραστηριότητα του ενοίκου. Βρίσκεται σε βασικά σημεία γύρω από τη δομή και αποτελεί ένα gadget ανίχνευσης, το οποίο είναι μη επεμβατικό, πολλαπλών μοντέλων και μη ενοχλητικό. Σε ένα έξυπνο κτίριο, η παρακολούθηση μπορεί να γίνεται συνεχώς από μια ενιαία συσκευή διακομιστή τοπικής πύλης. Οι ενσωματωμένες ενότητες λογισμικού αλγορίθμου ανάλυσης και λήψης αποφάσεων συνήθως λειτουργούν σε περιβάλλον λογισμικού Windows. Με σύνδεση στο διαδίκτυο, ενδέχεται να λαμβάνονται πληροφορίες ευεξίας από απόσταση. Με βάση τον τρόπο με τον οποίο ένας κάτοικος χρησιμοποιεί τις οικιακές συσκευές, η υγεία του μπορεί να προσδιοριστεί εξετάζοντας τους δύο ρόλους ευεξίας,  $\beta_1$  και  $\beta_2$ . Ο σκοπός των λειτουργιών ευεξίας είναι να προσδιορίσουν "πόσο καλά" ο κάτοικος χρησιμοποιεί κοινά αντικείμενα. Η διάρκεια αδράνειας και η έλλειψη χρήσης των συσκευών είναι οι πηγές του πρώτου χαρακτηριστικού, του  $\beta_1$ . Αντίθετα, η κακή χρήση ορισμένων συσκευών προκαλεί την εμφάνιση του δεύτερου χαρακτηριστικού, του  $\beta_2$ . Ο δείκτης ευημερίας δείχνει πώς συμπεριφέρεται ένα άτομο σε πραγματικό χρόνο ενώ χρησιμοποιεί κοινά αντικείμενα.<sup>[32]</sup>

$$\beta_1 = e^{-\frac{t}{T}}$$

Όπου ο  $T$  = Μέγιστη ανενεργή διάρκεια όταν δεν χρησιμοποιήθηκαν αντικείμενα στο παρελθόν,

$t$  = Χρόνος Ανενεργής Διάρκεια όλων των συσκευών.

$$\beta_2 = e^{-\frac{T_n - T_a}{T_n}}$$

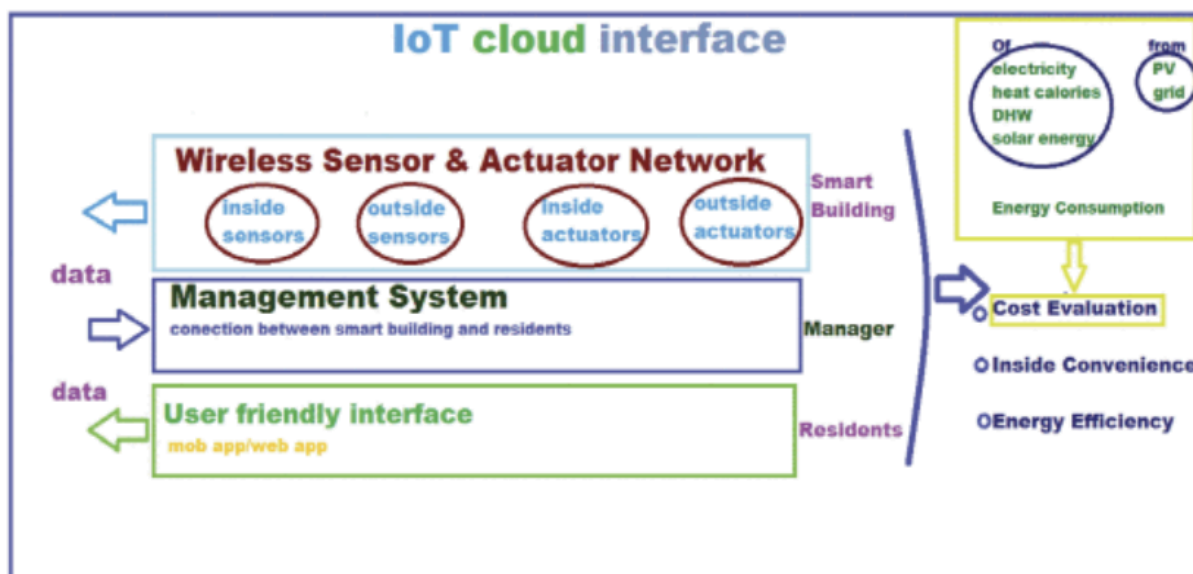
όπου το  $T_n$  αντιπροσωπεύει τον μεγαλύτερο χρόνο κατανάλωσης του οικιακού αντικειμένου υπό τυπικές προηγούμενες συνθήκες και το  $T_a$  αντιπροσωπεύει τον τρέχοντα χρόνο κατανάλωσης του οικιακού αντικειμένου.

Συμπερασματικά, μερικά από τα κύρια πλεονεκτήματα του σχεδιασμού των Έξυπνων Κτιρίων μας είναι τα εξής:

1. Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.
2. Βελτίωση της αποδοτικότητας του κτιρίου.
3. Ενίσχυση της παραγωγής.
4. Βελτιστοποίηση της χρήση κεφαλαίου μέσω προγνωστικής συντήρησης.

## Πρότυπο κτίριο με Έξυπνες Τεχνολογίες

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται μια πρόταση για ένα πρότυπο έξυπνης τεχνολογίας για ένα κτίριο όσον αφορά την τεχνολογία και την ενεργειακή απόδοση. Το προτεινόμενο πρότυπο (Εικόνα 1) είναι μια αρχιτεκτονική βασισμένη σε αισθητήρες που υποστηρίζει τη λειτουργία τεχνικών συστημάτων που καταναλώνουν ενέργεια με στόχο την επίτευξη ενεργειακής απόδοσης σε ένα κτίριο και την ανάπτυξη μιας οικολογικής συμπεριφοράς στους κατοίκους του.



Εικόνα 1: Internet of Things Cloud Interface

Ας περιγράψουμε κάπου εδώ ένα απλό έξυπνο σύστημα διαχείρισης, το οποίο έχει αναπτυχθεί/προταθεί από τους [33]

Ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης, το οποίο λειτουργεί ως αγωγός μεταξύ του κτιρίου και των ενοίκων του, διέπει ολόκληρο το έξυπνο κτίριο. Ο σκοπός του ασύρματου δικτύου αισθητήρων και ενεργοποιητών με το οποίο διασυνδέεται το Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Κτιρίου (Building Energy Management System BEMS) είναι η συλλογή δεδομένων από το εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον. Στη συνέχεια χρησιμοποιεί τα δεδομένα για να λειτουργήσει ενεργοποιητές και τεχνικά συστήματα αφού τα αποθηκεύσει στο cloud.

Για να ενημερωθεί για τις θερμικές και κεραυνικές αισθήσεις των ενοίκων του κτιρίου, το BEMS συνομιλεί επίσης μαζί τους. Ως αποτέλεσμα, το BEMS είναι εύκολο στη χρήση και προσπαθεί να επιβλέπει και να διαχειρίζεται όλα τα τεχνικά συστήματα, να εκδίδει ειδοποιήσεις και προειδοποιήσεις, να κάνει τροποποιήσεις και να δημιουργεί σχέδια για την αξιολόγηση της χρήσης ενέργειας, τη μείωση των ενεργειακών εξόδων και την παροχή στους κατοίκους του smart building.

Ως αποτέλεσμα, συνίσταται η χρήση σκυροδέματος που περιέχει λανθάνοντες μικροοργανισμούς για το εξωτερικό της κατασκευής. Αυτή είναι η εκδοχή για το κέλυφος ενός έξυπνου κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας αυτο-ίασης επισκευής που χρησιμοποιεί ασβεστόλιθο για να γεμίσει τις ρωγμές. Προτείνεται η χρήση ημιδιαφανούς σκυροδέματος για τους εσωτερικούς τοίχους ενός κτιρίου καθώς παρέχει θερμομόνωση και φυσικό φωτισμό μέσω οπτικών ινών. Ειδικότερα, προτείνεται να χρησιμοποιείται aerogels με

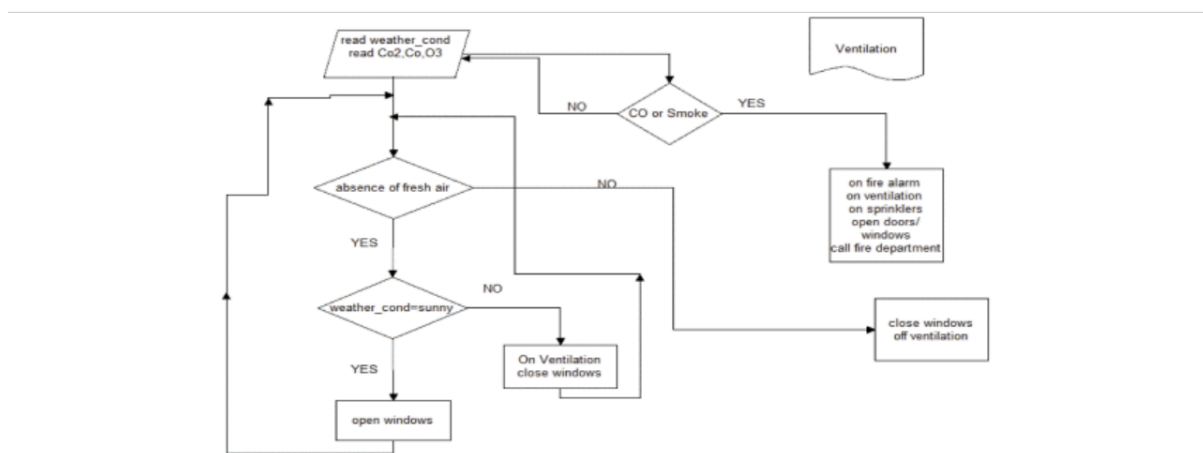
ιδιότητες επιβραδυντικής φωτιάς, ηχοαπορρόφησης και καθαρισμού του αέρα κατά την κατασκευή των εσωτερικών τοίχων μιας κουζίνας.

Επιπλέον, στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου θα πρέπει να τοποθετηθούν αισθητήρες που ανιχνεύουν την εξωτερική θερμοκρασία και υγρασία του κτιρίου. Αυτά τα δεδομένα θα στέλνονται στο cloud προκειμένου να ελεγχθούν όλα τα εσωτερικά τεχνολογικά συστήματα και να τροποποιηθεί το εσωτερικό κλίμα του κτιρίου για να εγγυηθεί την άνεση των ενοίκων του. Με τον όρο cloud εννοούμε μια απομακρυσμένη υποδομή υπολογιστικής αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων μέσω του Διαδικτύου. Σε αυτή την υποδομή, τα δεδομένα και οι εφαρμογές αποθηκεύονται και επεξεργάζονται σε απομακρυσμένους διακομιστές και υπηρεσίες δικτύου που φιλοξενούνται σε δεδομένα κέντρα. Οι χρήστες μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτές τις υπηρεσίες και δεδομένα από οπουδήποτε μέσω Διαδικτύου, επιτρέποντας την εύκολη ανταλλαγή και αποθήκευση πληροφοριών χωρίς την ανάγκη για τοπικό εξοπλισμό και υποδομές

Τέλος, βλέποντας ένα κτίριο ως κέλυφος (eggshell), προτείνεται η χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για τη μεγιστοποίηση της λειτουργίας μιας έξυπνης κατασκευής. Οι εκπομπές αερίων και η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται, μειώνεται με την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων ηλιακής ενέργειας (PV) στην οροφή ενός κτιρίου, τα οποία επιτρέπουν την αποθήκευση και χρήση της ηλιακής ενέργειας.

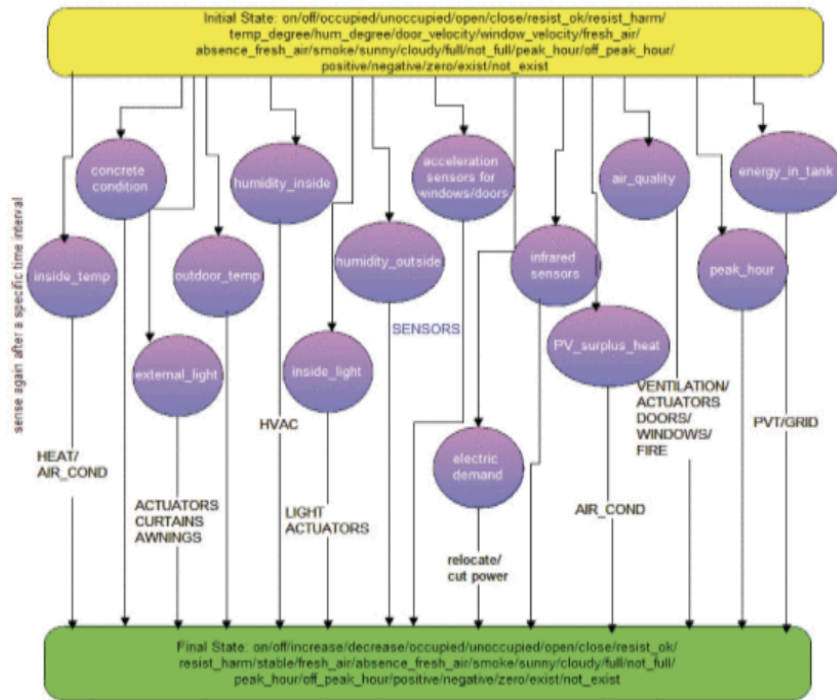
Η πληρότητα κάθε δωματίου είναι η πιο κρίσιμη πληροφορία για τις εσωτερικές συνθήκες ενός έξυπνου κτιρίου, καθώς αυτοί οι χώροι πρέπει να σχεδιάζονται με γνώμονα τις απαιτήσεις των κατοίκων τους. Οι αισθητήρες ενός έξυπνου κτιρίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας σε κάθε δωμάτιο για μια προκαθορισμένη χρονική περίοδο. Οι αισθητήρες υπερύθρων ανιχνεύουν εάν ένα δωμάτιο είναι κατειλημμένο και οι αισθητήρες επιτάχυνσης στα παράθυρα και τις πόρτες ειδοποιούν το BEMS όταν αλλάζουν οι συνθήκες. Αυτά τα δεδομένα στέλνονται στο cloud, όπου το σύστημα διαχείρισης θα ενεργεί με ακρίβεια και θα επιβλέπει όλα τα τεχνολογικά συστήματα για να διατηρεί ένα άνετο και ενεργειακά αποδοτικό εσωτερικό.

Ο φθηνός, ενεργειακά αποδοτικός αισθητήρας ποιότητας αέρα εσωτερικού χώρου θα παρακολουθεί τις ποσότητες CO<sub>2</sub>, CO και O<sub>3</sub> στον αέρα και θα μεταδίδει τα δεδομένα στο cloud. Στη συνέχεια, ο εξαιρετισμός θα ενεργοποιείται ή θα απενεργοποιείται από το σύστημα διαχείρισης με βάση τον εξωτερικό καιρό και την ποσότητα φρέσκου αέρα που λείπει. Οι αισθητήρες εξωτερικού τοίχου του κτιρίου παρέχουν δεδομένα σχετικά με τη θερμοκρασία και την υγρασία στο σύννεφο, στο οποίο έχει πρόσβαση το σύστημα διαχείρισης (Εικόνα 2), το οποίο ελέγχει επίσης το διαδίκτυο για ιδανικές καιρικές συνθήκες. Εάν πληρούνται αυτά τα κριτήρια, οι ενεργοποιητές και οι σερβοκινητήρες θα ανοίξουν τα παράθυρα.



Εικόνα 2: Σύστημα διαχείρισης καιρικών συνθηκών

Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων και ενεργοποιητή, που φαίνεται στην Εικόνα 3, είναι το πιο κρίσιμο στοιχείο αυτού του προτύπου έξυπνου κτιρίου. Η δουλειά του είναι να παρέχει στο BEMS κρίσιμες πληροφορίες σε ένα προκαθορισμένο διάστημα, ώστε να μπορεί να λάβει την καλύτερη δυνατή ενέργεια για εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 3: Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων και ενεργοποιητή

Το δίκτυο στην Εικόνα 3 αποτελείται από εσωτερικούς και εξωτερικούς αισθητήρες που αντιλαμβάνονται το περιβάλλον και μέσα και έξω από ενεργοποιητές που ενεργούν σύμφωνα με την οδηγία BEMS, όπως εξηγήθηκε προηγουμένως λεπτομερώς. Κάθε αισθητήρας έχει μια αρχική κατάσταση και μια τελική κατάσταση στην οποία αλλάζει μόλις την ανιχνεύσει. Αυτό συμβαίνει μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα που καθορίζει ο χρήστης του συστήματος διαχείρισης. Όλα τα τεχνικά συστήματα οδηγούνται από το σύστημα διαχείρισης ώστε να προσαρμόζονται με βάση την αξία κάθε κράτους ή χρήστη, δηλαδή του υπευθύνου ή του φορέα που διαχειρίζεται το κτίριο.<sup>[34]</sup>

Συνοψίζοντας, το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης έξυπνων κτιρίων στοχεύει να προσφέρει στους κατοίκους αξία, διασφαλίζοντας την εσωτερική τους άνεση και μειώνοντας τα λειτουργικά τους έξοδα, κλείνοντας την ηλεκτρική ενέργεια σε όλο τον τεχνικό εξοπλισμό σε περίπτωση που ένα δωμάτιο είναι άδειο. Χρησιμοποιώντας ΑΠΕ και ανταλλάσσοντας τα ελαττωματικά παλιά τεχνολογικά συστήματα, εξοικονομείται επίσης ενέργεια. Τέλος, μειώνει τις εκπομπές αερίων, κάτι που είναι σημαντικό για το περιβάλλον σε μια πόλη με κτίρια που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια.

### 3.1.3 Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)

Τα Big Data αναφέρονται σε εξαιρετικά μεγάλα και πολύπλοκα σύνολα δεδομένων που δεν μπορούν να διαχειριστούν, να επεξεργαστούν ή να αναλυθούν αποτελεσματικά με τη χρήση παραδοσιακών εργαλείων και μεθόδων επεξεργασίας δεδομένων. Περιλαμβάνουν συνήθως τεράστιους όγκους δεδομένων που παράγονται με υψηλή ταχύτητα και συχνά περιλαμβάνουν δομημένα, ημιδομημένα και αδόμητα δεδομένα από διάφορες πηγές. Ο ρόλος των Big Data στην πράσινη ενέργεια και τις ανακαινίσεις κτιριακού τομέα είναι σημαντικός, κυρίως λόγω της ικανότητάς τους να παρέχουν αξιοποιήσιμες πληροφορίες, να βελτιστοποιούν τη χρήση των πόρων και να οδηγούν σε τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων. Αυτά μπορούν να επιτευχθούν μέσω των παρακάτω τεχνικών:

- **Ενεργειακές αναλύσεις:** Η ανάλυση big data επεξεργάζεται μεγάλα σύνολα δεδομένων με πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας, δεδομένα καιρού και άλλες μεταβλητές για τον εντοπισμό τάσεων, ανωμαλιών και ευκαιριών για εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό βοηθά τους ιδιοκτήτες κτιρίων και τους διαχειριστές ενέργειας να κατανοήσουν πώς, πότε και πού χρησιμοποιείται η ενέργεια, οδηγώντας σε αποδοτικότερη κατανάλωση ενέργειας και μείωση του λειτουργικού κόστους.
- **Συντήρηση:** Αναλύοντας δεδομένα από διάφορα συστήματα και εξοπλισμό κτιρίων, τα μεγάλα δεδομένα επιτρέπουν μοντέλα προγνωστικής συντήρησης. Αυτά τα μοντέλα προβλέπουν πότε ο εξοπλισμός είναι πιθανό να αποτύχει, επιτρέποντας την προληπτική συντήρηση και τη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων και την ελαχιστοποίηση των διακοπών κατά τη διάρκεια ανακαινίσεων.
- **Βελτιστοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:** Οι αναλύσεις μεγάλων δεδομένων μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ανεμογεννήτριες. Με την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την παραγωγή ενέργειας, τις καιρικές συνθήκες και τη ζήτηση του δικτύου, τα συστήματα μπορούν να λαμβάνουν έξυπνες αποφάσεις σχετικά με το πότε να παράγουν, να αποθηκεύουν ή να διοχετεύουν την πλεονάζουσα ενέργεια πίσω στο δίκτυο.
- **Αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων:** Κατά τη διάρκεια δομικών ανακαινίσεων, τα Μεγάλα Δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των διαφόρων υλικών και πρακτικών κατασκευής. Βοηθά στη λήψη βιώσιμων επιλογών, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η χρήση πόρων και η παραγωγή αποβλήτων.
- **Συγκριτική αξιολόγηση ενεργειακών επιδόσεων:** Τα μεγάλα δεδομένα επιτρέπουν τη συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των ανακαινισμένων δομών σε σχέση με τα πρότυπα του κλάδου και παρόμοια κτίρια. Η σύγκριση αυτή βοηθά στον εντοπισμό των τομέων όπου μπορούν να γίνουν περαιτέρω βελτιώσεις και καταδεικνύει την επιτυχία των επενδύσεων σε πράσινη ενέργεια.
- **Λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων:** Με τις γνώσεις που προκύπτουν από την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης, την υιοθέτηση πράσινων τεχνολογιών και τις στρατηγικές ανακαίνισης. Οι αποφάσεις αυτές οδηγούν σε βελτιστοποιημένη χρήση ενέργειας και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- **Ενσωμάτωση με IoT και AI:** Τα μεγάλα δεδομένα συχνά λειτουργούν σε συνδυασμό με αισθητήρες IoT και αλγόριθμους AI. Οι συσκευές IoT συλλέγουν δεδομένα, η AI τα επεξεργάζεται και τα αναλύει και τα Μεγάλα Δεδομένα αποθηκεύουν και διαχειρίζονται τα τεράστια σύνολα δεδομένων που παράγονται. Μαζί, αυτές οι τεχνολογίες δημιουργούν μια ολιστική προσέγγιση για τη διαχείριση της ενέργειας και τις δομικές ανακαινίσεις.

## Η Κατανόηση και η χρήση των Big Data

Ο στόχος των δημοφιλών μεγάλων δεδομένων είναι να παρέχουν μια εναλλακτική λύση στις συμβατικές προσεγγίσεις που επικεντρώνονται στις βάσεις δεδομένων και την ανάλυση δεδομένων. Οι λύσεις μεγάλων δεδομένων επιδιώκουν να αναλύσουν δεδομένα προκειμένου να τα κατανοήσουν και να επωφεληθούν από την αξία τους. Ξεπερνούν την απλή αποθήκευση και πρόσβαση δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα είναι ο όρος για σύνολα δεδομένων που είναι μεγαλύτερα από τα τυπικά εργαλεία λογισμικού βάσεων δεδομένων που μπορούν να συλλέξουν, να αποθηκεύσουν, να διαχειριστούν και να αναλύσουν αποτελεσματικά. Αυτά τα σύνολα δεδομένων μπορεί να κυμαίνονται σε μέγεθος από terabyte έως petabyte και μερικές φορές ακόμη και πέρα από τα exabyte.

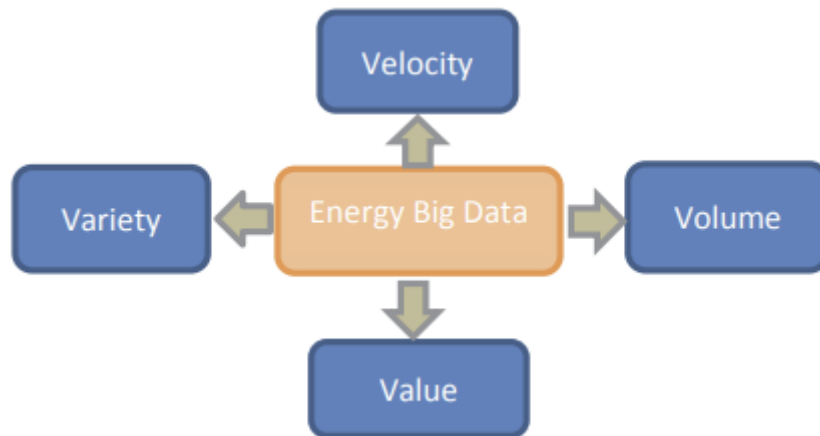
Το μοντέλο 3V, που εισήχθη για πρώτη φορά από τον [36], ορίζει τα μεγάλα δεδομένα ως "υψηλού όγκου, υψηλής ταχύτητας και μεγάλης ποικιλίας πληροφοριακών στοιχείων που απαιτούν οικονομικά αποδοτικές, καινοτόμες μορφές επεξεργασίας πληροφοριών για βελτιωμένη διορατικότητα και λήψη αποφάσεων". Αυτός ο ορισμός χρησιμεύει ως βάση για την έννοια των μεγάλων δεδομένων. "Τα μεγάλα δεδομένα είναι στοιχεία πληροφοριών μεγάλου όγκου, υψηλής ταχύτητας ή/και μεγάλης ποικιλίας που απαιτούν νέες μορφές επεξεργασίας για να καταστεί δυνατή η βελτιωμένη λήψη αποφάσεων, η ανακάλυψη πληροφοριών και η βελτιστοποίηση διαδικασιών", σύμφωνα με μια ενημέρωση του 2012 από την Gartner. Ο όγκος, η ποικιλία και η ταχύτητα - τα τρία θεμελιώδη στοιχεία των μεγάλων δεδομένων - αναφέρονται και στους δύο ορισμούς. Αυτό το μοντέλο 3V έχει επεκταθεί σε μοντέλο 4V από άλλες επιχειρήσεις και επαγγελματίες μεγάλων δεδομένων προσθέτοντας ένα νέο "V": τιμή (Value). Εάν η έννοια των μεγάλων δεδομένων περιλαμβάνει την ιδέα της ακρίβειας, τότε αυτό το μοντέλο μπορεί να επεκταθεί ακόμη και σε 5Vs. Οι ιδέες στον κλάδο της ενέργειας μπορούν να εξηγηθούν συνοπτικά ως εξής:

- **Volume:** περιγράφει τεράστιες ποσότητες οποιουδήποτε είδους δεδομένων από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων ψηφιακών και φορητών συσκευών που δημιουργούν ψηφιακά δεδομένα. Τα πλεονεκτήματα της συλλογής, του χειρισμού και της αξιολόγησης αυτών των τεράστιων όγκων δεδομένων δημιουργούν μια ποικιλία δυσκολιών στην απόκτηση διορατικών πληροφοριών για άτομα και επιχειρήσεις. Τεράστιοι όγκοι δεδομένων παρήχθησαν στην ενεργειακή βιομηχανία από την ευρεία χρήση έξυπνων συσκευών μέτρησης, όπως οι έξυπνοι μετρητές. Για παράδειγμα, ένα δίκτυο διανομής με εγκατεστημένους ένα εκατομμύριο έξυπνους μετρητές θα συγκεντρώνει σημαντική ποσότητα δεδομένων σχετικά με τη χρήση ενέργειας σε ένα μόνο έτος. Ο Zhou<sup>[35]</sup> και άλλοι επιστήμονες εκτιμούν ότι το ποσό των δεδομένων για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που θα συλλέξουν ένα εκατομμύριο έξυπνοι μετρητές σε ένα δίκτυο διανομής σε ένα χρόνο —αν οι μετρητές συλλέγουν δεδομένα για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μία φορά κάθε 15 λεπτά— θα μπορούσε να φτάσει τα 2920 TB. Αυτό δημιουργεί μια πρόκληση τόσο για την αποθήκευση όσο και για την ανάλυση στην προσπάθεια να κατανοήσουν όλα αυτά τα δεδομένα.
- **Velocity:** περιγράφει τον ρυθμό με τον οποίο αποστέλλονται τα δεδομένα. Η ενσωμάτωση πρόσθετων συλλογών δεδομένων, η προσθήκη παλαιότερων ή παλαιού τύπου συλλογών και οι πολλές μορφές ροής δεδομένων από διάφορες πηγές προκαλούν τα περιεχόμενα των δεδομένων να αλλάζουν συνεχώς. Σύμφωνα με αυτή την προοπτική, για να χειριστεί κανείς και να αξιολογήσει σωστά τη ροή

δεδομένων, απαιτούνται νέοι αλγόριθμοι και τεχνικές. Ο ρυθμός με τον οποίο συλλέγονται, επεξεργάζονται και αναλύονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας αναφέρεται ως ταχύτητα. Η συλλογή και η επεξεργασία των ενεργειακών μεγάλων δεδομένων απαιτεί απροσδόκητη ταχύτητα, σε αντίθεση με τους συμβατικούς τύπους επιχειρηματικής ευφυΐας και εξόρυξης δεδομένων μετά την επεξεργασία. Προκειμένου να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων στο ενεργειακό σύστημα σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, τα δεδομένα συλλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία σε διαστήματα μικρότερα από ένα δευτερόλεπτο έως και πέντε ή δεκαπέντε λεπτά.

- **Variety:** περιγράφει τις πολλές μορφές δεδομένων—κείμενο, ήχος, βίντεο, εικόνα, αρχεία καταγραφής δεδομένων κ.λπ.—που συλλέγονται από αισθητήρες, κινητά τηλέφωνα ή πλατφόρμες μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Επιπλέον, η μορφή αυτών των δεδομένων μπορεί να είναι μη δομημένη ή οργανωμένη (π.χ. δεδομένα από σχεσιακές βάσεις δεδομένων). Τα μεγάλα δεδομένα στον ενεργειακό τομέα είναι αρκετά διαφορετικά. Συνήθως, αποτελείται από έναν συνδυασμό μη δομημένων (όπως ειδοποιήσεις μέσω email ή SMS σχετικά με τη χρήση ενέργειας ή αλληλεπιδράσεις των καταναλωτών στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης σχετικά με τη χρήση ενέργειας) και ημιδομημένων (όπως δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ έξυπνων πλατφορμών διαχείρισης ενέργειας και συγκεντρωτών δεδομένων τρίτων χρησιμοποιώντας XML και υπηρεσίες Web) δεδομένων (π.χ. δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας). Τα ενεργειακά μεγάλα δεδομένα περιλαμβάνουν επίσης ορισμένους εξωτερικούς κλάδους (δεδομένα καιρού, για παράδειγμα) και εσωτερικούς κλάδους (δεδομένα που σχετίζονται με ηλεκτρικά οχήματα). Η πολυπλοκότητα των ενεργειακών εφαρμογών μεγάλων δεδομένων θα αυξηθεί σημαντικά ως συνέπεια του συνδυασμού όλων αυτών των διαφορετικών μορφών δεδομένων.
- **Value:** γνωστή και ως ανάλυση μεγάλων δεδομένων, είναι η διαδικασία συλλογής σημαντικών πληροφοριών από τεράστιους όγκους δεδομένων μέσω κοινωνικής δικτύωσης. Η αξία οποιασδήποτε εφαρμογής που βασίζεται σε μεγάλα δεδομένα είναι το πιο κρίσιμο χαρακτηριστικό της, καθώς επιτρέπει τη δημιουργία πολύτιμων επιχειρηματικών πληροφοριών. Τα μεγάλα δεδομένα για την ενέργεια, από μόνα τους, δεν έχουν ιδιαίτερη αξία, εκτός εάν αυτή βρεθεί και εξαχθεί για να βοηθήσει στην εξυπηρέτηση πελατών ή στις επιλογές της εταιρείας. Βοηθά τους προμηθευτές αγαθών και υπηρεσιών που σχετίζονται με την ενέργεια να κατανοήσουν καλύτερα τα διάφορα πρότυπα χρήσης ενέργειας από τους πελάτες και να δημιουργήσουν πιο επιθετικές εκστρατείες μάρκετινγκ. Οι πελάτες συνήθως βλέπουν την αξία ως μειωμένη χρήση ενέργειας, αυξημένη λειτουργική αποτελεσματικότητα και καλύτερη γνώση της χρήσης ενέργειας

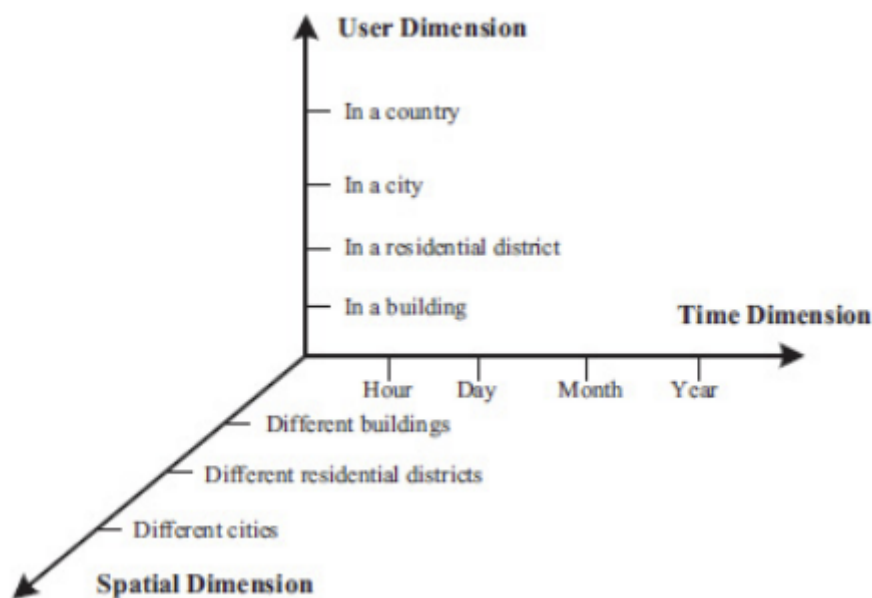




Εικόνα 4: Μοντέλο 4V

### Βασικό πρόβλημα των Big Data

Η συμπεριφορά κατανάλωσης ενέργειας των νοικοκυριών μπορεί να περιγραφεί σε τρεις διαστάσεις, δηλαδή διάσταση χρόνου, διάσταση χρήστη και χωρική διάσταση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 5 Οι 3 διαστάσεις που περιγράφουν την συμπεριφορά κατανάλωσης ενέργειας των νοικοκυριών

Τα μοτίβα κατανάλωσης ενέργειας των νοικοκυριών μπορεί να καλύπτουν μια ώρα, μια ημέρα, έναν μήνα ή ακόμα και ένα χρόνο στη διάσταση του χρόνου (Εικ. 5). Τα μοτίβα οικιακής χρήσης ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας συχνά παρουσιάζουν διακυμάνσεις σε διάφορες ώρες της ημέρας. Από την άλλη πλευρά, μια ποικιλία εξωτερικών μεταβλητών έχει συχνά αντίκτυπο στα μηνιαία και ετήσια πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας. Οι πρακτικές κατανάλωσης ενέργειας διαφόρων οικογενειών διέφεραν επίσης σημαντικά στη διάσταση του χρήστη (Εικ. 5). Πολλά στοιχεία, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά, έχουν συνήθως αντίκτυπο στη συνήθεια κατανάλωσης ενέργειας ενός ατόμου. Οι υποκειμενικές προθέσεις, όπως η συνήθεια και η περιβαλλοντική επίγνωση, είναι παραδείγματα εσωτερικών αιτιών. Τα

χαρακτηριστικά της στέγασης, η δημογραφία, ο τρόπος απασχόλησης και άλλες εξωτερικές επιρροές είναι τα σημαντικότερα από αυτά.

Ένα άλλο ζήτημα είναι ο αυξανόμενος όγκος των μεγάλων δεδομένων. Η βάση δεδομένων κινητών τηλεφώνων εξοικονομεί χρόνο και τοποθεσία για καθένα από μερικά εκατομμύρια τηλέφωνα κάθε 15 δευτερόλεπτα. Το αρχείο καταγραφής ιστού παρακολουθεί εκατομμύρια επισκέψεις την ημέρα σε μικρό αριθμό σελίδων. Ο λιανοπωλητής καταγράφει δισεκατομμύρια μεμονωμένες συναλλαγές ετησίως δεδομένου ότι έχει χιλιάδες καταστήματα, δεκάδες χιλιάδες προϊόντα και εκατομμύρια πελάτες. Στον τομέα της σωματιδιακής φυσικής, εκατομμύρια δείγματα μετρώνται κάθε δευτερόλεπτο, ενώ στη νευροφυσιολογία, οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε πολύ υψηλότερη χρονική ανάλυση. Το μέγεθος αυτών των μετρήσεων αυξάνεται σημαντικά όταν περιλαμβάνονται δύο ή τρεις διαστάσεις του χώρου.

Επιπλέον, υπάρχουν παραλλαγές στη χωρική συμπεριφορά της οικιακής χρήσης ενέργειας (Εικ. 5). Η κατανάλωση ενέργειας των νοικοκυριών συχνά επηρεάζεται από διάφορα στοιχεία όπως οι κλιματικές συνθήκες, το επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης και η γεωγραφική θέση. Λόγω της επιρροής της περιφερειακής τοποθεσίας, της κατασκευής κτιρίων και άλλων χωρικών μεταβλητών, οι συνήθειες χρήσης ενέργειας των νοικοκυριών σε διάφορες κατοικημένες περιοχές, ή ακόμα και κτίρια, παρουσιάζουν επίσης κάποιες διαφορές σε ένα στενότερο γεωγραφικό εύρος. Έτσι, ο όγκος των δεδομένων στον ενεργειακό κλάδο αυξάνεται συνεχώς.

Οι εφαρμογές που έχουν αυστηρούς περιορισμούς στον όγκο των δεδομένων που μπορούν να διαχειριστούν αντιπροσωπεύουν ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο για την ανάλυση δεδομένων. Μερικές φορές τα όρια είναι πολύ αυθαίρετα. Ας λάβουμε υπόψη τον περιορισμό στο μέγεθος του φύλλου εργασίας σε όλες τις εκδόσεις του Microsoft Excel μέχρι την πιο πρόσφατη, που είναι 65.536 σειρές και 256 στήλες. Όταν η κύρια μνήμη RAM μετρήθηκε σε megabyte, αυτό το είδος περιορισμού θα είχε νόημα, αλλά όταν η Microsoft αναβάθμισε το Excel το 2007 για να υποστηρίξει έως και 16.384 στήλες και 1 εκατομμύριο σειρές, ήταν προφανώς ξεπερασμένο. Το Excel δεν προορίζεται για χρήστες που συγκεντρώνουν πολύ μεγάλα σύνολα δεδομένων, σύμφωνα με τον <sup>[36]</sup>, αλλά η πραγματικότητα είναι ότι οποιοσδήποτε εργάζεται με ένα σύνολο δεδομένων 1 εκατομμυρίου σειρών θα συναντήσει τελικά ένα σύνολο δεδομένων 2 εκατομμυρίων σειρών και το Excel έχει εξαιρεθεί από το αντάλλαγμα για τη θέση.

Εν κατακλείδι, τα κτίρια χρησιμοποιούν σημαντική ποσότητα ενέργειας, επομένως είναι κρίσιμο να σχεδιαστούν και να λειτουργούν με βιώσιμο τρόπο. Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων έχει αναδειχθεί ως μείζον ζήτημα για μια βιώσιμη κοινωνία και έχει τραβήξει περισσότερη προσοχή τα τελευταία χρόνια για μελέτη και ανάπτυξη. Μια τεχνική για την ανάλυση και την κατανόηση των προτύπων χρήσης ενέργειας των ανθρώπων, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κατασκευαστικό κλάδο και την ενθάρρυνση της εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να είναι η ανάλυση μεγάλων δεδομένων.

Τα Big Data μελετήθηκαν για πρώτη φορά επιστημονικά το 1974, αλλά μόνο τα τελευταία 20 χρόνια ο όγκος της γνώσης του τομέα έχει αυξηθεί σημαντικά. Πάνω από το 90% των εγγράφων κυκλοφόρησαν τα τελευταία δέκα χρόνια, από το 2013 έως το 2023. Είναι το αποτέλεσμα της ταχείας ανάπτυξης νέας τεχνολογίας καθώς και νέων τεχνικών για τη

συλλογή και αποθήκευση τεράστιων ποσοτήτων διαφόρων τύπων δεδομένων. Επιπλέον, υποδεικνύει ότι η συλλογή δεδομένων γίνεται λιγότερο σημαντική από την εξαγωγή όσο το δυνατόν περισσότερων πολύτιμων πληροφοριών από αυτήν.

Αυτή η μελέτη υπογραμμίζει τρία βασικά ζητήματα με τα μεγάλα δεδομένα στον ενεργειακό τομέα: γρήγορη ανάκτηση των συλλεγόμενων δεδομένων, χειρισμός μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που περιλαμβάνουν πολλές διαστάσεις και περιορισμένη ικανότητα των εφαρμογών να χειρίζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Οι δυσκολίες των Big Data πρέπει να ξεπεραστούν προκειμένου να αξιολογηθεί και να κατανοηθεί η ατομική συμπεριφορά κατανάλωσης ενέργειας, να αυξηθεί η ενεργειακή απόδοση και να ενθαρρυνθεί η εξοικονόμηση ενέργειας.<sup>[37]</sup>

### 3.1.4 Τεχνητή Νοημοσύνη - Artificial Intelligence

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) αναφέρεται στην προσομοίωση των διαδικασιών ανθρώπινης νοημοσύνης από μηχανές, ιδίως συστήματα υπολογιστών. Οι διαδικασίες αυτές περιλαμβάνουν τη μάθηση (απόκτηση πληροφοριών και κανόνων για τη χρήση τους), τη συλλογιστική (χρήση κανόνων για την εξαγωγή συμπερασμάτων) και την αυτοδιόρθωση. Οι τεχνολογίες AI, όπως η μηχανική μάθηση και η βαθιά μάθηση, επιτρέπουν στους υπολογιστές να εκτελούν εργασίες που συνήθως απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η αναγνώριση μοτίβων, η λήψη αποφάσεων και η επίλυση προβλημάτων. Ο ρόλος του AI στην πράσινη ενέργεια και τις δομικές ανακαινίσεις είναι μετασχηματιστικός, προσφέροντας διάφορα οφέλη και ευκαιρίες όπως:

- **Βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης:** Οι αλγόριθμοι AI μπορούν να αναλύουν τεράστια σύνολα δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των προτύπων κατανάλωσης ενέργειας, των μετεωρολογικών δεδομένων και των μετρικών απόδοσης του κτιρίου, για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας με την αυτόματη προσαρμογή της θέρμανσης, της ψύξης, του φωτισμού και άλλων συστημάτων για την ελαχιστοποίηση της σπατάλης.
- **Συντήρηση:** Τα μοντέλα προληπτικής συντήρησης με βάση την τεχνητή νοημοσύνη παρακολουθούν συνεχώς τον εξοπλισμό και τα συστήματα εντός των κτιρίων. Αναλύοντας δεδομένα σχετικά με την απόδοση του εξοπλισμού, μπορεί να προβλέψει πότε απαιτείται συντήρηση, μειώνοντας τον κίνδυνο βλάβης του εξοπλισμού, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού και ελαχιστοποιώντας τις διακοπές κατά τη διάρκεια ανακαινίσεων.
- **Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:** Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να διαχειρίζεται και να βελτιστοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ηλιακούς συλλέκτες και ανεμογεννήτριες. Αναλύοντας δεδομένα σχετικά με την παραγωγή ενέργειας, τις καιρικές συνθήκες και τη ζήτηση ενέργειας, μπορεί να λαμβάνει έξυπνες αποφάσεις σχετικά με το πότε να παράγει, να αποθηκεύει ή να διοχετεύει την πλεονάζουσα ενέργεια πίσω στο δίκτυο.
- **Ενεργειακή πρόβλεψη:** Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προβλέπει τα πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας και τη ζήτηση ενέργειας, βοηθώντας τους διαχειριστές κτιρίων και τους διαχειριστές δικτύου να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την προμήθεια και τη διανομή ενέργειας. Αυτό είναι ιδιαίτερα πολύτιμο για την αποτελεσματική διαχείριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που είναι μεταβλητές στη φύση τους.
- **Αυτοματισμοί κτιρίων:** Τα συστήματα διαχείρισης κτιρίων με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να ελέγχουν έξυπνα διάφορα συστήματα, όπως θέρμανση, εξαερισμό, κλιματισμό (HVAC) και φωτισμό, για να διατηρούν τη βέλτιστη άνεση και ενεργειακή απόδοση. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ανταποκρίνεται στις αλλαγές στην πληρότητα, τις καιρικές συνθήκες και το ενεργειακό κόστος για να κάνει προσαρμογές σε πραγματικό χρόνο.
- **Ανάλυση δεδομένων:** Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επεξεργάζεται και να αναλύει τις τεράστιες ποσότητες δεδομένων που παράγονται από αισθητήρες IoT και άλλες πηγές εντός των κτιρίων. Εντοπίζει ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας, αποκαλύπτει μοτίβα και παρέχει αξιοποιήσιμες πληροφορίες για ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις και συνεχείς λειτουργικές βελτιώσεις.
- **Εικονικός σχεδιασμός και προσομοίωση:** Τα εργαλεία εικονικού σχεδιασμού και προσομοίωσης με βάση το AI μπορούν να μοντελοποιήσουν τις ανακαινίσεις κτιρίων, επιτρέποντας στους αρχιτέκτονες και τους σχεδιαστές να πειραματιστούν με διαφορετικές στρατηγικές ενεργειακής απόδοσης και να βελτιστοποιήσουν τη διαδικασία ανακαίνισης πριν από την εφαρμογή.

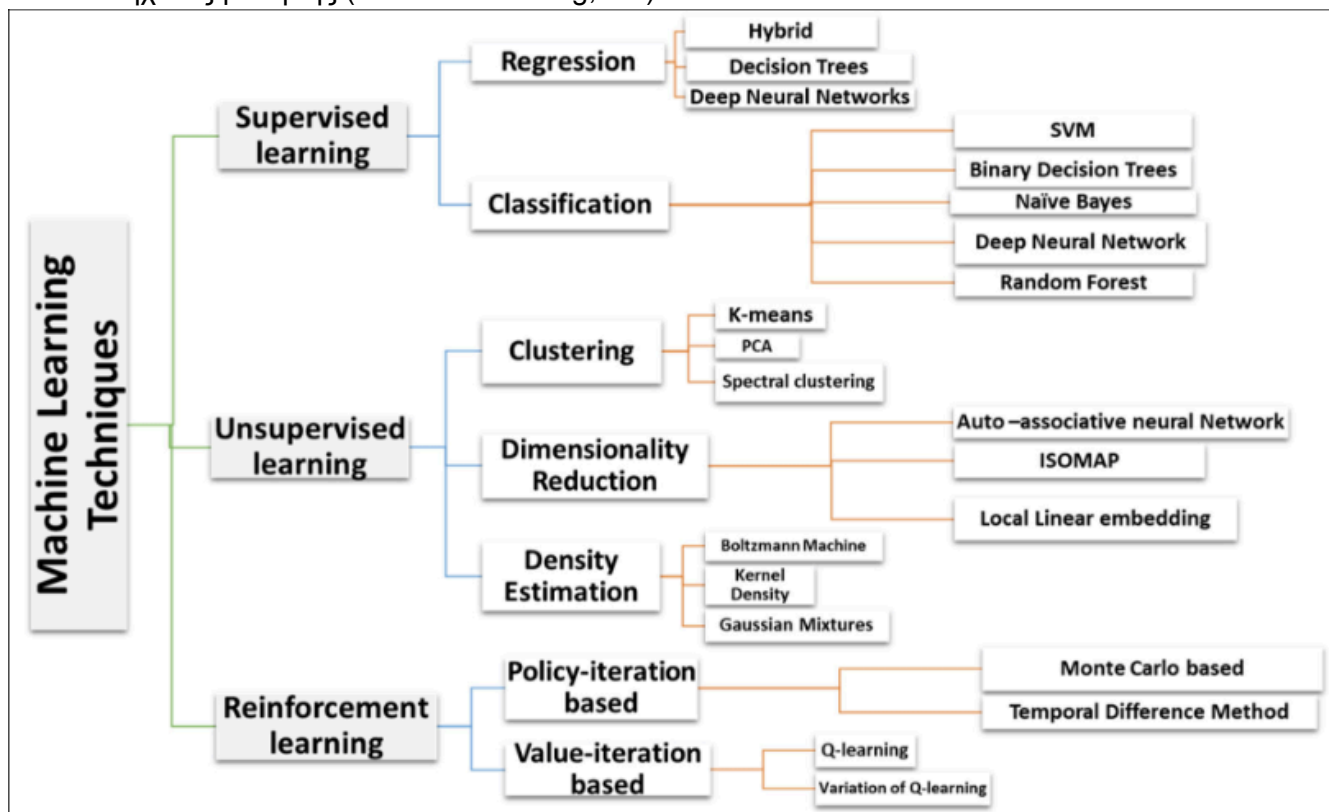
- **Άνεση και ευημερία των κατοίκων:** Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στην άνεση των ενοίκων, προσαρμόζοντας τις περιβαλλοντικές συνθήκες με βάση τις ατομικές προτιμήσεις και τα πρότυπα χρήσης, βελτιώνοντας τη συνολική ποιότητα των εσωτερικών χώρων.

Τα μοντέλα υπολογιστικής μοντελοποίησης έχουν χρησιμοποιηθεί σε BMS και DRP (Building Management System BMS, Demand Response Programs DRP) λόγω της χρήσης σύγχρονης τεχνολογίας όπως αισθητήρες, συνδεσιμότητα δικτύου, υπολογιστικό νέφος, ασύρματη μετάδοση, πληροφορίες και έξυπνες συσκευές. Τα πλαίσια μοντελοποίησης που χρησιμοποιούν στατιστικές τεχνικές παρέχουν πολύ ακριβείς εκτιμήσεις της ζήτησης ενέργειας από τους καταναλωτές, οι οποίοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο τύπους: υβριδικές προσεγγίσεις και μηχανική με βάση την τεχνητή νοημοσύνη (AI).<sup>[38]</sup>

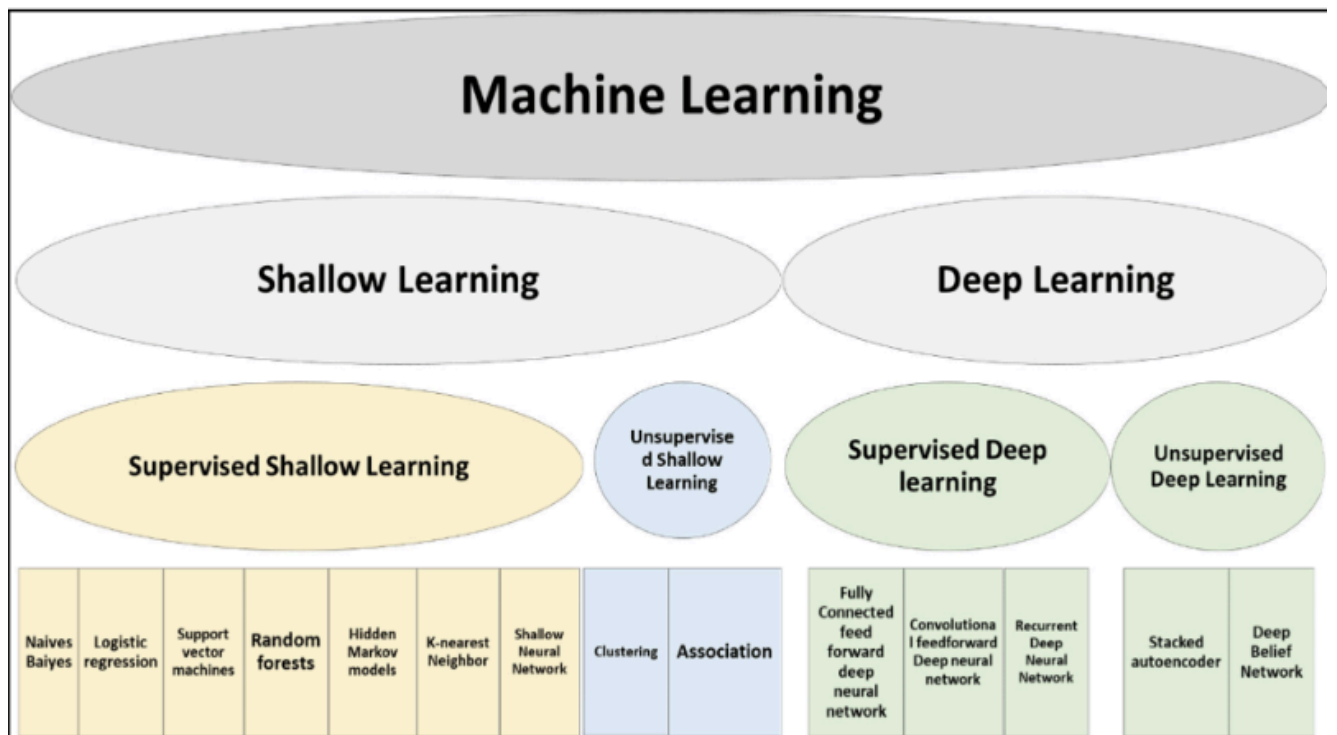
Χρησιμοποιώντας δεδομένα του παρελθόντος, η μέθοδος που βασίζεται στο AI προβλέπει μελλοντικά μοτίβα στη χρήση ενέργειας. Μια διαδικασία που αποτελείται από τέσσερις βασικές φάσεις χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της επιρροής σημαντικών παραγόντων, όπως χαρακτηριστικά κτιρίου και περιβαλλοντικές συνθήκες: (1) συλλογή δεδομένων, (2) προεπεξεργασία δεδομένων, (3) διαδικασία εκπαίδευσης μοντέλου και (4) δοκιμή μοντέλου.□

Οι αλγόριθμοι κύριας μάθησης που χρησιμοποιούνται συχνά σε μοντέλα που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη είναι:

- Μηχανές μάθησης (Machine Learning, ML)

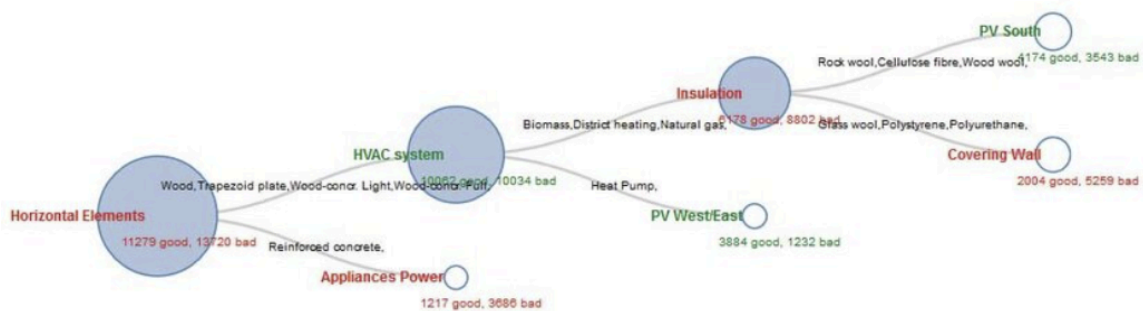


Εικόνα 6: Ταξινόμηση τεχνικών μηχανικής μάθησης

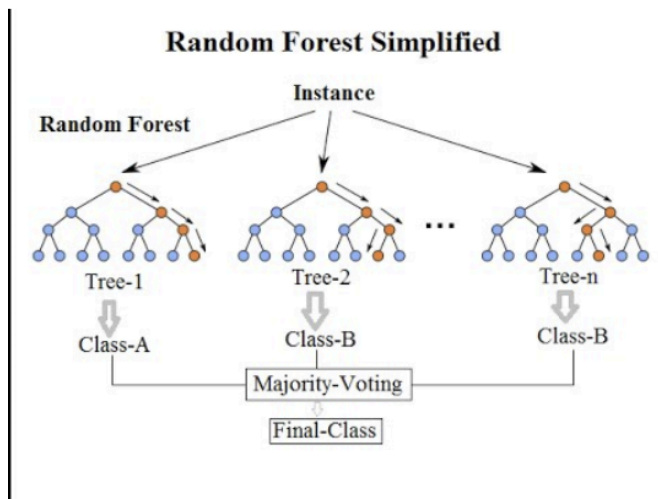


Εικόνα 7: Ταξινόμηση κοινών αλγορίθμων μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιούνται σε ενεργειακά συστήματα

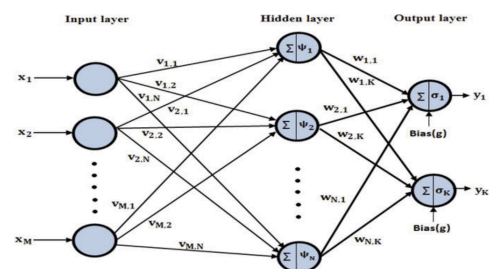
- Commonly Used Machine Learning Methods
  - Decision Trees - Δέντρα Απόφασης
  - Random Forest - Συλλογή Δένδρων Αποφάσης
  - Wavelet Neural Network - Κυματοσυνελκτικό Νευρωνικό Δίκτυο
  - Naïve Bayes
  - Artificial Neural Networks (ANNs) -Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
  - Regression - Παλινδρόμηση
  - Genetic Algorithm (GA) - Γενετικός Αλγόριθμος
  - Fuzzy Logic (FL) - Θολή Λογική
  - Particle Swarm Optimization - Βεληνεκής Βιοσυμμεταβολή
  - K-Nearest Neighbor - Κ-πλησιέστερος γείτονας
  - Principal Component Analysis - Ανάλυση των Κύριων Συνιστωσών
  - Hybrid Models - Υβριδικά μοντέλα



Εικόνα 8: Οπτικοποίηση του συνόλου δεδομένων για ένα έξυπνο κτίριο με ένα Δέντρο Απόφασης



Εικόνα 9: Random forest Simplified



Εικόνα 10: Η κατασκευή του συμβατικού κυματοσυνελικτικού νευρωνικού δικτύου

Το θεμελιώδες επίπεδο στο οποίο γίνονται εμφανή τα πλεονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης αντιπροσωπεύεται από τα έξυπνα, ενεργειακά αποδοτικά κτίρια που βρίσκονται στο επίκεντρο αυτής της αξιολόγησης. Η οικοδόμηση σε αυτή τη βάση και η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης σε έξυπνα κτίρια για τη δημιουργία συνδεδεμένων κοινοτήτων που επικοινωνούν σε πραγματικό χρόνο μέσω δικτύων νερού και ηλεκτρικής ενέργειας θα προσφέρει πολύ μεγαλύτερα πλεονεκτήματα στη συνέχεια. Οι πρόσφατες εξελίξεις στη θεωρία και το σχεδιασμό των κατασκευών δείχνουν τον δρόμο προς αυτή τη δυνατότητα. Η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να επεκτείνει τις προοπτικές εισοδήματος για έξυπνα κτίρια επιτρέποντας σε προγράμματα λογισμικού να αξιολογούν τεράστιες πληροφορίες βλέποντας τάσεις, ανιχνεύοντας ανωμαλίες και δημιουργώντας ακριβείς προβλέψεις.[39]

- **Χρήση τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Το απρόβλεπτο των μεταβλητών πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι ένα επίμονο πρόβλημα. Οι πηγές ενέργειας που βασίζονται στον καιρό αλλάζουν συχνά σε ένταση. Ο καιρός είναι συχνά απροσδόκητος, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει ασταθή τροφοδοσία από πηγές ενέργειας που εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες, όπως η ηλιακή ενέργεια και ο άνεμος. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να εφαρμοστούν πρόσθετα μέτρα ασφαλείας για τη δέσμευση και αποθήκευση της δημιουργούμενης ενέργειας. Οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να συλλέγουν δεδομένα από κοντινούς δορυφορικούς και μετεωρολογικούς σταθμούς, επιτρέποντας την παροχή ακριβούς ωριαίας πρόβλεψης μετεωρολογικών παραμέτρων όπως η ταχύτητα ανέμου, η θερμοκρασία, η πυκνότητα των κεραυνών και η υγρασία [40]. Αυτό θα βοηθήσει στη διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας σε έξυπνα κτίρια που έχουν εγκατεστημένα υβριδικά μικροδίκτυα.

- **AI στην Ενεργειακή Απόδοση**

Ενώ τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και αυτοματισμού κτιρίων υπάρχουν εδώ και καιρό, οι κύριες λειτουργίες τους είναι η παρακολούθηση και η ανίχνευση προβλημάτων. Η ανάπτυξη μιας ενιαίας πλατφόρμας αναλυτικών στοιχείων είναι πολύτιμη υπό το πρίσμα της αυξανόμενης σύγκλισης των έξυπνων κτιρίων, καθώς διευκολύνει την εξαγωγή πρόσθετων πληροφοριών από τα συγκεντρωτικά δεδομένα. Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) επιβλέπει, συγκεντρώνει, αξιολογεί και ρυθμίζει τη χρήση ενέργειας των κτιρίων. Εντοπίζει και υποδεικνύει προβλήματα, περιορίζει τη χρήση ενέργειας κατά τις ώρες αιχμής και σταματά τις βλάβες του εξοπλισμού πριν συμβούν. Η τεχνολογία Blockchain χρησιμοποιείται από μεθόδους που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη για τη διατήρηση των δεδομένων και την ενεργό συμμετοχή των πελατών σε προγράμματα απόκρισης ζήτησης μέσω της χρήσης αλγορίθμων ML. Τα συστήματα HVAC (θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός) συμβάλλουν στα υψηλά επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας, ακόμη και αν παρέχουν άνεση στο εσωτερικό. Ένα βασικό στοιχείο ευελιξίας για το μελλοντικό ενεργειακό σύστημα στις έξυπνες πόλεις παρέχεται από την τηλεθέρμανση που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη. Είναι δυνατόν να συνδεθούν αποτελεσματικά και προσαρμοστικά οι αντλίες θερμότητας πολλών έξυπνων κτιρίων σε έναν ενιαίο υπόγειο βρόχο εναλλακτικής θερμότητας που εξυπηρετεί όλα τα κτίρια μαζί. Όταν η ηλεκτροδότηση αυξάνει τον αριθμό των ελεγχόμενων εξαρτημάτων καθώς το ενεργειακό σύστημα γίνεται πιο περίπλοκο, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) μπορεί να διευκολύνει την αυτοματοποίηση της τηλεθέρμανσης. Έχει τη δυνατότητα να προβλέπει τη ζήτηση θερμότητας των καταναλωτών, την άμεση κατανάλωση αποθήκευσης και να κατευθύνει το δωμάτιο ελέγχου στην καλύτερη χρήση των διαθέσιμων πόρων. Όπως στην περίπτωση ενός πεδίου καταμεμημένης ηλιακής ενέργειας που παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στην κοινότητα και στον τομέα των μονάδων αφαλάτωσης που παρέχουν νερό στην κοινότητα στην ίδια περιοχή, η συνδεδεμένη κοινότητα σε ξηρή τοποθεσία μοιράζεται το ηλεκτρικό δίκτυο και το δίκτυο νερού που τροφοδοτείται δυναμικά. Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) επιταχύνει τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό της κοινότητας με καταμεμημένο νερό και ηλεκτρισμό, επιτρέποντας στους μελλοντικούς σχεδιαστές και κατασκευαστές να αναβαθμίσουν κατάλληλα (και να μειώσουν) τις αποτελεσματικές λύσεις που έχουν τελειοποιηθεί και αποδειχθεί σε συγκεκριμένο μέγεθος.

- **Χρήση τεχνητής νοημοσύνης για πρόσβαση στην ενέργεια**

Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, οι ανεξάρτητοι παραγωγοί ενέργειας (Independent Power Producers, IPP) και άλλες εταιρείες ενέργειας χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για να διαχειριστούν την ανισορροπία προσφοράς και ζήτησης ως αποτέλεσμα της αποκέντρωσης, της αποκέντρωσης και της εισαγωγής νέων τεχνολογιών. Ενισχύοντας την προσβασιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει την ενεργή διαχείριση των δικτύων ενέργειας όταν συνδυάζεται με άλλες τεχνολογίες όπως τα μεγάλα δεδομένα, το cloud και το Internet of Things. Εκτός από μια πληθώρα τεχνολογιών αιχμής που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, η τεχνητή νοημοσύνη διευκολύνει πελατοκεντρικές λύσεις που κατανοούν τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των πελατών. Αυτή η κατανόηση επιτρέπει στην τεχνητή νοημοσύνη να κάνει συστάσεις αυτόματα και να χρησιμοποιεί προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία για τη βελτίωση της λειτουργίας και διαχείρισης του εξοπλισμού και την πρόβλεψη του χρόνου διακοπής λειτουργίας, τα οποία και τα δύο μπορούν να αυξήσουν τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού στα κτίρια.<sup>[41]</sup>



### 3.1.5 Semantics

Η σημασιολογία αναφέρεται στη μελέτη της σημασίας της γλώσσας, της επικοινωνίας και της πληροφορίας. Στο πλαίσιο της τεχνολογίας και των δεδομένων, οι σημασιολογικές τεχνολογίες αποσκοπούν στο να επιτρέψουν στις μηχανές να κατανοούν και να ερμηνεύουν το νόημα των δεδομένων και των πληροφοριών, αντί να τα επεξεργάζονται απλώς ως ακατέργαστα δεδομένα. Οι τεχνολογίες αυτές παρέχουν έναν τρόπο δόμησης και οργάνωσης των δεδομένων με τρόπο που επιτρέπει στους υπολογιστές να κατανοούν το πλαίσιο και τις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών πληροφοριών.<sup>[42,43,44]</sup> Ο ρόλος της σημασιολογίας στην πράσινη ενέργεια και τις δομικές ανακαινίσεις είναι ουσιαστικός για διάφορους λόγους:

- **Διαλειτουργικότητα:** Στον τομέα της πράσινης ενέργειας, υπάρχουν πολυάριθμες συσκευές, συστήματα και πλατφόρμες που συλλέγουν και διαχειρίζονται δεδομένα. Η σημασιολογία παρέχει ένα κοινό πλαίσιο και λεξιλόγιο για να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα από διάφορες πηγές μπορούν να γίνουν κατανοητά και να ενσωματωθούν. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των διάφορων στοιχείων των ενεργειακών συστημάτων, επιτρέποντάς τους να συνεργάζονται απρόσκοπτα.
- **Κατανόηση:** Οι σημασιολογίες βοηθούν τα συστήματα να κατανοήσουν το πλαίσιο των δεδομένων που σχετίζονται με την ενέργεια. Για παράδειγμα, μπορεί να κάνει διάκριση μεταξύ των ενεργειακών δεδομένων που σχετίζονται με τη θέρμανση, τον αερισμό και τον φωτισμό, επιτρέποντας τον ακριβέστερο έλεγχο και τη βελτιστοποίηση αυτών των συστημάτων. Αυτή η κατανόηση του πλαισίου ενισχύει την ακρίβεια των προσπαθειών βελτιστοποίησης της ενέργειας και της αποδοτικότητας.
- **Σημασιολογική μοντελοποίηση δεδομένων:** Οι σημασιολογικές τεχνολογίες επιτρέπουν τη δημιουργία τυποποιημένων μοντέλων δεδομένων και οντολογιών που αναπαριστούν πληροφορίες με συνέπεια. Στο πλαίσιο της πράσινης ενέργειας και των δομικών ανακαινίσεων, αυτά τα μοντέλα δεδομένων μπορούν να καταγράψουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα στοιχεία του κτιρίου, την κατανάλωση ενέργειας και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Τέτοια μοντέλα είναι πολύτιμα για την ενσωμάτωση και την ανάλυση δεδομένων.
- **Διαχείριση δεδομένων:** Οι σημασιολογικές τεχνολογίες διευκολύνουν την ενσωμάτωση δεδομένων από διαφορετικές πηγές, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων IoT, συστημάτων διαχείρισης κτιρίων και εργαλείων παρακολούθησης ενέργειας. Με την παροχή ενός κοινού σημασιολογικού επιπέδου, τα δεδομένα από αυτές τις πηγές μπορούν να συνδυαστούν και να αναλυθούν για την εξαγωγή ουσιαστικών συμπερασμάτων.
- **Ενεργειακή απόδοση και αειφορία:** Στο πλαίσιο των πράσινων ανακαινίσεων, η σημασιολογία μπορεί να εφαρμοστεί για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών και των πρακτικών κατασκευής. Με την κατανόηση της σημασιολογίας των δεδομένων που σχετίζονται με τα υλικά, την προμήθειά τους και τις διαδικασίες κατασκευής, καθίσταται δυνατή η λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων που ευθυγραμμίζονται με τους στόχους μας.

Συνοπτικά, η σημασιολογία επιτρέπει μια κοινή γλώσσα και ένα κοινό πλαίσιο για την κατανόηση, την ανταλλαγή και την ανάλυση δεδομένων στην πράσινη ενέργεια και τις δομικές ανακαινίσεις. Ενισχύοντας τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων και την κατανόηση των συμφραζομένων, η σημασιολογία συμβάλλει σε πιο αποδοτικές και βιώσιμες λειτουργίες στον κτιριακό τομέα.

# Κεφάλαιο 4: Οικονομικό Πλαίσιο Πράσινων Επενδύσεων

## 4.1 Μηχανισμοί χρηματοδότησης/επιβράβευσης

Η οικονομική βιωσιμότητα και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα διασταυρώνονται για να αποτελέσουν το οικονομικό θεμέλιο των πράσινων επενδύσεων. Οι πράσινες επενδύσεις, που συχνά αναφέρονται ως βιώσιμες ή κοινωνικά συνειδητοποιημένες επενδύσεις, είναι χρηματοοικονομικές επιχειρήσεις που στοχεύουν στην παροχή οικονομικών αποδόσεων και ευνοϊκών επιπτώσεων στο περιβάλλον ή την κοινωνία. Τα ακόλουθα στοιχεία συνθέτουν το οικονομικό πλαίσιο για τις πράσινες επενδύσεις:

- **Κριτήρια για το περιβάλλον, την κοινωνία και τη διακυβέρνηση (Environmental, Society, Governance, ESG):**  
Τα κριτήρια ESG, τα οποία αξιολογούν τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και πρότυπα διακυβέρνησης ενός έργου ή μιας εταιρείας, περιλαμβάνονται συχνά στις πράσινες επενδύσεις. Τα περιβαλλοντικά κριτήρια αξιολογούν τη χρήση των πόρων, τη ρύπανση και το αποτύπωμα άνθρακα από έναν οργανισμό, μεταξύ άλλων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Τα κοινωνικά κριτήρια εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο μια επιχείρηση αλληλεπιδρά με τους μετόχους της, συμπεριλαμβανομένων των εργαζομένων και των τοπικών κοινοτήτων. Η ηγεσία μιας εταιρείας, οι εσωτερικοί έλεγχοι και τα ηθικά πρότυπα είναι τα κύρια θέματα των κριτηρίων διακυβέρνησης.
- **Ανάλυση κινδύνου και απόδοσης:**  
Όταν επενδύουν σε πράσινες πρωτοβουλίες, οι επενδυτές λαμβάνουν υπόψη τους σχετικούς κινδύνους και τις οικονομικές ανταμοιβές. Είναι κρίσιμο να υποστηρίξουμε περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες, αλλά η επένδυση πρέπει να έχει και οικονομικό νόημα. Η δυναμική της αγοράς, οι νέοι κανονισμοί και οι αλλαγές πολιτικής μπορεί να θέτουν κινδύνους για τις πράσινες επενδύσεις. Η κατανόηση και η μείωση αυτών των κινδύνων είναι απαραίτητη.
- **Πολιτικές και κίνητρα της κυβέρνησης:**  
Ένα σημαντικό μέρος του οικονομικού πλαισίου γύρω από τις πράσινες επενδύσεις διαδραματίζουν οι κυβερνητικές πολιτικές και τα κίνητρα. Οι εκπτώσεις φόρων, η ρυθμιστική βοήθεια και οι επιδοτήσεις μπορεί να επηρεάσουν το πόσο ελκυστικές είναι οικονομικά οι πράσινες πρωτοβουλίες. Οι επενδυτές αξιολογούν τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των πράσινων επενδύσεων εξετάζοντας τη συνέπεια και την προβλεψιμότητα της κυβερνητικής πολιτικής.
- **Τεχνολογική πρόοδος:**  
Οι τεχνολογικές εξελίξεις συνδέονται συνήθως με την οικονομική σκοπιμότητα των πράσινων πρωτοβουλιών. Οι πράσινες πρωτοβουλίες μπορεί να γίνουν πιο κερδοφόρες με τις εξελίξεις στην ενεργειακή απόδοση, τις βιώσιμες πρακτικές και την τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- **Δυναμική της Αγοράς:**  
Οι προτιμήσεις των πελατών και οι εξελίξεις της αγοράς έχουν αντίκτυπο στις πράσινες επενδύσεις. Οι πράσινοι επενδυτές ενδέχεται να βρουν οικονομικές δυνατότητες ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης γνώσης των καταναλωτών και της ζήτησης για βιώσιμα αγαθά και υπηρεσίες.

- **Εκτίμηση και αποκάλυψη επιπτώσεων:**  
Οι επενδυτές πράσινων έργων συνήθως αξιολογούν και ποσοτικοποιούν τις επιπτώσεις των έργων στο περιβάλλον και την κοινωνία. Η παροχή ανοικτών και ειλικρινών πληροφοριών σχετικά με τα οφέλη αυτών των επενδύσεων είναι ζωτικής σημασίας για την προσέλκυση περαιτέρω χρηματοδότησης και την εδραίωση εμπιστοσύνης στην αγορά.
- **Οικονομικά εργαλεία:**  
Οι πράσινες επενδύσεις υποστηρίζονται από διάφορους χρηματοοικονομικούς μηχανισμούς, όπως επενδυτικά κεφάλαια αντίκτυπου, αειφόρα αμοιβαία κεφάλαια και πράσινα ομόλογα. Οι επενδυτές μπορούν να αναπτύξουν κεφάλαια σε κοινωνικά και οικολογικά υπεύθυνες επιχειρήσεις χρησιμοποιώντας αυτά τα μέσα.
- **Συμπερίληψη της βιωσιμότητας στην επιχειρηματική στρατηγική:**  
Οι επιχειρήσεις ενσωματώνουν τη βιωσιμότητα στα κύρια επιχειρηματικά τους σχέδια όλο και περισσότερο. Η μακροπρόθεσμη οικονομική επιτυχία και η απήχηση στους επενδυτές που εκτιμούν την κοινωνική και περιβαλλοντική ευθύνη μπορούν και οι δύο να βελτιωθούν με αυτόν τον συνδυασμό.
- **Διεθνής συνεργασία:**  
Επειδή οι περιβαλλοντικές ανησυχίες είναι αλληλένδετες, οι πράσινες επενδύσεις συχνά χρειάζονται διεθνή συνεργασία. Η οικονομική βιωσιμότητα των πράσινων πρωτοβουλιών μπορεί να επηρεαστεί από διεθνείς συμφωνίες και συνεργασία.

Το οικονομικό πλαίσιο των πράσινων επενδύσεων λαμβάνει υπόψη μια σειρά από μεταβλητές, όπως κυβερνητικούς κανονισμούς, δυναμική της αγοράς, μέτρηση επιπτώσεων, χρηματοοικονομικά μέσα, πρότυπα ESG, ανάλυση κινδύνου και διεθνή συνεργασία, προκειμένου να εξισορροπηθούν προσεκτικά οι οικονομικές αποδόσεις και το περιβάλλον επιπτώσεων των επενδύσεων. Η προώθηση βιώσιμων πρακτικών και η επίτευξη ανταγωνιστικών οικονομικών επιδόσεων είναι οι στόχοι.

Η μετάβαση σε μια νέα εποχή πράσινης ενέργειας είναι κρίσιμης σημασίας. Για να επιτευχθούν όμως οι στόχοι μας, δεν αρκεί η δράση των ερευνητικών κέντρων και των κυβερνήσεων, χρειάζεται και η συμμετοχή των πολιτών. Προγράμματα επιβράβευσης και χρηματοδότησης αποτελούν ένα ουσιαστικό μέσο με το οποίο μπορούν να παρακινηθούν και να επηρεαστούν θετικά οι πολίτες ώστε να επενδύσουν σε τομείς πράσινης ενέργειας. Τα κίνητρα μπορεί να είναι:

- **Οικονομικά κίνητρα:** Φορολογικές πιστώσεις και εκπτώσεις: Οι κυβερνήσεις μπορούν να προσφέρουν φορολογικά κίνητρα σε άτομα που επενδύουν σε συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή σε ενεργειακά αποδοτικές βελτιώσεις κατοικιών. Αυτές οι πιστώσεις και οι εκπτώσεις μπορούν να μειώσουν σημαντικά το συνολικό κόστος των ανακαινίσεων.
- **Χαμηλότοκα δάνεια:** Η παροχή χαμηλότοκων ή μηδενικού επιτοκίου δανείων για πράσινες ανακαινίσεις κατοικιών μπορεί να καταστήσει πιο προσιτές τις επενδύσεις των ιδιοκτητών κατοικιών σε ενεργειακά αποδοτικές αναβαθμίσεις. <sup>[45]</sup>
- **Προγράμματα επιβράβευσης:** Ορισμένες εταιρείες προσφέρουν εκπτώσεις ή κίνητρα για τους ιδιοκτήτες κατοικιών που εγκαθιστούν ενεργειακά αποδοτικές συσκευές ή ηλιακούς συλλέκτες. Αυτές οι εκπτώσεις μπορούν να συμβάλουν στην αντιστάθμιση του αρχικού κόστους. <sup>[46]</sup>

- **Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης (EPC):** Σε εμπορικές εγκαταστάσεις, τα EPC μπορούν να προσαρμοστούν για οικιακή χρήση. Σε αυτό το μοντέλο, μια εταιρεία ενεργειακών υπηρεσιών χρηματοδοτεί και εγκαθιστά πράσινες αναβαθμίσεις και οι ιδιοκτήτες ακινήτων επιστρέφουν την επένδυση με την πάροδο του χρόνου από την εξοικονόμηση στους λογαριασμούς ενέργειας.<sup>[47]</sup>
- **Εξοικονόμηση ενέργειας και απόδοση της επένδυσης (ROI):** Η εκπαίδευση των ιδιοκτητών σπιτιού σχετικά με τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη των πράσινων ανακαινίσεων μπορεί να είναι μια κινητήρια δύναμη που ενδεχομένως να τους επηρεάσει θετικά προς μια τέτοια κίνηση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την επίδειξη του τρόπου με τον οποίο οι ενεργειακά αποδοτικές αναβαθμίσεις οδηγούν σε χαμηλότερους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας.
- **Green bonds :** Ομόλογα που εκδίδονται προς έργα πράσινης ενέργειας μπορεί να φανούν ελκυστικά προς πολλούς επενδυτές, μιας και όλα δείχνουν πως μελλοντικά όλο και περισσότερα χρήματα θα επενδυθούν στον τομέα αυτό. <sup>[48]</sup>

Οι κυβερνήσεις και άλλοι οργανισμοί χρησιμοποιούν οικονομικά κίνητρα για ενεργειακές επενδύσεις για να προωθήσουν τη δημιουργία και την υιοθέτηση καθαρών και βιώσιμων ενεργειακών λύσεων. Τα προαναφερθέντα κίνητρα αποσκοπούν στον μετριασμό των δαπανών, τον μετριασμό των οικονομικών κινδύνων και την ενθάρρυνση επενδύσεων σε βιώσιμη τεχνολογία, όπως η ενεργειακή απόδοση και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ενώ τα ακριβή κίνητρα διαφέρουν μεταξύ των εθνών και των περιοχών, χαρακτηριστικά παραδείγματα περιλαμβάνουν:

- Φορολογικές πιστώσεις επενδύσεων (Investment Tax Credits ITC):  
Με βάση ένα ποσοστό της επιλέξιμης επένδυσής τους σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εταιρείες και ιδιώτες μπορούν να λάβουν έκπτωση φόρου ITC. Για παράδειγμα, η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών προσφέρει πιστώσεις φόρου επενδύσεων (ITC) για αιολικά, ηλιακά και άλλα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η πίστωση φόρου επένδυσης (ITC) για ηλιακές εγκαταστάσεις είναι ένα ποσοστό των δαπανών που πληρούν τις προϋποθέσεις και κυμαίνεται κάθε χρόνο.<sup>[49]</sup>
- Πιστώσεις φόρου παραγωγής (Production Tax Credits PTC):  
Το PTC προσφέρει πίστωση φόρου μίας μονάδας για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της υδροηλεκτρικής ενέργειας, της γεωθερμίας, της βιομάζας και της αιολικής ενέργειας. Η PTC επιδιώκει να ενθαρρύνει την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ακριβώς κάνει η ITC. Η τιμολόγηση και η διαθεσιμότητα του PTC ενδέχεται να αλλάξουν ανάλογα με την πηγή ενέργειας και τους ισχύοντες νόμους.
- Feed-in Tariffs (FiTs):  
Πρόκειται για μακροπρόθεσμες συμφωνίες που παρέχουν στους παραγωγούς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ένα καθορισμένο ποσοστό πληρωμής για κάθε μονάδα ισχύος που παράγουν. Αυτές οι συμβάσεις παρέχονται συνήθως από επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας ή κυβερνήσεις, παρέχοντας στους επενδυτές μια σταθερή ροή εσόδων, ειδικά για έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με μεγάλες αρχικές επενδύσεις.

- Οι Συμφωνίες Αγοράς Ενέργειας (Power Purchase Agreements PPA):  
Είναι συμβάσεις που συνάπτουν οι πάροχοι και οι αγοραστές ενέργειας, συνήθως επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Οι προϋποθέσεις υπό τις οποίες ο αγοραστής θα αποκτήσει ενέργεια από το εργοστάσιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθορίζονται σε αυτές τις συμβάσεις. Οι PPA παρέχουν στους επενδυτές σταθερότητα εισοδήματος και ενδέχεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην απόκτηση χρηματοδότησης για έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Πιστοποιητικά Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Renewable Energy Certificates RECs):  
Το REC είναι ένα πιστοποιητικό ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές και δείχνει τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά μιας μεγαβατώρας ισχύος. Οι επενδυτές που επιθυμούν να πετύχουν στόχους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή να δείξουν την υποστήριξή τους για τη βιωσιμότητα μπορούν να αγοράσουν Πιστοποιητικά Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (REC). Τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι συνολικά πιο οικονομικά βιώσιμα λόγω των χρημάτων που προέρχονται από την πώληση Πιστοποιητικών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
- Green Bonds:  
Τα πράσινα ομόλογα είναι χρηματοοικονομικοί τίτλοι που έχουν σχεδιαστεί με ρητό σκοπό τη χρηματοδότηση πρωτοβουλιών που προάγουν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Φορολογικά πλεονεκτήματα μπορεί να είναι διαθέσιμα στους επενδυτές που αγοράζουν αυτά τα ομόλογα και τα χρήματα που συγκεντρώνονται θα διατεθούν σε προσπάθειες που θα βοηθήσουν σαφώς το περιβάλλον, όπως έργα ενεργειακής απόδοσης, έργα βιώσιμης υποδομής και εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. <sup>[50]</sup>
- Χαμηλότοκα δάνεια:  
Για να μειώσουν το κόστος χρηματοδότησης ενεργειακών έργων, οι κυβερνήσεις ή τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα μπορούν να χορηγούν δάνεια με επιτόκια χαμηλότερα από τα επιτόκια της αγοράς ή να παρέχουν εγγυήσεις δανείων. Αυτό μειώνει τους οικονομικούς κινδύνους που προκύπτουν από μεγάλες προκαταβολικές δαπάνες και παρατεταμένες περιόδους απόσβεσης.
- Ταχεία απόσβεση:  
Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά προγράμματα απόσβεσης, οι επιχειρήσεις μπορούν να ανακτήσουν το κόστος των επιλέξιμων περιουσιακών στοιχείων πιο γρήγορα με τη βοήθεια της ταχείας απόσβεσης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτερες φορολογικές εκπτώσεις για έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει τη συνολική οικονομική απόδοση της επένδυσης.
- Συστήματα τιμολόγησης και εμπορίας άνθρακα:  
Οι εκπομπές άνθρακα τιμολογούνται μέσω μηχανισμών τιμολόγησης άνθρακα, όπως προγράμματα ανώτατου ορίου και εμπορίας. Δικαιώματα εκπομπών, γνωστά και ως πιστώσεις άνθρακα, δίνονται σε επιχειρήσεις που επενδύουν σε πιο πράσινη τεχνολογία ή μειώνουν το αποτύπωμα του άνθρακα. Αυτές οι πιστώσεις μπορούν να ανταλλάσσονται στην αγορά ή να χρησιμοποιηθούν για την αντιστάθμιση των νομικών απαιτήσεων.

Μαζί, αυτά τα οικονομικά κίνητρα μπορούν να αυξήσουν την ελκυστικότητα των πράσινων και βιώσιμων ενεργειακών επενδύσεων, επισπεύδοντας τη στροφή σε ένα ενεργειακό τοπίο χαμηλών εκπομπών άνθρακα και οικολογικά βιώσιμο. Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι οι

κανονισμοί μπορεί να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου και η διαθεσιμότητα και οι λεπτομέρειες αυτών των κινήτρων ενδέχεται να διαφέρουν πολύ ανά χώρα και τοποθεσία.

## 4.2 Δείκτες Εκτίμησης Ενεργειακών Επενδύσεων

### Οικονομικοί Δείκτες Εκτίμησης

Οι στόχοι της εργασίας καθορίζουν ποιος δείκτης είναι πιο κατάλληλος για την αξιολόγηση της κερδοφορίας μιας πιθανής επένδυσης. Όταν ένας ιδιωτικός φορέας λαμβάνει αποφάσεις, η μεγιστοποίηση του κέρδους είναι ο στόχος και η χρηματοοικονομική ανάλυση είναι η προσέγγιση που χρησιμοποιείται. Ο στόχος ενός δημόσιου φορέα λήψης αποφάσεων είναι να μεγιστοποιήσει την κοινωνική ευημερία και η οικονομική ανάλυση είναι το κατάλληλο εργαλείο σε αυτό το σενάριο. Οι τιμές της αγοράς πρέπει να μετατραπούν σε λογιστικές τιμές που εξαλείφουν τις ατέλειες της αγοράς προκειμένου να μεταβούν από μια χρηματοοικονομική σε μια οικονομική ανάλυση. Τα εξωτερικά στοιχεία, ειδικά το κοινωνικό κόστος του άνθρακα, πρέπει επίσης να εκτιμηθούν. Η πιο δημοφιλής προσέγγιση για την οικονομική αξιολόγηση έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η καθαρή παρούσα αξία (Net Present Value, NPV) (Golusin et al. 2012). Εάν η παρούσα αξία όλων των ταμειακών εισροών του έργου ισούται ή υπερβαίνει την παρούσα αξία όλων των ταμειακών εκροών του έργου, το επενδυτικό σχέδιο θεωρείται αποδεκτό σύμφωνα με αυτήν τη μορφή ανάλυσης.

Για να προχωρήσουμε στη μελέτη μας, θα εξετάσουμε τώρα μια σειρά περιοριστικών παραμέτρων, όπως σημεία στα οποία ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων μπορεί να λάβει υποστήριξη χρησιμοποιώντας την προσέγγιση Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV).

- Προσβασιμότητα σε πηγές ενέργειας  
Δεδομένου ότι μόνο οι πόροι που είναι πραγματικά προσβάσιμοι στο τοπικό περιβάλλον μπορούν να ληφθούν υπόψη για πιθανές επενδύσεις, αυτός είναι σίγουρα ο πρώτος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων στον πραγματικό κόσμο.
- Το αρχικό ποσό που μπορεί να επενδυθεί  
Όταν δύο πράγματα συμβαίνουν ταυτόχρονα - πρώτον, η εταιρεία πρέπει να αναπτυχθεί και δεύτερον, η χρηματοδότηση να είναι διαθέσιμη - ένας ιδιωτικός υπεύθυνος λήψης αποφάσεων κάνει μια επένδυση. Στην ενεργειακή βιομηχανία, η επέκταση καθίσταται απαραίτητη όταν προκύψει μια συγκεκριμένη ενεργειακή ανάγκη και η διαθεσιμότητα χρημάτων καθορίζεται εν μέρει από το είδος της επένδυσης (στρατηγική ή κερδοσκοπική). Όμως, οι εναλλακτικές λύσεις που είναι προσβάσιμες θα αλλάξουν εάν τα χρήματα είναι περιορισμένα, ανεξάρτητα από το στρατηγικό ή κερδοσκοπικό πρόβλημα. Αν οι δαπανηρές πηγές βιομάζας και υδροηλεκτρικής ενέργειας δεν μπορούν να επενδυθούν τότε χρησιμοποιώντας την ανάλυση NPV, μπορούν να ληφθούν υπόψη μόνο οι πιο οικονομικές επιλογές, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια.
- Η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την ικανοποίηση μιας συγκεκριμένης απαίτησης  
Το μέγεθος της μονάδας καθορίζεται από τη ζήτηση όταν η παραγόμενη ενέργεια χρειάζεται για προσωπική χρήση του επενδυτή. Για παράδειγμα, εάν η ετήσια ανάγκη είναι 200 MWh, οι αιολικές και ηλιακές εγκαταστάσεις 100 kW δεν θα είναι αρκετές και

η ανάλυση του υπεύθυνου λήψης αποφάσεων μπορεί να περιλαμβάνει μόνο υδροηλεκτρικά και βιοκαύσιμα ως επιλογές. Ωστόσο, ο περιορισμός μιας συγκεκριμένης ανάγκης δεν προκύπτει εάν ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων σχεδιάζει να πουλήσει την ενέργεια. Θα πρέπει να θυμόμαστε ότι οι πηγές αιολικής και ηλιακής ενέργειας είναι σποραδικές και σε ορισμένες περιπτώσεις, η συγκεκριμένη ανάγκη θα απαιτούσε ένα σύστημα αποθήκευσης, το οποίο μπορεί να αποτελέσει ακόμη μεγαλύτερη πρόκληση.

- Τροποποιήσεις στο πρόγραμμα επιδοτήσεων κινήτρων  
Τα κίνητρα διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στις επενδύσεις σε ΑΠΕ. Οι κρατικές αρχές καθορίζουν την τιμολογιακή αξία μονάδας, η οποία βασίζεται στο μέγεθος και την πηγή της ανανεώσιμης ενέργειας. Ο τρόπος με τον οποίο οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής οργανώνουν τα κίνητρα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να ευνοεί το μέγεθος της εγκατάστασης μιας συγκεκριμένης πηγής έναντι μιας άλλης.
- Περιορισμοί που προκύπτουν από τις συγκεκριμένες πηγές ΑΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν  
Αυτοί οι περιορισμοί εξαρτώνται τόσο από τις περιφερειακές μεταβλητές όσο και από τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά της πηγής ΑΠΕ. Για παράδειγμα, λόγω των διακυμάνσεων στην ετήσια ακτινοβολία, ανακαλύφθηκε σε προηγούμενη μελέτη ότι η ηλιακή βιομηχανία παρουσιάζει υψηλότερη απόδοση επένδυσης στις νότιες περιοχές της Ιταλίας από ό,τι στις βόρειες περιοχές. <sup>[51]</sup>

Κατά τη λήψη αποφάσεων, η καλύτερη επιλογή είναι αυτή που είναι πιο αποτελεσματική. Ενώ η χρήση μοντέλων λήψης αποφάσεων με υψηλότερα επίπεδα δεδομένων εισόδου (δηλαδή, η λήψη αυστηρότερων περιορισμών) τείνει να παρέχει πιο ακριβείς προβλέψεις, αυτή η προσέγγιση μπορεί επίσης να οδηγήσει σε ταυτόχρονες αυξήσεις στα έξοδα προγραμματισμού. Αντίθετα, η χρήση πιο βασικών μοντέλων είναι λιγότερο δαπανηρή, αλλά θα μπορούσε να παραλείψει σημαντικές λεπτομέρειες που μπορεί να βοηθήσουν την πρόβλεψη. Επομένως, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα βέλτιστο ενεργειακό χαρτοφυλάκιο εξετάζοντας κάθε συγκεκριμένη κατάσταση, είναι ζωτικής σημασίας να ξεκινάμε με τον εντοπισμό των περιορισμών που χρειάζονται περαιτέρω σε βάθος εξέταση.

Οι στόχοι της εργασίας αυτής καθορίζουν ποιος δείκτης είναι πιο κατάλληλος για την αξιολόγηση της κερδοφορίας μιας πιθανής επένδυσης. Όταν ένας ιδιωτικός φορέας λαμβάνει αποφάσεις, η μεγιστοποίηση του κέρδους είναι ο στόχος και η χρηματοοικονομική ανάλυση είναι η προσέγγιση που χρησιμοποιείται. Ο στόχος ενός δημόσιου φορέα λήψης αποφάσεων είναι να μεγιστοποιήσει την κοινωνική ευημερία και η οικονομική ανάλυση είναι το κατάλληλο εργαλείο σε αυτό το σενάριο. Οι τιμές της αγοράς πρέπει να μετατραπούν σε λογιστικές τιμές που εξαλείφουν τα ελαττώματα της αγοράς προκειμένου να μεταβούν από μια χρηματοοικονομική σε μια οικονομική ανάλυση. Τα εξωτερικά στοιχεία, ιδίως το κοινωνικό κόστος του άνθρακα, πρέπει επίσης να εκτιμηθούν.

Η πιο δημοφιλής προσέγγιση για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας των επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η καθαρή παρούσα αξία (NPV). Εάν η παρούσα αξία όλων των ταμειακών εισροών του έργου ισούται ή υπερβαίνει την παρούσα αξία όλων των ταμειακών εκροών του έργου, το επενδυτικό σχέδιο θεωρείται αποδεκτό σύμφωνα με αυτήν τη μορφή ανάλυσης.



Η τεχνική της NPV μετατρέπει όλα τα κόστη (εκροές) και τα οφέλη (εισροές) της επένδυσης σε σημερινές αξίες, δηλαδή εκφράζει το καθαρό όφελος ή κόστος στη χρονική στιγμή που λαμβάνεται η απόφαση.

➤ Αν  $NPV > 0$  η απόδοση της επένδυσης είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση εγκρίνεται.

➤ Αν  $NPV < 0$  η απόδοση της επένδυσης είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση απορρίπτεται.

➤ Αν  $NPV = 0$  η απόδοση της επένδυσης είναι οριακή. Στην περίπτωση αυτή γίνονται αναλύσεις ευαισθησίας ή /και λαμβάνονται υπόψη άλλα κριτήρια πλην του δείκτη NPV.

Ο γενικός τύπος της Καθαρής Παρούσας Αξίας είναι ο ακόλουθος

$$NPV = -K_0 + \sum_1^N \left[ \frac{KTP_n}{(1+k)^n} \right]$$

Όπου

$KTP_n$ : Καθαρές Ταμειακές Ροές του έτους  $n$

$K_0$ : Αρχικό κόστος επένδυσης

$k$ : Ετήσια απόδοση ή επιτόκιο αναγωγής

$n$ : Αριθμός χρονικών περιόδων

Η NPV είναι μια μέθοδος αξιολόγησης επενδύσεων που η λογική της βασίζεται στην μεγιστοποίηση της αξίας της επιχείρησης. Η αγοραία αξία προκύπτει από τις αξίες που έχουν για την επιχείρηση τα διάφορα περιουσιακά της στοιχεία. Στην χρηματοοικονομική επιστήμη αυτό σημαίνει ότι αν μια επιχείρηση πραγματοποιήσει ένα έργο με θετική NPV, η οικονομική θέση των μετοχών της θα βελτιωθεί<sup>[52]</sup>

Ένα άλλος δείκτης αξιολόγησης οικονομικής επένδυσης, πέρα από τον NPV, είναι και ο Internal Rate of Return (**IRR**), όπου ορίζεται το επιτόκιο αναγωγής (προεξόφλησης) στο οποίο η Καθαρή Παρούσα Αξία του έργου μηδενίζεται ( $NPV=0$ ).

Από μεθοδολογικής άποψης, η μεθοδολογία της IRR είναι συγκρίσιμη με την NPV. Το επιτόκιο που εξισώνει την παρούσα αξία της αναμενόμενης καθαρής εισροής κεφαλαίου με την παρούσα αξία της αντίστοιχης εκροής, δηλαδή το ποσοστό που φέρνει την καθαρή παρούσα αξία (NPV) στο μηδέν, είναι γνωστό ως εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης, ή ποσοστό απόδοσης.

Αυτή η τεχνική αρχικά φαίνεται να είναι συγκρίσιμη με την προηγούμενη μέθοδο που ανάγεται στην καθαρή παρούσα αξία. Αντί να υποθέσουμε το κόστος του κεφαλαίου ( $k$ ) και να επιχειρήσουμε μείωση στην παρούσα αξία, το κόστος του κεφαλαίου επιδιώκεται να μηδενίσει την παρούσα αξία της επένδυσης. Δηλαδή, υπάρχει μια αλγεβρική διαφοροποίηση κατ' αρχήν σε σχέση με την προηγούμενη τεχνική της.

$$NPV = 0 = -K_0 + \sum_1^N \left[ \frac{KTP_n}{(1+IRR)^n} \right]$$

Η ισοδυναμία της NPV και του IRR φαίνεται ακολούθως:

- $NPV > 0 \Leftrightarrow IRR > Opportunity\ Cost$  (Κόστος Κεφαλαίου)
- $NPV = 0 \Leftrightarrow IRR = Opportunity\ Cost$  (Κόστος Κεφαλαίου)
- $NPV < 0 \Leftrightarrow IRR < Opportunity\ Cost$  (Κόστος Κεφαλαίου)

Ένα από τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης του IRR είναι ότι βασίζεται στην έννοια της διαχρονικής αξίας του χρήματος και λογιστικοποιείται αφαιρώντας τις καθαρές εισροές και εκροές της επένδυσης. Επιπλέον, κάνει την υπόθεση ότι οι αρχικές καθαρές εισπράξεις κεφαλαίου θα επανεπενδυθούν με τον ίδιο ρυθμό απόδοσης. Αυτό δεν παρέχει ακριβείς απαντήσεις, καθώς σίγουρα δεν είναι πρακτικό για υψηλά ποσοστά απόδοσης.

Το γεγονός ότι τα κριτήρια IRR αποδίδουν μερικές φορές πολυάριθμες λύσεις, δηλαδή πολλαπλές αποδόσεις εσωτερικών ρυθμών που εξισώνουν τις τρέχουσες τιμές των εισροών και των εξόδων, μπορεί να είναι το πιο σημαντικό μειονέκτημά του. Αυτό συμβαίνει όταν υπάρχουν καθαρές εισροές που ακολουθούνται από ένα ή δύο έτη καθαρών εκροών ή όταν οι καθαρές εισροές και εκροές εναλλάσσονται από έτος σε έτος.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο υπάρχουν αρκετοί παράμετροι που διαμορφώνουν το κόστος επένδυσης, ιδίως μία ενεργειακής. Πέρα από τους οικονομικούς δείκτες αξιολόγησης, χρειάζεται να αναφερθούν και αναλυθούν και ενεργειακοί δείκτες αξιολόγησης μία ενεργειακής επένδυσης.

## Ενεργειακοί Δείκτες Εκτίμησης

Στο παρόν υποκεφάλαιο χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς η Ολλανδία, ώστε να εξηγήσουμε με σαφήνεια κάποιους άξιους αναφοράς ενεργειακού δείκτες εκτίμησης.

Το 10% των σχετικά νέων κατοικιών στην Ολλανδία έχουν Συντελεστή Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Coefficient EPC). Αυτή η πρώτη ένδειξη περιλαμβανόταν ρητά στον Οικοδομικό Κώδικα του 1995. Αυτό το EPC δεν απαιτείται για το παλαιότερο υπάρχον κτιριακό απόθεμα, το οποίο περιλαμβάνει πάνω από έξι εκατομμύρια κατοικίες. Στην Ολλανδία, τα σπίτια που κατασκευάστηκαν πριν από το 1945 καταναλώνουν συνήθως 31% περισσότερο φυσικό αέριο - το τυπικό καύσιμο για τη θέρμανση χώρων - από εκείνα που κατασκευάστηκαν μεταξύ 2000 και 2004. Η δεύτερη προσέγγιση που πρέπει να δοθεί είναι ο παλιός Ενεργειακός Δείκτης (Energy Index - EIold), ο οποίος σχεδιάστηκε για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης αυτών των παλαιότερων κατοικιών με βάση τις Συμβουλές Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Advice - EPA). Η ολλανδική κυβέρνηση εισήγαγε έναν νέο δείκτη για τα υπάρχοντα σπίτια τον Ιανουάριο του 2008. Ο τρίτος δείκτης που θα εξεταστεί σε αυτή τη μελέτη είναι ο νέος Ενεργειακός Δείκτης (Energy Index - EInew).<sup>[53]</sup>

Οι τρεις δείκτες προέρχονται από τύπους που συνδέουν την αναμενόμενη και την επιτρεπόμενη χρήση ενέργειας. Η αποδοτικότητα του εγκατεστημένου εξοπλισμού, η ζήτηση θερμότητας, η κατανάλωση ζεστού νερού βρύσης, τα φώτα, κ.λπ., επηρεάζουν την προβλεπόμενη χρήση ενέργειας. Το μέγεθος του αντικειμένου καθορίζει κυρίως την επιτρεπόμενη χρήση ενέργειας. Με τη βοήθεια αυτών των δεικτών, μπορεί κανείς να υπολογίσει την πιθανή εξοικονόμηση ενέργειας από διάφορες μεθόδους.<sup>[53]</sup>

## Energy Performance Coefficient

Το EPC για νέα κτίρια αναπτύχθηκε από το Ολλανδικό Ινστιτούτο Κανονοποίησης (NNI). Για κατοικίες το EPC υπολογίζεται ως εξής:

$$EPC = \frac{Q_{total:EPC}}{C_1 \times A_{gs:EPC} + C_2 \times A_{ts:EPC}} \times \frac{1}{C_{EPC}}$$

Στο οποίο:

EPC: Συντελεστής Ενεργειακής Απόδοσης

Q<sub>total:EPC</sub>: χαρακτηριστική ετήσια χρήση ενέργειας του νέου σπιτιού με βάση το NEN 5128<sub>[22]</sub> (MJ)

A<sub>gs:EPC</sub>: συνολική επιφάνεια εδάφους (m<sup>2</sup>)

A<sub>ts:EPC</sub>: συνολική επιφάνεια θερμικής μετάδοσης (m<sup>2</sup>)

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>: αριθμητικός συντελεστής διόρθωσης<sup>2</sup> (330 MJ/m<sup>2</sup>, 65 MJ/m<sup>2</sup>)

C<sub>EPC</sub>: συντελεστής διόρθωσης για την προσαρμογή των προηγούμενων αποτελεσμάτων EPC.

Υπάρχουν δέκα είδη κατανάλωσης ενέργειας που αποτελούν την τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας, όπως φαίνεται από το Q<sub>total:EPC</sub>:

1. Ενέργεια θέρμανσης: η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για να θερμάνει το εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης το σπίτι στους 18 °C για έναν ολόκληρο χρόνο. Η απόδοση των συστημάτων παραγωγής, διανομής θερμότητας λαμβάνεται υπόψη επιπλέον των φυσικών χαρακτηριστικών του κτιρίου.
2. Επιπλέον ενέργεια: η πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης.
3. Νερό θέρμανσης: η ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της βρύσης για μπάνιο, πλύσιμο πιάτων και άλλες χρήσεις.
4. Ενέργεια ανεμιστήρα: ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για μηχανικό αερισμό.
5. Ενέργεια φωτισμού: η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για φωτισμό βασίζεται σε 6,0 kWh/m<sup>2</sup> έτος για ολόκληρη την επιφάνεια του δαπέδου με ρυθμό απόδοσης 39% μιας τυπικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
6. Καλοκαιρινή άνεση: πλασματική δαπάνη ενέργειας για μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας στους 24 °C σε περίπτωση που οι θερμοκρασίες το καλοκαίρι είναι υψηλότερες από αυτό. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνεται για να διασφαλιστεί ότι αποφεύγεται η υπερθέρμανση ενός σπιτιού, όπως με την τοποθέτηση σκιάστρων.
7. Ενέργεια που χρησιμοποιείται για ψύξη: αυτή η ομάδα περιλαμβάνει αποκλειστικά την ενέργεια που καταναλώνεται για τη χρήση συστημάτων ψύξης.
8. Ενέργεια που χρησιμοποιείται για ενυδάτωση: αυτή η κατηγορία υπογραμμίζει μια ασυνήθιστη περίπτωση.
9. Παραγωγή ενέργειας με χρήση ηλιακών συστημάτων: χάρη στα πρόσφατα κίνητρα, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε σπίτια έχει κάπως επιταχυνθεί.

10. Συστήματα που παράγουν ενέργεια συνδυάζοντας θερμότητα και ενέργεια: τα συστήματα μικροσυμπαγωγής για ιδιωτικές κατοικίες θεωρούνται νέες προσεγγίσεις που βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο.

## Old Energy Index

Στην EPA μεθοδολογία, η οποία έχει παρουσιαστεί τον Ιανουάριο του 2000, η  $EI_{old}$  υπολογίζεται ως εξής: [54]

$$EI_{old} = \frac{Q_{total;EIold} \times A_{ts;EIold} \times C_3}{C_4 \times A_{ts;EIold}^2 + C_5 \times Q_{total;EIold} \times A_{gs;EIold}}$$

Στο οποίο:

$EI_{old}$ : Ενεργειακός Δείκτης που υπολογίζεται στο πλαίσιο της διαδικασίας EPA

$Q_{total;EIold}$ : χαρακτηριστική ετήσια χρήση ενέργειας της υπάρχουσας κατοικίας με βάση το EPA 4.02 □ (MJ)

$A_{gs;EIold}$ : συνολική επιφάνεια εδάφους ( $m^2$ )

$A_{ts;EIold}$ : συνολική επιφάνεια θερμικής μετάδοσης ( $m^2$ )

$C_3, C_4, C_5$ : αριθμητικοί συντελεστές διόρθωσης 0,13, 56 ( $MJ/m^2$ ), 0,06.

Το  $Q_{total;EIold}$  καλύπτει μόνο τέσσερις τομείς χρήσης ενέργειας:

1. Ενέργεια θέρμανσης: η ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση του σπιτιού. Ανάλογα με την πραγματική εσωτερική θερμοκρασία ή την πυκνότητα του πληθυσμού, η τυπική τιμή των 18 °C μπορεί να αλλάξει.
2. Επιπλέον ενέργεια: η πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης.
3. Θέρμανση νερού: Σε αντίθεση με την τεχνική υπολογισμού EPC, τα μήκη των σωλήνων ζεστού νερού δεν απαιτείται να καθορίζονται στη διαδικασία υπολογισμού EPA. Είναι απαραίτητο να υποδεικνύεται εάν χρησιμοποιούνται ή όχι μειωμένα μήκη σωλήνων, κεφαλές ντους εξοικονόμησης νερού, μπανιέρες, πλυντήρια πιάτων και μόνωση σωλήνων.
4. Ενέργεια για φωτισμό: δεν λαμβάνεται υπόψη η απόδοση της μονάδας παραγωγής ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας φωτισμού στο EPC είναι συνεπώς σχεδόν 39% μεγαλύτερη από ό,τι στο  $EI_{old}$  λόγω της τυπικής χρήσης ενέργειας των 6 kWh/m<sup>2</sup> έτος.

## New Energy Index

Η συνδυασμένη μέθοδος για υπάρχοντα και νέα κτίρια χρησιμοποιεί την ακόλουθη εξίσωση για τον υπολογισμό ενός νέου τύπου Energy Index (EI<sub>new</sub>):

$$EI_{new} = \frac{Q_{total;EI_{new}}}{C_6 \times A_{gs;EI_{new}} + C_7 \times A_{ts;EI_{new}} + C_8}$$

Στο οποίο:

EI<sub>new</sub>: Ενεργειακός Δείκτης που υπολογίζεται για συμμόρφωση με την EPBD

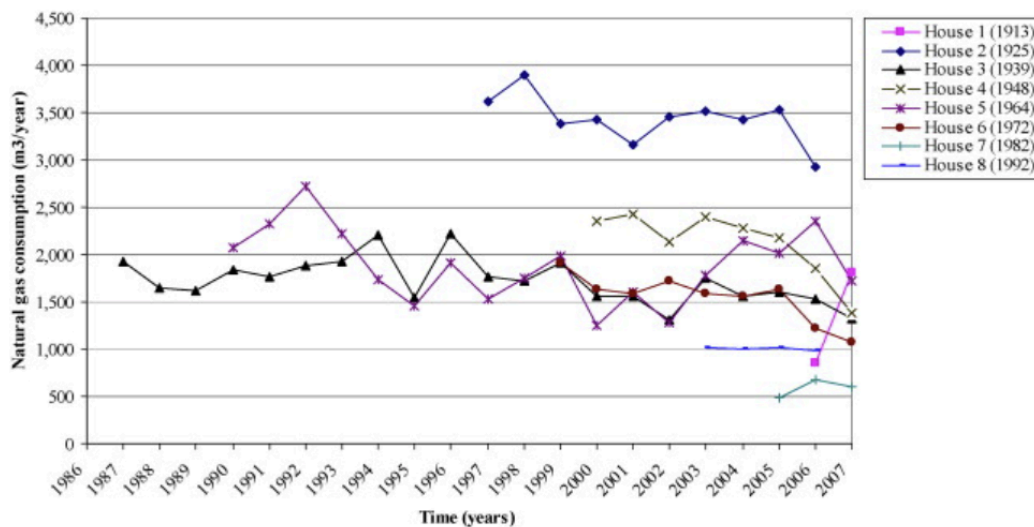
Q<sub>total;EI new</sub>: χαρακτηριστική ετήσια χρήση ενέργειας ενός σπιτιού με βάση το ISO 82 0 (MJ)

A<sub>gs;EI new</sub>: συνολική επιφάνεια εδάφους (m<sup>2</sup>)

A<sub>ts;EI new</sub>: συνολική επιφάνεια θερμικής μετάδοσης (m<sup>2</sup>)

C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>: αριθμητικοί συντελεστές διόρθωσης 155 (MJ/m<sup>2</sup>), 106 (MJ/m<sup>2</sup>) και 9560 (MJ).

Παρακάτω στην εικόνα, το EI<sub>new</sub> του κτιρίου χρησιμοποιείται σε ενεργειακό πιστοποιητικό που ταξινομείται αλφαβητικά. Η ετικέτα A αντιπροσωπεύει την υψηλότερη ενεργειακή απόδοση (EI<sub>new</sub> < 1,05) ενώ η ετικέτα G αντιπροσωπεύει τη χαμηλότερη ενεργειακή απόδοση (EI<sub>new</sub> > 2,90).<sup>[55]</sup>



Παραδοσιακά, η τιμή του φυσικού αερίου (σε €/m<sup>3</sup>), η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας (σε €/kWh) και η αναμενόμενη ή πραγματική εξοικονόμηση τόσο στο φυσικό αέριο όσο και στην ηλεκτρική ενέργεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των οικονομικών πλεονεκτημάτων της μέτρησης εξοικονόμησης ενέργειας. Ωστόσο, η χρήση μοντέλων απόδοσης επένδυσης (Return On Investment ROI) που ευθύνονται για το αυξανόμενο κόστος ενέργειας είναι ήδη πολύ διαδεδομένη. Αν και ο θεμελιώδης τύπος για τον υπολογισμό της απόδοσης επένδυσης (ROI) φαίνεται να είναι αρκετά απλός, μπορεί να είναι δύσκολο να καθοριστούν επακριβώς το κόστος (C) και τα οφέλη (G) των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Η ανακύκλωση κατασκευής ή μέτρησης, τα έξοδα κατεδάφισης και

το περιβαλλοντικό κόστος περιλαμβάνονται όλα όταν χρησιμοποιούνται οι μεθοδολογίες κοστολόγησης κύκλου ζωής (LCC)<sup>[56]</sup>. Η Καθαρή Παρούσα Αξία, η οποία προσαρμόζει την αξία των κερδών σε ένα δεδομένο έτος για τον πληθωρισμό και/ή το επιτόκιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των συνολικών κερδών ενός έργου.

$$G = \sum_{a=0}^n \frac{G_a}{\prod_{y=0}^a (1+r_y-i_y)}$$

Στο οποίο:

Z: σύνολο κερδών για έναν αριθμό (n) ετών που εμπλέκονται στην επένδυση (€)

r: επιτόκιο (%)

i: ποσοστό πληθωρισμού (%)

G<sub>a</sub>: κέρδη μέσα σε ένα συγκεκριμένο έτος (€/έτος).

Ωστόσο, τα ετήσια κέρδη πρέπει να αυξηθούν παράλληλα με την τιμή του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας. Η τιμή του πετρελαίου έχει σημαντικό αντίκτυπο σε αυτές τις τιμές. Θα πρέπει επίσης να αποφεύγονται μεθοδολογίες που παρέχουν μεροληπτική προοπτική εντοπίζοντας αυτές τις αυξήσεις τιμών χωρίς να αναφέρονται τα επιτόκια και ο πληθωρισμός του νομίσματος.

Τα έμμεσα πλεονεκτήματα που βασίζονται στην αύξηση της αξίας του σπιτιού όπου τοποθετείται το προϊόν προσφέρονται ως επιπλέον μεταβλητή για τα οφέλη των στρατηγικών εξοικονόμησης ενέργειας. Ένα σήμα πράσινης ενέργειας μειώνει τους πιθανούς επενδυτικούς κινδύνους και βελτιώνει την τιμολόγηση της αγοράς. Αυτό παρέχει μια επιπλέον ευκαιρία, από την άποψη ότι η αξία ενός κτιρίου είναι το άθροισμα των μερών του, να κατανεμηθούν αυτά τα οικονομικά πλεονεκτήματα σε διαφορετικά δομικά στοιχεία. Αντίθετα, μείωση της αξίας της ακίνητης περιουσίας μπορεί να προκληθεί από κακή συντήρηση και απώλεια των εφαρμοσμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Ωστόσο, ακόμη και σε αυτό το σενάριο, είναι λογικό να αναμένουμε ότι η συνολική αξία των σπιτιών με ετικέτα πράσινης ενέργειας θα ξεπεράσει αυτή των σπιτιών που φέρουν κόκκινη ετικέτα ενέργειας.

$$G_a = \Delta q_{e;a} \times c_{e;a} + \Delta q_{g;a} \times c_{g;a} + \Delta V_a \times \frac{c_p + c_i - d}{V_a}$$

Στο οποίο:

G<sub>a</sub>: κέρδη λόγω εξοικονόμησης ενέργειας και αύξησης αξίας μέσα σε ένα συγκεκριμένο έτος (€/έτος)

Δq<sub>e;a</sub>: μεταβολή στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/έτος)

c<sub>e;a</sub>: τιμή ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακούς χρήστες σε ένα συγκεκριμένο έτος (€/kWh)

Δq<sub>g;a</sub>: μεταβολή στην κατανάλωση φυσικού αερίου (m<sup>3</sup>/έτος)

c<sub>g;a</sub>: τιμή φυσικού αερίου για οικιακούς χρήστες σε ένα συγκεκριμένο έτος (€/m<sup>3</sup>)

ΔV<sub>a</sub>: μεταβολή της αξίας του κτιρίου σε ένα συγκεκριμένο έτος (€/έτος)

c<sub>p</sub>: αρχικό κόστος επένδυσης του προϊόντος εξοικονόμησης ενέργειας (€)

c<sub>i</sub>: αρχικό κόστος εγκατάστασης του προϊόντος εξοικονόμησης ενέργειας (€)

d: συνολική απόσβεση του προϊόντος εξοικονόμησης ενέργειας με βάση το προσδόκιμο ζωής (€)

V<sub>a</sub>: αξία του κτιρίου κατά την εγκατάσταση του προϊόντος εξοικονόμησης ενέργειας (€).

Ομοίως με τις παραπάνω 2 εξισώσεις σχετικά με τα κέρδη, μπορεί να διαμορφωθεί μια εξίσωση για το κόστος:

$$C = (c_p + c_i) \cdot \prod_{y=0}^n (1 + r_y - i_y) + \sum_{a=0}^n \frac{c_{m;a}}{\prod_{y=0}^a (1 + r_y - i_y)}$$

Στο οποίο:

$c_p$ : αρχικό κόστος επένδυσης του προϊόντος εξοικονόμησης ενέργειας (€)

$c_i$ : αρχικό κόστος εγκατάστασης του προϊόντος εξοικονόμησης ενέργειας (€)

$c_{m;a}$ : κόστος συντήρησης σε ένα συγκεκριμένο έτος (€/έτος)

$a, y$ : δείκτης ετών

$n$ : συνολικός αριθμός ετών.

Το κόστος απόρριψης του προϊόντος εξοικονόμησης ενέργειας στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του δεν λαμβάνονται υπόψη σε αυτόν τον υπολογισμό. Είναι προφανές ότι τα οφέλη των μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να εκτιμηθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια μετά την εφαρμογή και πολλά χρόνια χρήσης από ό,τι πριν από την επένδυση και την εφαρμογή. Αυτό ήταν ένα από τα κίνητρα για τη χρήση μιας ομάδας προϋπαρχόντων κατοικιών για τη καλύτερη κατανόηση των χρηματικών πλεονεκτημάτων των συσκευών εξοικονόμησης ενέργειας. Η κατανόηση των διακυμάνσεων των πιο κρίσιμων παραγόντων που σχετίζονται με τις επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα σπίτια απαιτείται πριν από τη διεξαγωγή οικονομικής ανάλυσης των δομών και των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Ως εκ τούτου, πληροφορίες σχετικά με τις μακροπρόθεσμες διακυμάνσεις του πληθωρισμού, των επιτοκίων, των τιμών των κατοικιών, των τιμών του φυσικού αερίου και του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας ελήφθησαν χρησιμοποιώντας δεδομένα από την δημοσίευση [24]. Τα εξετασθέντα θέματα αποτελεσμάτων αφορούσαν τον πληθωρισμό, τα επιτόκια, το κόστος στέγασης, την τιμή φυσικού αερίου και την τιμή ηλεκτρικής ενέργειας.

# Κεφάλαιο 5: Σύνοψη

## 5.1 Σύνοψη

Η παρούσα διπλωματική εξέτασε την αυξανόμενη χρήση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, σε συνδυασμό με την επείγουσα ανάγκη αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία καθιστούν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων έναν κρίσιμο τομέα εστίασης. Η Πράσινη Οικονομία απαιτεί την εφαρμογή συγκεκριμένων πολιτικών, στρατηγικών και πρακτικών. Οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί, οικονομικά κίνητρα και πρωτοβουλίες για αειφόρο ανάπτυξη συμβάλλουν στη δημιουργία περιβαλλοντικής προστασίας, καινοτομίας, δημιουργίας θέσεων εργασίας, οικονομικής ανθεκτικότητας και βελτίωσης της ποιότητας ζωής, διασφαλίζοντας τη μακροχρόνια ευημερία για τις μελλοντικές γενεές.

Η οικονομία και οι ανακαινίσεις παίζουν κρίσιμο ρόλο στον κτιριακό τομέα, καλύπτοντας την περιβαλλοντική ευθύνη, την οικονομική ανάπτυξη, τη δημόσια υγεία και την πρόοδο προς τους παγκόσμιους στόχους βιωσιμότητας. Αυτές οι πρακτικές αποτελούν ουσιαστικό μέρος της δημιουργίας ενός κτισμένου περιβάλλοντος που δεν είναι μόνο ενεργειακά αποδοτικό και συνειδητό ως προς τους πόρους, αλλά είναι επίσης ανθεκτικό, οικονομικά αποδοτικό και συμβάλλει στην ευημερία των κατοίκων του. Επιπλέον, το ενεργειακό αποτύπωμα του κτιριακού τομέα λαμβάνει υπόψη τη συνολική κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση και ενδεχόμενη ανακαίνιση των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας για μεταφορά, χρήση υλικών και υποδομών ύδρευσης και αποχέτευσης.

Όπως αναφερθήκαμε και στην παράγραφο 2 στο κομμάτι που αφορά την παρούσα κατάσταση, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον κτιριακό τομέα έχουν υπερδιπλασιαστεί από το 1970 και σήμερα αποτελεί περίπου το ένα τρίτο της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, ευθύνοντας για περίπου το ένα τρίτο των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που σχετίζονται με την ενέργεια. Η ζήτηση ενέργειας προβλέπεται να αυξηθεί κατά σχεδόν 50% μέχρι το 2050, με μείωση κατά 25% της συνολικής χρήσης ενέργειας που θα συνέβαλε σε εξοικονόμηση ενέργειας άνω των 40 exajoules (EJ), ισοδύναμη με τη συνολική ετήσια τρέχουσα χρήση ενέργειας στην Ινδία και τη Ρωσία μαζί. Επιπλέον, ο κατασκευαστικός κλάδος είναι μεγάλος καταναλωτής φυσικών πόρων και ευθύνεται για σημαντικό μέρος της παγκόσμιας χρήσης νερού. Κατανοούμε, λοιπόν, την επιτακτική ανάγκη να δράσουμε άμεσα προτού οι επιδράσεις της κατάστασης αυτής είναι μη αναστρέψιμες.

Η δράση μας χωρίζεται σε 2 στάδια, αυτό της υιοθέτησης των state-of-the-art πράσινων τεχνολογιών τόσο στην εξαρχής δημιουργία ενός νέο κτιρίου όσο και στις ανακαινίσεις των παλαιών κτιρίων και αυτό που αφορά την εγκαθίδρυση τεχνολογιών στις ενεργειακές επενδύσεις οι οποίες να συμβαδίζουν με την εποχή, όπως IoT, AI, Big Data, Blockchain. Κάποιες από τις πιο διαδεδομένες ενεργειακές επενδύσεις στον τομέα κατασκευής και ανακαίνισης είναι τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα, ο ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός, οι αντλίες θερμότητας, ο έξυπνος αυτοματισμός κτιρίων, και η πράσινη στέγη.



Οι προοπτικές επενδύσεων στην ευρωπαϊκή οικονομία και γενικότερα στην Ευρώπη είναι πολύ ελπιδοφόρες λόγω της πρωτοποριακής προσέγγισης της σε θέματα αειφορίας και ενεργειακής απόδοσης. Προγράμματα πράσινης χρηματοδότησης και κίνητρα έχουν καταστήσει τις πράσινες επενδύσεις πιο ελκυστικές. Η Ευρώπη έχει φιλόδοξους στόχους ενεργειακής απόδοσης, με την επιδίωξη μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας σε νέα κτίρια έως το 2030 και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων έως το 2040. Όπως επίσης, φαίνεται πολλά υποσχόμενη ως προς την απόδοση πιστοποιήσεων πράσινων κτιρίων, συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης καθώς και οι τεχνολογικές εξελίξεις προάγουν τη βιώσιμη και ενεργειακά αποδοτική δόμηση. Επιπλέον, άξιο να σημειωθεί ότι η καινοτομία και η έρευνα συνεχίζουν να προωθούν την ανάπτυξη νέων πράσινων τεχνολογιών και βιώσιμων κατασκευαστικών πρακτικών στην Ευρώπη.

Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, χρειάζεται να αξιολογηθεί, επίσης, η τεχνολογία με την οποία έχει προχωρήσει μπροστά η ανθρωπότητα του 21ου αιώνα. Η διπλωματική εργασία εξέτασε και ανέλυσε αυτές τις τεχνολογίες οι οποίες βοηθούν στο επίτευγμα της Πράσινης Οικονομίας. Το όπλο με το οποίο μπορούν οι ενεργειακές επενδύσεις να βοηθήσουν σε όλη αυτή την προσπάθεια είναι η τεχνολογία των IoT. Ο ρόλος τους είναι καθοριστικός και αυτό αποσαφηνίζεται από το βασικότερα πλεονεκτήματα τους, όπως η παρακολούθηση και διαχείριση της ενέργειας, η περιβαλλοντική ανίχνευση, η συντήρηση, η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων καθώς και η απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχος.

Παρόλη την ύπαρξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας, δεν θα μπορούσε να επιβιώσει χωρίς την ενσωμάτωση του Blockchain, όσον αφορά την διαφάνεια, αποκέντρωση και έξυπνες συμβάσεις. Πέρα από την τεχνολογία του Blockchain, αδιαμφισβήτητο ρόλο έχει και τεχνητή νοημοσύνη και τα Big Data. Τα μοντέλα υπολογιστικής μοντελοποίησης χρησιμοποιούνται σε Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίων (BMS) και Προγράμματα Ανταπόκρισης Ζήτησης (DRP) χάρη στη χρήση σύγχρονης τεχνολογίας όπως αισθητήρες και ασύρματη μετάδοση δεδομένων. Τα πλαίσια μοντελοποίησης που χρησιμοποιούν στατιστικές τεχνικές παρέχουν ακριβείς εκτιμήσεις της ζήτησης ενέργειας από τους καταναλωτές, χρησιμοποιώντας δεδομένα από το παρελθόν για να προβλέψουν μελλοντικά μοτίβα. Η διαδικασία περιλαμβάνει συλλογή δεδομένων, προεπεξεργασία δεδομένων, εκπαίδευση μοντέλου και δοκιμή αυτού.

Από την άλλη, τα Big Data αναφέρονται σε εξαιρετικά μεγάλα και πολύπλοκα σύνολα δεδομένων που δεν μπορούν να διαχειριστούν, να επεξεργαστούν ή να αναλυθούν αποτελεσματικά με τη χρήση παραδοσιακών εργαλείων και μεθόδων επεξεργασίας δεδομένων. Αυτά περιλαμβάνουν συνήθως τεράστιους όγκους δεδομένων που παράγονται με υψηλή ταχύτητα και συχνά περιλαμβάνουν δομημένα, ημιδομημένα και αδόμητα δεδομένα από διάφορες πηγές. Ο ρόλος των Big Data στην πράσινη ενέργεια και τις ανακαινίσεις κτιριακού τομέα είναι σημαντικός, κυρίως λόγω της ικανότητάς τους να παρέχουν αξιοποιήσιμες πληροφορίες, να βελτιστοποιούν τη χρήση των πόρων και να οδηγούν σε τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων. Αυτά μπορούν να επιτευχθούν μέσω των ενεργειακών αναλύσεων, την συντήρηση, την βελτιστοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων και την ενσωμάτωση τους με IoT και Τεχνητή Νοημοσύνη.

Όλα τα παραπάνω, χρειάζονται έναν κοινό κώδικα επικοινωνίας. Σε αυτό αποσκοπεί να βοηθήσει η τεχνολογία των Semantics, ή αλλιώς σημασιολογία. Η σημασιολογία είναι η μελέτη της σημασίας της γλώσσας και της πληροφορίας. Στην τεχνολογία και τα δεδομένα, οι σημασιολογικές τεχνολογίες επιτρέπουν στις μηχανές να κατανοούν το νόημα των δεδομένων. Στην πράσινη ενέργεια και τις δομικές ανακαινίσεις, η σημασιολογία είναι κρίσιμη για τη διαλειτουργικότητα, την κατανόηση των δεδομένων, τη μοντελοποίηση δεδομένων, τη διαχείριση δεδομένων και την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης και της αειφορίας.

Τέλος, η διπλωματική εργασία μελέτησε τη φυσική κατάσταση του κτιριακού αποθέματος σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας χρησιμοποιώντας τρεις μετρήσεις ενεργειακής απόδοσης και μία μέτρηση οικονομικής απόδοσης.

- Όπως αναμενόταν, τόσο στη θεωρία όσο και στην πραγματικότητα, τα νέα σπίτια έχουν γενικά υψηλότερες ενεργειακές επιδόσεις από παλαιότερα σπίτια. Για παράδειγμα, ο Ολλανδικός Οικοδομικός Κώδικας του 1992 ορίζει μόνο ότι αυτές οι υπάρχουσες κατασκευές πρέπει να έχουν ελάχιστη θερμική αντίσταση 2,5 m<sup>2</sup> K/W για το κτιριακό κέλυφος όταν οι ανακαινίσεις απαιτούν οικοδομική άδεια. Δεν χρειάζεται να τηρούνται οι κανονισμοί που αφορούν τη συνολική ενεργειακή απόδοση του αντικειμένου. Αυτός είναι ένας από τους παράγοντες που συμβάλλουν στην άτονη ανάπτυξη στην ενεργειακά αποδοτική ανακαίνιση του τρέχοντος κτιριακού αποθέματος. Ωστόσο, ορισμένα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας έχουν ήδη εφαρμοστεί σε ανακαινιζόμενα σπίτια λόγω του αυξανόμενου κόστους του φυσικού αερίου και των προηγούμενων επιδοτήσεων.
- Αποδεικνύεται ότι η προβλεπόμενη κατανάλωση ενέργειας που παράγεται από τις τρεις προσεγγίσεις είναι μεγαλύτερη από την πραγματική χρήση ενέργειας συγκρίνοντας την αναμενόμενη χρήση ενέργειας των κατοικιών με δεδομένα για την τρέχουσα πραγματική χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και τη φυσική χρήση αερίου. Το παλιό Q<sub>totalEI</sub> της μεθοδολογίας EPA προσεγγίζει γενικά την πραγματική κατανάλωση ενέργειας, ενώ η ποσοστιαία διαφορά εξακολουθεί να κυμαίνεται μεταξύ -25,5% και +29,3%.
- Εκτός από την αναλογία 2/3, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ποσοστό απόδοσης 39% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη χρήση αυτών των δεικτών απόδοσης για τον υπολογισμό της επίδρασης των στρατηγικών εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτός ο αριθμός αντιπροσωπεύει τη συνολική απόδοση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και του σταθμού ηλεκτρικής ενέργειας.

Όσον αφορά το οικονομικό στοιχείο, παρέχεται μια μέθοδος για την εκτίμηση της οικονομικής αξίας των αναβαθμίσεων ενεργειακής απόδοσης στο σπίτι.

- Η θεμελιώδης ιδέα είναι ότι η άνοδος της αξίας ενός κτιρίου είναι το αποκορύφωμα των πλεονεκτημάτων όλων των συστατικών τμημάτων του. Σε αυτό περιλαμβάνονται και τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται.
- Αυτή η μεταβλητή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει δραστικά τον χρόνο απόσβεσης για λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας ή βελτιώσεις στα ποσοστά

ενεργειακής απόδοσης, υπό την προϋπόθεση ότι αυξάνονται οι αξίες των οικιστικών ακινήτων. Αντίθετα, σε περίπτωση που τα οικιστικά ακίνητα χάσουν την αξία τους, το μοναδικό όφελος του χρήστη θα ήταν η μείωση της χρήσης ενέργειας που θα επιφέρει η δράση. Ένα σημαντικό μέρος των συνολικών κερδών μπορεί να αποδοθεί στην εισαγόμενη μεταβλητή για την ανατίμηση της αξίας των ακινήτων όταν η εξοικονόμηση ενέργειας είναι υποπροϊόν της εφαρμοσμένης βελτίωσης.

- Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (που σχετίζεται με το EInew) και οι τρεις δείκτες απόδοσης (EPC, EIoId και EInew) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τονίσουν τις βελτιώσεις όταν η εξοικονόμηση ενέργειας ή η διατήρηση της παροχής ενέργειας είναι ο πρωταρχικός στόχος κατά την πραγματοποίηση αλλαγών σε ένα σπίτι. Ωστόσο, εξακολουθεί να είναι σημαντικό να συγκριθούν αυτές οι εκτιμήσεις με την πραγματική κατανάλωση ενέργειας των ενοικιαστών. Αυτές οι τεχνικές αξιολόγησης μπορεί να βελτιώσουν την κατανόηση των λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας από τους ανθρώπους και, ως εκ τούτου, την προθυμία τους να πληρώσουν για αυτές. Η πραγματική χρήση ενέργειας είναι συνήθως μικρότερη από την υπολογισμένη χρήση ενέργειας, ενώ οικονομικές μελέτες ανακαλύπτουν ότι όταν λαμβάνονται υπόψη τα έμμεσα οφέλη από την αυξημένη αξία της κατοικίας, τα ενεργειακά μέτρα που εξετάζονται εδώ, η ανακαίνιση σε συνδυασμό με την προσθήκη χώρο διαβίωσης και προσθήκη μόνωσης στην οροφή—είχαν πολύ μικρότερες περιόδους απόσβεσης.

Η χρήση ορυκτών καυσίμων ενθαρρύνεται από την καλύτερη κατανόηση των προοπτικών και των οικονομικών προβλημάτων που σχετίζονται με το υπάρχον κτιριακό απόθεμα.

# Βιβλιογραφία

- [1] <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/16/6664>  
What is a Green Economy? Review of National-Level Green Economy Policies in Cambodia and Lao PDR
- [2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616312136?via%3Dihub#preview-section-snippets>  
What can be learned from practical cases of green economy? –studies from five European countries
- [3] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1477-8947.2011.01397.x>  
The policy challenges for green economy and sustainable economic development
- [4] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988383900282?via%3Dihub>  
Energy investment and economic growth: A simplified approach
- [5] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988380900316?via%3Dihub>  
Energy as a determinant of investment behavior
- [6] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616307193?via%3Dihub>  
Energy and environment efficiency of industry and its productivity effect
- [7] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eet.1614>  
The Green Economy: Incremental Change or Transformation?
- [8] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.1728>  
Green Buildings and Organizational Changes in Italian Case Studies
- [9] <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-13041-2>  
Towards a green economic policy framework in China: role of green investment in fostering clean energy consumption and environmental sustainability
- [10] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275115001067?via%3Dihub>  
Green housing: Toward a new energy efficiency paradox?
- [11] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544214012328?via%3Dihub#preview-section-abstract>  
Economic and Environmental Impacts of Community-Based Residential Building Energy Efficiency Investment
- [12] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778820301237?via%3Dihub>  
Energy prediction techniques for large-scale buildings towards a sustainable built environment: A review
- [13] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778821002383?via%3Dihub>  
The impact of thermal mass and insulation of building structure on energy efficiency
- [14] <https://www.science.org/doi/10.1126/science.189.4208.1051>  
Energy Analysis and Public Policy: The energy unit measures environmental consequences, economic costs, material needs, and resource availability
- [15] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778816319636?via%3Dihub>  
Ecological impact & financial feasibility of Energy Recovery (EIFFER) Model for natural insulation material optimization
- [16] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054420600301X?via%3Dihub>  
Renewable energy strategies for sustainable development
- [17] <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2418>  
Strategic Study for Renewable Energy Policy, Optimizations and Sustainability in Iran
- [18] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421510002909?via%3Dihub>  
An assessment of exploiting renewable energy sources with concerns of policy and technology
- [19] <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00140139.2012.721522?scroll=top&needAccess=true>  
Washing when the sun is shining! How users interact with a household energy management system
- [20] <https://mdpi.com/2071-1050/13/12/6791>  
Exploring Climate-Change Impacts on Energy Efficiency and Overheating Vulnerability of Bioclimatic Residential Buildings under Central European Climate
- [21] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2008.00005.x>  
Carbon Footprint
- [22] [https://www.researchgate.net/profile/A-Reinders/publication/236846434\\_Evaluation\\_of\\_financial\\_aspects\\_and\\_energy\\_performance\\_indicators\\_of\\_residential\\_real\\_estate\\_in\\_the\\_Netherlands/links/55dc253d08aeb38e8a8ba054/Evaluation-of-financial-aspects-and-energy-performance-indicators-of-residential-real-estate-in-the-Netherlands.pdf](https://www.researchgate.net/profile/A-Reinders/publication/236846434_Evaluation_of_financial_aspects_and_energy_performance_indicators_of_residential_real_estate_in_the_Netherlands/links/55dc253d08aeb38e8a8ba054/Evaluation-of-financial-aspects-and-energy-performance-indicators-of-residential-real-estate-in-the-Netherlands.pdf)  
Evaluation of financial aspects and energy performance indicators of residential real estate in the Netherlands
- [23] <https://pdf.sciencedirectassets.com/271434/1-s2.0-S0360132300X01552/1-s2.0-S0360132303002610/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEFEaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCrbsUzCz0frH0pLXUsDyhhGxkTm%2BA0PTOvd5F51Xz%2F1whAMPm4zB8c%2B3gGm3TFDqBj2wZ7tpsxFqnvYBMQ49Ll3QYKrlFCBkQBRoMMDU5MDAzNTQ2ODY1lgziK2ba9MqyOh64m%2B8qjwXhCX4acW41tt%2BWiYa0slfvvx2ng7YUj2VQKRB6Rct%2Bish64ig5W0k1FE1A7fMWIP%2BveaeBdawJIBNHEGh1XW06er2EEKsl7Zen1Y6pPG4%2FL6WZsYyr7uD2mFKRpMyOHITB3cQ3dvvuDqrHPEOiSe4pjbWGkaD0CdmqzTcO8xy1db7Q7OJQOVG00jWSIBD2nL81vedc1V3rrLD1zXp97tAnH%2Fp86bx42%2FFom1rrS2Yvg4hlXk%2BpfdGosKUuQV328Nske7OHK630w%2FioXlpuloouD4laoJj%2BqW%2BnrHrqsN30sRUJachKAAQrwLXvnQJBB6CEeNYI7xHKF9qfutzGbCxU%2BzFINguNmRC>

[IsxV2iqEGeRW71hPSX%2Fif5O7WHw4qMAAcyl3h1a00H27YpLFFJ%2BAmHobbPeRrJrSwiHfiQZs8ejyTPHkGv749Sw0PH2ys27Wujv3EvEDA3hlxPsAtmGb9V0vAOHQ9mzx1xlBa1B2NH6TlUWsKWKs5EJPoFSqKKIjzPIHdKXXL24JzGuKaR7BlevxrOtp1tas%2FcfITyRtVCKsY03jKxdmjweKLTGT%2FKk62XTQFUXTeDnoCyKUhXf6i1S02rPoh6wtqclpD9LWiiBqilqj4WKkgUPr0YEcF9UgzzwZLsKR37zpFiaxc5OMjCY7PxaU1FewnVBZ%2Bwg5pHKsCuTnj7UQ6ySqcMDAEWtDN1f9nNTWu6%2FoTHbFcp1o4EGf%2BKXldNql6BhewlMxd3HXU5MylrWARK9zmuXpLs%2BGWuclJJK5QxZBK6WY0u2pwoaLlclpBMLKMz%2FPUcXsk0PNn%2BaQ98wIBGF9OI%2Fgh42tnHsudSw2kOMg1ZowF46sX%2FDuSDfiX51wmxc5MPzD5K0GOrABAS%2BGgBtwR7OgRQDRlOBgBxDNeTzcEfWN09%2Fbc7sGfI8qfbh0vkxplqWTCFIFq37A%2FCwbNXJV4PNLg8Pj8JET1K9u6U8VaQKDEQpeNfID65MUVu0ETss0Bk0gkd%2FTQ5tOSx4bEuVd5ZwLH9LigAuBhi%2FUJ%2BqqK8BqCeK%2B%2BcZsAAxJBMrgaA5nddJPvxWNo4VYwYlwaWAgapQEcSOQj%2FMSCBZuPjEmFL06ZFtalKCnHrw%3D&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Date=20240130T173450Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=300&X-Amz-Credential=ASIAQ3PHCVTYZ7HPE6UO%2F20240130%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Signature=f39e5ca00564cbc820d4499090ccf8c900875cfd017412ec6f3d3dc31737416c&hash=a9d30e7e6553436c99c393af8c20a55f504d827ad8927e997de88826763c0ba2&host=68042c943591013ac2b2430a89b270f6af2c76d8dfd086a07176afe7c76c2c61&pii=S0360132303002610&tid=spdf-ecba424a-c974-4bb5-956f-271daf344621&sid=a15bcfb888d42141dc29bdb7cd5b7454ad7cgxrqa&type=client&tsoh=d3d3LnNjaWVvY2VkaXJlY3QuY29t&ua=1d125a56020553560304&rr=84db77ceac9cee7b&cc=qr](https://www.researchgate.net/publication/356020553560304)

The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making

[24] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809002813#sec3>

Evaluation of energy performance indicators and financial aspects of energy saving techniques in residential real estate

[25] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778819300477>

A study on the thermal energy storage of different phase change materials incorporated with the condenser of air-conditioning unit and their effect on the unit performance.

[26] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5628267>

Energy-Efficient Buildings

[27]Journal of Blockchain Research - <https://www.intlpress.com/> - International press of Boston - since 2022

[28]Blockchain in Civil Engineering, Architecture and Construction Industry: State of the Art, Evolution, Challenges and Opportunities - <https://www.frontiersin.org/> - 2022

[28]Applying blockchain technology for building energy performance measurement, reporting, and verification (MRV) and the carbon credit market: A review of the literature - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132321006004#bib65>

[30]Blockchain and Smart Contracts: Complementing Climate Finance, Legislative Frameworks, and Renewable Energy Projects - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128144473000227#s0095>

[31]Blockchain applications for climate protection: A global empirical investigation -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121006638#coi1>

[32]Green IoT: A Review and Future Research Directions <https://www.mdpi.com/> - 2023

[33]Internet of Things Role in the Renewable Energy Resources - <https://www.researchgate.net/> - 2016

[34]Energy Efficiency in Smart Buildings: IoT Approaches - <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9050775>

[35]Secure and energy-efficient smart building architecture with emerging technology IoT -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366421002279#sec3>

[36]Big Data in Building Energy Efficiency: Understanding of Big Data and Main Challenges - [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

[37]Big Data for Energy Management and Energy-Efficient Buildings - <https://www.mdpi.com/>

[38]Artificial Intelligence (AI) in the Sustainable Energy Sector - <https://www.mdpi.com/> - 2023

[39]Review of artificial intelligence techniques in green/smart buildings - <https://www.sciencedirect.com/> - 2023

[40]Artificial Intelligence Evolution in Smart Buildings for Energy Efficiency - <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/2/763>

[41]A state-of-the-art review on artificial intelligence for Smart Buildings -

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17508975.2019.1613219>

[42]A Semantic and Social Approach for Real-Time Green Building Rating in BIM-Based Design - <https://www.mdpi.com/> - 2019

[43]Sustainable Energy, Grids and Networks - <https://edepot.wur.nl/> - 2022

[44]A semantic representation of energy-related information in future smart homes -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778811005901>

[45]<https://c2e2.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/12/gr-toolkit-financial-institutions.pdf>

[46]<https://www.dei.gr/el/gia-to-spiti/myenergy/myenergy-heatpump/>

[47]<https://www.solarpowerworldonline.com/suppliers/green-energy-epc/>

[48]<https://www.naftemporiki.gr/finance/economy/1473020/prasino-omologo-sto-trapezi-gia-1-dis-eyro-entos-toy-etoys/>

[49]Enhancing green economic recovery through green bonds financing and energy efficiency investments -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592622001369>

[50]ENABLING INVESTMENTS IN ENERGY EFFICIENCY -

[https://www.calmac.org/publications/Residential\\_Financing\\_White\\_PaperES.pdf](https://www.calmac.org/publications/Residential_Financing_White_PaperES.pdf)

[51]Financial analysis for investment and policy decisions in the renewable energy sector -

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-014-0839-z#Sec10>

[52]Οικονομική Αξιολόγηση Επενδύσεων σε Έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με Χρήση του Λογισμικού System Advisor Model (SAM) -

<https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/56723/%CE%A4%CE%A3%CE%91%CE%A0%CE%91%CE%A3.%CE%9C%CE%99%CE%A7%CE%91%CE%97%CE%9B%20-%2003300943.pdf?sequence=1>

- [53]Economic-Environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings' End-of-Life Stage - <https://www.mdpi.com/2075-5309/7/3/65>
- [54]Life cycle design and prefabrication in buildings: A review and case studies in Hong Kong <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580513001556>
- [55]The impact of a 'green' building on employees' physical and psychological wellbeing <https://content.iospress.com/articles/work/wor0683>
- [56]Turning green into gold: A review on the economics of green buildings <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617328615>