



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Υποστήριξη Χρηματοδότησης Έργων Ενεργειακής Αποδοτικότητας σε Κτίρια

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικόλαος Ι. Σαρκίρης

Επιβλέπων : Χρυσόστομος Δούκας  
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2023





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Υποστήριξη Χρηματοδότησης Έργων Ενεργειακής Αποδοτικότητας σε Κτίρια

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικόλαος Ι. Σαρκίρης

Επιβλέπων : Χρυσόστομος Δούκας  
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 18/10/2023.

Χρυσόστομος Δούκας  
Καθηγητής ΕΜΠ

Ευάγγελος Μαρινάκης  
Επ. καθηγητής ΕΜΠ

Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....

.....

.....

Αθήνα, Οκτώβριος 2023

.....

**Νικόλαος Ι.Σαρκίρης**

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

Copyright © Νικόλαος Ι. Σαρκίρης, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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



## Περίληψη

Η ενεργειακή αποδοτικότητα είναι θεμελιώδης για την οικονομικά αποδοτική μετάβαση προς ένα απελευθερωμένο, απανθρακοποιημένο και αξιόπιστο ενεργειακό σύστημα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει υιοθετήσει την ενεργειακή απόδοση ως πυλώνα της Ενεργειακής Ένωσης με κατευθυντήρια αρχή την «Ενεργειακή Απόδοση Πρώτα» (EE1st) που την υπογραμμίζει. Η αρχή EE1st θα πρέπει να διαδραματίζει κεντρικό ρόλο σε όλα τα εθνικά σχέδια και εκθέσεις προς την Ενεργειακή Ένωση. Ειδικά για την ενεργειακή απόδοση σε κτίρια, αυτό αντικατοπτρίζεται από τις τρέχουσες ανεπαρκείς τάσεις που παρατηρούνται στα ποσοστά ανακαίνισης του κτιριακού τομέα, οι οποίες αποκαλύπτουν την επείγουσα ανάγκη δράσης, δεδομένου ότι πρόκειται για τον τομέα με τα μεγαλύτερα ποσοστά ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη.

Στο πλαίσιο της διπλωματικής πραγματοποιούνται δράσεις οι οποίες σχετίζονται με τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων σχετικά με την ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα, προτάσεις αναπαράστασης κτιρίων σε ψηφιακές πλατφόρμες μέσω common data models, αλλά και με την τυποποίηση των διαδικασιών χρηματοδότησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την στήριξη ενεργειών αναβάθμισης των κτιρίων. Συγκεκριμένα προτείνεται η χρήση της πολυκριτηριακής μεθόδου Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) και ειδικών δεικτών αποδοτικότητας, με σκοπό την ανάλυση και αξιολόγηση των έργων ανακαίνισης και την προτεραιοποίησή τους ανάλογα με τις επιθυμίες των χρηματοδοτών, με στόχο τη διευκόλυνση της χρηματοδότησης και την επίτευξη υψηλών επιπέδων ενεργειακής αποδοτικότητας στον κτιριακό τομέα. Η προτεινόμενη μέθοδος εφαρμόζεται σε πραγματικά δεδομένα έργων ανακαίνισης και εξάγονται αντίστοιχα συμπεράσματα.

Τα εξαγόμενα συμπεράσματα βοηθούν στην αναγνώριση και στην αντιμετώπιση των διαφόρων προκλήσεων, αλλά και στην στήριξη των ενεργειών που μπορούν να οδηγήσουν σε ένα βιώσιμο περιβάλλον. Σε αυτή την κατεύθυνση, προτείνεται η δημιουργία μιας ενεργειακής πλατφόρμας που θα παρέχει υποστήριξη και καθοδήγηση στους εμπλεκόμενους φορείς (διαχειριστές, εταιρίες υλοποίησης έργων, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα), ώστε να ενισχυθούν οι βελτιωτικές παρεμβάσεις στα κτίρια, και κατ' επέκταση η διαδικασία χάραξης πολιτικής της ΕΕ για την επίτευξη των ενεργειακών στόχων που έχει θέσει.

**Λέξεις κλειδιά:** Ενεργειακή αποδοτικότητα, Ανακαίνιση, Δείκτες αποδοτικότητας, Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί, Ενεργειακές πλατφόρμες, Common Data Models, Πολυκριτήρια Ανάλυση, TOPSIS.

## Abstract

Energy efficiency is fundamental for the economically efficient transition towards a decarbonized and reliable energy system. The European Commission has adopted energy efficiency as a pillar of the Energy Union, guided by the principle of "Energy Efficiency First" (EE1st). EE1st should play a central role in all national plans and reports to the Energy Union. Specifically, concerning energy efficiency in buildings, this is reflected by the current inadequate trends observed in building renovation rates, revealing an urgent need for action, given that buildings are the largest energy consumers in Europe.

Within the framework of this thesis, actions are undertaken related to the collection and processing of data concerning energy efficiency in the building sector, recommendations of building representation in digital platforms through common data models, as well as the standardization of financial mechanisms that can be used to support building upgrade actions. More specifically, the use of the multi-criteria TOPSIS method and specialized efficiency indicators is proposed, to enable the analysis and evaluation of renovation projects and their prioritization according to the financiers' preferences, with the aim of facilitating financing and achieving high levels of energy efficiency in the building sector. The proposed methodology is applied in real data of case studies of renovation actions. The conclusions drawn help identify and address various challenges, as well as support actions that can lead to a sustainable environment. In this direction, the proposal for the creation of an energy platform is advanced. This platform will provide support and guidance to stakeholders involved (building managers, implementation companies, financial institutions) to strengthen improvement interventions in buildings and, by extension, the formulation of EU policy to achieve the energy targets it has set.

**Keywords:** Energy Efficiency, Renovation, Efficiency indicators, Financial mechanisms, Energy platforms, Common Data Models, Multicriteria Analysis, TOPSIS.

## Πρόλογος

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023 και την περίοδο Δεκεμβρίου 2022-Οκτωβρίου 2023. Το Εργαστήριο υπάγεται στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ). Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Χρυσόστομου Δούκα, Καθηγητή ΕΜΠ, στην Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, τον οποίο ευχαριστώ ιδιαίτερως για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για τη δημιουργία μιας πλατφόρμας υποστήριξης των έργων ενεργειακής ανακαίνισης στον κτιριακό τομέα. Μέσω ανάλυσης δεδομένων και εφαρμογής της πολυκριτήριας ανάλυσης επιχειρείται η αξιολόγηση των έργων που μπορούν να ενισχύσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων. Στόχο, μέσω της προτεινόμενης πλατφόρμας, αποτελεί το να τονωθούν οι τρέχοντες ανεπαρκείς τάσεις των ενεργειακών ανακαινίσεων στα κτίρια, βοηθώντας την ΕΕ να επιτύχει τους μελλοντικούς ενεργειακούς της στόχους, ενώ ταυτόχρονα να συμβάλλει καθοριστικά στον περιορισμό του μεγάλου προβλήματος της κλιματικής κρίσης.

Επιθυμώ να ευχαριστήσω θερμά τους ερευνητές του εργαστηρίου Ιωάννα Ανδρουλάκη, Φίλιππο Μέξη και Κατερίνα Παπαποστόλου για την ουσιαστική και καθοριστικής σημασίας συμβολή τους στην υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας μέσω των εύστοχων παρατηρήσεων και των εποικοδομητικών προτάσεών τους. Η καθοδήγησή τους συνέβαλε τα μέγιστα στην επιτυχημένη ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες στην οικογένεια και το στενό φιλικό κύκλο μου για την συνεχή συμπαράσταση και στήριξη που μου προσέφεραν, προκειμένου να μπορέσω να αντιμετωπίσω επιτυχώς τα διάφορα προβλήματα, δυσκολίες και προκλήσεις που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Νικόλαος Σαρκίρης  
Οκτώβριος, 2023



## Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	17
1.1	Αντικείμενο-Σκοπός.....	17
1.2	Φάσεις Υλοποίησης.....	17
1.3	Οργάνωση Εργασίας.....	18
2	Θεωρητικό Υπόβαθρο: Ενεργειακή Αποδοτικότητα σε Κτίρια.....	23
2.1	Ανάλυση Βάσεων Δεδομένων για τις Καταναλώσεις στα Κτίρια.....	24
2.2	Βελτίωση Αποδοτικότητας μέσω Ενεργειακών Ανακαινίσεων.....	28
2.2.1	Πιθανές βελτιωτικές παρεμβάσεις στα κτίρια - ενεργειακές ανακαινίσεις.....	28
2.2.2	Ανάλυση βάσεων δεδομένων για τις καταναλώσεις ενέργειας σε κτίρια μετά από βελτιωτικές παρεμβάσεις.....	31
2.3	Δείκτες Αποδοτικότητας.....	34
2.3.1	Οικονομικοί Δείκτες.....	35
2.3.2	Περιβαλλοντικοί Δείκτες.....	37
2.3.3	Κοινωνικοί Δείκτες.....	39
3	Επενδύσεις στην Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων.....	45
3.1	Ανασκόπηση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών.....	46
3.1.1	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών.....	46
3.1.2	Ανάλυση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών.....	49
3.1.3	Κατηγοριοποίηση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών.....	52
3.2	Πλατφόρμες για τα Έργα Ενεργειακής Αποδοτικότητας σε Κτίρια & τη Χρηματοδότησή τους.....	62
4	Υποστήριξη Υλοποίησης και Χρηματοδότησης Έργων Ενεργειακής Αποδοτικότητας: Προτεινόμενη Μεθοδολογία.....	82
4.1	Πρόταση Τυποποίησης Πλατφόρμας Στήριξης Έργων Ανακαίνισης.....	82
4.1.1	Οι Χρήστες της Πλατφόρμας.....	83
4.1.2	Λειτουργία Πλατφόρμας.....	85
4.2	Μοντελοποίηση Κτιρίου στην Προτεινόμενη Πλατφόρμα: Εύρεση Μεταβλητών.....	92
4.2.1	Γενικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου.....	92
4.2.2	Ενέργεια.....	94
4.2.3	Οικονομικά Χαρακτηριστικά.....	96
4.3	Common Data Models.....	97
4.3.1	Ορισμός Common Data Models.....	98
4.3.2	Ιστορική Εξέλιξη των Common Data Models.....	98
4.3.3	Ευρέως Διαδεδομένα Common Data Models.....	99
4.3.4	Μεθοδολογία Δημιουργίας ενός Common Data Model.....	105

4.3.5	Δημιουργία Common Data Models .....	106
4.4	Πολυκριτήριες Μέθοδοι .....	111
4.4.1	Επιλογή Πολυκριτήριας Μεθόδου TOPSIS .....	112
4.4.2	Περιγραφή της Μεθόδου TOPSIS .....	114
5	Εφαρμογή της Πολυκριτήριας Μεθόδου TOPSIS για την Αξιολόγηση Έργων Ανακαίνισης 120	
5.1	Εφαρμογή του Μεθοδολογικού Πλαισίου .....	120
5.2	Σχολιασμός Αποτελεσμάτων.....	129
6	Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	134
6.1	Συμπεράσματα .....	134
6.2	Προοπτικές .....	135
7	Βιβλιογραφία .....	139
8	Παράρτημα.....	154
8.1	Κατάλογος Συντομογραφιών.....	154

## Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1:	Δείκτες αποδοτικότητας ανακαίνισης κτιρίων .....	41
Πίνακας 2:	Βιβλιογραφική ανασκόπηση των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για τους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς.....	46-47
Πίνακας 3:	Ανασκόπηση των χρηματοδοτικών μηχανισμών .....	50-52
Πίνακας 4:	Ανασκόπηση των πλατφόρμων στήριξης των έργων ανακαίνισης και της χρηματοδότησής τους .....	75-78
Πίνακας 5:	Περιγραφή και αντιστοίχιση των κύριων μεταβλητών/ετικετών των δεδομένων αναζήτησης και των μοντέλων δεδομένων .....	93-94
Πίνακας 6:	Περιγραφή και αντιστοίχιση των δευτερεύοντων μεταβλητών/ετικετών των δεδομένων αναζήτησης και των μοντέλων δεδομένων .....	94-96
Πίνακας 7:	Αντιστοίχιση έργων ανακαίνισης με μία συντομογραφία (π.χ. Project 1 - P1), παραθέτοντας πρόσθετες πληροφορίες .....	112-113
Πίνακας 8:	Πίνακας Απόφασης - Δεδομένα έργων ανακαίνισης προγράμματος ENERGATE .....	114-115
Πίνακας 9:	Σταθμισμένος πίνακας απόφασης .....	115-116
Πίνακας 10:	Πίνακας αποστάσεων από θετική και αρνητική ιδεατή λύση .....	116-117
Πίνακας 11:	Πίνακας σχετικής εγγύτητας, κατάταξη και σειρά σπουδαιότητας .....	117-118
Πίνακας 12:	Κατάταξη των έργων με βάση τη σειρά σπουδαιότητας.....	119-120

## Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την χρονική περίοδο 1990 - 2019 (Πηγή: Eurostat).....	25
Σχήμα 2: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση την επιφάνεια δαπέδου την χρονική περίοδο 2000 - 2014 (Πηγή: BuiltHub - European Commission).....	26
Σχήμα 3: Μέση κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση τον αριθμό των κτιρίων την χρονική περίοδο 2000 - 2014 (Πηγή: BuiltHub - European Commission).....	26
Σχήμα 4: Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ) που προέρχονται από κτίρια στην Ευρωπαϊκή Ένωση την χρονική περίοδο 1970 - 2018 (Πηγή: EDGAR) .....	27
Σχήμα 5: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων σε κατοικίσιμες περιοχές στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται για τη χρονική περίοδο 2000 - 2017 (Πηγή: Eurostat).....	27
Σχήμα 6: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων σε μη κατοικίσιμες περιοχές στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται για τη χρονική περίοδο 2000 - 2017 (Πηγή: Eurostat).....	28
Σχήμα 7: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων για τη χρονική περίοδο 2011 - 2019 (Πηγή: ENERGATE) .....	32
Σχήμα 8: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση την συνολική επιφάνεια δαπέδου (Πηγή: ENERGATE) .....	32
Σχήμα 9: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση τον αριθμό των ορόφων (Πηγή: ENERGATE) .....	33
Σχήμα 10: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση την εξωτερική θερμοκρασία (Πηγή: ENERGATE) .....	33
Σχήμα 11: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση το έτος κατασκευής (Πηγή: ENERGATE) .....	34
Σχήμα 12: Δείκτες αποδοτικότητας .....	35
Σχήμα 13: Μέσο χρηματικό ποσό που επενδύεται σε κατοικίες, τόσο για τη διενέργεια ενεργειακών αναβαθμίσεων όσο και για γενικότερες αναβαθμίσεις (Πηγή: European Commission).....	45
Σχήμα 14: Μέσο χρηματικό ποσό που επενδύεται σε επαγγελματικά κτίρια, τόσο για τη διενέργεια ενεργειακών αναβαθμίσεων όσο και για γενικότερες αναβαθμίσεις (Πηγή: European Commission).....	46
Σχήμα 15: Κυκλικό διάγραμμα απεικόνισης του πλήθους των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για τον κάθε χρηματοδοτικό μηχανισμό.....	48
Σχήμα 16: Λειτουργία πλατφόρμας - κινήσεις διαχειριστή κτιρίου (Διάγραμμα BPMN) .....	85
Σχήμα 17: Λειτουργία πλατφόρμας - κινήσεις εταιρίας υλοποίησης έργου (Διάγραμμα BPMN) .....	86
Σχήμα 18: Λειτουργία πλατφόρμας - κινήσεις χρηματοδότη (Διάγραμμα BPMN).....	86
Σχήμα 19: Λειτουργία πλατφόρμας - στάδιο απόφασης (Διάγραμμα BPMN) .....	87
Σχήμα 20: Λειτουργία πλατφόρμας - ολόκληρο σχήμα (Διάγραμμα BPMN).....	88
Σχήμα 21: Απεικόνιση των χαρακτηριστικών που λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση ενός κτιρίου .....	94

Σχήμα 22: Απεικόνιση των χαρακτηριστικών που λαμβάνονται υπόψη κατά την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου .....	96
Σχήμα 23: Απεικόνιση των χαρακτηριστικών που λαμβάνονται υπόψη κατά την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου μέσω οικονομικών παραγόντων .....	97
Σχήμα 24: 1 <sup>η</sup> πρόταση Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια.....	108
Σχήμα 25: 2 <sup>η</sup> πρόταση (προέκταση της 1 <sup>ης</sup> πρότασης) Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια .....	109
Σχήμα 26: 3 <sup>η</sup> πρόταση Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια .....	110
Σχήμα 27: 4 <sup>η</sup> πρόταση (προέκταση της 3 <sup>ης</sup> πρότασης) Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια .....	111
Σχήμα 28: Επισκόπηση των Βασικών Βημάτων της μεθοδολογίας με χρήση της TOPSIS ..	116



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Εισαγωγή





# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Αντικείμενο-Σκοπός

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα με παγκόσμιες διαστάσεις, το οποίο οφείλεται στην εκπομπή και στη συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου στον χώρο της ατμόσφαιρας. Μεταξύ αυτών των αερίων, το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) είναι ο πιο διαδεδομένος και σημαντικός συντελεστής αυτής της κρίσης, που προέρχεται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων για ενέργεια, οι μεταφορές και οι βιομηχανικές διεργασίες. Για αυτό το λόγο ο μετριασμός των εκπομπών είναι ζωτικής σημασίας για τον περιορισμό της κλιματικής κρίσης και την προώθηση ενός βιώσιμου μέλλοντος.

Μέσα στο πλαίσιο της κλιματικής κρίσης, τα κτίρια αναδεικνύονται σημαντικοί συντελεστές του προβλήματος. Η λειτουργία τους αντιπροσωπεύει σημαντικό μέρος των παγκόσμιων εκπομπών, με συνέπεια το αποτύπωμα άνθρακα των κτιρίων να αφήνει ανεξίτηλο το στίγμα του. Ωστόσο, τα κτίρια παρέχουν, επίσης, τη δυνατότητα να αναδειχθούν ισχυροί παράγοντες αλλαγής, με στόχο τον μετριασμό της κλιματικής κρίσης. Μέσω καινοτόμου σχεδιασμού και ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών γίνεται δυνατό να μειωθεί σημαντικά το περιβαλλοντικό κόστος των κτιρίων. Η αντιμετώπιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων απαιτεί στρατηγική παρέμβαση που θα αποκλιμακώσει την παρούσα κατάσταση και θα οδηγήσει στην καταπολέμηση της κλιματικής κρίσης.

Βασικό, λοιπόν, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διενέργεια μιας λεπτομερούς και ολοκληρωμένης ανάλυσης της λειτουργίας ενός κτιρίου, αλλά και η αποτύπωση των παρεμβάσεων που μπορούν να οδηγήσουν σε βελτίωση της ενεργειακής εικόνας ενός κτιρίου. Προκειμένου να υλοποιηθούν αυτές οι παρεμβάσεις, απαιτείται από τη μία οικονομική στήριξη και από την άλλη παροχή βοήθειας από επαγγελματίες με κατάλληλη τεχνική κατάρτιση προς τους διαχειριστές των κτιρίων. Σε αυτή την κατεύθυνση, αφού πρώτα παρουσιαστούν αναλυτικά τόσο οι ιδανικές παρεμβάσεις, μέσω των αντίστοιχων δεικτών απόδοσης, όσο και οι διαθέσιμοι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που ενδείκνυνται για την προκειμένη περίπτωση, θα δημιουργηθεί μια πρόταση για την δημιουργία μιας πλατφόρμας, η οποία θα έχει ως μοναδικό στόχο την στήριξη τέτοιων ενεργειών. Είναι σημαντικό να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε, οι πιθανές παρεμβάσεις που προκρίνονται θα αξιολογούνται μέσω της πολυκριτηριακής μεθόδου TOPSIS.

Μέσω αυτής της διαδικασίας επιχειρείται, πρωτίστως, να αναδειχθεί το ζήτημα της προβληματικής ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, αλλά και, δευτερευόντως, να επισημανθεί το γεγονός ότι, κάτω από τις απαραίτητες ενέργειες μπορεί να περιοριστεί και να μετατραπεί σε χρήσιμο εργαλείο στον δρόμο για ένα πραγματικά πράσινο και βιώσιμο περιβάλλον.

## 1.2 Φάσεις Υλοποίησης

Η υλοποίηση της παρούσας εργασίας διακρίνεται στις παρακάτω φάσεις, κάθε μια από τις οποίες περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω:

1. **Θεωρητική Ανάλυση Ενεργειακής Αποδοτικότητας και Συμπεριφοράς ενός Κτιρίου:** Αρχικά πραγματοποιείται εμβάθυνση στην έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας γενικότερα, αλλά και πιο συγκεκριμένα στον κτιριακό τομέα. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι δείκτες αποδοτικότητας που φανερώνουν την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου.
2. **Συλλογή, Ανάλυση Δεδομένων και Προσδιορισμός Χαρακτηριστικών Κτιρίων:** Αρχικά, πραγματοποιείται συλλογή και ανάλυση δεδομένων μέσω γραφημάτων με στόχο την ερμηνεία και κατανόηση της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου. Τέλος, ομαδοποιούνται οι παράγοντες που καθορίζουν την ενεργειακή αποδοτικότητα σε ένα κτίριο, με στόχο την ευκολότερη κατανόηση της συνεισφοράς τους στην γενικότερη ενεργειακή τους εικόνα.
3. **Βελτίωση Ενεργειακής Αποδοτικότητας ενός Κτιρίου:** Σε αυτό το σημείο καταγράφονται οι πιθανές παρεμβάσεις, που μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιρίου.
4. **Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί Υποστήριξης Έργων Ανακαίνισης:** Εν συνεχεία, καταγράφονται αναλυτικά οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που διατίθενται για στήριξη έργων ανακαίνισης, δίνοντας έμφαση στο είδος κτιρίου στο οποίο απευθύνονται, στους κινδύνους και στα εμπόδια που τους συνοδεύουν.
5. **Εύρεση Υπαρχουσών Πλατφόρμων Υποστήριξης Έργων Ανακαίνισης:** Με στόχο την στήριξη των ανακαινίσεων, πραγματοποιείται αναζήτηση ήδη υπαρχουσών πλατφόρμων που παρέχουν πλήρη υποστήριξη στην εκπόνηση ενός τέτοιου έργου.
6. **Ανάδειξη Προβλήματος:** Μετά από τη λεπτομερή ανάλυση των δεδομένων, των πιθανών βελτιωτικών παρεμβάσεων, των χρηματοδοτικών μηχανισμών και των πλατφορμών υποστήριξης των έργων ανακαίνισης, αναδεικνύεται το πρόβλημα της έλλειψης μίας υπηρεσίας παροχής ολοκληρωμένης στήριξης στην εκπόνηση ανακαινιστικών έργων.
7. **Common Data Models:** Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, η κατανόηση της λειτουργίας ενός κτιρίου απαιτεί πρώτα την καταγραφή των δεδομένων ενέργειας. Σε αυτή την κατεύθυνση παρουσιάζονται τα Common Data Models, ενώ δημιουργείται νέα πρόταση δημιουργίας Common Data Models.
8. **Εφαρμογή μεθόδου TOPSIS για την Αξιολόγηση Έργων Ανακαίνισης:** Στο πλαίσιο των πιθανών βελτιωτικών παρεμβάσεων, μέσω της πολυκριτηριακής μεθόδου TOPSIS θα επιχρησθεί, μέσω δεικτών αποδοτικότητας, η αξιολόγηση των εναλλακτικών στρατηγικών - ενεργειών.
9. **Δημιουργία Πρότασης για Πλατφόρμα Στήριξης Ενεργειών Ανακαίνισης:** Τέλος, κι αφού εξεταστούν οι διάφορες επιλογές στήριξης των βελτιωτικών παρεμβάσεων, προκρίνεται η δημιουργία πλατφόρμας που θα παρέχει καθολική στήριξη και καθοδήγηση σε έργα ανακαινίσεων, τόσο σε επίπεδο υλοποίησης, όσο και σε επίπεδο χρηματοδότησης.

### 1.3 Οργάνωση Εργασίας

Η εργασία οργανώνεται ως εξής, αρχικά στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας γενικότερα, αλλά και ειδικότερα στον κτιριακό τομέα. Επίσης, συγκεντρώνονται και αναλύονται δεδομένα κτιρίων, ώστε να κατανοηθεί η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων. Στη συνέχεια, προσδιορίζονται οι πιθανές παρεμβάσεις που μπορούν να λάβουν χώρα, αλλά και οι δείκτες αποδοτικότητας που χρησιμεύουν στην αξιολόγηση τους. Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο καταγράφονται οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που

αξιοποιούνται στα έργα ανακαίνισης κτιρίων αλλά και οι πλατφόρμες που μπορούν να προσφέρουν πιο σφαιρική και πλήρη στήριξη. Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, αφού πρώτα αναδεικνύεται το πρόβλημα και αναλύεται η προτεινόμενη μεθοδολογία για την αντιμετώπισή του, υπογραμμίζονται τα χαρακτηριστικά των κτιρίων που καθορίζουν την ενεργειακή τους απόδοση, ενώ με την βοήθεια των Common Data Models, γίνεται προσπάθεια να αυτοματοποιηθεί η διαδικασία συλλογής και αξιολόγησης των ενεργειακών δεδομένων. Στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην πολυκριτηριακή μέθοδο TOPSIS, με την χρήση της οποίας επιχειρείται η αξιολόγηση, μέσω ειδικών δεικτών αποδοτικότητας, και η κατάταξη των πιθανών βελτιωτικών παρεμβάσεων σε κτίρια. Τα αποτελέσματα αυτά καθώς και διάφορες ακόμη παρατηρήσεις και συμπεράσματα συμπληρώνουν το Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>, στο οποίο προτείνονται πιθανές στρατηγικές για την επίτευξη υψηλών επιπέδων ενεργειακής αποδοτικότητας.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### Ενεργειακή Αποδοτικότητα



## 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο: Ενεργειακή Αποδοτικότητα σε Κτίρια

Η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη έχει οδηγήσει σε ραγδαία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, με σημαντικές συνέπειες, ιδίως στην μόλυνση του περιβάλλοντος (da Cunha & de Aguiar, 2020). Η ενεργειακή αποδοτικότητα και η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελούν έννοιες που στοχεύουν στον περιορισμό αυτών των συνεπειών, καταβάλλοντας προσπάθεια τόσο για τον έλεγχο του περιβαλλοντολογικού αντίκτυπου, όσο και για την εύρεση, γενικότερα, πιο βιώσιμων επιλογών αξιοποίησης της ενέργειας (Linares & Labandeira, 2010).

Η ενεργειακή αποδοτικότητα αναφέρεται στην πρακτική της χρήσης λιγότερης ενέργειας για την επίτευξη της ίδιας ή καλύτερης απόδοσης σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους. Η ενεργειακή απόδοση επιτυγχάνεται, συνήθως, με τη χρήση αποδοτικότερων τεχνολογιών και πρακτικών που μειώνουν την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την εκτέλεση μιας δεδομένης εργασίας ή την παροχή μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας (Bakar et al., 2015). Είναι ο όρος που φανερώνει πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται η ενέργεια για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας ή λειτουργίας, ενώ αναφέρεται σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγής, για το σχηματισμό ή τη χρήση των ενεργειακών πόρων, προσφέροντας παράλληλα πολλαπλά οφέλη σε διάφορους τομείς:

- μειώνει το ποσό των πρώτων υλών οι οποίες χρησιμοποιούνται στη παραγωγική διαδικασία και συνεπώς τις εκπομπές των ρύπων οι οποίες δημιουργούνται, βελτιώνοντας, με αυτό τον τρόπο, το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων ιδιαίτερα σε βιομηχανικές μεγαλουπόλεις,
- ενισχύει την οικονομία της χώρας, καθώς δεν απαιτεί μεγάλες δαπάνες, ενώ αποτελεί πολιτική ταχείας και υψηλής απόδοσης. Ταυτόχρονα είναι πολιτική μακράς πνοής, γιατί εξασφαλίζει μόνιμα οφέλη μεγάλης κλίμακας. Τα οφέλη αυτά συσσωρεύονται αθροιστικά, καθώς το κόστος προσφοράς της ενέργειας μειώνεται με την πάροδο του χρόνου (Patterson, M. G., 1996),
- συμβάλλει στην μείωση της ανεργίας, καθώς με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, δημιουργούνται καινούργιες θέσεις εργασίας, που σχετίζονται με την εγκατάσταση, την τεχνογνωσία, την λειτουργία αλλά και την υποστήριξη αυτών,
- η ενεργειακή αποδοτικότητα εμφανίζεται ως μια από τις δραστικές λύσεις αντιμετώπισης της έλλειψης ενεργειακών αποθεμάτων.

Η επίτευξη υψηλών επιπέδων ενεργειακής απόδοσης απαιτεί μια διεπιστημονική προσέγγιση στην οποία συμμετέχουν ενδιαφερόμενα μέρη από όλους τους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των υπευθύνων χάραξης πολιτικής, των επιχειρήσεων και των καταναλωτών. Μπορεί να περιλαμβάνει την εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών, την ανάπτυξη προγραμμάτων διαχείρισης και παρακολούθησης ενέργειας και την υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών συμπεριφορών και πρακτικών.

Τα κτίρια κατέχουν σημαντικό ρόλο στο αποτύπωμα της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς ευθύνονται για ένα μεγάλο μέρος των εκπομπών των αερίων που προκαλούν περιβαλλοντολογική μόλυνση. Ως αποτέλεσμα, η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων αποτελεί προτεραιότητα και καθορίζεται ως πυλώνας στην πολιτική ατζέντα πολλών χωρών, αλλά και της διεθνούς κοινότητας (Noailly, 2012).

Η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων αναφέρεται στην εφαρμογή μέτρων και στρατηγικών που στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, διατηρώντας ή βελτιώνοντας, παράλληλα, τα επίπεδα λειτουργικότητας και άνεσης (da Cunha & de Aguiar, 2020). Περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα πρακτικών, συμπεριλαμβανομένων του σχεδιασμού και της κατασκευής ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, της βελτιστοποίησης των συστημάτων και του εξοπλισμού των κτιρίων και της εφαρμογής προγραμμάτων διαχείρισης και παρακολούθησης της ενέργειας (Bakar et al., 2015).

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αποτελεί κρίσιμη διάσταση της βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς συμβάλλει στον μετριασμό των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων, στη μείωση του ενεργειακού κόστους για τους ιδιοκτήτες και τους ενοίκους των κτιρίων, αλλά και στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας μέσω της μείωσης της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Η επίτευξη υψηλών επιπέδων ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια απαιτεί μια διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία περιλαμβάνει μηχανικούς που συνεργάζονται για την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικών λύσεων, οι οποίες, με τη σειρά τους, είναι προσαρμοσμένες στις συγκεκριμένες ανάγκες του κτιρίου και της άνεσης των ενοίκων (Mohsen & Akash, 2001).

Ωστόσο, χαρακτηρίζεται από τις τρέχουσες ανεπαρκείς τάσεις στα ποσοστά ανακαίνισης του κτιριακού τομέα, στον οποίο παρατηρούνται τα υψηλότερα επίπεδα ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη (Linares & Labandeira, 2010). Τα επίπεδα αυτά δεν ανταποκρίνονται στην γενικότερη φιλοσοφία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, που έχει υιοθετήσει την ενεργειακή απόδοση ως πυλώνα της Ενεργειακής Ένωσης με κατευθυντήρια αρχή την "Ενεργειακή Απόδοση Πρώτα" (EE1st).

## 2.1 Ανάλυση Βάσεων Δεδομένων για τις Καταναλώσεις στα Κτίρια

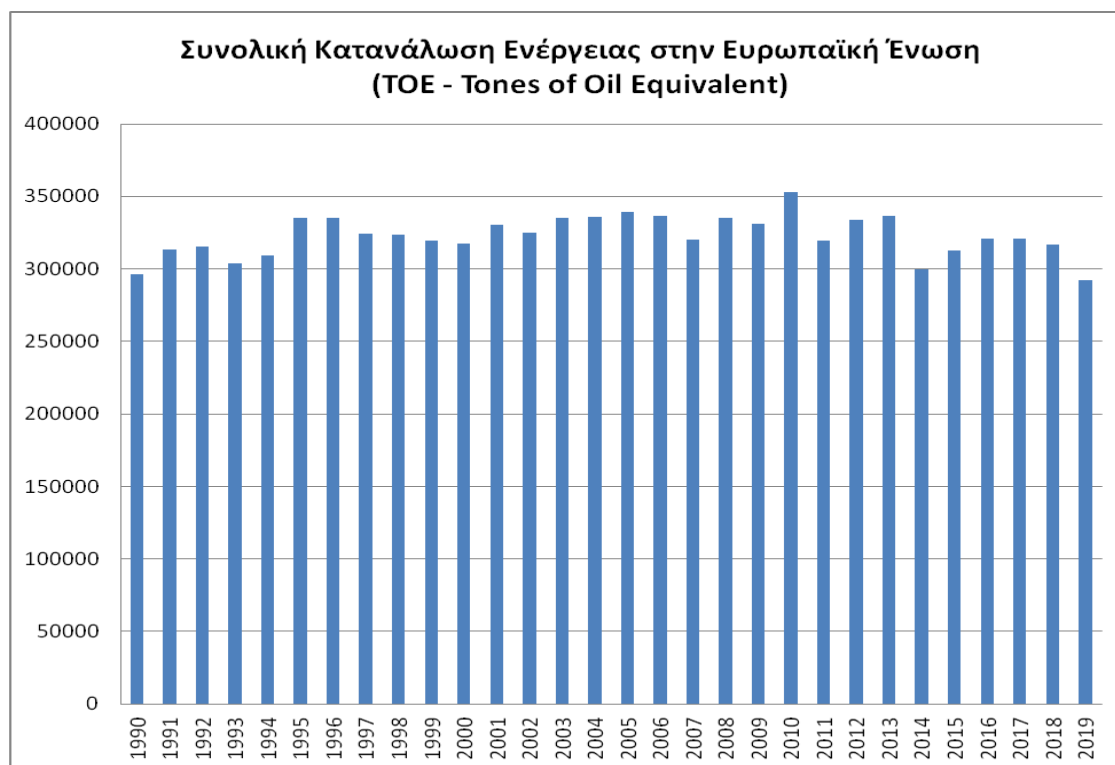
Η μελέτη της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια κατέχει καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση μιας εκ των πιο πιεστικών προκλήσεων της εποχής μας, τη βιώσιμη και αποδοτική αξιοποίηση των πόρων. Καθώς η ζήτηση για ενέργεια συνεχίζει να αυξάνεται, καθίσταται επιτακτική η κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν στην κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια. Η διαθεσιμότητα αξιόπιστων και ολοκληρωμένων δεδομένων είναι υψίστης σημασίας για τον εντοπισμό ανεπαρκειών και την επιβολή αποτελεσματικών στρατηγικών βελτιστοποίησης. Τα δεδομένα χρησιμεύουν ως κρίσιμο θεμέλιο για τη λήψη αποφάσεων, τη διαμόρφωση πολιτικής και την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Αξιοποιώντας τη δύναμη της ανάλυσης δεδομένων είναι δυνατό να αποκτηθούν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τα πρότυπα, τις τάσεις και τους παράγοντες κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια, επιτρέποντας παρεμβάσεις και προωθώντας ένα βιώσιμο δομημένο περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτό, στη συνέχεια, επιχειρείται η παρουσίαση μιας σειράς διαγραμμάτων που στοχεύει στην απεικόνιση των προφίλ ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, ρίχνοντας φως στην ενεργειακή τους απόδοση.

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσα από τις πλατφόρμες:

- BuiltHub (BuiltHub. (n.d.). <https://platform.builthub.eu/>) και
- Eurostat - Ευρωπαϊκή Ένωση (Energy. (2023, June 12). Energy. [https://energy.ec.europa.eu/index\\_en](https://energy.ec.europa.eu/index_en)).

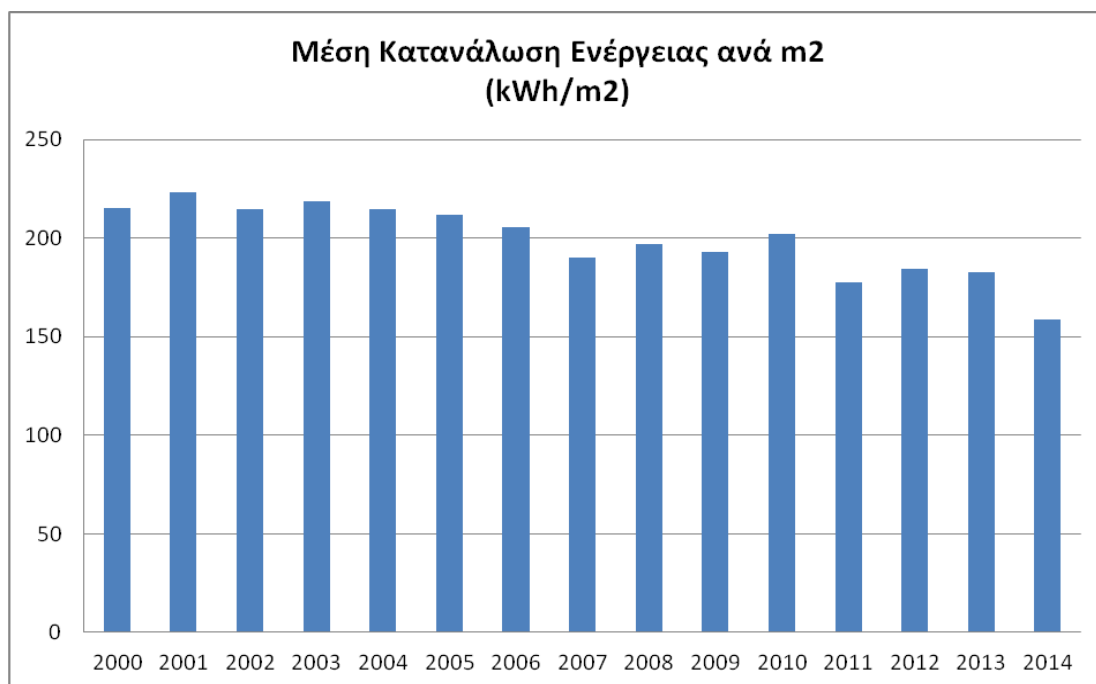


Ξεκινώντας, παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον η αναφορά στη συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά έτος στην Ευρώπη. Από το διάγραμμα γίνεται αντιληπτό ότι η ενεργειακή κατανάλωση, παρόλο που η ζήτηση ενέργειας ολοένα και αυξάνεται, δεν εμφανίζει ιδιαίτερες διακυμάνσεις στο πέρασμα του χρόνου και, γενικώς, διατηρείται σταθερή, σημειώνοντας μια ανεπαίσθητη, σχεδόν, μείωση.

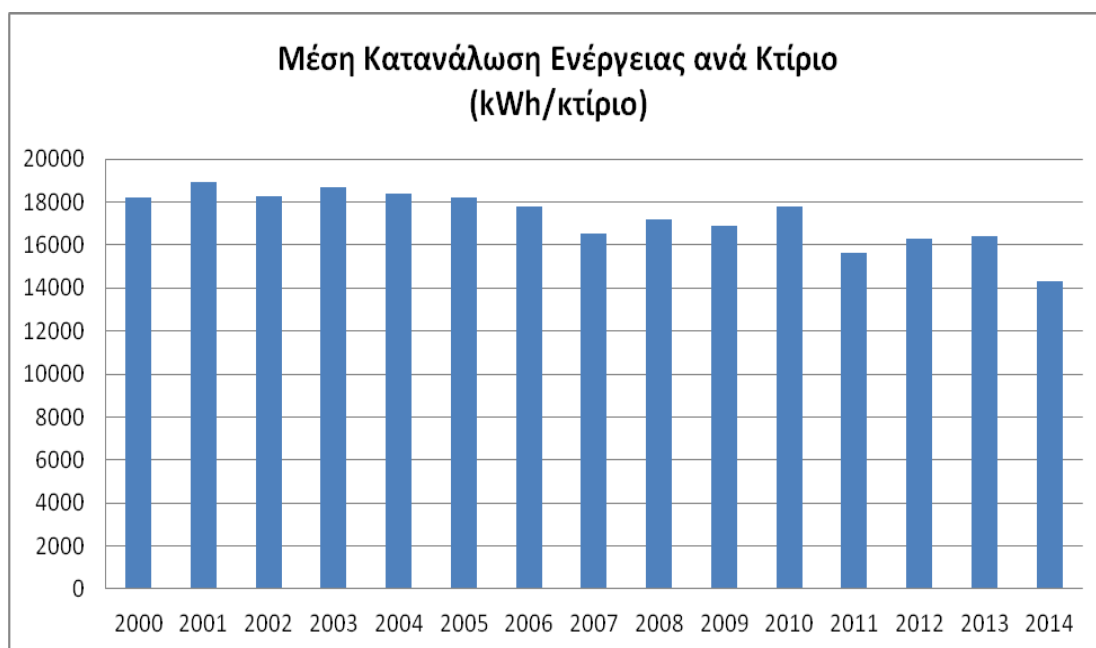


Σχήμα 1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την χρονική περίοδο 1990 - 2019 (Πηγή: Eurostat)

Αξίζει να σημειωθεί, όπως και προηγουμένως, ότι οι τιμές της καταναλώμενης ενέργειας διατηρούνται σε σταθερά επίπεδα, τόσο σε σχέση με την επιφάνεια του κτιρίου, όσο και σε σχέση με το κτίριο συνολικά, ανεξαρτήτως εάν η συνολική επιφάνεια των κτιρίων αυξάνεται. Αυτό το γεγονός φανερώνει τη συνειδητοποίηση του προβλήματος και τις προσπάθειες για λογισμένη χρήση και εκμετάλλευση της.



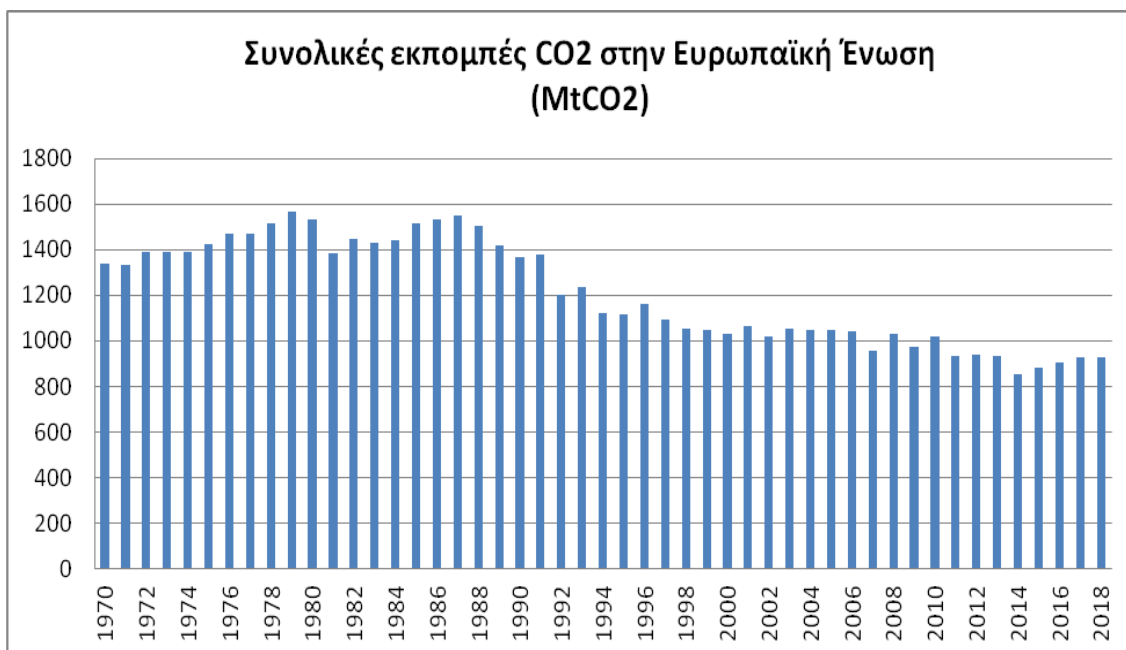
Σχήμα 2: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση την επιφάνεια δαπέδου την χρονική περίοδο 2000 - 2014 (Πηγή: BuiltHub - European Commission)



Σχήμα 3: Μέση κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση τον αριθμό των κτιρίων την χρονική περίοδο 2000 - 2014 (Πηγή: BuiltHub - European Commission)

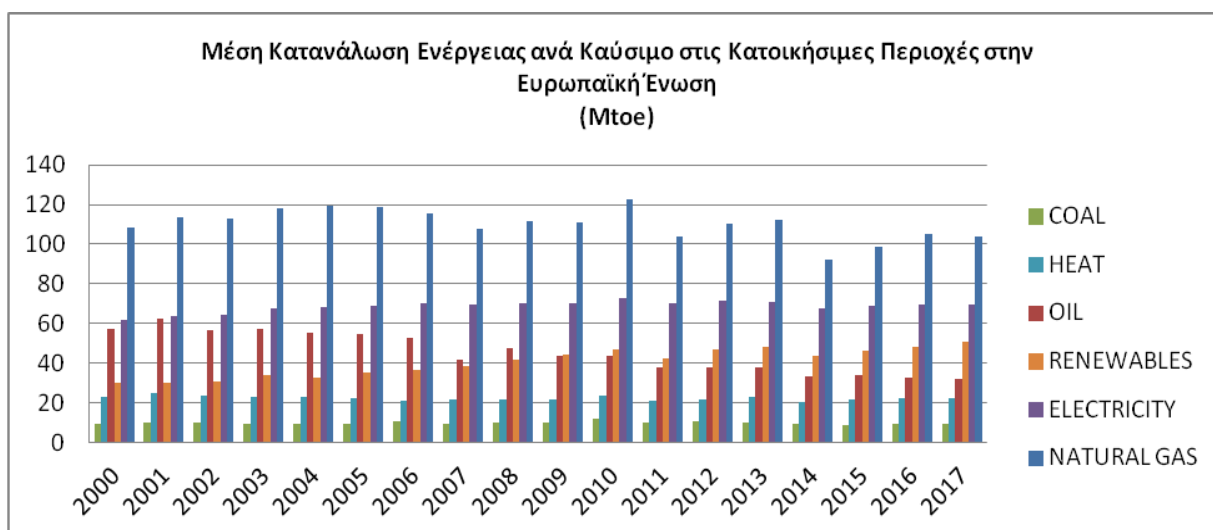
Όπως έχει προαναφερθεί, βασικό στόχο στην προσπάθεια ενίσχυσης της ενεργειακής αποδοτικότητας στα κτίρια αποτελεί η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιρίων. Το παρακάτω διάγραμμα αναδεικνύει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> που προέρχονται από τα κτίρια στην ατμόσφαιρα και οδηγούν, σε ένα μεγάλο βαθμό, σε περιβαλλοντικές καταστροφές. Όσοσο, θα ήταν παράλειψη να μην επισημανθεί το γεγονός ότι παρατηρείται σημαντική μείωση στις

εκπομπές αερίων τα τελευταία έτη σε σχέση με τα προηγούμενα, χωρίς, όμως, αυτή η μείωση να κρίνεται επαρκής.

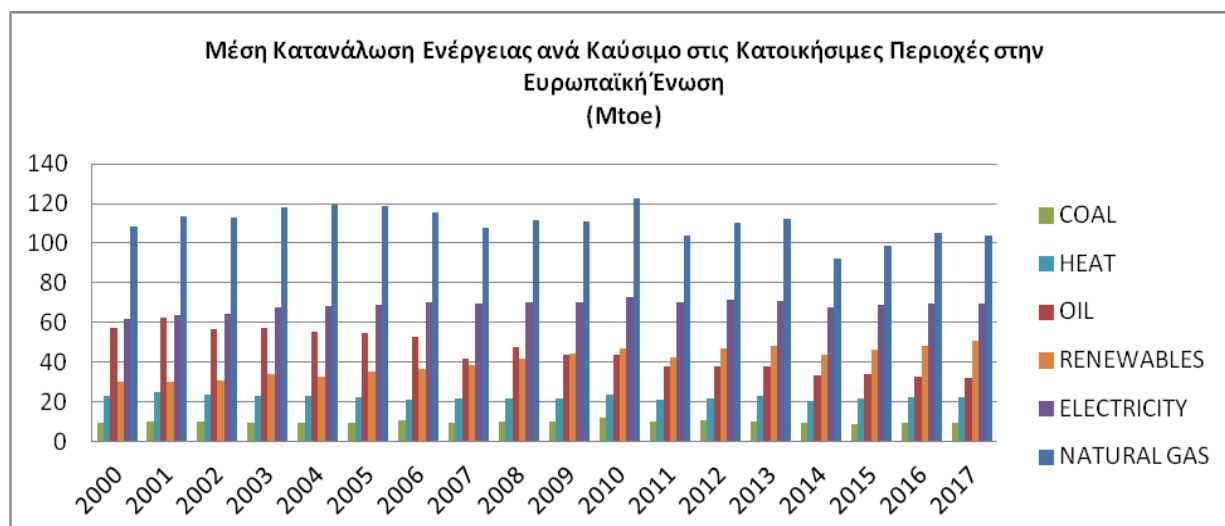


Σχήμα 4: Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO2) που προέρχονται από κτίρια στην Ευρωπαϊκή Ένωση την χρονική περίοδο 1970 - 2018 (Πηγή: EDGAR)

Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει, επίσης, και η ενεργειακή κατανάλωση μέσα από το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται. Στα οικιακά κτίρια (κατοικήσιμες περιοχές) παρατηρούνται σταθερά επίπεδα κατανάλωσης καυσίμων. Το φυσικό αέριο και το ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνονται σε μεγαλύτερες ποσότητες, ενώ, παράλληλα, σημειώνεται μείωση του πετρελαίου και μια στροφή προς τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Στα επαγγελματικά κτίρια (μη κατοικήσιμες περιοχές) παρατηρείται σχετική αύξηση της ποσότητας των καυσίμων που χρησιμοποιούνται, χωρίς αλλαγές στο είδος του καυσίμου που επιλέγεται.



Σχήμα 5: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων σε κατοικήσιμες περιοχές στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται για τη χρονική περίοδο 2000 - 2017 (Πηγή: Eurostat)



Σχήμα 6: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων σε μη κατοικήσιμες περιοχές στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται για τη χρονική περίοδο 2000 - 2017 (Πηγή: Eurostat)

## 2.2 Βελτίωση Αποδοτικότητας μέσω Ενεργειακών Ανακαινίσεων

Οι βελτιωτικές παρεμβάσεις στα κτίρια αναφέρονται στη διαδικασία αναβάθμισης υφιστάμενων κτιρίων με ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες, όπως η βελτιωμένη μόνωση, τα προηγμένα συστήματα φωτισμού και άλλα μέτρα που αποσκοπούν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτή η προσέγγιση προσφέρει δυνατότητες βελτιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης και μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η σημασία των παρεμβάσεων έγκειται, όχι μόνο στην ικανότητά τους να ενισχύουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, αλλά και στα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη τους, την άνεση των ενοίκων και τη συνολική περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

### 2.2.1 Πιθανές βελτιωτικές παρεμβάσεις στα κτίρια - ενεργειακές ανακαινίσεις

Τα μέτρα αναβάθμισης διαδραματίζουν καίριο ρόλο στην ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, προσφέροντας σημαντικά οφέλη, τόσο για το περιβάλλον, όσο και για τους ενοίκους των κτιρίων. Με την εφαρμογή βελτιωτικών ενεργειών, τα κτίρια μπορούν να επιτύχουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, χαμηλότερο λειτουργικό κόστος και να συμβάλουν σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον. Η σημασία των παρεμβάσεων έγκειται, όχι μόνο στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, αλλά και στη βελτίωση της άνεσης των εσωτερικών χώρων, της υγείας των ενοίκων και της συνολικής απόδοσης του κτιρίου. Από τη μόνωση και τα παράθυρα έως τις αναβαθμίσεις φωτισμού, τις βελτιώσεις του συστήματος HVAC και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι ανακαινίσεις περιλαμβάνουν ένα ολοκληρωμένο φάσμα στρατηγικών που μετατρέπουν τα υπάρχοντα κτίρια σε αποδοτικές και περιβαλλοντικά υπεύθυνες κατασκευές (Kontokosta, 2016).

### 2.2.1.1 Μόνωση

Η ενίσχυση της μόνωσης αποτελεί θεμελιώδες μέτρο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου. Η εγκατάσταση θερμομονωτικών υλικών συμβάλλει στη μείωση της μεταφοράς θερμότητας και στην ελαχιστοποίηση της ανάγκης για υπερβολική θέρμανση και ψύξη, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Η μόνωση των τοίχων, της οροφής και του δαπέδου, με υλικά όπως οι ράβδοι από υαλοβάμβακα, η κυτταρίνη, οι άκαμπτες σανίδες αφρού ή η μόνωση αφρού ψεκασμού, βοηθά στη διατήρηση μιας άνετης εσωτερικής θερμοκρασίας (Sarihi et al., 2021). Αποτρέπει την απώλεια θερμότητας, εμποδίζοντας τη διαφυγή της, κατά τους ψυχρότερους μήνες και ελαχιστοποιεί την είσοδο θερμότητας κατά τους θερμότερους μήνες (Wilkinson & Reed, 2009). Τα μέτρα μόνωσης, όταν συνδυάζονται με κατάλληλες τεχνικές στεγανοποίησης αέρα, αποτρέπουν αποτελεσματικά τη διαρροή αέρα και δημιουργούν ένα πιο ενεργειακά αποδοτικό κέλυφος κτιρίου (Castleton et al., 2010).

Στα μέτρα μόνωσης προστίθεται και η αναβάθμιση των παραθύρων, καθώς ενισχύει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου (Friess & Rakhshan, 2017). Τα παράθυρα διπλών ή τριπλών τζαμιών με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής είναι αποτελεσματικά στη μείωση της μεταφοράς θερμότητας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος, συμβάλλοντας στη διατήρηση σταθερών εσωτερικών θερμοκρασιών και στη μείωση της εξάρτησης από συστήματα θέρμανσης και ψύξης (Aboulnaga, 2006).

### 2.2.1.2 Αναβαθμίσεις φωτισμού

Οι αναβαθμίσεις φωτισμού χρησιμεύουν ως κρίσιμο μέτρο για την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου. Η αντικατάσταση των παραδοσιακών λαμπτήρων πυρακτώσεως με ενεργειακά αποδοτικές επιλογές φωτισμού προσφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και περιβαλλοντικά οφέλη (Chidiac et al, 2011).

Τα φώτα LED (Light Emitting Diode) είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στις αναβαθμίσεις φωτισμού λόγω της υψηλής απόδοσής τους, αφού καταναλώνουν πολύ λιγότερη ενέργεια σε σύγκριση με παλιότερους λαμπτήρες, παρέχοντας, παράλληλα, τα ίδια ή ακόμα υψηλότερα επίπεδα φωτισμού (Chen et al., 2017). Μετατρέπουν ένα υψηλότερο ποσοστό ενέργειας σε φως και παράγουν λιγότερη θερμότητα, μειώνοντας, έτσι, την κατανάλωση ενέργειας και την ανάγκη για πρόσθετη ψύξη (Hong et al., 2019). Τα φώτα LED έχουν, επίσης, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, μειώνοντας το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης λαμπτήρων (Gan et al., 2013). Τέλος, τα προηγμένα χειριστήρια φωτισμού, όπως οι αισθητήρες πληρότητας και τα συστήματα συλλογής φωτός ημέρας, βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας προσαρμόζοντας τα επίπεδα φωτισμού με βάση την πληρότητα και τη διαθεσιμότητα φυσικού φωτός (DiLouie, 2021), επιτυγχάνοντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

### 2.2.1.3 Αναβαθμίσεις συστήματος θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC)

Οι αναβαθμίσεις συστημάτων HVAC (Θέρμανση, Εξαερισμός και Κλιματισμός) είναι βασικά μέτρα ανακαίνισης που βελτιώνουν σημαντικά την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Η

αναβάθμιση του συστήματος HVAC μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και βελτιωμένη άνεση για τους ενοίκους του κτιρίου (Ma et al., 2012).

Αρχικά, η αντικατάσταση παρωχημένων ή μη αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης με επιλογές υψηλής απόδοσης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Η αναβάθμιση σε ενεργειακά αποδοτικούς λέβητες, φούρνους ή αντλίες θερμότητας μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της θέρμανσης, μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας (Hong et al., 2019). Τα νέα συστήματα χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες για την εξαγωγή περισσότερης θερμότητας από την πηγή καυσίμου, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της απόδοσης (Che et al. 2019).

Ομοίως, η αναβάθμιση των συστημάτων ψύξης μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ενεργειακή απόδοση. Οι ενεργειακά αποδοτικές μονάδες κλιματισμού, όπως τα συστήματα μεταβλητής ροής ψυκτικού (Variable Refrigerant Flow - VRF), μπορούν να παρέχουν αποτελεσματική ψύξη ενώ καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια (Akgiç & Yilmaz, 2022). Μέσα από την χρήση προηγμένων συμπιεστών, ψυκτικών μέσων και χειριστηρίων επιτυγχάνουν βελτιστοποίηση της απόδοσης και μείωση της σπατάλης ενέργειας (Walker, 2003).

Η βελτιστοποίηση των αγωγών είναι μια άλλη πτυχή των αναβαθμίσεων του συστήματος HVAC. Οι αγωγοί στεγανοποίησης και μόνωσης ελαχιστοποιούν τη διαρροή αέρα, διασφαλίζοντας ότι ο κλιματιζόμενος αέρας φτάνει στον προορισμό του χωρίς απώλειες (Hong et al., 2019). Με την αντιμετώπιση ζητημάτων αγωγών, τα συστήματα HVAC μπορούν να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά, μειώνοντας τη σπατάλη ενέργειας (Friess & Rakhshan, 2017).

Με την εφαρμογή αναβαθμισμένων συστημάτων HVAC, τα κτίρια μπορούν να επιτύχουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, να μειώσουν το κόστος κοινής ωφέλειας και να βελτιώσουν την άνεση των ενοίκων (Rysanek, & Choudhary, 2013).

#### 2.2.1.4 Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί βασικό μέτρο αναβάθμισης για την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας των κτιρίων. Με την αξιοποίηση καθαρών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα κτίρια μπορούν να μειώσουν την εξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα και κατ' επέκταση να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Mukhtar et al., 2021).

Μια ευρέως διαδεδομένη προσέγγιση είναι η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, γνωστών και ως φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα πάνελ μπορούν να τοποθετηθούν στρατηγικά σε στέγες, προσόψεις ή σε ανοικτούς χώρους γύρω από το κτίριο για να μεγιστοποιήσουν το δυναμικό παραγωγής ενέργειας (Teamah et al., 2022).

Η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επεκτείνεται στην παροχή ζεστού νερού οικιακής χρήσης. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα χρησιμοποιούν τη θερμότητα του ήλιου για να ζεστάνουν απευθείας το νερό, χρησιμοποιώντας ηλιακούς συλλέκτες και δεξαμενές αποθήκευσης. Με την υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών, τα κτίρια μπορούν να ελαχιστοποιήσουν την εξάρτησή τους από συμβατικά συστήματα ζεστού νερού που

τροφοδοτούνται από ορυκτά καύσιμα, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (He et al., 2021).

Η επιτυχής ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας, ωστόσο το κόστος μπορεί να φτάσει σε υψηλά επίπεδα. Σε αυτή την κατεύθυνση οι κυβερνήσεις παρέχουν κίνητρα, όπως οι φορολογικές πιστώσεις και επιχορηγήσεις, με στόχο την προώθηση της υιοθέτησης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Hong et al., 20).

#### 2.2.1.5 Αισθητήρες και μέτρα συντήρησης

Οι αισθητήρες και τα μέτρα συντήρησης ενισχύουν περαιτέρω την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση των συστημάτων ενός κτιρίου προσαρμόζοντάς τα αυτόματα με βάση τις ανάγκες του (Metallidou et al., 2020).

Τέτοιου είδους συστήματα αποτελούν οι αισθητήρες παρευρισκόμενων, οι ανιχνευτές κίνησης και οι προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες, οι οποίοι χειρίζονται αποτελεσματικά τα συστήματα φωτισμού και HVAC. Τέτοιου είδους αισθητήρες ανιχνεύουν την παρουσία ή την απουσία ανθρώπων, επιτρέποντας τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε διαφορετικούς χώρους του κτιρίου (Jafari & Valentin, 2017).

Επιπλέον, η εφαρμογή προληπτικής συντήρησης διασφαλίζει ότι ο εξοπλισμός και τα συστήματα λειτουργούν με μέγιστη απόδοση. Οι τακτικές επιθεωρήσεις, ο καθαρισμός και οι ρυθμίσεις των συστημάτων HVAC, καθώς και η έγκαιρη επισκευή δυσλειτουργιών, συμβάλλουν στη διατήρηση της βέλτιστης απόδοσης και στην πρόληψη της σπατάλης ενέργειας. Παράλληλα, η σωστή συντήρηση επεκτείνει τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού, μειώνοντας την ανάγκη για πρόωρες αντικαταστάσεις και ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την κατασκευή νέων μονάδων (Hong et al., 2015).

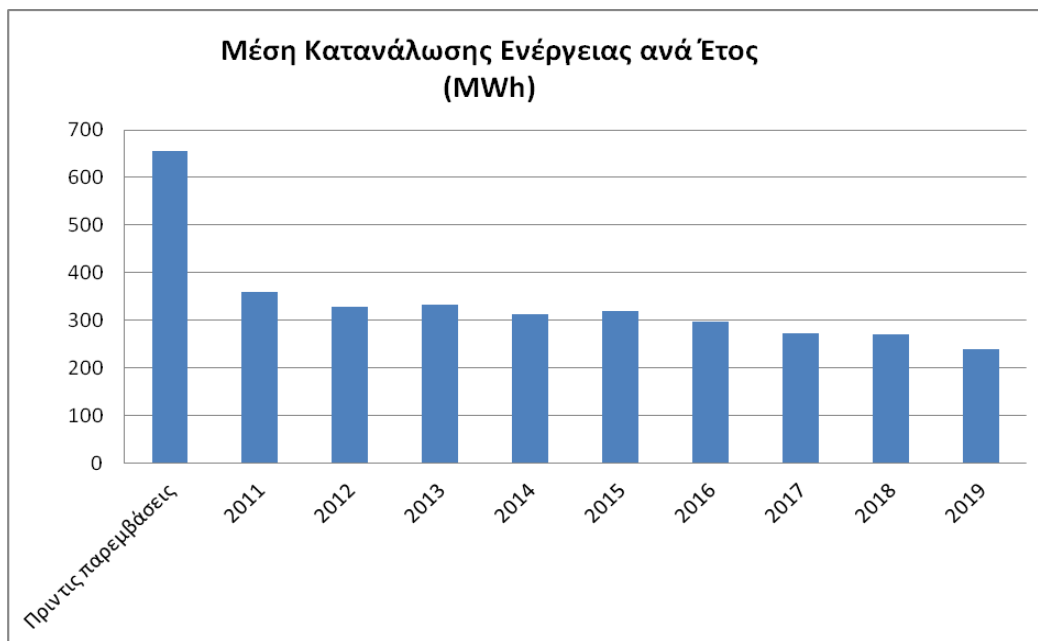
### 2.2.2 Ανάλυση βάσεων δεδομένων για τις καταναλώσεις ενέργειας σε κτίρια μετά από βελτιωτικές παρεμβάσεις

Διερευνώντας τον αντίκτυπο των παρεμβάσεων στην κατανάλωση ενέργειας, επιχειρείται, μέσα από την ανάλυση δεδομένων και την παρουσίαση αντίστοιχων διαγραμμάτων, η ανάδειξη των θετικών επιπτώσεων αυτών των ενεργειών, προωθώντας, με αυτό τον τρόπο, την κατανόηση του ρόλου τους στη μετάβαση προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακά περιβάλλον.

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσα από το Ευρωπαϊκό έργο ENERGATE (Homepage | Energate. (n.d.). <https://energate-project.eu/>). Τα δεδομένα προσαρμόστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ανώνυμα, και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ερευνητικούς σκοπούς.

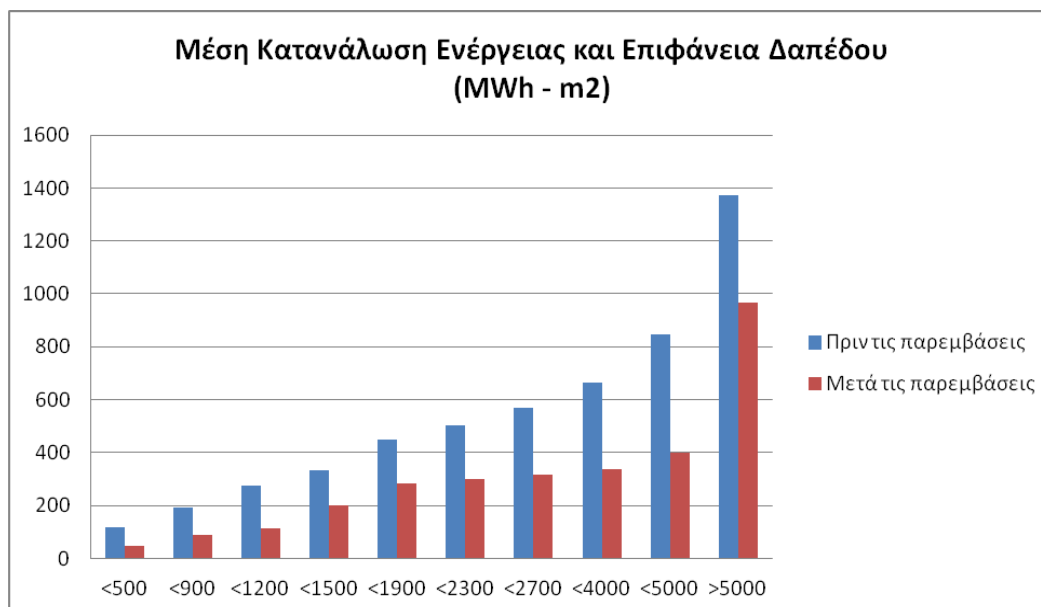
Ξεκινώντας, η θετική επίδραση των παρεμβάσεων γίνεται ολοφάνερη μέσα από το γράφημα της μέσης κατανάλωσης ενέργειας πριν και μετά την πραγματοποίηση των ενεργειών. Πριν

τις βελτιωτικές ενέργειες παρατηρείται υψηλή κατανάλωση ενέργειας, η οποία περιορίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό μετά από αυτές.



Σχήμα 7: Μέση κατανάλωση ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων για τη χρονική περίοδο 2011 - 2019 (Πηγή: ENERGATE)

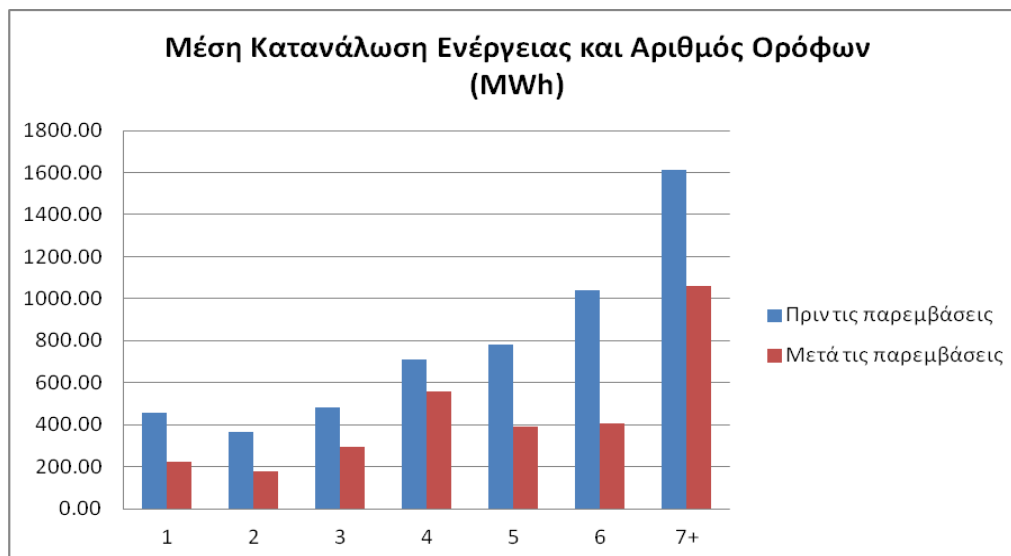
Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, η συνολική επιφάνεια που διαθέτει ένα κτίριο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση ενέργειας, καθώς όσο αυξάνονται τα m<sup>2</sup> αυξάνεται και η χρησιμοποιούμενη ενέργεια. Ωστόσο, με την εφαρμογή βελτιωτικών ενεργειών παρατηρείται σημαντική μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται.



Σχήμα 8: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση την συνολική επιφάνεια δαπέδου (Πηγή: ENERGATE) Παρόμοια με την επιφάνεια του κτιρίου, η ενεργειακή κατανάλωση επηρεάζεται και από τον αριθμό των ορόφων που διαθέτει. Παρατηρείται ότι στα κτίρια με μεγαλύτερο αριθμό

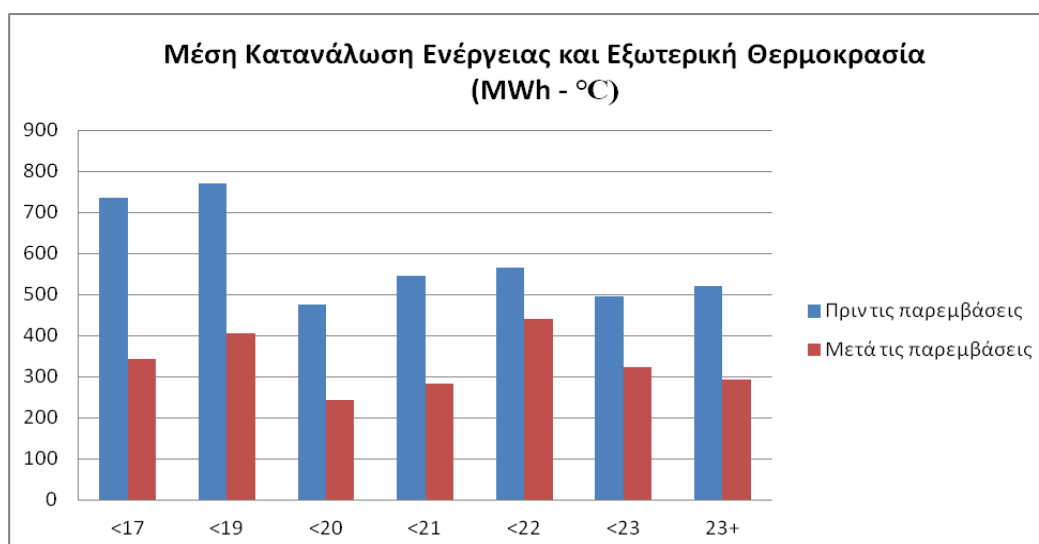


ορόφων σημειώνεται και μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση, η οποία μετά την διενέργεια των παρεμβάσεων περιορίζεται σημαντικά.



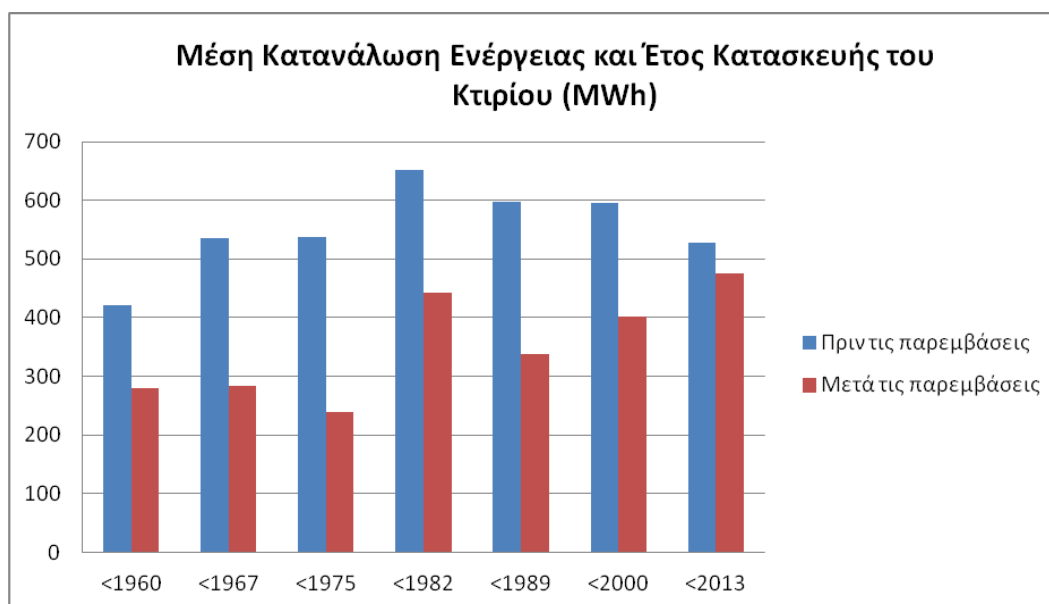
Σχήμα 9: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση τον αριθμό των ορόφων (Πηγή: ENERGATE)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι τιμές της μέσης κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία του κτιρίου. Παρατηρείται ότι οι τιμές της κατανάλωσης είναι ελάχιστες στις τιμές κοντά στις ιδανικές θερμοκρασίες (20-21). Αντίθετα, στις χαμηλότερες τιμές της θερμοκρασίας, αλλά και στις υψηλότερες, παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης, αφού απαιτούνται μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα. Τα ανώτερα παρατηρούνται τόσο στις μετρήσεις πριν την εφαρμογή των παρεμβάσεων, όσο και στις μετρήσεις μετά την εφαρμογή τους, οι οποίες, προφανώς και είναι μειωμένες.



Σχήμα 10: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση την εξωτερική θερμοκρασία (Πηγή: ENERGATE) Τέλος, ίδια συμπεριφορά, όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, σημειώνεται με βάση και το έτος κατασκευής του κτιρίου. Οι καταγεγραμμένες τιμές της ενεργειακής κατανάλωσης μειώνονται σημαντικά μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το

γεγονός ότι οι μεγαλύτερες διακυμάνσεις παρουσιάζονται στα πιο παλιά κτίρια, τα οποία, προφανώς, επιδέχονταν μεγαλύτερης ενεργειακής αναβάθμισης.



Σχήμα 11: Συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας κτιρίων πριν και μετά τη διενέργεια βελτιωτικών παρεμβάσεων με βάση το έτος κατασκευής (Πηγή: ENERGATE)

### 2.3 Δείκτες Αποδοτικότητας

Η αξιολόγηση των κτιρίων αποτελεί κρίσιμο βήμα προς τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, αλλά και γενικότερα προς την επίτευξη των στόχων ενεργειακής απόδοσης. Δεδομένου ότι τα κτίρια αντιπροσωπεύουν σημαντικό μέρος της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως, είναι σημαντικό να υπάρχουν αποτελεσματικά εργαλεία για την αξιολόγηση της ενεργειακής τους απόδοσης.

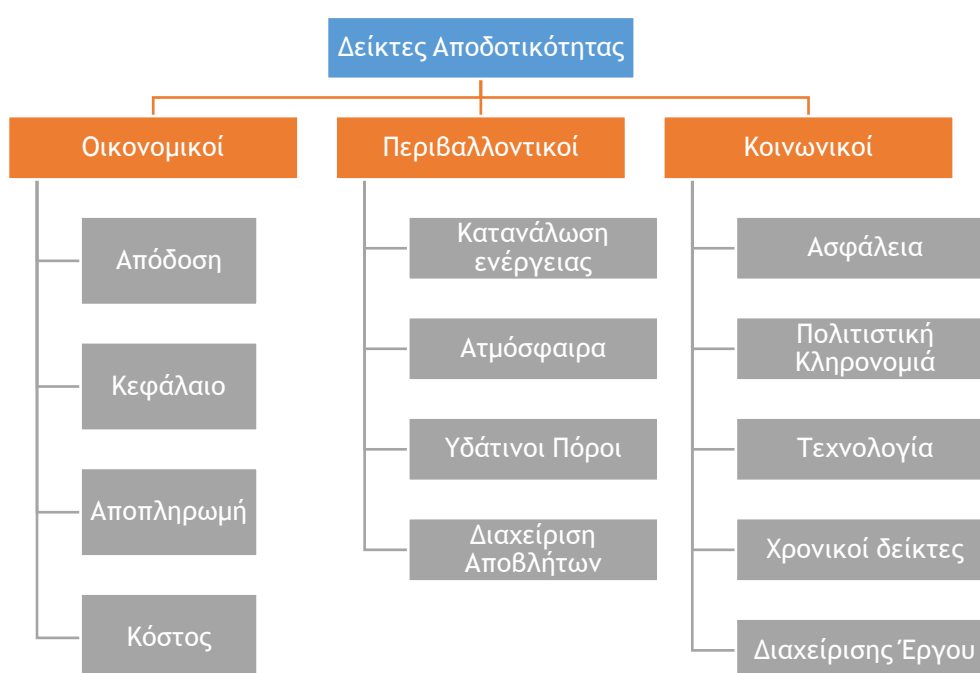
Υπάρχουν διάφοροι τρόποι αξιολόγησης της αποδοτικότητας των κτιρίων. Οι δείκτες απόδοσης KPIs (Key Performance Indicators) είναι ένα σύνολο παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (Al Dakheel et al., 2020). Συνιστούν μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο αξιολόγησης, που παρέχει ένα τυποποιημένο πλαίσιο για την ανάλυση και τη συγκριτική αξιολόγηση της χρήσης ενέργειας και τον εντοπισμό τομέων βελτίωσης (Badawy et al., 2016). Παρακολουθώντας τους βασικούς δείκτες επιδόσεων με την πάροδο του χρόνου, οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές κτιρίων μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο προς την επίτευξη των στόχων ενεργειακής απόδοσης, να εντοπίζουν τάσεις και να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων τους (Agora & Kaur, 2015).

Ωστόσο, εκτός από την απλή παρατήρηση, οι βασικοί δείκτες απόδοσης μπορούν να διατελέσουν καθοριστικό ρόλο και στην αξιολόγηση των επιδόσεων των έργων ενεργειακής ανακαίνισης, προκειμένου να εξασφαλίζεται η επίτευξη των επιδιωκόμενων στόχων (Alwaer & Clements-Croome, 2010). Η αξιολόγηση επιτρέπει στους ιδιοκτήτες και διαχειριστές κτιρίων να εντοπίζουν τους τομείς όπου απαιτούνται βελτιώσεις, να βελτιστοποιούν τη χρήση

ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών και να διασφαλίζουν την εξοικονόμηση ενέργειας (Habibi et al., 2019).

Τα έργα ανακαίνισης πρωταγωνιστούν στην προσπάθεια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οδηγώντας σε χαμηλότερο ενεργειακό κόστος και μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Μέσω, λοιπόν, των ανακαινιστικών ενεργειών παρέχεται η δυνατότητα για άμεση μείωση της χρήσης ενέργειας και μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (Balaras et al., 2014).

Πιο συγκεκριμένα, οι δείκτες αποδοτικότητας (KPIs), που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε οικονομικούς, περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς, τεχνολογικούς, δείκτες χρόνου και διαχείρισης έργου.



Σχήμα 12: Δείκτες αποδοτικότητας

### 2.3.1 Οικονομικοί Δείκτες

Οι οικονομικοί δείκτες επιδόσεων είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας των μέτρων ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Οι οικονομικοί βασικοί δείκτες επιδόσεων μπορούν να βοηθήσουν τους ιδιοκτήτες να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης στα οποία θα επενδύσουν, να ιεραρχούν και να παρακολουθούν την πρόοδό τους με την πάροδο του χρόνου (McGinley et al., 2022).

Επίσης, οι οικονομικοί δείκτες διαδραματίζουν καίριο ρόλο στην αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας των έργων ενεργειακής ανακαίνισης και στη διασφάλιση της θετικής απόδοσης των επενδύσεων (Kylili et al., 2016). Παρέχουν ένα πλαίσιο για την ανάλυση και τη συγκριτική αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης των μέτρων ενεργειακής απόδοσης,

Βοηθώντας στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να εφαρμοστούν (Ugwu & Haupt, 2007).

### 2.3.1.1 Ευρέως Διαδεδομένοι Οικονομικοί Δείκτες Απόδοσης

Πιο συγκεκριμένα, οι οικονομικοί δείκτες επιδόσεων είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση της οικονομικής αποδοτικότητας και της οικονομικής βιωσιμότητας των έργων ενεργειακής ανακαίνισης κτιρίων (Kylili et al., 2016). Οι πιο σημαντικοί δείκτες είναι:

- Απόδοση επένδυσης (Return on investment-ROI): Μετρά την οικονομική απόδοση της επένδυσης στο έργο ανακαίνισης. Υπολογίζεται διαιρώντας τα καθαρά οφέλη του έργου με το συνολικό κόστος του έργου. Μια υψηλή απόδοση επένδυσης δείχνει ότι το έργο είναι οικονομικά ελκυστικό και παρέχει καλή απόδοση επένδυσης (Walasek & Barszcz, 2017).
- Καθαρή παρούσα αξία (Net present value-NPV): Μετρά το καθαρό οικονομικό όφελος του έργου κατά τη διάρκεια ζωής του. Υπολογίζεται αφαιρώντας την παρούσα αξία του κόστους του έργου από την παρούσα αξία των οφελών του έργου. Μια θετική NPV υποδηλώνει ότι το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο και παρέχει καθαρό οικονομικό όφελος (Chan & Chan, 2004).
- Εσωτερικός ρυθμός απόδοσης (Internal rate of return-IRR): Μετρά το ετήσιο ποσοστό απόδοσης του έργου κατά τη διάρκεια ζωής του. Ένας υψηλό IRR δείχνει ότι το έργο είναι οικονομικά ελκυστικό και παρέχει ένα καλό ποσοστό απόδοσης (Pirpi et al., 2020).
- Περίοδος αποπληρωμής (Payback period): Αυτός ο KPI μετρά το χρόνο που χρειάζεται το έργο για να αποσβέσει την αρχική του επένδυση μέσω της εξοικονόμησης που δημιουργείται από το έργο. Μια συντομότερη περίοδος αποπληρωμής δείχνει ότι το έργο είναι οικονομικά ελκυστικό και παρέχει ταχύτερη απόδοση της επένδυσης (McGinley et al., 2022).
- Κόστος κύκλου ζωής (Life cycle cost-LCC): Μετρά το συνολικό κόστος του έργου καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, συμπεριλαμβανομένης της αρχικής επένδυσης, του κόστους λειτουργίας και συντήρησης και του κόστους διάθεσης στο τέλος του κύκλου ζωής του. Ένα χαμηλό LCC δείχνει ότι το έργο είναι οικονομικά ελκυστικό και παρέχει μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση κόστους (McGinley et al., 2022).
- Κόστος αποφυγής (Avoidance cost): Εκφράζει το μέσο κόστος μιας παρέμβασης για κάθε kWh ενέργειας που εξοικονομείται κατά τη διάρκεια ζωής του μέτρου. Το κόστος αποφυγής είναι ένας δείκτης συγκριτικής αξιολόγησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταξινόμηση της συνολικής απόδοσης κόστους των διαφόρων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη την αναμενόμενη εξοικονόμηση ζωής τους (Zachariadis et al., 2018).
- Δαπάνη κεφαλαίου (Capital Expenditure - CAPEX): Ως δείκτης απόδοσης, μετρά τη συνολική επένδυση που πραγματοποιείται σε μακροπρόθεσμες πρωτοβουλίες εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο. Αξιολογεί την κατανομή των πόρων, βοηθώντας τους οργανισμούς να παρακολουθούν την αποτελεσματικότητα των επενδύσεών τους στην προσπάθεια για επίτευξη των στόχων (Campos-Carriedo et al., 2023).

## 2.3.2 Περιβαλλοντικοί Δείκτες

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες επιδόσεων αποτελούν κρίσιμο στοιχείο για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των κτιρίων, καθώς παρέχουν έναν τυποποιημένο τρόπο μέτρησης και σύγκρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφορετικών κτιρίων (Ugwu & Haupt, 2007). Αυτοί οι δείκτες βοηθούν να εντοπίζονται τομείς όπου μπορούν να μειωθούν οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και να ιεραρχηθούν ανάλογα τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης (McGinley et al., 2022).

### 2.3.2.1 Ενέργεια

Την πιο σημαντική, ίσως, υποκατηγορία περιβαλλοντικών KPIs, αποτελεί ο ενεργειακός τομέας (Del Pero, et al., 2018). Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται δείκτες που χρησιμοποιούνται για να αποδώσουν την αποδοτικότητα των κτιρίων, όπως ο δείκτης για την κατανάλωση ενέργειας (Kylili et al., 2016), ο οποίος μετρά την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται σε ένα κτίριο. Αποτελεί ένα χρήσιμο μέτρο της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, καθώς επιτρέπει στους ιδιοκτήτες και τους διαχειριστές κτιρίων να συγκρίνουν την κατανάλωση ενέργειας σε διαφορετικά κτίρια (Ugwu & Haupt, 2007).

### 2.3.2.2 Ατμόσφαιρα

Μια άλλη υποκατηγορία περιβαλλοντικών KPIs αποτελούν οι δείκτες που φανερώνουν το αποτύπωμα των κτιρίων στην ατμόσφαιρα (Kylili et al., 2016). Ένας τέτοιος δείκτης είναι οι εκπομπές άνθρακα, που μετρά την ποσότητα των εκπομπών άνθρακα που παράγονται και που είναι υπεύθυνοι, σε μεγάλο βαθμό, για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (McGinley et al., 2022). Αυτός ο KPI είναι ένα χρήσιμο μέτρο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός κτιρίου, καθώς επιτρέπει να μετρηθούν οι εκπομπές άνθρακα σε διαφορετικά κτίρια, με σκοπό τον μετριασμό τους.

### 2.3.2.3 Υδάτινοι Πόροι και Διαχείριση Αποβλήτων

Συνέχεια στις περιβαλλοντικές υποκατηγορίες μπορεί να δώσουν οι υδάτινοι πόροι, με τους οποίους αναφερόμαστε σε δείκτες που στοχεύουν στην παρατήρηση και καταγραφή της χρήσης του νερού σε ένα κτίριο (Kylili et al., 2016). Τέτοιοι, λοιπόν, δείκτες επιδόσεων, που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση της απόδοσης των κτιρίων, περιλαμβάνουν την ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται στα κτίρια και την γενικότερη κατανάλωση νερού, οι οποίοι φανερώνουν εάν πραγματοποιείται σπατάλη του φυσικού αγαθού (Ugwu & Haupt, 2007).

Ακόμη μία υποκατηγορία αποτελεί η διαχείριση των αποβλήτων (Ugwu & Haupt, 2007). Σε αυτή συμπεριλαμβάνονται οι δείκτες για την παραγωγή αποβλήτων και τα επικίνδυνα απόβλητα προς διάθεση (Kylili et al., 2016).

### 2.3.2.4 Ποιοτικοί δείκτες

Τέλος, όσον αφορά τους περιβαλλοντικούς δείκτες, είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στην υποκατηγορία που περιγράφει την ποιότητα (McGinley et al., 2022). Περιλαμβάνει δείκτες που καταγράφουν την ποιότητα του αέρα στον κλειστό χώρο, την υγρασία και την εσωτερική θερμοκρασία, αλλά και την ποιότητα των συστημάτων που καθορίζουν τις συνθήκες του κτιρίου (Kylili et al., 2016).

### 2.3.2.5 Ευρέως Διαδεδομένοι Περιβαλλοντικοί Δείκτες Απόδοσης

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες επιδόσεων, όπως προαναφέρθηκε, είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων ενεργειακής ανακαίνισης κτιρίων, καθώς και για την αποτελεσματικότητα των ενεργειών αναβάθμισης των κτιρίων. Ακολουθούν ορισμένοι περιβαλλοντικοί βασικοί δείκτες επιδόσεων που χρησιμοποιούνται, συνήθως, σε έργα ενεργειακής ανακαίνισης:

- Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Certificate-EPC): Χρησιμεύει ως δείκτης απόδοσης για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ενώ παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά και με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός κτιρίου. Το πιστοποιητικό έχει σχεδιαστεί για να είναι εύκολα κατανοητό, επιτρέποντας στους ιδιοκτήτες να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις με βάση την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, αλλά και για δυνητικές βελτιωτικές ενέργειες. Αξιολογώντας παράγοντες όπως η μόνωση, τα συστήματα θέρμανσης, ο φωτισμός και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην προώθηση ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και στη διευκόλυνση της μετάβασης προς ένα πιο βιώσιμο δομημένο περιβάλλον (McGinley et al., 2022).
- Κατανάλωση ενέργειας: Μετρά την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται από το κτίριο πριν και μετά την ανακαίνιση. Η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας υποδηλώνει ότι το έργο ανακαίνισης έχει μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κτιρίου (Balaras et al., 2014).
- Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου: Μετρά την ποσότητα των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που παράγονται από το κτίριο πριν και μετά την ανακαίνιση. Χαμηλές τιμές του δείκτη φανερώνουν ότι οι ενέργειες έχουν διενεργηθεί επιτυχώς (Li et al., 2017).
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας: Μετρά την ποσότητα ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από το κτίριο μετά την ανακαίνιση. Ένα υψηλότερο επίπεδο παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές δείχνει ότι το έργο ανακαίνισης έχει αυξήσει την περιβαλλοντική βιωσιμότητα του κτιρίου (Feifer, 2011).
- Κατανάλωση νερού: Μετρά την ποσότητα νερού που καταναλώνεται από το κτίριο πριν και μετά την ανακαίνιση. Η χαμηλότερη κατανάλωση νερού υποδηλώνει ότι το έργο ανακαίνισης έχει καταφέρει να περιορίσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κτιρίου (Ugwu & Haupt, 2007).
- Ποιότητα εσωτερικού αέρα: Μετρά την ποιότητα του εσωτερικού αέρα πριν και μετά την ανακαίνιση. Η υψηλότερη ποιότητα του εσωτερικού αέρα δείχνει ότι το έργο ανακαίνισης βελτίωσε την ποιότητα του εσωτερικού χώρου του κτιρίου (McGinley et al., 2022).

### 2.3.3 Κοινωνικοί Δείκτες

Οι κοινωνικοί δείκτες επιδόσεων είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση της κοινωνικής βιωσιμότητας των κτιρίων και για την προώθηση της ευημερίας των παρευρισκόμενων στα κτίρια (Ugwu & Haupt, 2007). Αυτοί οι δείκτες επιδόσεων μπορούν να βοηθήσουν τους ιδιοκτήτες να εντοπίσουν τομείς στους οποίους μπορούν να βελτιώσουν τον κοινωνικό αντίκτυπο των κτιρίων τους και να ιεραρχήσουν ανάλογα τα μέτρα προς την βελτίωσή τους (McGinley et al., 2022).

#### 2.3.3.1 Ασφάλεια

Οι κοινωνικοί δείκτες θα μπορούσαν να αναλυθούν σε υποκατηγορίες με βάση το τομέα στον οποίο απευθύνονται. Η ασφάλεια αποτελεί τον βασικότερο πυλώνα των κοινωνικών δεικτών. Σε αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται δείκτες που αναδεικνύουν την ασφάλεια των εργαζομένων, τόσο σε σχέση με κάποιο ατύχημα, όσο και με την γενικότερη πρόληψη ασθενειών και νοσηλείας (Kylili et al., 2016).

#### 2.3.3.2 Πολιτιστική Κληρονομιά

Στους κοινωνικούς δείκτες κατατάσσεται και η πολιτιστική κληρονομιά. Σε αυτή την υποκατηγορία περιέχονται δείκτες που αναφέρονται και αναδεικνύουν το σεβασμό και το αποτύπωμα του κτιρίου σε κοντινούς αρχαιολογικούς χώρους. Ένα άλλο παράδειγμα δείκτη που ανήκει σε αυτή την κατηγορία αποτελεί ο δείκτης καταγραφής των παραπόνων από τις τοπικές αρχές (Kylili et al., 2016).

#### 2.3.3.3 Τεχνολογικοί Δείκτες

Οι τεχνολογικοί δείκτες επιδόσεων είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των συστημάτων και του εξοπλισμού κτιρίων και τον εντοπισμό τομέων όπου μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας (Kylili et al., 2016). Αυτοί οι δείκτες μπορούν να βοηθήσουν να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με την επιλογή, την εγκατάσταση και τη συντήρηση συστημάτων και εξοπλισμού κτιρίων (Li et al., 2020).

Επικεντρώνονται στις τεχνολογικές πτυχές των συστημάτων και του εξοπλισμού κτιρίων, όπως η απόδοση των συστημάτων θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC), των συστημάτων φωτισμού και των συστημάτων αυτοματισμού κτιρίων (Li et al., 2020).

#### 2.3.3.4 Δείκτες Χρόνου

Για την αξιολόγηση της απόδοσης των συστημάτων των κτιρίων και των μέτρων ενεργειακής απόδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετρήσεις που σχετίζονται με το χρόνο (Chan &

Chan, 2004). Ομοίως, ο χρόνος μεταξύ των κύκλων συντήρησης για συστήματα HVAC ή φωτισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της απόδοσης αυτών των συστημάτων. Τέλος, ο χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη ορισμένου επιπέδου εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων ενεργειακής απόδοσης και για τον εντοπισμό τομέων στους οποίους μπορούν να γίνουν πρόσθετες βελτιώσεις (Kylili et al., 2016).

### 2.3.3.5 Δείκτες Διαχείρισης Έργου

Οι δείκτες επιδόσεων διαχείρισης έργου είναι μια κατηγορία δεικτών που μετρούν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των δραστηριοτήτων διαχείρισης και διοίκησης έργων που σχετίζονται με έργα ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Ugwu & Haupt, 2007). Τέτοιοι δείκτες επιδόσεων επικεντρώνονται στην αξιολόγηση της επιτυχίας ενός έργου, στην επίτευξη των στόχων του, στη διατήρηση του προϋπολογισμού και του χρονοδιαγράμματος, αλλά και στη διασφάλιση ότι όλοι οι ενδιαφερόμενοι είναι ικανοποιημένοι με τα αποτελέσματα του έργου (Kylili et al., 2016).

### 2.3.3.6 Ευρέως Διαδεδομένοι Κοινωνικοί Δείκτες Απόδοσης

Οι κοινωνικοί δείκτες επιδόσεων είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση του κοινωνικού αντικτύπου των έργων ενεργειακής ανακαίνισης κτιρίων. Ακολουθούν ορισμένοι κοινωνικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται συνήθως σε έργα ενεργειακής ανακαίνισης:

- **Επίπεδο άνεσης:** Μετρά το επίπεδο άνεσης που βιώνουν οι παρευρισκόμενοι στο κτίριο πριν και μετά την ανακαίνιση. Ένα υψηλότερο επίπεδο άνεσης δείχνει ότι το έργο ανακαίνισης έχει βελτιώσει την κοινωνική βιωσιμότητα του κτιρίου (Chan & Chan, 2004).
- **Υγεία και ασφάλεια:** Μετρά τον αντίκτυπο του έργου ανακαίνισης στην υγεία και την ασφάλεια των ενοίκων του κτιρίου. Η χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης ζητημάτων υγείας και ασφάλειας δείχνει ότι το έργο ανακαίνισης έχει επιτύχει τον σκοπό του (McGinley et al., 2022).
- **Προσβασιμότητα:** Μετρά την προσβασιμότητα του κτιρίου πριν και μετά την ανακαίνιση για άτομα με ειδικές ανάγκες. Το υψηλότερο επίπεδο προσβασιμότητας υποδηλώνει ότι το έργο ανακαίνισης έχει λάβει υπόψη τη σημαντικότητα της κοινωνικής διάστασης του κτιρίου (Kylili et al., 2016).
- **Ικανοποίηση ενοίκων:** Μετρά το επίπεδο ικανοποίησης των ενοίκων του κτιρίου από το έργο ανακαίνισης. Ένα υψηλότερο επίπεδο ικανοποίησης δείχνει ότι το έργο ανακαίνισης βελτίωσε τη βιωσιμότητα του κτιρίου και των ενοίκων του (McGinley et al., 2022).

Το σύνολο των δεικτών απόδοσης, που αναλύθηκαν παραπάνω, παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1 : Δείκτες αποδοτικότητας ανακαίνισης κτιρίων



Κατηγορία	Δείκτης Αποδοτικότητας	Περιγραφή
Οικονομικοί	Απόδοση επένδυσης	Η οικονομική απόδοση της επένδυσης
	Καθαρή παρούσα αξία	Το καθαρό οικονομικό όφελος του έργου
	Εσωτερικός ρυθμός απόδοσης	Το ετήσιο ποσοστό απόδοσης του έργου
	Περίοδος αποπληρωμής	Ο χρόνος απόσβεσης της αρχικής επένδυσης
	Κόστος κύκλου ζωής	Το συνολικό κόστος του έργου
	Κόστος αποφυγής	Το μέσο κόστος μιας παρέμβασης για κάθε kWh ενέργειας που εξοικονομείται
	Δαπάνη κεφαλαίου	Η συνολική επένδυση που πραγματοποιείται σε μακροπρόθεσμα έργα
	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης	Αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου
	Κατανάλωση ενέργειας	Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται από το κτίριο
Περιβαλλοντικοί	Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου	Η ποσότητα των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου
	Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας	Η ποσότητα ανανεώσιμης ενέργειας
	Κατανάλωση νερού	Η ποσότητα νερού που καταναλώνεται
	Ποιότητα εσωτερικού αέρα	ποιότητα του εσωτερικού αέρα πριν και μετά το έργο
	Επίπεδο άνεσης	Το επίπεδο άνεσης που βιώνουν οι παρευρισκόμενοι
Κοινωνικοί	Υγεία και ασφάλεια	Ο αντίκτυπος του έργου στην υγεία και την ασφάλεια
	Προσβασιμότητα	Η προσβασιμότητα του κτιρίου για άτομα με ειδικές ανάγκες
	Ικανοποίηση ενοίκων	Το επίπεδο ικανοποίησης των ενοίκων του κτιρίου από το έργο



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **Επενδύσεις στην Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων**

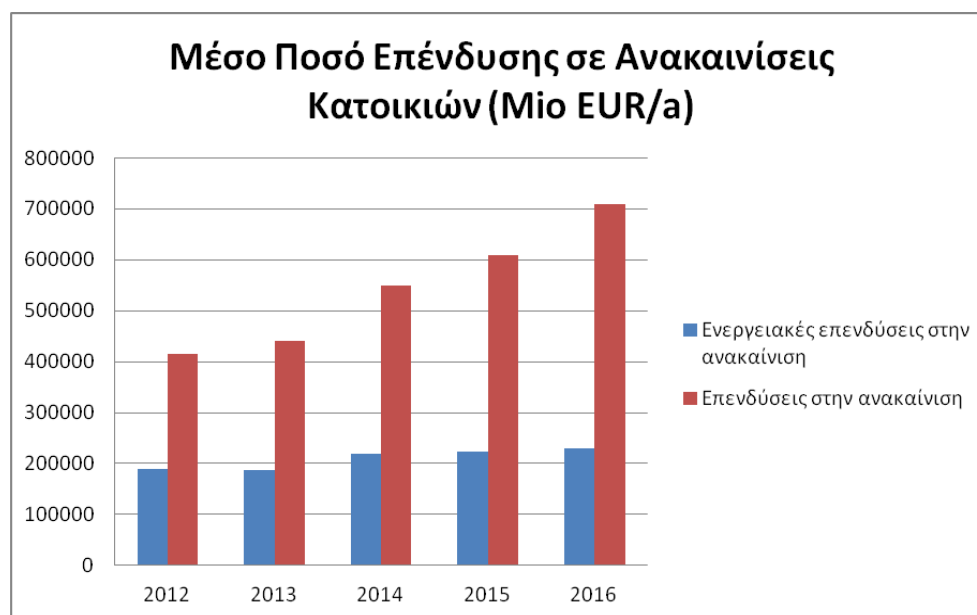


### 3 Επενδύσεις στην Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων

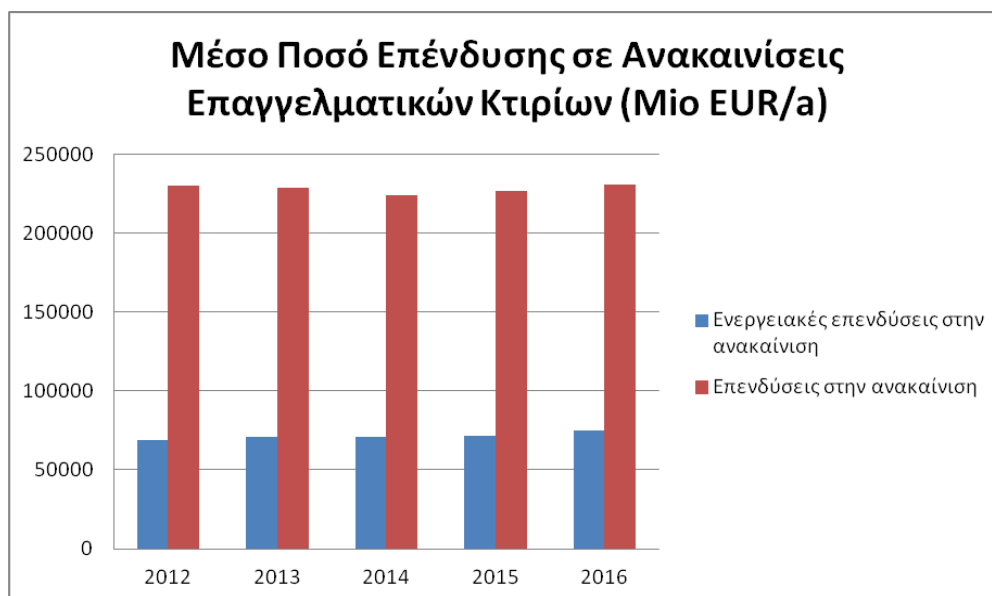
Οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί αποτελούν απαραίτητα εργαλεία για την παροχή χρηματοδότησης, κινήτρων και τεχνικής βοήθειας σε έργα ανακαίνισης κτιρίων. Οι μηχανισμοί αυτοί παίζουν σημαντικό ρόλο ώστε να ξεπεραστούν τα εμπόδια που εμφανίζονται στις επενδύσεις στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης και βιωσιμότητας. Με την παροχή χρηματοδότησης, οι μηχανισμοί συμβάλουν στην επιτάχυνση της υιοθέτησης ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών και πρακτικών, στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αλλά και στη βελτίωση της άνεσης, της υγείας και της παραγωγικότητας των ενοίκων των κτιρίων.

Τα έργα ανακαίνισης κτιρίων χαρακτηρίζονται ως ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί για το κλίμα και τη βιωσιμότητα. Ωστόσο, τα χαρακτηρίζουν, επίσης, τα υψηλά κόστη και η πολυπλοκότητα, με αποτέλεσμα οι ιδιοκτήτες κτιρίων να αντιμετωπίζουν προκλήσεις όσον αφορά την εξασφάλιση χρηματοδότησης, την επιλογή κατάλληλων τεχνολογιών και πρακτικών. Οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί παρέχουν μια σειρά απαντήσεων σε αυτές τις προκλήσεις, καθώς και τεχνική βοήθεια σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές.

Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα διαγράμματα με τα χρηματικά ποσά που επενδύονται, τόσο, γενικότερα, στην ανακαίνιση των κτιρίων, όσο και, πιο συγκεκριμένα, στις ενεργειακές αναβαθμίσεις των κτιρίων. Παρατηρείται ότι τα χρηματικά ποσά που επενδύονται στα οικιακά κτίσματα αυξάνονται συνεχώς, ενώ, παράλληλα, αυξάνονται τα χρηματικά ποσά που συνδέονται με τις ενεργειακές αναβαθμίσεις των κτιρίων. Ταυτόχρονα, στα επαγγελματικά κτίρια, παρατηρείται ότι το ποσό που διατίθεται σε ανακαίνισης παραμένει σταθερά υψηλό με ένα μεγάλο μέρος του να απευθύνεται σε ενεργειακές αναβαθμίσεις.



Σχήμα 13: Μέσο χρηματικό ποσό που επενδύεται σε κατοικίες, τόσο για τη διενέργεια ενεργειακών αναβαθμίσεων όσο και για γενικότερες αναβαθμίσεις (Πηγή: European Commission)



Σχήμα 14: Μέσο χρηματικό ποσό που επενδύεται σε επαγγελματικά κτίρια, τόσο για τη διενέργεια ενεργειακών αναβαθμίσεων όσο και για γενικότερες αναβαθμίσεις (Πηγή: European Commission)

### 3.1 Ανασκόπηση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών

#### 3.1.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών

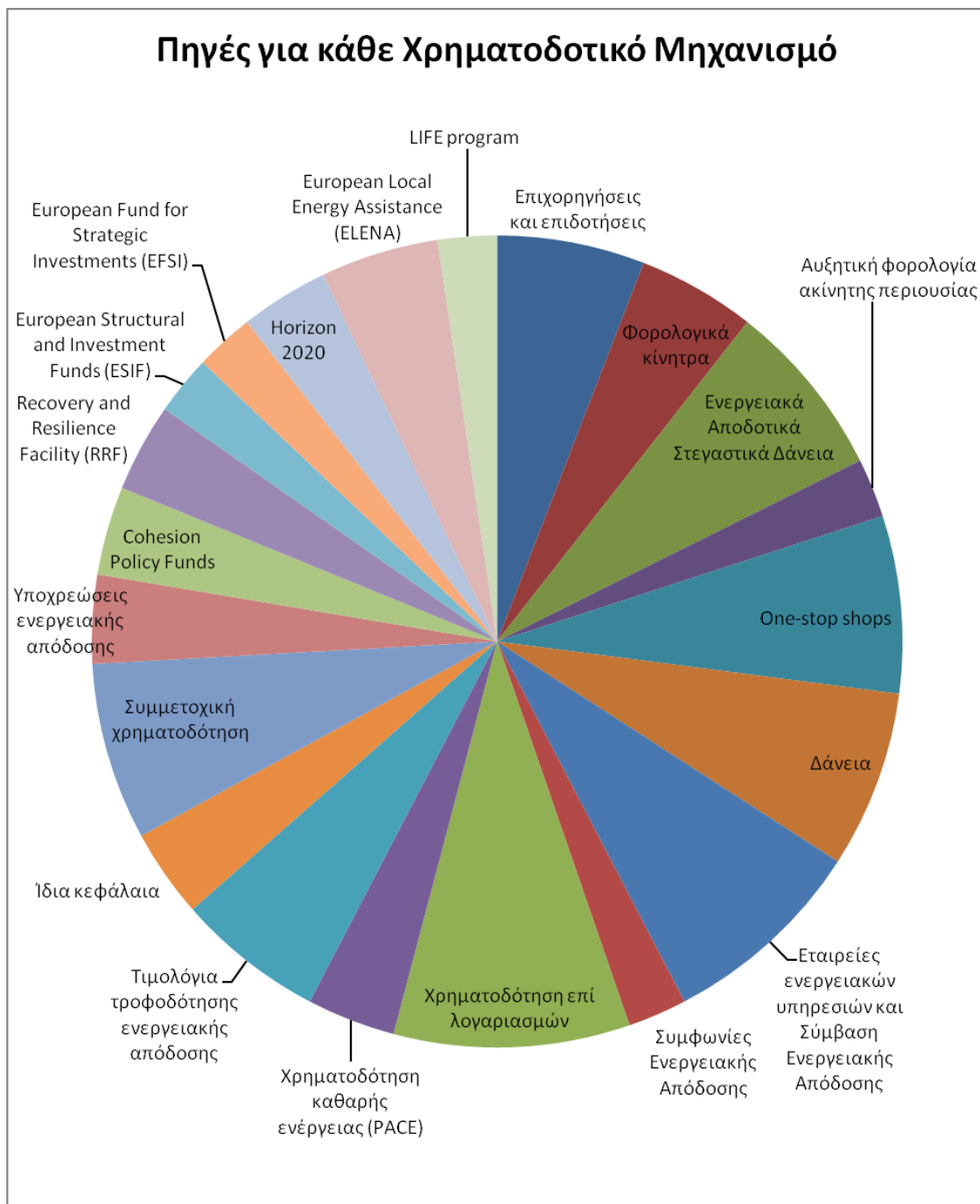
Στον παρακάτω πίνακα πραγματοποιείται μία συνολική ανασκόπηση των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση, τόσο των διαθέσιμων χρηματοδοτικών μηχανισμών για τα έργα ανακαίνισης κτιρίων, όσο και των αναλυτικών πληροφοριών για τον εκάστοτε μηχανισμό.

Πίνακας 2 : Βιβλιογραφική ανασκόπηση των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για τους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς

Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί	Αριθμός πηγών	Πηγές
Επιχορηγήσεις και επιδοτήσεις	5	Moran et al., 2020; Kivimaa et al., 2017; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019; Economidou et al., 2021.
Φορολογικά κίνητρα	4	Cinieri & Garzulino, 2022; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019; Economidou et al., 2021.
Ενεργειακά Αποδοτικά Στεγαστικά Δάνεια	6	Richardson & Marijewycz, 2019; Hartenberger et al., 2017; Andaloro et al., 2022; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019; Brown et al., 2019.
Αυξητική φορολογία ακίνητης περιουσίας	2	Merriman et al., 2018; Bertoldi et al., 2020.
One-stop shops	6	Bertoldi et al., 2021; Boza-Kiss & Bertoldi, 2018; Boza-Kiss et al., 2021; Biere-Arenas et al., 2021; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019.
Δάνεια	6	Mainali et al., 2019; Streimikiene & Balezentis, 2020; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019; Brown et al., 2019; Economidou et al., 2021.

Εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών και Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης	7	Bertoldi & Boza-Kiss, 2017; Kangas et al., 2018; Augustins et al., 2018; Boza-Kiss et al., 2017; Panev et al. 2018; Natividade et al., 2022; Bertoldi et al., 2020.
Συμφωνίες Ενεργειακής Απόδοσης	2	Brown et al., 2019; Bertoldi et al., 2020;
Χρηματοδότηση επί λογαριασμών	8	Bianco & Sonvilla, 2021; Bianco et al., 2022; Mundaca & Kloke, 2018; Bianco et al., 2023; Streimikiene & Balezentis, 2019; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019; Brown et al., 2019.
Χρηματοδότηση καθαρής ενέργειας (PACE)	3	Pardo, 2019; Bertoldi et al., 2020; Brown et al., 2019.
Τιμολόγια τροφοδότησης ενεργειακής απόδοσης	5	Pablo-Romero et al., 2017; Rosenow, 2019; Dijkgraaf et al., 2018; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019.
Ίδια κεφάλαια	3	Bertoldi et al., 2020; Brown et al., 2019; Panteli et al., 2020.
Συμμετοχική χρηματοδότηση	6	Garcia-Teruel, 2019; Ziobrowska, 2022; Borrero-Domínguez et al., 2020; Bertoldi et al., 2020; Panteli et al., 2020; Economidou et al., 2019.
Υποχρεώσεις ενεργειακής απόδοσης	3	Blumberga et al., 2021; Bertoldi et al., 2020; Economidou et al., 2019.
Cohesion Policy Funds	3	Cunico et al., 2021; Borz et al., 2022; Mrak et al., 2015.
Recovery and Resilience Facility (RRF)	3	Pisani-Ferry, 2020; Astrov et al., 2022; Heilmann et al., 2020.
European Structural and Investment Funds (ESIF)	2	Remeikiene et al., 2021; Blumberga et al., 2018.
European Fund for Strategic Investments (EFSI)	2	Saheb, 2017; Wolf et al., 2021.
Horizon 2020	3	Vandewoestijne & De-Boissezon, 2015; Magrini et al., 2020; Du et al., 2019.
European Local Energy Assistance (ELENA)	4	Lombardi et al., 2016; Lee, 2017; EIB EditorialTeam, 2019; Panteli et al., 2020; Economidou et al., 2019.
LIFE program	2	Tollington et al., 2015; Economidou et al., 2019; LIFE. (2023, April 18). European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency. <a href="https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en">https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en</a>

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται και ένα κυκλικό διάγραμμα το οποίο απεικονίζει γραφικά τον αριθμό των πηγών, που βρέθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν, για τον κάθε ένα χρηματοδοτικό μηχανισμό.



Σχήμα 15: Κυκλικό διάγραμμα απεικόνισης του πλήθους των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για τον κάθε χρηματοδοτικό μηχανισμό



### 3.1.2 Ανάλυση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών

Οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί, που έχουν αναπτυχθεί για την στήριξη των έργων ανακαίνισης και με σκοπό την επίτευξη των στόχων ενεργειακής απόδοσης και βιωσιμότητας ποικίλουν. Κάθε ένας από αυτούς έχει ξεχωριστά χαρακτηριστικά. Σε αυτό το σημείο πραγματοποιείται μία ταξινόμηση του συνόλου των μηχανισμών, ενώ στη συνέχεια θα παρουσιαστούν και αναλυτικά, με βάση τα εξής χαρακτηριστικά:

- **Είδος χρηματοδότησης:** ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η χρηματοδότηση,
- **Δημόσιο ή Ιδιωτικό Κτίριο:** ο μηχανισμός μπορεί να απευθύνεται σε κτίρια δημόσια, ιδιωτικά ή και στα δύο,
- **Κατοικήσιμο ή μη κατοικήσιμο Κτίριο:** η χρηματοδότηση μπορεί να απευθύνεται σε κτίριο κατοικήσιμο, μη κατοικήσιμο ή και στους δύο τύπους
- **Ρίσκα,** δηλαδή το επίπεδο κινδύνου που συνδέεται με τον χρηματοδοτικό μηχανισμό μπορεί να είναι:
  - ✓ **Χαμηλό:** Αναφέρεται σε χαμηλό επίπεδο κινδύνου, γεγονός που σημαίνει ότι ο μηχανισμός είναι γενικά ασφαλής και αξιόπιστος και ότι οι αιτούντες μπορούν να αναμένουν μεγάλη πιθανότητα επιτυχίας στην εξασφάλιση χρηματοδότησης.
  - ✓ **Μεσαίο:** Αναφέρεται σε μέτριο επίπεδο κινδύνου, γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις ή αβεβαιότητες που συνδέονται με τον μηχανισμό, αλλά ότι εξακολουθεί να αποτελεί βιώσιμη επιλογή για τους αιτούντες.
  - ✓ **Υψηλό:** Αναφέρεται σε υψηλό επίπεδο κινδύνου, γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις ή αβεβαιότητες που συνδέονται με τον μηχανισμό και ότι ενδέχεται να μην αποτελεί κατάλληλη επιλογή για όλους τους αιτούντες.
- **Εμπόδια,** δηλαδή οι διαφορετικοί τύποι φραγμών που ακολουθούν κάθε μηχανισμό:
  - ✓ **Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων:** Η δυσκολία κατανόησης και ολοκλήρωσης της διαδικασίας υποβολής αίτησης για χρηματοδοτικό μηχανισμό. Περιλαμβάνει την ανάγκη παροχής λεπτομερών πληροφοριών ή την εκπλήρωση ορισμένων κριτηρίων.
  - ✓ **Έλλειψη ενημέρωσης:** Ορισμένοι αιτούντες ενδέχεται να μην γνωρίζουν τον χρηματοδοτικό μηχανισμό και τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει. Από την άλλη ενδέχεται να υπολείπονται πληροφοριών ή εμπειρογνωμοσύνης σχετικά με την ενεργειακή απόδοση και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μικρότερο αριθμό αιτήσεων και λιγότερα έργα που χρηματοδοτούνται.
  - ✓ **Περιορισμοί προϋπολογισμού:** Αναφέρεται στους περιορισμούς των διαθέσιμων οικονομικών πόρων. Οι αιτούντες ενδέχεται να μην διαθέτουν τα απαραίτητα κεφάλαια για την ολοκλήρωση του έργου ανακαίνισης, ακόμη και με οικονομική στήριξη από μηχανισμό.
  - ✓ **Υψηλά επιτόκια:** Αναφέρεται στο κόστος δανεισμού χρημάτων, το οποίο μπορεί να είναι υψηλότερο από αυτό που ορισμένοι αιτούντες είναι πρόθυμοι ή ικανοί να πληρώσουν. Τα υψηλά επιτόκια μπορούν να καταστήσουν δυσκολότερη για τους αιτούντες τη χρηματοδότηση των έργων τους, γεγονός που μπορεί να περιορίσει τον αριθμό των έργων που ολοκληρώνονται.
  - ✓ **Έλλειψη εξασφαλίσεων:** Αναφέρεται σε ένα περιουσιακό στοιχείο ή ακίνητο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξασφάλιση δανείου ή άλλης μορφής

χρηματοδότησης. Οι δανειστές συχνά απαιτούν εξασφαλίσεις για να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο δανεισμού χρημάτων.

- ✓ Δυσκολία στη μέτρηση της εξοικονόμησης: Αναφέρεται στην πρόκληση της ακριβούς ποσοτικοποίησης της εξοικονόμησης ενέργειας ή κόστους που αναμένεται να αποφέρει ένα έργο ανακαίνισης. Η ακριβής μέτρηση της εξοικονόμησης είναι σημαντική για τον προσδιορισμό της απόδοσης της επένδυσης και για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του έργου.
- ✓ Συμμόρφωση με τους στόχους και τους κανονισμούς: Αναφέρεται στον κίνδυνο αδυναμίας επίτευξης στόχων ενεργειακής απόδοσης ή άλλων στόχων επιδόσεων που απαιτούνται από ορισμένους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς ή στην αδυναμία συμμόρφωσης με τους κανονισμούς.
- ✓ Πολυπλοκότητα των συμβάσεων: Αναφέρεται στην πρόκληση της κατανόησης και της διαπραγμάτευσης των όρων και προϋποθέσεων πολύπλοκων συμβάσεων που συχνά συνδέονται με ορισμένους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς.
- ✓ Περιορισμένη διαθεσιμότητα: Αναφέρεται στην περιορισμένη διαθεσιμότητα ορισμένων χρηματοδοτικών μηχανισμών σε ορισμένες περιφέρειες ή για ορισμένους τύπους κτιρίων ή έργων.
- ✓ Υψηλό κόστος συναλλαγής: Αναφέρεται στα έξοδα που προκύπτουν κατά τη διαδικασία εξασφάλισης της χρηματοδότησης.

Πίνακας 3 : Ανασκόπηση των χρηματοδοτικών μηχανισμών

Χρηματοδοτικός Μηχανισμός	Είδος χρηματοδότησης	Δημόσιο ή Ιδιωτικό Κτίριο	Κατοικήσιμο ή μη κατοικήσιμο Κτίριο	Ρίσκα	Εμπόδια
Επιχορηγήσεις και επιδοτήσεις	Μη-επιστρεπτέα, παρέχεται από την κυβέρνηση	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, περιορισμοί προϋπολογισμού
Φορολογικά κίνητρα	Μείωση στη φορολογία	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Έλλειψη ενημέρωσης
Ενεργειακά Αποδοτικά Στεγαστικά Δάνεια (EEMs)	Στεγαστικό δάνειο	Ιδιωτικά	Κατοικήσιμα	Χαμηλό	Έλλειψη ενημέρωσης, υψηλό κόστος συναλλαγής
Αυξητική φορολογία ακίνητης περιουσίας	Φορολογικές ελαφρύνσεις-κίνητρα	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Έλλειψη ενημέρωσης
One-stop shops	Ενημέρωση, Καθοδήγηση	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Έλλειψη ενημέρωσης
Δάνεια	Επιστρεπτέα χρηματοδότηση	Και στα δύο	Και στα δύο	Μεσαίο με Υψηλό	Περιορισμένη διαθεσιμότητα, Έλλειψη εξασφαλίσεων, Υψηλά επιτόκια

Εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών (ESCOs) και Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης (EPCs)	Μη-επιστρεπτέα χρηματοδότηση, συμφωνίες βάσει απόδοσης	Και στα δύο	Και στα δύο, αλλά κατά βάση σε μη κατοικήσιμα	Μεσαίο	Έλλειψη ενημέρωσης, Πολυπλοκότητα των συμβάσεων
Συμφωνίες Ενεργειακής Απόδοσης (ESA)	Μη-επιστρεπτέα χρηματοδότηση, συμφωνίες βάσει απόδοσης	Και στα δύο	Και στα δύο, αλλά κατά βάση σε μη κατοικήσιμα	Μεσαίο	Έλλειψη ενημέρωσης, Πολυπλοκότητα των συμβάσεων
Χρηματοδότηση επί λογαριασμών(OBF)	Αποπληρωμή μέσω των λογαριασμών κοινής ωφελείας	Και στα δύο	Και στα δύο	Μεσαίο	Έλλειψη ενημέρωσης, Υψηλά επιτόκια, Συμμόρφωση με τους κανονισμούς
Χρηματοδότηση καθαρής ενέργειας (PACE)	Χρηματοδότηση βάσει του ακινήτου, αποπληρωμή μέσω της φορολογίας της ακίνητης περιουσίας	Και στα δύο	Και στα δύο	Μεσαίο	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
Τιμολόγια τροφοδότησης ενεργειακής απόδοσης (EE-FiTs)	Οικονομική επιβράβευση μέσω τιμολογίου	Και στα δύο	Και στα δύο	Υψηλό	Έλλειψη ενημέρωσης, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
Ίδια κεφάλαια (Equity)	Επενδύσεις κεφαλαίων	Ιδιωτικά	Και στα δύο	Υψηλό	Υψηλός επενδυτικός κίνδυνος, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
Συμμετοχική χρηματοδότηση (Crowdfunding)	Δωρεές, Ανταμοιβές	Ιδιωτικά	Και στα δύο	Υψηλό	Περιορισμένη διαθεσιμότητα
Υποχρεώσεις ενεργειακής απόδοσης	Υποχρεωτική συμμόρφωση ή ποινές	Και στα δύο	Και στα δύο, αλλά κατά βάση σε μη κατοικήσιμα	Υψηλό	Δυσκολία στη μέτρηση της εξοικονόμησης, Συμμόρφωση με τους στόχους
Ταμεία της πολιτικής συνοχής (Cohesion Policy Funds)	Μη-επιστρεπτέα χρηματοδότηση	Δημόσια	Και στα δύο, αλλά κατά βάση σε δημόσια κτίρια	Μεσαίο	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα, περιορισμοί προϋπολογισμού
Μηχανισμός Ανάκαμψης και	Επιχορηγήσεις	Δημόσια	Και στα δύο	Χαμηλό	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας

Ανθεκτικότητας (RRF)					υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά και Επενδυτικά Ταμεία (ESIF)	Επιχορηγήσεις και επιδοτήσεις	Δημόσια	Και στα δύο	Χαμηλό	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
Ευρωπαϊκό Ταμείο Στρατηγικών Επενδύσεων (EFSI)	Δάνεια	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
Horizon 2020	Επιχορηγήσεις, Δάνεια	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
European Local Energy Assistance (ELENA)	Επιχορηγήσεις, Δάνεια	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα
LIFE program	Επιχορηγήσεις	Και στα δύο	Και στα δύο	Χαμηλό	Πολυπλοκότητα της διαδικασίας υποβολής αιτήσεων, Περιορισμένη διαθεσιμότητα

### 3.1.3 Κατηγοριοποίηση Χρηματοδοτικών Μηχανισμών

Στην συνέχεια πραγματοποιείται μια πιο εκτενής παρουσίαση των χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι έχουν διακριθεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί χαμηλού κινδύνου, που προσφέρουν ασφάλεια και σταθερότητα στους επενδυτές,
- Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί μεσαίου κινδύνου, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται μηχανισμοί που, υπό προϋποθέσεις μπορούν να προσφέρουν σημαντική στήριξη,
- Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί υψηλού κινδύνου, που εμπεριέχουν μεγάλο ρίσκο και χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής,

- Χρηματοδοτικά προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που συνοδεύονται με την ασφάλεια της Ε.Ε.

Η παραπάνω διάκριση βασίστηκε και πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη εάν ο χρηματοδοτικός μηχανισμός είναι:

- παραδοσιακός (traditional and well established), που σημαίνει ότι έχει χρησιμοποιηθεί και καθιερωθεί ως επιτυχημένος σε παρόμοιες περιπτώσεις και για αυτό χαρακτηρίζεται ως χαμηλού κινδύνου,
- δοκιμασμένος και αναπτυσσόμενος (tested and growing), που σημαίνει ότι έχει δοκιμαστεί, έχει επιτύχει σε πρώτο βαθμό και στοχεύει, πλέον, να αναπτυχθεί περαιτέρω και για αυτό χαρακτηρίζεται ως μεσαίου κινδύνου,
- νέος και καινοτόμος (new and innovative), που σημαίνει ότι πρόκειται για ένα μη δοκιμασμένο μηχανισμό, που πρέπει να ξεπεράσει εμπόδια και για αυτό χαρακτηρίζεται ως υψηλού κινδύνου (Bertoldi et al., 2020).

### 3.1.3.1 Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί Χαμηλού Κινδύνου

#### Επιχορηγήσεις και επιδοτήσεις

Πρώτη και, ίσως, πιο διαδεδομένη μορφή χρηματοδότησης αποτελούν οι επιχορηγήσεις-επιδοτήσεις, δηλαδή τα μη επιστρεπτέα κεφάλαια που δίνονται με σκοπό την ανάληψη έργων ανακαίνισης. Οι επιχορηγήσεις παρέχονται, συνήθως, από κυβερνητικές υπηρεσίες, ιδιωτικά ιδρύματα ή μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, ενώ δύναται να καλύψουν ευρύ φάσμα δαπανών που σχετίζονται με έργα ανακαίνισης, συμπεριλαμβανομένων των αμοιβών σχεδιασμού και μηχανικής, του κόστους κατασκευής και των αναβαθμίσεων της ενεργειακής απόδοσης (Economidou et al., 2021).

Οι επιδοτήσεις, από την άλλη μεριά, είναι προγράμματα που μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, όπως φορολογικές πιστώσεις ή εκπτώσεις και χαμηλότοκα δάνεια. Οι επιδοτήσεις παρέχονται από κυβερνητικές υπηρεσίες και έχουν σχεδιαστεί για να ενθαρρύνουν την διενέργεια έργων ανακαίνισης που έχουν δημόσια οφέλη, όπως η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Bertoldi et al., 2020).

Τόσο οι επιχορηγήσεις όσο και οι επιδοτήσεις έχουν τη δυνατότητα να καταστήσουν τα έργα ανακαίνισης κτιρίων πιο εφικτά οικονομικά και βιώσιμα, συμβάλλοντας στην αντιστάθμιση του κόστους των ανακαίνισεων, το οποίο μπορεί να είναι σημαντικό, ιδίως για τα παλαιότερα κτίρια.

#### Φορολογικά κίνητρα

Τα φορολογικά κίνητρα παρέχονται συνήθως από τις κυβερνήσεις ως τρόπος ενθάρρυνσης των ιδιοκτητών κτιρίων να επενδύσουν σε ενεργειακά αποδοτικές αναβαθμίσεις και ανακαινίσεις κτιρίων, καθώς παρέχουν άμεσο οικονομικό όφελος στον ιδιοκτήτη του κτιρίου (Bertoldi et al., 2020).

Λαμβάνουν διάφορες μορφές, συμπεριλαμβανομένων των πιστώσεων φόρου, των φορολογικών εκπτώσεων και της ταχείας απόσβεσης. Οι πιστώσεις φόρου μειώνουν το ποσό του φόρου που οφείλει ο ιδιοκτήτης του κτιρίου κατά ένα ποσοστό του κόστους του έργου ανακαίνισης (Ciniéri & Garzulino, 2022). Οι φορολογικές εκπτώσεις επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες κτιρίων να εκπίπτουν ένα μέρος του κόστους ανακαίνισης από το φορολογητέο εισόδημά τους, μειώνοντας έτσι το ποσό του οφειλόμενου φόρου. Η ταχεία απόσβεση επιτρέπει στους ιδιοκτήτες κτιρίων να αποσβέσουν το κόστος του έργου ανακαίνισης σε μικρότερο χρονικό διάστημα, μειώνοντας έτσι το φορολογητέο εισόδημά τους (Economidou et al., 2019).

### **Ενεργειακά Αποδοτικά Στεγαστικά Δάνεια (Energy Efficient Mortgages-EEM)**

Τα ενεργειακά αποδοτικά στεγαστικά δάνεια είναι ένας τύπος δανείου που επιτρέπει στους αγοραστές κατοικιών να χρηματοδοτούν το κόστος των ενεργειακά αποδοτικών αναβαθμίσεων στα σπίτια τους (Economidou et al., 2019). Είναι διαθέσιμα τόσο για νέες όσο και για υπάρχουσες κατοικίες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότηση ενός ευρέος φάσματος ενεργειακά αποδοτικών βελτιώσεων, όπως μόνωση, παράθυρα και συστήματα θέρμανσης και ψύξης υψηλής απόδοσης (Brown et al., 2019).

Ο ενδιαφερόμενος μπορεί να πληροί τις προϋποθέσεις για μεγαλύτερο στεγαστικό δάνειο ή χαμηλότερο επιτόκιο με βάση την αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας από τις ενεργειακά αποδοτικές αναβαθμίσεις. Η εξοικονόμηση ενέργειας υπολογίζεται συνήθως με τη χρήση ενεργειακού ελέγχου ή συστήματος ενεργειακής κατάταξης κατοικίας και η εξοικονόμηση συνυπολογίζεται στον λόγο χρέους-εισόδημα του δανειολήπτη (Bertoldi et al., 2020).

### **Αυξητική φορολογία ακίνητης περιουσίας (Incremental property taxation)**

Στο πλαίσιο της αυξητικής φορολογίας ακινήτων, οι φόροι ακίνητης περιουσίας αυξάνονται σταδιακά με βάση την εκτιμώμενη αξία του κτιρίου μετά τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, αποτελώντας ένα χρηματοδοτικό μηχανισμό που στοχεύει να προσδώσει κίνητρο στους ιδιοκτήτες ακινήτων να επενδύσουν σε βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης στα κτίριά τους (Merriman et al., 2018).

Η αυξητική αύξηση των φόρων ακίνητης περιουσίας στηρίζεται στην εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από τις βελτιώσεις και η αύξηση των φόρων εφαρμόζεται σταδιακά σε μια περίοδο αρκετών ετών (Bertoldi et al., 2020). Η ιδέα πίσω από αυτόν τον μηχανισμό είναι να παρέχει ένα οικονομικό κίνητρο στους ιδιοκτήτες ακινήτων να επενδύσουν σε βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης που θα οδηγήσουν σε μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση κόστους, δημιουργώντας παράλληλα έσοδα για τις τοπικές κυβερνήσεις (Merriman et al., 2018).

### **One-stop shops**

Τα one-stop shops αποτελεί μια επιλογή για την παροχή ολοκληρωμένης υποστήριξης και καθοδήγησης στους ιδιοκτήτες κτιρίων που ενδιαφέρονται να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων τους (Economidou et al., 2019). Αυτά τα καταστήματα προσφέρουν μια σειρά υπηρεσιών, όπως ενεργειακούς ελέγχους, επιλογές χρηματοδότησης, παραπομπές εργολάβων και τεχνική βοήθεια (Bertoldi et al., 2020).

Στόχος τους είναι η απλοποίηση της διαδικασίας εφαρμογής βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης, παρέχοντας στους ιδιοκτήτες κτιρίων πρόσβαση σε όλους τους πόρους που χρειάζονται (Bertoldi et al., 2021). Διευκολύνοντας τη διαδικασία και την πρόσβαση των ιδιοκτητών κτιρίων σε υποστήριξη και πληροφορίες, τα one-stop shops συμβάλουν στην υπέρβαση ορισμένων από τα εμπόδια που μπορούν να εμποδίσουν την εφαρμογή βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης (Biere-Arenas et al., 2021).

### 3.1.3.2 Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί Μεσαίου Κινδύνου

#### Δάνεια

Τα δάνεια είναι ένας ακόμη χρηματοδοτικός μηχανισμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη του κόστους των έργων ανακαίνισης κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των υλικών, της εργασίας και των υπηρεσιών σχεδιασμού και λαμβάνονται από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων τραπεζών, πιστωτικών ενώσεων και ιδιωτικών δανειστών (Mainali et al., 2019).

Τα δάνεια μπορούν να διαρθρωθούν με διάφορους τρόπους, όπως τα εξασφαλισμένα και μη εξασφαλισμένα δάνεια, των σταθερών και κυμαινόμενων επιτοκίων και των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων περιόδων αποπληρωμής. Τα εξασφαλισμένα δάνεια απαιτούν εξασφαλίσεις, ενώ τα μη εξασφαλισμένα δάνεια δεν απαιτούν εξασφαλίσεις, αλλά έχουν υψηλότερα επιτόκια και αυστηρότερα κριτήρια δανεισμού. Τα σταθερά επιτόκια παρέχουν σταθερότητα στις πληρωμές δανείων, ενώ τα κυμαινόμενα επιτόκια μπορεί να παρουσιάζουν διακυμάνσεις με την πάροδο του χρόνου (Economidou et al., 2019).

#### Εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών (Energy Service Companies-ESCOs) και Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Contracting- EPC)

Οι εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών και οι συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης είναι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για τη χρηματοδότηση έργων ανακαίνισης κτιρίων με επίκεντρο την ενεργειακή απόδοση. Παρέχουν μια σειρά υπηρεσιών που σχετίζονται με την ενέργεια στους ιδιοκτήτες κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων ενεργειακών ελέγχων, αναβαθμίσεων ενεργειακής απόδοσης και συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης (Bertoldi et al., 2020).

Είναι ένας μηχανισμός χρηματοδότησης στον οποίο το κόστος των αναβαθμίσεων της ενεργειακής απόδοσης καλύπτεται μέσω της εξοικονόμησης που προκύπτει από τις βελτιώσεις (Bertoldi & Boza-Kiss, 2017). Σε μια σύμβαση ενεργειακής απόδοσης, η ESCO καλύπτει το αρχικό κόστος του έργου ανακαίνισης και επιστρέφεται μέσω μέρους της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται από τον ιδιοκτήτη του κτιρίου για ορισμένο χρονικό διάστημα. Η σύμβαση περιλαμβάνει συνήθως εγγύηση εξοικονόμησης ενέργειας (Panev et al. 2018), η οποία παρέχει διαβεβαίωση στον ιδιοκτήτη του κτιρίου ότι η επένδυση θα αποδώσει.

Με τον όρο EPC εννοείται η σύμβαση ενεργειακής απόδοσης, η οποία είναι ένας χρηματοδοτικός μηχανισμός που χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο για τη χρηματοδότηση έργων ανακαίνισης κτιρίων. Η EPC είναι μια συμβατική ρύθμιση μεταξύ του ιδιοκτήτη του κτιρίου και μιας εταιρείας ενεργειακών υπηρεσιών (ESCO), η οποία παρέχει χρηματοδότηση για μέτρα ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια (Augustins et al., 2018).

Στο πλαίσιο της σύμβασης EPC, η ESCO αναλαμβάνει την ευθύνη για τον προσδιορισμό, τον σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο. Η ESCO χρηματοδοτεί το έργο εκ των προτέρων και αποζημιώνεται μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται σε προκαθορισμένη χρονική περίοδο (Natividade et al., 2022). Ο ιδιοκτήτης του κτιρίου επωφελείται από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται χωρίς να χρειάζεται να πραγματοποιήσει καμία αρχική επένδυση.

Μπορεί να φανεί ιδιαίτερα ελκυστικό για δημόσια κτίρια, όπως σχολεία, νοσοκομεία και κυβερνητικά κτίρια, τα οποία συχνά έχουν περιορισμένους προϋπολογισμούς για επενδύσεις κεφαλαίου (Boza-Kiss et al., 2017).

### **Συμφωνίες Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Services Agreements-ESA)**

Οι συμφωνίες ενεργειακών υπηρεσιών αποτελούν μία μορφή χρηματοδότησης συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης. Σε μια παραδοσιακή σύμβαση ενεργειακής απόδοσης, μια εταιρεία (ESCO) παρέχει εγγύηση ενεργειακής απόδοσης, με την δέσμευση-υποχρέωση για τη διατήρηση των περιουσιακών στοιχείων, βάσει της σύμβασης, για μία δεδομένη χρονική περίοδο (Brown et al., 2019). Μία τέτοια συμφωνία είναι ικανή να συνδυάζει διαφορετικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης, τα οποία παρέχουν υπηρεσίες σε ιδιοκτήτες κτιρίων οι οποίοι με την σειρά τους τις αποπληρώνουν μέσω χρέωσης που βασίζεται στην εξοικονόμηση ενέργειας, χωρίς να απαιτείται οι να παρέχουν το αρχικό κεφάλαιο (Bertoldi et al., 2020).

Οι συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης είναι συνηθέστερες στον δημόσιο τομέα, όπου παρέχεται πρόσβαση σε φθηνά κεφάλαια, ενώ, πρόσφατα, οι συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης και τα μοντέλα ESCO έχουν αυξηθεί στους μικρούς εμπορικούς και οικιακούς τομείς (Brown et al., 2019).

### **Χρηματοδότηση επί λογαριασμών (On-bill finance-OBF)**

Η χρηματοδότηση επί λογαριασμών (OBF) είναι μια επιλογή χρηματοδότησης που επιτρέπει στους ιδιοκτήτες κτιρίων να χρηματοδοτούν αναβαθμίσεις ενεργειακής απόδοσης μέσω των λογαριασμών κοινής ωφέλειας (Bianco & Sonvilla, 2021). Σύμφωνα με την OBF, ο ιδιοκτήτης του κτιρίου δανείζεται χρήματα από έναν δανειστή για τη χρηματοδότηση του έργου ανακαίνισης και η αποπληρωμή του δανείου προστίθεται στον λογαριασμό κοινής ωφέλειας του κτιρίου. Ο ιδιοκτήτης του κτιρίου αποπληρώνει το δάνειο με την πάροδο του χρόνου μέσω του λογαριασμού κοινής ωφέλειας, συνήθως με χαμηλότερο επιτόκιο από ένα παραδοσιακό δάνειο (Bianco et al., 2022).

Η OBF μπορεί να προσφέρει μια σειρά από οφέλη στους ιδιοκτήτες κτιρίων, συμπεριλαμβανομένου του μειωμένου οικονομικού κινδύνου, των χαμηλότερων επιτοκίων και των απλοποιημένων όρων αποπληρωμής (Brown et al., 2019). Μπορεί, επίσης, να προσφέρει οφέλη στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, καθώς μπορεί να συμβάλει στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας των πελατών τους και στην αύξηση της συνολικής ενεργειακής τους απόδοσης (Bertoldi et al., 2020).



### Χρηματοδότηση καθαρής ενέργειας (Property Assessed Clean Energy-PACE)

Η χρηματοδότηση καθαρής ενέργειας (PACE) αποτελεί ένα μηχανισμό χρηματοδότησης που επιτρέπει στους ιδιοκτήτες κτιρίων να χρηματοδοτούν βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Pardo, 2019), μέσω ειδικής εκτίμησης στο λογαριασμό φόρου ακίνητης περιουσίας τους. Η χρηματοδότηση PACE είναι, συνήθως, διαθέσιμη για εμπορικά, βιομηχανικά και οικιστικά ακίνητα.

Σύμφωνα με την PACE, ο ιδιοκτήτης του κτιρίου δανείζεται χρήματα από έναν δανειστή για τη χρηματοδότηση της ενεργειακής απόδοσης ή για βελτιώσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το δάνειο αποπληρώνεται μέσω ειδικής εκτίμησης στο λογαριασμό φόρου ακίνητης περιουσίας (Brown et al., 2019). Η εκτίμηση κατανέμεται σε μια περίοδο 15 έως 20 ετών και το δάνειο παραμένει στο ακίνητο ακόμη και αν το ακίνητο πωληθεί (Bertoldi et al., 2020). Αυτό σημαίνει ότι ο ιδιοκτήτης του κτιρίου δεν χρειάζεται να παρέχει προσωπικές εγγυήσεις ή εξασφαλίσεις για το δάνειο.

#### 3.1.3.3 Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί Υψηλού Κινδύνου

##### Τιμολόγια τροφοδότησης ενεργειακής απόδοσης (Energy efficiency feed-in tariffs-EE-FiTs)

Ένας επιπλέον μηχανισμός παροχής κινήτρων για βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια είναι τα τιμολόγια τροφοδότησης ενεργειακής απόδοσης. Παρόμοια με τα τιμολόγια τροφοδότησης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα EE-FiTs προσφέρουν οικονομική ανταμοιβή για τους ιδιοκτήτες κτιρίων που επενδύουν σε μέτρα ενεργειακής απόδοσης (Rosenow, 2019).

Στο πλαίσιο ενός EE-FiT, οι ιδιοκτήτες κτιρίων αμείβονται με σταθερό επιτόκιο για κάθε μονάδα ενέργειας που εξοικονομείται μέσω βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης (Dijkgraaf et al., 2018). Οι πληρωμές πραγματοποιούνται από την τοπική υπηρεσία κοινής ωφέλειας ή από κυβερνητική υπηρεσία και προορίζονται να καλύψουν το κόστος των βελτιώσεων και να παράσχουν απόδοση της επένδυσης για τον ιδιοκτήτη του κτιρίου (Bertoldi et al., 2020).

Παρά τα οφέλη αυτά, η διαθεσιμότητα των EE-FiTs μπορεί να υπόκειται σε κανονιστικούς περιορισμούς ή περιορισμούς της αγοράς (Pablo-Romero et al., 2017), που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητά τους σε ορισμένες περιοχές ή για ορισμένους τύπους κτιρίων.

##### Ίδια κεφάλαια (Equity)

Τα ίδια κεφάλαια αποτελούν ένα μηχανισμό χρηματοδότησης που μπορεί, μεταξύ άλλων, να χρησιμοποιηθεί για τη στήριξη έργων ανακαίνισης κτιρίων. Τα ίδια κεφάλαια αναφέρονται στην ιδιοκτησία μιας εταιρείας ή ενός έργου και η χρηματοδότηση με ίδια κεφάλαια περιλαμβάνει την άντληση κεφαλαίων με την πώληση μετοχών ιδιοκτησίας σε επενδυτές (Bertoldi et al., 2021). Στο πλαίσιο της ανακαίνισης κτιρίων, τα ίδια κεφάλαια μπορούν να

αντληθούν μέσω διαφόρων μηχανισμών, όπως ιδιωτικές επενδύσεις, συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (Brown et al., 2019).

Ένας τρόπος άντλησης ιδίων κεφαλαίων για έργα ανακαίνισης κτιρίων μπορεί να πραγματοποιηθεί, όπως αναφέρθηκε, μέσω ιδιωτικών επενδύσεων. Οι ιδιώτες επενδυτές μπορούν να παρέχουν κεφάλαια σε αντάλλαγμα για την ιδιοκτησία του έργου και μπορούν δυνητικά να κερδίσουν απόδοση της επένδυσής τους μέσω των εσόδων του έργου ή της εκτίμησης του ιδιοκτησιακού τους μεριδίου (Brown et al., 2019).

Οι συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν για την άντληση ιδίων κεφαλαίων για έργα ανακαίνισης κτιρίων. Οι συμπράξεις περιλαμβάνουν τη συνεργασία μεταξύ του δημόσιου τομέα και ιδιωτών επενδυτών για τη χρηματοδότηση και τη διαχείριση ενός έργου. Ο δημόσιος τομέας μπορεί να παρέχει χρηματοδότηση ή άλλες μορφές στήριξης, ενώ οι ιδιώτες επενδυτές συνεισφέρουν κεφάλαια και εμπειρογνώμοσύνη (Panteli et al., 2020).

### **Συμμετοχική χρηματοδότηση (Crowdfunding)**

Ένας μηχανισμός συγκέντρωσης κεφαλαίων για έργα ενεργειακής απόδοσης, που διαδίδεται και εδραιώνεται ολοένα και περισσότερο, λόγω του διαδικτύου, είναι η συμμετοχική χρηματοδότηση από μεγάλο αριθμό ατόμων (Ziobrowska, 2022). Οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να χρησιμοποιήσουν το crowdfunding για να χρηματοδοτήσουν βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια, δημιουργώντας μια εκστρατεία και προσκαλώντας άτομα να συνεισφέρουν κεφάλαια (Panteli et al., 2020).

Έχει τη δυνατότητα να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας στο δομημένο περιβάλλον, ιδίως για έργα μικρής κλίμακας και για ιδιοκτήτες κτιρίων που ενδέχεται να δυσκολεύονται να αποκτήσουν πρόσβαση σε παραδοσιακές πηγές χρηματοδότησης (Garcia-Teruel, 2019). Παρέχοντας έναν τρόπο συγκέντρωσης κεφαλαίων από μεγάλο αριθμό ατόμων, η συμμετοχική χρηματοδότηση συμβάλει στη χρηματοδότηση βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης και στην προώθηση βιώσιμων και ανθεκτικών κοινοτήτων (Borrero-Domínguez et al., 2020).

### **Υποχρεώσεις ενεργειακής απόδοσης**

Οι υποχρεώσεις ενεργειακής απόδοσης απαιτούν από τις εταιρείες ενέργειας να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους ενεργειακής απόδοσης, παρέχοντας κίνητρα για ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις κτιρίων. Στο πλαίσιο των υποχρεώσεων ενεργειακής απόδοσης, οι εταιρείες ενέργειας υποχρεούνται να επιτυγχάνουν ένα ορισμένο επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόζοντας μέτρα ενεργειακής απόδοσης (Blumberga et al., 2021).

Οι υποχρεώσεις μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, όπως τα πιστοποιητικά εξοικονόμησης ενέργειας, τα οποία με τη σειρά τους, χορηγούνται σε εταιρείες ενέργειας που επιτυγχάνουν εξοικονόμηση ενέργειας πέρα από ένα επιθυμητό όριο (Bertoldi et al., 2020). Τα πιστοποιητικά μπορούν στη συνέχεια να αποτελέσουν αντικείμενο διαπραγμάτευσης σε μια αγορά, παρέχοντας κίνητρο στις εταιρείες ενέργειας να επενδύσουν σε μέτρα ενεργειακής απόδοσης.

Αποτελούν σημαντική πηγή χρηματοδότησης για έργα ανακαίνισης κτιρίων, ιδίως για εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια, έχοντας περιορισμένο αντίκτυπο στον τομέα των οικιστικών κτιρίων (Economidou et al., 2019). Παρόλα αυτά, οι υποχρεώσεις ενεργειακής

απόδοσης μπορεί να είναι πολύπλοκες στην εφαρμογή τους και ενδέχεται να απαιτούν σημαντικό συντονισμό μεταξύ των εταιρειών ενέργειας, των ιδιοκτητών κτιρίων και των κυβερνητικών υπηρεσιών (Blumberga et al., 2021).

### 3.1.3.4 Χρηματοδοτικά προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης Ταμεία πολιτικής συνοχής (Cohesion Policy Funds)

Τα ταμεία της πολιτικής συνοχής συντελούν χρηματοδοτικά μέσα που θεσπίζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τη μείωση των ανισοτήτων και την προώθηση της οικονομικής, κοινωνικής και εδαφικής συνοχής μεταξύ των περιφερειών της ΕΕ (Cunico et al., 2021). Τα κονδύλια αυτά προορίζονται κυρίως για τη στήριξη των λιγότερο ανεπτυγμένων περιφερειών, αλλά διατίθενται επίσης σε πιο ανεπτυγμένες περιφέρειες που αντιμετωπίζουν οικονομικές προκλήσεις.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της στήριξης της ανακαίνισης κτιρίων. Τα κύρια ταμεία για έργα ανακαίνισης κτιρίων στο πλαίσιο της πολιτικής συνοχής είναι το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (Borz et al., 2022).

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης είναι το κύριο χρηματοδοτικό μέσο για τη στήριξη της περιφερειακής ανάπτυξης στην ΕΕ. Παρέχει χρηματοδότηση για έργα που συμβάλλουν στην οικονομική ανάπτυξη και τη δημιουργία θέσεων εργασίας στις λιγότερο ανεπτυγμένες περιφέρειες. Μία από τις προτεραιότητες του ταμείου είναι η στήριξη της μετάβασης σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μέσω της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων (Mrak et al., 2015).

Το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο, από την άλλη πλευρά, παρέχει χρηματοδότηση για έργα που προωθούν την απασχόληση, την κοινωνική ένταξη και την ανάπτυξη του ανθρώπινου κεφαλαίου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη προγραμμάτων κατάρτισης και εκπαίδευσης για εργαζόμενους στον κατασκευαστικό κλάδο, καθώς και για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και των βιώσιμων οικοδομικών πρακτικών (Mrak et al., 2015).

### Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας (Recovery and Resilience Facility-RRF)

Ο Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας είναι ένας χρηματοδοτικός μηχανισμός που θεσπίστηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) για τη στήριξη της ανάκαμψης και της ανθεκτικότητας των οικονομιών και των κοινωνιών των κρατών μελών της ΕΕ από τις επιπτώσεις της πανδημίας COVID-19 (Heilmann et al., 2020).

Η χρηματοδότηση του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα σκοπών, στους οποίους συγκαταλέγεται η στήριξη της ανακαίνισης κτιρίων, ώστε να καταστούν ενεργειακά αποδοτικότερα και πιο βιώσιμα (Pisani-Ferry, 2020). Η χρηματοδότηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη στήριξη διαφόρων πτυχών των έργων ανακαίνισης κτιρίων, όπως η εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, η μόνωση και άλλα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας (Astrov et al., 2022).

Προκειμένου να λάβουν χρηματοδότηση, τα κράτη μέλη πρέπει να υποβάλουν εθνικό σχέδιο ανάκαμψης και ανθεκτικότητας που να περιγράφει τις μεταρρυθμιστικές και επενδυτικές προτεραιότητές τους (Heilmann et al., 2020). Το σχέδιο πρέπει να περιλαμβάνει λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί η χρηματοδότηση για τη

στήριξη της μετάβασης σε μια βιώσιμη και κλιματικά ουδέτερη οικονομία, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων στην ενεργειακή απόδοση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ανακαίνιση κτιρίων (Astrov et al., 2022).

### **Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά και Επενδυτικά Ταμεία (European Structural and Investment Funds-ESIF)**

Τα Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά και Επενδυτικά Ταμεία μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμο χρηματοδοτικό μηχανισμό για έργα ανακαίνισης κτιρίων, ιδίως για έργα που αποσκοπούν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Remeikiene et al., 2021). Αποτελούν μια ομάδα ταμείων που διατίθενται στα κράτη μέλη της ΕΕ και αποσκοπούν στη στήριξη της οικονομικής και κοινωνικής συνοχής σε ολόκληρη την ΕΕ.

Υπάρχουν διάφορα διαθέσιμα ταμεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότηση έργων ανακαίνισης κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης, του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου και του Ταμείου Συνοχής (Remeikiene et al., 2021). Τα κονδύλια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη στήριξη μιας σειράς δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την ανακαίνιση κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών ελέγχων, των αναβαθμίσεων της μόνωσης και της εγκατάστασης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Blumberga et al., 2018).

Η χρηματοδότηση, συνήθως, παρέχεται με τη μορφή επιχορηγήσεων ή χαμηλότοκων δανείων, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στη μείωση του οικονομικού φόρτου των έργων ανακαίνισης κτιρίων. Επιπλέον, συνοδεύεται από τεχνική βοήθεια και στήριξη, γεγονός που μπορεί να είναι πολύτιμο για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των έργων (Blumberga et al., 2018).

### **Ευρωπαϊκό Ταμείο Στρατηγικών Επενδύσεων (European Fund for Strategic Investments-EFSI)**

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Στρατηγικών Επενδύσεων είναι ένας επιπλέον χρηματοδοτικός μηχανισμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη στήριξη έργων ανακαίνισης κτιρίων. Συστάθηκε το 2015 στο πλαίσιο του Επενδυτικού Σχεδίου για την Ευρώπη, το οποίο αποσκοπεί στην τόνωση των επενδύσεων στην ΕΕ και στη στήριξη της δημιουργίας θέσεων εργασίας και της οικονομικής ανάπτυξης (Wolf et al., 2021).

Χρηματοδοτεί ένα ευρύ φάσμα έργων, στα οποία προσμετρούνται οι υποδομές, η ενέργεια και η καινοτομία. Τα έργα ανακαίνισης κτιρίων που επικεντρώνονται στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι επιλέξιμα για χρηματοδότηση (Saheb, 2017).

Εκτός από την παροχή χρηματοδότησης, προσφέρει επίσης τεχνική υποστήριξη και βοήθεια στους φορείς υλοποίησης έργων, συμπεριλαμβανομένης βοήθειας για την προετοιμασία έργων και συμβουλές σχετικά με τις επιλογές χρηματοδότησης (Saheb, 2017).

### **Horizon 2020**

Ένα σύγχρονο χρηματοδοτικό πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας αποτελεί το Horizon 2020 που δημιουργήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την υποστήριξη της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας σε ένα ευρύ φάσμα τομέων (Vandewoestijne & De-Boissezon, 2015). Αν και δεν έχει σχεδιαστεί ειδικά για τη χρηματοδότηση έργων ανακαίνισης κτιρίων, προσφέρει ευκαιρίες για τη χρηματοδότηση δραστηριοτήτων έρευνας και ανάπτυξης που μπορούν να εφαρμοστούν σε έργα ανακαίνισης κτιρίων.

Ένας από τους κύριους τρόπους με τους οποίους το πρόγραμμα «Horizon 2020» στηρίζει την ανακαίνιση κτιρίων είναι εστιάζοντας στην ενεργειακή απόδοση και τη βιώσιμη ανάπτυξη (Du et al., 2019). Περιλαμβάνει μια σειρά από προσκλήσεις υποβολής προτάσεων που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση και τα βιώσιμα κτίρια. Αυτές οι προσκλήσεις προσφέρουν ευκαιρίες χρηματοδότησης για έργα που στοχεύουν στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, διαδικασιών και λύσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας στο δομημένο περιβάλλον (Vandewoestijne & De-Boissezon, 2015).

Η χρηματοδότηση του προγράμματος «Horizon 2020» είναι διαθέσιμη σε ένα ευρύ φάσμα οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων πανεπιστημίων, ερευνητικών ιδρυμάτων και ιδιωτικών εταιρειών. Ωστόσο, η πρόσβαση στη χρηματοδότηση του προγράμματος μπορεί να είναι ανταγωνιστική και οι προτάσεις πρέπει να αποδεικνύουν τις δυνατότητές τους για επιστημονική και τεχνολογική αριστεία και κοινωνικό αντίκτυπο, προκειμένου να εξεταστούν για χρηματοδότηση (Du et al., 2019).

### **European Local Energy Assistance-ELENA**

Ο μηχανισμός ELENA είναι ένας μηχανισμός τεχνικής βοήθειας που παρέχει χρηματοδότηση και στήριξη στις τοπικές και περιφερειακές αρχές σε ολόκληρη την Ευρώπη, με σκοπό να παράσχει βοήθεια ώστε να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν σχέδια δράσης για τη βιώσιμη ενέργεια και το κλίμα (Panteli et al., 2020). Ο μηχανισμός τελεί υπό τη διαχείριση της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων και χρηματοδοτείται μέσω του προγράμματος “Horizon 2020” της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (EIB Editorial Team, 2019;).

Ο ELENA παρέχει χρηματοδότηση για τεχνική βοήθεια και μελέτες σκοπιμότητας που σχετίζονται με έργα βιώσιμης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων έργων ανακαίνισης κτιρίων (Lombardi et al., 2016). Μπορεί να στηρίξει μια σειρά δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την ανακαίνιση κτιρίων, όπως ενεργειακούς ελέγχους, την ανάπτυξη σχεδίων ενεργειακής απόδοσης και την προετοιμασία προτάσεων έργων για χρηματοδότηση (Economidou et al., 2019).

### **Πρόγραμμα LIFE**

Το πρόγραμμα LIFE αποτελεί άλλο ένα χρηματοδοτικό μέσο της ΕΕ για έργα δράσης για το περιβάλλον και το κλίμα (Tollington et al., 2015). Παρέχει χρηματοδότηση για τη στήριξη της ανάπτυξης και της υλοποίησης καινοτόμων περιβαλλοντικών και κλιματικών έργων σε ολόκληρη την Ευρώπη, στα οποία συμπεριλαμβάνονται έργα ανακαίνισης κτιρίων, που εστιάζουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Economidou et al., 2019).

Το πρόγραμμα προσφέρει αρκετές ευκαιρίες χρηματοδότησης για έργα ανακαίνισης κτιρίων. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το υποπρόγραμμα LIFE Climate Change Mitigation που υποστηρίζει έργα που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου,

μεταξύ άλλων μέσω της ανακαίνισης κτιρίων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Επίσης, το υποπρόγραμμα LIFE Energy Transition υποστηρίζει έργα που στοχεύουν στην προώθηση της αποδοτικής χρήσης της ενέργειας, μέσω έργων ανακαίνισης κτιρίων (LIFE. (2023, April 18). European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency).

Για να έχουν πρόσβαση σε χρηματοδότηση από το πρόγραμμα LIFE, οι αιτούντες πρέπει να υποβάλουν πρόταση έργου που να αποδεικνύει την ικανότητά τους να προσφέρουν περιβαλλοντικά και κλιματικά οφέλη, καθώς και την τεχνική και οικονομική τους ικανότητα να υλοποιήσουν το προτεινόμενο έργο. Εκτός από τη χρηματοδότηση, το πρόγραμμα LIFE προσφέρει επίσης τεχνική υποστήριξη και καθοδήγηση στους προγραμματιστές έργων (LIFE. (2023, April 18). European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency).

### 3.2 Πλατφόρμες για τα Έργα Ενεργειακής Αποδοτικότητας σε Κτίρια & τη Χρηματοδότησή τους

Υπάρχουν διάφορες πλατφόρμες για τη χρηματοδότηση έργων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας σε κτίρια. Αυτές οι πλατφόρμες παρέχουν, συνήθως, χρηματοδοτικές λύσεις και υπηρεσίες στους διαχειριστές κτιρίων, με στόχο την υποστήριξη και την εκτέλεση ενεργειακών αναβαθμίσεων.

#### Πλατφόρμα χρηματοδότησης ενεργειακής απόδοσης (Energy Efficiency Financing Platform-EEFP)

Η Πλατφόρμα Χρηματοδότησης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Financing Platform-EEFP) είναι μια πρωτοβουλία του Γραφείου Ενεργειακής Απόδοσης (Bureau of Energy Efficiency-BEE), το οποίο λειτουργεί υπό το Υπουργείο Ενέργειας στην Ινδία. Αποτελεί ένα μηχανισμό για την τόνωση της χρηματοδότησης έργων ενεργειακής απόδοσης στην Ινδία, αναδεικνύοντας τα οφέλη και τους κινδύνους των έργων, αναλύοντας στοιχεία που βασίζονται στην αγορά και αξιολογώντας τις επενδύσεις με συνεργαζόμενα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα (Energy Efficiency Financing Platform (EEFP) - Policies - IEA. (n.d.). IEA. <https://www.iea.org/policies/7468-energy-efficiency-financing-platform-eefp>).

Στόχος της πλατφόρμας είναι να δημιουργήσει μηχανισμούς για τη χρηματοδότηση έργων ενεργειακής απόδοσης, ώστε να αυξήσει την ροή χρηματοδότησης σε έργα ενεργειακής απόδοσης. Ένας μεγάλος αριθμός υπαλλήλων έχουν εκπαιδευτεί μέσω της πρωτοβουλίας EEFP για να καθοδηγήσουν τους ενδιαφερόμενους, ενώ, παράλληλα, υπάρχουν υποστηρικτικές ενέργειες, όπως τα επενδυτικά bazars. Αυτές οι ενέργειες αποσκοπούν στη διευκόλυνση της αντιστοίχισης των έργων ενεργειακής απόδοσης με το ιδανικό επενδυτικό πρόγραμμα, τόσο δημιουργώντας τις απαραίτητες διασυνδέσεις, όσο και με την παροχή οικονομικής βοήθειας μέσω των συνεργαζόμενων τραπεζών. Τέλος, προσφέρει και μια νέα παροχή για ενεργειακά αποδοτική στέγαση, εφαρμόζοντας υποστήριξη, με την μορφή δανείων, για έργα που μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση ενέργειας 25%.

Όπως, προαναφέρθηκε, η πλατφόρμα χρησιμεύει ως κρίσιμος διαμεσολαβητής μεταξύ χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων και ατόμων ή επιχειρήσεων που αναζητούν λύσεις ενεργειακής απόδοσης. Οι κύριοι χρήστες, λοιπόν, της πλατφόρμας είναι τόσο ιδιώτες και επιχειρήσεις όσο και χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που προσφέρουν εξειδικευμένα

χρηματοδοτικά προϊόντα και υπηρεσίες ειδικά σχεδιασμένα για την υποστήριξη έργων ενεργειακής απόδοσης.

Συνοψίζοντας, η πλατφόρμα χρηματοδότησης της ενεργειακής απόδοσης από το Γραφείο Ενεργειακής Απόδοσης στην Ινδία έχει ως στόχο να γεφυρώσει το χρηματοδοτικό κενό και να επιτρέψει την ευρεία υιοθέτηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης. Διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην προώθηση βιώσιμων ενεργειακών πρακτικών και στη διευκόλυνση της μετάβασης της χώρας σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο μέλλον (Energy Efficiency Financing Platform (EEFP) | BUREAU OF ENERGY EFFICIENCY, Government of India, Ministry of Power. (n.d.). <https://beeindia.gov.in/en/programmesfinancing-energy-efficiency/energy-efficiency-financing-platform-eefp>).

### Πλατφόρμα χρηματοδότησης ενεργειακής απόδοσης (Energy Efficiency Financing Platform-EEFP)

Η Πλατφόρμα Χρηματοδότησης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Financing Platform-EEFP) αποτελεί την πρώτη εθνική πλατφόρμα επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης στη Λιθουανία, η οποία χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (European Investment Bank-EIB). Πρόκειται για μια επενδυτική πλατφόρμα που έχει ως στόχο την προώθηση, τη χρηματοδότηση και την υλοποίηση έργων εκσυγχρονισμού της ενεργειακής απόδοσης σε ολόκληρη τη χώρα, ιδίως οικιστικών, δημόσιων και βιομηχανικών κτιρίων (Energy Efficiency Financing Platform - Viešųjų investicijų plėtros agentūra. (2021, July 7). Viešųjų Investicijų Plėtros Agentūra. <https://www.vipa.lt/en/about-us/services/loans-to-prosumers/>).

Η χρηματοδότηση πραγματοποιείται μέσω μακροπρόθεσμων δανείων, τα οποία παρέχονται στους διαχειριστές των εγκαταστάσεων για την υλοποίηση έργων ανακαίνισης. Οι επενδύσεις επικεντρώνονται στην εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών σε ιδιωτικές κατοικίες, στη μικρή ανακαίνιση πολυκατοικιών και σε επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης σε βιομηχανικές εταιρείες, εστιάζοντας κυρίως στον αποδοτικό φωτισμό. Ως εκ τούτου, η πλατφόρμα εξυπηρετεί πολλούς διαφορετικούς δικαιούχους σε ολόκληρη τη Λιθουανία, βοηθώντας τους να μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και τους λογαριασμούς ενέργειας.

Με τη δημιουργία αυτής της επενδυτικής πλατφόρμας, η VIPA, η λιθουανική υπηρεσία ανάπτυξης δημόσιων επενδύσεων, θα έχει την ευκαιρία να επιτύχει εθνικούς στρατηγικούς στόχους στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, να στηρίξει την εφαρμογή αποτελεσματικών μεθόδων κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορους οικονομικούς τομείς, να δημιουργήσει συμπράξεις με τη συνεργασία με άλλες εθνικές εταιρείες και να προσελκύσει ιδιωτική χρηματοδότηση. Ο γενικότερος σκοπός είναι να συμβάλει στην ανάπτυξη μιας σύγχρονης και βιώσιμης οικονομίας.

Η πλατφόρμα μετρά την αποδοτικότητα των ενεργειών μέσω κάποιων βασικών δεικτών απόδοσης:

- Οικονομικοί: Κατά κεφαλήν ΑΕΠ (GDP per capita), Ποσοστό ανεργίας (Unemployment rate), Ποσοστό επένδυσης (Investment rate)
- Ενεργειακοί: Κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Energy consumption by renewables), Ενεργειακή εξάρτηση (Energy dependence), Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (Primary energy consumption)

- Άλλοι δείκτες: Επιλέξιμη επενδυτική κινητοποίηση της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων (EIB - Eligible Investment Mobilised), Εξωτερικός πολλαπλασιαστής Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων (External EIB multiplier), Συγχρηματοδότηση με εθνικές αναπτυξιακές τράπεζες/ διαρθρωτικές τράπεζες/ άλλα μέσα της ΕΕ (Co-financing with national promotional banks/ structural banks/ other EU instruments).

(Eib. (2018). VIPA ENERGY EFFICIENCY INVESTMENT PLATFORM SFSB. [www.eib.org](http://www.eib.org). <https://www.eib.org/en/projects/pipelines/all/20180145>)

### **Πλατφόρμα χρηματοδότησης UNEP FI της ενεργειακής απόδοσης (The UNEP FI Energy Efficiency Finance Platform)**

Η πλατφόρμα χρηματοδότησης της ενεργειακής απόδοσης, που ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2019 από το UNEP FI, επιτρέπει στα μέλη της να ανταλλάσσουν ιδέες και κορυφαίες πρακτικές για την κλιμάκωση της χρηματοδότησης των έργων ενεργειακής απόδοσης, ενώ συνεργάζεται με υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για τον προσδιορισμό των σωστών επενδυτικών αρχών για την ενεργειακή απόδοση.

Στόχος της πλατφόρμας είναι να δώσει τη δυνατότητα στις τράπεζες να μοιραστούν την εμπειρία τους όσον αφορά τη βελτίωση της αποδοτικότητας των στεγαστικών δανείων, να αναλύσει την πιθανή συνεισφορά της ενεργειακής απόδοσης στον πιστωτικό κίνδυνο, αλλά και να ενσωματώσει την ενεργειακή απόδοση σε διακριτούς επιχειρηματικούς τομείς. Από την άλλη μεριά, επιθυμεί να επιτρέψει στους ενδιαφερόμενους επενδυτές να ανταλλάξουν τις εμπειρίες τους, βελτιώνοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα των εταιρειών. Τέλος, αποσκοπεί να φέρει σε επαφή τους ασφαλιστές για την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών όσον αφορά τη μείωση των κινδύνων των επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης μέσω ειδικών ασφαλιστικών προϊόντων (United Nations Environment - Finance Initiative - Partnership between United Nations Environment and the global financial sector to promote sustainable finance. (n.d.). <https://www.unepfi.org/>).

### **Καινοτόμος πλατφόρμα επενδύσεων (Innovative Investment Platform)**

Το Υπουργείο Οικονομικών, το Υπουργείο Περιβάλλοντος και η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (European Investment Bank-EIB) επενδύουν από κοινού, με τη βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), σε μια επενδυτική πλατφόρμα για την αύξηση του όγκου χρηματοδότησης για την ανακαίνιση πολυκατοικιών στη Λιθουανία και τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των επενδύσεων μακροπρόθεσμα.

Η κυβέρνηση προτίθεται να επενδύσει 50 εκατομμύρια ευρώ από τη βοήθεια της ΕΕ στην επενδυτική πλατφόρμα που διαχειρίζεται η τράπεζα “Šiauliai Bank”, με τη βοήθεια της οποίας σχεδιάζεται να προσελκύσει στην πλατφόρμα επιπλέον 250 εκατομμύρια ευρώ από ιδιώτες εθνικούς και διεθνείς επενδυτές. Τα κεφάλαια, που εξασφαλίζονται μέσω του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης (European Regional Development Fund-ERDF) και της πλατφόρμας, θα χρησιμοποιηθούν για την έκδοση δανείων με ευνοϊκούς όρους για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης πολυκατοικιών και, γενικότερα, για τη συμβολή στην επίτευξη ουδέτερου ισοζυγίου άνθρακα έως το 2050.

Η καινοτόμος και ρυθμιστική επενδυτική πλατφόρμα επιτρέπει στους ιδιώτες επενδυτές να ενταχθούν σε εμπορικές τράπεζες και διεθνή χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και να ενισχύσουν περαιτέρω τον αριθμό των νοικοκυριών που χρησιμοποιούν ανακαινίσεις που σχετίζονται με



την ενεργειακή απόδοση. Η πλατφόρμα αυτή εξασφαλίζει ένα μοντέλο που μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί σε άλλα κράτη μέλη της ΕΕ (The Ministry of Finance and the Ministry of Environment and the European Investment Bank (EIB). <https://finmin.lrv.lt/en/news/renovation-wave-innovative-investment-platform-is-set-up-to-increase-energy-efficiency-of-multi-apartment-buildings-in-lithuania>).

### Επενδυτική Πλατφόρμα Πράσινων Κατοικιών (Green Homes Investment Platform-GHIP)

Η επενδυτική πλατφόρμα SMARTER Green Homes Investment Platform (GHIP) του Κέντρου Ενεργειακής Απόδοσης της Κοπεγχάγης (Copenhagen Centre on Energy Efficiency-CCEE) αποτελεί την σύνδεση μεταξύ της ανάπτυξης και της παράδοσης προτύπων ώστε να καταστούν οι ενεργειακές, οικολογικά αποδοτικές και πράσινες επενδύσεις σε οικιστικά ακίνητα ελκυστικές, αλλά και να υλοποιηθούν οι γενικότεροι στόχοι προς την κατεύθυνση της ενσωμάτωσης της χρηματοδότησης ενεργειακής απόδοσης.

Η πλατφόρμα διευκολύνει τον στρατηγικό διάλογο μεταξύ των ενδιαφερόμενων (θεσμικών επενδυτών, κατασκευαστών και τραπεζών) που σχετίζονται με τα πράσινα προγράμματα χρηματοδότησης ακινήτων, καθώς επηρεάζουν και καθορίζουν το ευρύτερο περιβάλλον (ασφαλιστές, επενδυτές, εξειδικευμένες τράπεζες). Ενσωματώνει τις βασικές πτυχές των προγραμμάτων των πράσινων στεγαστικών δανείων και των πράσινων κατοικιών που πραγματοποιούνται σε εθνικό επίπεδο, αλλά συνδέονται σε περιφερειακό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται μια κοινή, ευρύτερη προσέγγιση και εναρμόνιση με τις τρέχουσες και μελλοντικές πρωτοβουλίες του προγράμματος «Horizon 2020» για την ενσωμάτωση της χρηματοδότησης της ενεργειακής απόδοσης, καθώς και, μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας πράσινης χρηματοδότησης κατοικιών «SMARTER Finance for Families», διευκολύνεται η ανταλλαγή γνώσεων και άλλων δυνατοτήτων συνεργασίας σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Οι βασικές επιδιώξεις της πλατφόρμας είναι:

- Η οργάνωση διαλόγου τόσο με τους ενδιαφερόμενους φορείς, όσο και μεταξύ αυτών.
- Η θέσπιση ελάχιστων κριτηρίων για τα προγράμματα, ώστε να διασφαλιστεί μία κοινή προσέγγιση όσον αφορά την αναγκαία ενέργεια και τις πράσινες επιδόσεις των «πράσινων» επενδύσεων.
- Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή αξιόπιστων θεσμικών οργάνων, οι οποίοι θα είναι σεβαστοί και αποδεκτοί από το σύνολο των εμπλεκόμενων φορέων (τραπεζικός κλάδος, θεσμικοί επενδυτές, κυβερνήσεις, ειδικοί σε θέματα ενέργειας και περιβάλλοντος).

(Copenhagen Centre on Energy Efficiency. (2021, September 3). Green Home Investment Platform - Copenhagen Centre on Energy Efficiency. <https://c2e2.unepccc.org/ghip/>)

### Πλατφόρμα ενεργειακής απόδοσης για την εξάλειψη των κινδύνων (De-risking Energy Efficiency Platform - DEEP)

Η πλατφόρμα ενεργειακής απόδοσης για την εξάλειψη των κινδύνων (DEEP) είναι μια πρωτοβουλία που αναπτύχθηκε από τον Όμιλο Χρηματοπιστωτικών Ιδρυμάτων Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Financial Institutions Group - EEFIG) και διαδραματίζει καίριο ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, αφού υποστηρίζει και προωθεί δράσεις ανακαίνισης (Piazolo, 2021).

Ένας από τους βασικούς στόχους της πλατφόρμας DEEP είναι ο εντοπισμός και η αντιμετώπιση των διαφόρων εμποδίων και κινδύνων που εμποδίζουν τις επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης. Παρέχοντας μια σειρά υπηρεσιών και εργαλείων, το DEEP στοχεύει να μειώσει τους κινδύνους αυτών των επενδύσεων και να τις καταστήσει πιο ελκυστικές για τους δυνητικούς ενδιαφερόμενους.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- η αξιολόγηση της τεχνικής και οικονομικής σκοπιμότητας των έργων ενεργειακής απόδοσης, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους να αξιολογούν τους πιθανούς κινδύνους, να εκτιμούν την εξοικονόμηση ενέργειας και τις οικονομικές αποδόσεις των έργων,
- η ολοκληρωμένη υποστήριξη στον μετριασμό του κινδύνου, παρέχοντας κατευθυντήριες γραμμές, πρότυπα και βέλτιστες πρακτικές για την ανάπτυξη έργων με δυνατότητα τραπεζικής χρηματοδότησης,
- η προσφορά πληθώρας πόρων, μελετών και προηγούμενων επιτυχημένων έργων που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, με στόχο την ενημέρωση των ενδιαφερομένων για τις τελευταίες τάσεις, τεχνολογίες και εξελίξεις πολιτικής στον τομέα,
- η παροχή πληροφοριών, σχετικών με τις πολιτικές, τους κανονισμούς και τις τάσεις της αγοράς, ώστε να δώσει τη δυνατότητα στα ενδιαφερόμενα μέρη να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να αξιοποιούν ευκαιρίες στο εξελισσόμενο τοπίο της ενεργειακής απόδοσης.

(DEEP - De-risk Energy Efficiency Platform. (n.d.). <https://deep.ec.europa.eu/>)

### Πλατφόρμα Triple-A

Η πλατφόρμα Triple-A έχει ως στόχο την ενίσχυση σε πρώιμο στάδιο της αλυσίδας αξίας των επενδύσεων στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, ενώ αποτελεί μέρος του προγράμματος «Horizon 2020». Αποτελείται από 12 οργανισμούς σε όλη την Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων χρηματοδοτικών φορέων, φορέων ανάπτυξης έργων, υποστήριξης πολιτικής και ερευνητικών ιδρυμάτων. Επιδιώκει να προσδιορίσει ποιες επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης θα μπορούσαν να θεωρηθούν επενδύσεις Triple-A, δηλαδή να προωθούν τη βιώσιμη ανάπτυξη, έχοντας παράλληλα εξαιρετικά ισχυρή ικανότητα να εκπληρώσουν τις δεσμεύσεις τους, ήδη από τα πρώτα στάδια της δημιουργίας επενδύσεων και της προεπιλογής/προαξιολόγησης (Piazolo, 2021).

Η πλατφόρμα Triple-A βοηθά τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και τους φορείς ανάπτυξης έργων να αυξήσουν την ανάπτυξη κεφαλαίων στην ΕΕ, καθιστώντας τις επενδύσεις πιο διαφανείς και ελκυστικές. Επιδιώκει να καταγράψει τις ανάγκες της αγοράς και να εξαλείψει τους φραγμούς που παρεμποδίζουν την υλοποίηση των επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης από τη φάση, κιάλας, του σχεδιασμού τους. Αυτά τα επιτυγχάνει αναπτύσσοντας εργαλεία, τα οποία απευθύνονται σε φορείς ανάπτυξης έργων, τραπεζίτες και χρηματοδότες, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ελέγχουν τη συμμόρφωση με την ταξινόμηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, να αξιολογούν τον συνολικό κίνδυνο και να συγκρίνουν τις εκτιμώμενες επιδόσεις των έργων ενεργειακής απόδοσης.

Παράλληλα, στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων των έργων, έχουν υλοποιηθεί διαδικασίες διαβούλευσης που περιλαμβάνουν διαδραστική συμμετοχή με τους ενδιαφερόμενους φορείς της ΕΕ, συλλέγοντας πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της αγοράς. Αυτή η ανατροφοδότηση αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της ανάπτυξης της μεθοδολογίας της πλατφόρμας Triple-A και των εργαλείων που χρησιμοποιεί. (Home | Triple-A. (n.d.). <https://www.aaa-h2020.eu/>)

### **Πλατφόρμα παρακολούθησης κινδύνου άνθρακα ακίνητης περιουσίας (Carbon Risk Real Estate Monitor - CRREM)**

Η πλατφόρμα CRREM αποτελεί μια πρωτοβουλία που επικεντρώνεται στην αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων άνθρακα στον τομέα των ακινήτων. Έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει τους επενδυτές ακινήτων και τα ενδιαφερόμενα μέρη στην κατανόηση και την αντιμετώπιση των κινδύνων που σχετίζονται με τον εκπεμπόμενο άνθρακα (Piazolo, 2021).

Ο πρωταρχικός στόχος του CRREM είναι να παρέχει ένα πλαίσιο για τη μέτρηση και τη διαχείριση των εκπομπών άνθρακα στον τομέα των ακινήτων, με σκοπό να βοηθήσει τους επενδυτές να συμμορφωθούν με διεθνείς στόχους για το κλίμα, όπως αυτοί που περιγράφονται στη συμφωνία του Παρισιού (Spanner et al.). Την ίδια στιγμή, παρέχει σαφή κατανόηση των εκπομπών που συνδέονται με διαφορετικούς τύπους περιουσιακών στοιχείων και βοηθά στον εντοπισμό τομέων όπου μπορούν να γίνουν βελτιώσεις. Αυτή η πρωτοβουλία επικεντρώνεται σε βασικές πτυχές, όπως η κατανάλωση ενέργειας, οι πηγές ενέργειας και τα χαρακτηριστικά των κτιρίων για τον προσδιορισμό της έντασης άνθρακα των ιδιοτήτων.

Χρησιμοποιώντας αυτό το πλαίσιο, οι επενδυτές ακινήτων μπορούν να αξιολογήσουν την απόδοση άνθρακα, να θέσουν στόχους μείωσης και να αναπτύξουν στρατηγικές για τη μετάβαση σε πιο βιώσιμα κτίρια χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Η πλατφόρμα αποσκοπεί στη στήριξη των επενδυτών στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων που λαμβάνουν υπόψη τόσο τις οικονομικές όσο και τις περιβαλλοντικές πτυχές, μειώνοντας τελικά τους κινδύνους άνθρακα και βελτιώνοντας το προφίλ βιωσιμότητας των περιουσιακών στοιχείων ακινήτων. (Wein, J. (2022, May 5). CRREM - Make decarbonisation measurable & Manage Carbon Risk. CRREM Project. <https://www.crrem.eu/>)

### **Πλατφόρμα InEEExS**

Η πλατφόρμα InEEExS (Innovative Energy Efficiency Service Models for Sector Integration via Blockchain) αναφέρεται σε μια έννοια που διερευνά την ενσωμάτωση της τεχνολογίας blockchain με μοντέλα υπηρεσιών ενεργειακής απόδοσης, με στόχο την ενίσχυση της ενεργειακής βιωσιμότητας σε ολόκληρο τον τομέα, αλλά και τη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ τμημάτων της αγοράς και φορέων.

Αξιοποιώντας την ασφαλή φύση του blockchain, η ιδέα στοχεύει να επιτρέψει τις συναλλαγές ενέργειας (peer to peer- P2P) και την ασφαλή ανταλλαγή δεδομένων οδηγώντας σε αυξημένη αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία. Επίσης, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην ανάπτυξη επιχειρηματικών μοντέλων και συμβατικών συστημάτων που διευκολύνουν την εφαρμογή υπηρεσιών έξυπνης ενέργειας, τα οποία με την σειρά τους ενοποιούν τον τομέα και την ανάπτυξη ευρέος φάσματος βιώσιμων τεχνολογιών, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα ηλεκτρικά οχήματα, οι αντλίες θερμότητας, οι έλεγχοι του διαδικτύου και άλλα μέτρα ενεργειακής απόδοσης.

(The Institute for European Energy and Climate Policy (IEECP). (2023, April 4). InEEExS IEECP. IEECP. <https://ieecp.org/projects/ineexs/>)

(\*blockchain= Το Blockchain είναι ένας κατακευματισμένος λογιστικός κατάλογος (distributed ledger), δημόσιος ή ιδιωτικός, στον οποίο συναλλαγές ή δεδομένα συνδέονται μεταξύ τους σε συνδεδεμένα μπλοκ δεδομένων καθιστώντας τα πρακτικά αμετάβλητα και αδιαμφισβήτητα από όλους τους κατακευματισμένους κόμβους (Nodes) στους οποίους έχει γίνει η ενημέρωση του καταλόγου.)

(HBH - Hellenic Blockchain Hub. (n.d.). <https://www.blockchain.org.gr/home/>)

### Πλατφόρμα MATRYCS

Η MATRYCS αποτελεί μια μεθοδολογία/πλατφόρμα που εστιάζει στην αξιολόγηση και βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνικές προσομοίωσης για την αξιολόγηση και ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες, όπως ο σχεδιασμός του κτιρίου, τα θερμικά χαρακτηριστικά, τα συστήματα HVAC (θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός), τα πρότυπα πληρότητας και τα πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας, με στόχο τον εντοπισμό τομέων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (Pau et al., 2022).

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός εικονικού μοντέλου του κτιρίου και την προσομοίωση της ενεργειακής του απόδοσης υπό διαφορετικά σενάρια. Με αυτό τον τρόπο επιτρέπει την αξιολόγηση της κατανάλωσης ενέργειας, της θερμικής άνεσης και άλλων σχετικών παραμέτρων. Με βάση τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, παρέχει συστάσεις και στρατηγικές για την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και τη βελτίωση της συνολικής βιωσιμότητας.

Η πλατφόρμα μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο για ιδιοκτήτες κτιρίων, αρχιτέκτονες, μηχανικούς και ενεργειακούς συμβούλους, αφού τους βοηθά να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό κτιρίων, τις επιλογές παρεμβάσεων και τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας. (Home. (n.d.). MATRYCS. <https://www.matrycs.eu/>)

### Πλατφόρμα I-ENERGY

Η πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας I-ENERGY είναι ένα λογισμικό που έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την παρακολούθηση, ανάλυση και βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορα πλαίσια, όπως κτίρια, εγκαταστάσεις ή βιομηχανικές διαδικασίες. Προσφέρει μια σειρά χαρακτηριστικών και λειτουργιών για να βοηθήσει τους οργανισμούς να διαχειριστούν αποτελεσματικά τη χρήση ενέργειας και να μειώσουν το κόστος (Karakolis et al., 2022).

Βασικά χαρακτηριστικά του I-ENERGY ως πλατφόρμας διαχείρισης ενέργειας αποτελούν:

- η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στους χρήστες να καταγράφουν τα μοτίβα χρήσης ενέργειας σε διαφορετικά συστήματα ή συσκευές, με σκοπό τον εντοπισμό ενεργοβόρων περιοχών, δυσλειτουργιών εξοπλισμού ή σπάταλων πρακτικών,
- η ανάλυση δεδομένων, προσφέροντας απεικονίσεις και αναφορές για την παρουσίαση πληροφοριών που σχετίζονται με την ενέργεια,.

- οι συστάσεις ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες, με βάση την ανάλυση δεδομένων, μπορεί να περιλαμβάνουν προσαρμογές στις ρυθμίσεις του εξοπλισμού, τις λειτουργικές πρακτικές για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας και τη μείωση των αποβλήτων.
- οι αυτοματοποιημένοι έλεγχοι και η βελτιστοποίηση, αφού προσφέροντας αυτοματοποιημένες λειτουργίες ελέγχου επιτρέπει την απομακρυσμένη διαχείριση και τον έλεγχο των ενεργειακών συστημάτων.
- η ενσωμάτωση με άλλα συστήματα, καθώς έχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης με άλλα συστήματα διαχείρισης κτιρίων ή συσκευές, όπως έξυπνους μετρητές ή συσκευές IoT (Internet of Things),
- τέλος, η αναφορά ενέργειας και συμμόρφωση. Η πλατφόρμα μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία εκθέσεων ενέργειας, στην παρακολούθηση της εξοικονόμησης ενέργειας και στη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τους ενεργειακούς κανονισμούς και πρότυπα (Karakolis et al.).

Συνολικά, το I-ENERGY ως πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας προσφέρει ένα ολοκληρωμένο σύνολο εργαλείων για την παρακολούθηση, ανάλυση και βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. (Homepage | I-ENERGY. (n.d.). <https://i-nergy.eu/>)

### Πλατφόρμα FrESCO

Η πλατφόρμα FrESCO (Framework for Energy Services in Commercial Real Estate) πρόκειται για ένα πλαίσιο που αποσκοπεί στη διευκόλυνση της ανάπτυξης και εφαρμογής ενεργειακών υπηρεσιών στον τομέα των εμπορικών ακινήτων. Παρέχει κατευθυντήριες γραμμές και βέλτιστες πρακτικές για παρόχους ενεργειακών υπηρεσιών, ιδιοκτήτες κτιρίων και ενδιαφερόμενους φορείς που εμπλέκονται σε έργα ενεργειακής απόδοσης σε εμπορικά κτίρια (Piccinelli et al., 2003).

Ο κύριος στόχος της πλατφόρμας είναι να προωθήσει την ενεργειακή απόδοση και τις βιώσιμες πρακτικές στα εμπορικά ακίνητα με την καθιέρωση μιας δομημένης προσέγγισης στις ενεργειακές υπηρεσίες. Το πλαίσιο τονίζει τη σημασία της συνεργασίας, των τυποποιημένων διαδικασιών και των συμβάσεων βάσει επιδόσεων για τη διασφάλιση επιτυχημένων έργων ενεργειακής απόδοσης.

Τα παραπάνω τα επιτυγχάνει βασιζόμενη στους παρακάτω άξονες:

- Ενεργειακοί έλεγχοι και αξιολογήσεις, τονίζοντας τη σημασία της διεξαγωγής διεξοδικών ενεργειακών ελέγχων και αξιολογήσεων για τον εντοπισμό ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας και την ιεράρχηση των μέτρων απόδοσης,
- Χρηματοδότηση και επιχειρηματικά μοντέλα, παρέχοντας καθοδήγηση σχετικά με διάφορες επιλογές χρηματοδότησης και επιχειρηματικά μοντέλα για έργα ενεργειακής απόδοσης,
- Μέτρηση και επαλήθευση απόδοσης, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για ισχυρά πρωτόκολλα μέτρησης και επαλήθευσης για την αξιολόγηση της πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται από τα εφαρμοζόμενα μέτρα.
- Τεχνολογία και λύσεις, ενθαρρύνοντας την υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών και λύσεων για την ενεργειακή απόδοση σε εμπορικά κτίρια.

Ακολουθώντας το πλαίσιο της frESCO, οι ενδιαφερόμενοι στον τομέα των εμπορικών ακινήτων μπορούν να επωφεληθούν από τυποποιημένες διαδικασίες, βελτιωμένα

αποτελέσματα έργων και βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση στα κτίριά τους (Shin et al., 2013).

### Πλατφόρμα Audit-to-Measure

Η βιομηχανία αποτελεί βασικό παράγοντα όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας και τον οικονομικό αντίκτυπο στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και οι ενεργειακοί έλεγχοι αποτελούν σημαντικό εργαλείο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον τομέα. Ωστόσο, παρά την εξάπλωση των ενεργειακών ελέγχων και τη γνώση των οφελών τους, το πραγματικό ποσοστό εφαρμογής των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που προτείνονται από τους ενεργειακούς ελέγχους είναι σχετικά χαμηλό.

Σε αυτή την κατεύθυνση, η Audit-to-Measure αποτελεί μια πλατφόρμα αφιερωμένη στην ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Πρωταρχικός στόχος της είναι η παροχή υπηρεσιών ενεργειακού ελέγχου που περιλαμβάνουν διεξοδικές αξιολογήσεις των προτύπων κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου και τον εντοπισμό τομέων βελτίωσης. Με τη διεξαγωγή αυτών των ενεργειακών ελέγχων, η πλατφόρμα στοχεύει στον εντοπισμό ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας και στη σύσταση κατάλληλων δράσεων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης. Εξυπηρετεί ένα ευρύ φάσμα κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων οικιστικών, εμπορικών και βιομηχανικών δομών. Η τεχνογνωσία της πλατφόρμας πιθανότατα καλύπτει την ανάλυση της χρήσης ενέργειας, της μόνωσης, των συστημάτων HVAC, του φωτισμού και άλλων παραγόντων που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση.

Ο κύριος στόχος της πλατφόρμας είναι να στηρίξει τις επιχειρήσεις στην υιοθέτηση των μέτρων ελέγχου που είναι απαραίτητα για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας υποστηρίζοντας την ενεργειακή μετάβασή τους.

(The Institute for European Energy and Climate Policy (IEECP). (2023b, July 24). AUDIT-TO MEASURE - IEECP. IEECP. <https://ieecp.org/projects/audit-to-measure/>)

### Πλατφόρμα Local Energy Renovation

Η πλατφόρμα Local Energy Renovation αποτελεί μια πρωτοβουλία ενός project που ονομάζεται Energy Cities και το οποίο αποτελείται από ένα δίκτυο πόλεων και κωμοπόλεων που δεσμεύονται να προωθήσουν τη μετάβαση προς βιώσιμες ενεργειακές πρακτικές και πολιτικές. Μέσω αυτής της πλατφόρμας, λοιπόν, το Energy Cities στοχεύει στην παροχή διαφόρων πόρων και καθοδήγησης για την υποστήριξη και την ενθάρρυνση ενεργειακά αποδοτικών κτιριακών ανακαινίσεων και κατ' επέκταση στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας των κτιρίων σε τοπικό επίπεδο.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι η διάθεση ολοκληρωμένων πληροφοριών και πόρων σχετικά με τις ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις κτιρίων. Περιλαμβάνει κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με προηγούμενες περιπτώσεις επιτυχημένων έργων που θα βοηθήσουν στη διαδικασία ανακαίνισης.

Η πλατφόρμα διαδραματίζει, επίσης, καίριο ρόλο στην προώθηση της δικτύωσης και της συνεργασίας μεταξύ των τοπικών αρχών και των ενδιαφερόμενων μερών. Ως μέρος του δικτύου Energy Cities, η πλατφόρμα παρέχει ευκαιρίες σε πόλεις και κωμοπόλεις να

συνδεθούν, να συνεργαστούν και να μοιραστούν εμπειρίες σε έργα ενεργειακής ανακαίνισης.

(Energy Cities. (2022, December 22). Local Energy Renovation Platform - Energy Cities.

<https://energy-cities.eu/best-practice/local-energy-renovation-platform/>)

### Πλατφόρμα Deep Renovation Network

Το ευρωπαϊκό έργο QualDeEPC έχει αναπτύξει την πύλη DRNP (Deep Renovation Network Platform), η οποία διευκολύνει την ανακαίνιση κτιρίων όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση και δημιουργεί one-stop-shop για την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων φορέων που εμπλέκονται στην ενεργειακή ανακαίνιση κτιρίων.

Η πύλη Qualrenovate, λοιπόν, στοχεύει να προσφέρει στοχευμένα τα προϊόντα / υπηρεσίες που χρειάζονται οι πελάτες, να τους απαλλάσσει από την έρευνα, το σχεδιασμό ή τη γραφειοκρατική διαδικασία, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις να υποστηρίξει την υλοποίηση για λογαριασμό του πελάτη, ή ακόμα και να παρέχει θέματα χρηματοδότησης.

Μέσα από αυτές τις ενέργειες, οι χρήστες της πλατφόρμας επιδιώκουν να επιτύχουν:

- Μείωση της χρήσης ενέργειας
- Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα
- Μείωση κόστους κύκλου ζωής
- Βελτίωση της συνολικής ποιότητας του κτιρίου
- Βελτίωση της ευημερίας των χρηστών
- Μακροοικονομικά παράλληλα οφέλη.

(qualrenovate | Deep Renovation Network Platform. (n.d.). <https://qualrenovate.eu/>)

### Πλατφόρμα Med-EcoSuRe

Το Med-EcoSuRe, που χρηματοδοτείται στο πλαίσιο του προγράμματος ENI CBC Med, έχει ξεκινήσει μια διαδικτυακή πλατφόρμα για τη μεταφορά γνώσης σχετικά με την ενεργειακή ανακαίνιση κτιρίων στη Μεσόγειο. Η πλατφόρμα επικεντρώνεται σε πρακτικές ενεργειακής ανακαίνισης, συμπεριλαμβανομένων μέτρων απόδοσης, βιώσιμων υλικών και καινοτόμων τεχνολογιών, ενώ παράλληλα, διευκολύνει την ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών στην περιοχή, επιτρέποντας την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών, επιτυχημένων ιστοριών από διάφορα έργα και πρωτοβουλίες (Trombadore & Calcagno, 2022).

Η πλατφόρμα χρησιμεύει ως κόμβος δικτύωσης, συνδέοντας ιδιοκτήτες κτιρίων, μηχανικούς και ερευνητές, προωθώντας συνεργασίες για την προώθηση βιώσιμων προσπαθειών ανακαίνισης. Παρέχει, επίσης, πληροφορίες σχετικά με τις πολιτικές και τους κανονισμούς ενεργειακής ανακαίνισης, παρουσιάζοντας αποτελεσματικές πολιτικές και εντοπίζοντας, παράλληλα, τομείς βελτίωσης.

Επιπλέον, μέσω πόρων ανάπτυξης ικανοτήτων, όπως εκπαιδευτικό υλικό, διαδικτυακά σεμινάρια και εργαστήρια, η πλατφόρμα στοχεύει στην ενίσχυση των δεξιοτήτων και των γνώσεων των επαγγελματιών που εμπλέκονται στον τομέα της ενεργειακής ανακαίνισης.

(Med-EcoSuRe launches an online platform for knowledge transfer on the energy renovation of buildings in the Mediterranean. (2022, December 12). ENI CBC Med.

<https://www.enicbcmed.eu/med-ecosure-launches-online-platform-knowledge-transfer-energy-renovation-buildings-mediterranean>).

### Ψηφιακή πλατφόρμα AURORAL

Το AURORAL είναι ένα έργο χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το πρόγραμμα Horizon 2020 που στοχεύει στην υλοποίηση μιας κοινής, ανοικτής ψηφιακής πλατφόρμας για διάφορες υπηρεσίες και λειτουργίες στην Ευρώπη, με ιδιαίτερη έμφαση στις αραιοκατοικημένες περιοχές.

Στόχο της πλατφόρμας αποτελεί η δημιουργία μιας υπηρεσίας που διευκολύνει την οικονομικά αποδοτική ανακαίνιση κτιρίων με επίκεντρο την ενεργειακή απόδοση. Με τη δημιουργία ενός μοντέλου που βασίζεται σε δεδομένα από διάφορες πηγές, οι ιδιοκτήτες κατοικιών και άλλοι ενδιαφερόμενοι μπορούν να συγκρίνουν την ενεργειακή τους κατανάλωση και να λάβουν συμβουλές για βέλτιστες λύσεις ανακαίνισης. Η πλατφόρμα επιδιώκει, ακόμη, να προωθήσει τη συμμετοχή της κοινότητας και να αναπτύξει τη δικτύωση μεταξύ ιδιοκτητών ακινήτων, κατασκευαστικών εταιρειών, δήμων και άλλων αρχών που ενδιαφέρονται για ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις.

Η φιλοδοξία της πλατφόρμας είναι να συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη, να δημιουργήσει θέσεις εργασίας, να βρει λύσεις σε βασικές κοινωνικές προκλήσεις, να γεφυρώσει το ψηφιακό χάσμα μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών, να αυξήσει τη συνδεσιμότητα και να προωθήσει την ψηφιακή ανεξαρτησία.

(Projects to promote energy-efficient renovations. (n.d.). <https://www.umu.se/en/news/newdigital-platform-to-promote-energy-efficient-renovations-11580694/>).

### Πλατφόρμα RAT

Η πλατφόρμα RAT προκύπτει από το ευρωπαϊκό έργο Reco2st και αποτελεί μια εφαρμογή που καθιστά δυνατή την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων των επαγγελματικών εργαλείων EPIQR+, PEIK και Lesosai. Κάθε μία από αυτές τις εφαρμογές εξειδικεύεται σε μια διαφορετική πτυχή που σχετίζεται με τα κτίρια, δηλαδή το κόστος ανακαίνισης, την εξοικονόμηση ενέργειας και τα ενεργειακά ισοζύγια αντίστοιχα. Χάρη σε αυτήν την πλατφόρμα, είναι δυνατή η βελτιστοποίηση του σεναρίου ανακαίνισης σύμφωνα με τα επιθυμητά κριτήρια.

Το έργο ReCO2ST, και κατά συνέπεια η πλατφόρμα, ανταποκρίνονται σε κάποιες βασικές αρχές:



- Γροθιά ενεργειακής απόδοσης, με την οποία εννοείται η προώθηση της ενεργειακής απόδοσης μέσω της αναβάθμισης των ενεργειακών συστημάτων και της εγκατάστασης καινοτόμων ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών.
- Οικονομική βιωσιμότητα, κατά την οποία οι διάφορες παρεμβάσεις ανακαίνισης αξιολογούνται ως προς την ενεργειακή και οικονομική αποδοτικότητα, με αποτέλεσμα τη βέλτιστη λύση από πλευράς κόστους.
- Απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Υψηλά πρότυπα υγείας και περιβάλλοντος, προσφέροντας λύσεις ανακαίνισης χωρίς άνθρακα που συμβάλλουν σε ένα καθαρότερο και υγιέστερο περιβάλλον, τόσο εντός, όσο και εκτός.
- Κοινή αντιμετώπιση των διττών προκλήσεων της πράσινης και της ψηφιακής μετάβασης, προωθώντας την εγκατάσταση ευφυών συστημάτων διαχείρισης ενέργειας για την παρακολούθηση και διαχείριση της ενεργειακής απόδοσης και των εσωτερικών περιβαλλοντικών συνθηκών.
- Σεβασμός στην αισθητική και την αρχιτεκτονική ποιότητα.

(Mavrigiannaki, A. (2020, November 30). ReCO2ST on board the Renovation Wave ReCO2ST project. ReCO2ST Project. <https://reco2st.eu/reco2st-on-board-the-renovation-wave/> & RAT Platform. (n.d.). <https://epistimmo.com/#/>).

### Πλατφόρμα OptEEmAL

Το OptEEmAL (Optimized Energy Efficient Design Platform for Refurbishment at District Level) είναι ένα έργο που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας ολιστικής πλατφόρμας για την υποστήριξη ενεργειακά αποδοτικής μετασκευής και ανακαίνισης σε επίπεδο περιφέρειας. Το έργο στοχεύει στην παροχή καινοτόμων λύσεων για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και των αστικών περιοχών, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ενώ, παράλληλα, συμβάλει στη μείωση των αβεβαιοτήτων και του χρόνου της διαδικασίας, με αποτέλεσμα σημαντικά βελτιωμένες λύσεις σε σύγκριση με τις συνήθεις πρακτικές (Giannakis et al., 2019).

Η πλατφόρμα κάνει χρήση δεδομένων εισόδου από την περιοχή (γεωμετρικά, υλικά, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υφιστάμενα ενεργειακά συστήματα, κοινωνικές πτυχές, οικονομικά δεδομένα, εμπόδια, ειδικοί στόχοι κ.λπ.), τα οποία υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μια πλατφόρμα τεσσάρων βημάτων (διάγνωση και διατύπωση σεναρίων, αξιολόγηση και βελτιστοποίηση, επιλογή βέλτιστου σεναρίου και εξαγωγή δεδομένων), διεξάγοντας μια διαδραστική διαδικασία σχεδιασμού με τους ενδιαφερόμενους φορείς.

Στο τέλος της διαδικασίας προκύπτει ένας βέλτιστος σχεδιασμός για τις εργασίες ανακαίνισης σύμφωνα με τις προτεραιότητες των ενδιαφερομένων.

Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτής της πλατφόρμας είναι:

- Η συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, η οποία διασφαλίζεται με τη δημιουργία των κατάλληλων ενεργειών που εγγυώνται ότι

τα αποτελέσματα αντιπροσωπεύουν τα συμφέροντα όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

- Η ενσωμάτωση των υφιστάμενων εργαλείων στη διαδικτυακή πλατφόρμα OptEEMAL για να διασφαλιστεί η διαλειτουργικότητά τους, προκειμένου να παρέχονται υψηλής ποιότητας επικυρωμένες λύσεις για τα έργα αναβάθμισης των κτιρίων και των περιοχών.
- Η υλοποίηση στρατηγικής για την ανάπτυξη των έργων σχεδιασμού ανακαίνισης, επιτρέποντας στους βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς να επιλέξουν το βέλτιστο σενάριο σύμφωνα με τις προτεραιότητές τους.

(Platform - OptEEMAL. (n.d.). <https://www.opteemal-project.eu/platform.html>).

### Πλατφόρμα RetroKit

Η πλατφόρμα RetroKit χρησιμοποιεί συλλογή δεδομένων, ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών και αναλύσεις δεδομένων για να επιτρέψει στους ιδιοκτήτες κτιρίων να εντοπίσουν ευκαιρίες ανακαίνισης και να αναπτύξουν σχέδια αναβάθμισης του κτιρίου.

Το λογισμικό της πλατφόρμας εξάγει αποτελέσματα μέσα από τρία συγκεκριμένα στάδια:

- Δημιουργεί μια προσαρμοσμένη βάση δεδομένων, στην οποία συμπεριλαμβάνεται η βασική ενεργειακή απόδοση των κατοικιών, η χρήση και οι δαπάνες ενέργειας και η εξοικονόμηση άνθρακα, τόσο συνολικά για τις κατοικίες, όσο και μεμονωμένα για κάθε μία από αυτές.
- Η βάση δεδομένων αναλύεται, στη συνέχεια, για να μοντελοποιήσει και να συγκρίνει ένα ευρύ φάσμα σεναρίων ενεργειακής ανακαίνισης, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο να αποφασιστεί η καλύτερη πολιτική.
- Με αυτά τα δεδομένα και τις γνώσεις, ο ιδιοκτήτης της κατοικίας χρησιμοποιεί το RetroKit για να αναπτύξει το σχέδιο δράσης ενεργειακής αναβάθμισης, καθορίζοντας εξατομικευμένα πακέτα μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας με εκτιμήσεις προϋπολογισμού, ευκαιρίες χρηματοδότησης και σχέδιο εργασίας.

(Retrokit. (2023, April 11). RetroKit Software - RetroKit. Retrokit - Sustainable Energy Retrofit Planning Toolkit. <https://retrokit.eu/retrofit-software-platform/>).

### Πλατφόρμα DREam

Το DREam αποτελεί μια διαδικτυακή πλατφόρμα που βοηθά τους ιδιοκτήτες κατοικιών να ανακαλύψουν ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας χρησιμοποιώντας τα δικά τους δεδομένα ιδιοκτησίας και χωρίς ξοδέψουν ένα υπέρογκο χρηματικό ποσό. Χρησιμοποιεί ένα λογισμικό

το οποίο βοηθά να πραγματοποιηθεί αξιολόγηση του χαρτοφυλακίου των κατοικιών και να αποφανθούν συμπεράσματα ως προς την ενεργειακή απόδοση.

Αρχικά, όποιο και αν είναι το σύστημα διαχείρισης κατοικιών που χρησιμοποιείται, μέσω ενός αρχείου CSV, τα δεδομένα του κτιρίου μεταφορτώνονται και το DREam ξεκινά την επεξεργασία τους.

Στη συνέχεια, αφού πραγματοποιηθεί η συλλογή και η ανάλυση των δεδομένων, η πλατφόρμα προτείνει ένα σύνολο προγραμμάτων με πιθανές παρεμβάσεις, αλλά και την ευκαιρία να πραγματοποιηθεί προσομοίωση των προτεινόμενων δράσεων, ώστε, τελικώς, να επιτευχθεί η βέλτιστη ενεργειακή αποδοτικότητα με βάση τον προϋπολογισμό που έχει οριστεί.

Τέλος, το πρόγραμμα μετασκευής, που επιλέγεται, αποστέλλεται κατευθείαν στην αγορά μέσα από την πλατφόρμα, με στόχο να βρεθεί η πιο ανταγωνιστική τιμή.

(IRT. (2023, February 13). Retrofitting Software | Consultancy | Energy Efficiency Software. <https://irtsurveys.co.uk/services/retrofitting-software-energy-performance>).

Στη συνέχεια, με την βοήθεια πίνακα, πραγματοποιείται μία συνοπτική παρουσίαση του συνόλου των πλατφόρμων στήριξης των έργων ανακαίνισής τους και της χρηματοδότησης τους.

Πίνακας 4: Ανασκόπηση των πλατφόρμων στήριξης των έργων ανακαίνισης και της χρηματοδότησής τους

Όνομα Πλατφόρμας	Δημιουργός Πλατφόρμας	Βασική Λειτουργία	Βασικοί Χρήστες
Πλατφόρμα χρηματοδότησης ενεργειακής απόδοσης (Energy Efficiency Financing Platform-EEFP)	Γραφείο Ενεργειακής Απόδοσης του Υπουργείου Ενέργειας στην Ινδία	Αντιστοίχιση των έργων ενεργειακής απόδοσης με το ιδανικό επενδυτικό πρόγραμμα, δημιουργώντας διασυνδέσεις και παρέχοντας οικονομική βοήθεια μέσω των τραπεζών.	Ιδιώτες, επιχειρήσεις, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα
Πλατφόρμα χρηματοδότησης ενεργειακής απόδοσης (Energy Efficiency Financing Platform-EEFP)	Οργανισμός Ανάπτυξης Δημοσίων Επενδύσεων (VIPA) του Υπουργείου Οικονομικών της Δημοκρατίας της Λιθουανίας χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων	Προώθηση, χρηματοδότηση και υλοποίηση έργων εκσυγχρονισμού της ενεργειακής απόδοσης μέσω μακροπρόθεσμων δανείων	Ιδιωτικές κατοικίες, βιομηχανικές εταιρείες
Πλατφόρμα χρηματοδότησης UNEP FI της ενεργειακής απόδοσης (The UNEP FI Energy Efficiency Finance Platform)	Χρηματοδοτική πρωτοβουλία των Ηνωμένων Εθνών (UNEP Finance Initiative)	Χρηματοδότηση των έργων ενεργειακής απόδοσης, συνεργασία με υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, ανταλλαγή εμπειριών	Ενδιαφερόμενοι επενδυτές, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, ασφαλιστές
Καινοτόμος πλατφόρμα	Υπουργεία Οικονομικών και	Αύξηση του όγκου χρηματοδότησης για	Ιδιοκτήτες πολυκατοικιών,

επενδύσεων (Innovative Investment Platform)	Περιβάλλοντος της Λιθουανίας, Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων	την ανακαίνιση πολυκατοικιών, διασφάλιση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας των επενδύσεων	χρηματοπιστωτικά ιδρύματα
Επενδυτική Πλατφόρμα Πράσινων Κατοικιών (Green Homes Investment Platform-GHIP)	Κέντρο Ενεργειακής Απόδοσης της Κοπεγχάγης	Ανάπτυξη και παράδοση ενεργειακών, οικολογικά αποδοτικών και πράσινων επενδύσεων προτύπων και διευκόλυνση διαλόγου	Επενδυτές, κατασκευαστές, ασφαλιστές, εξειδικευμένες τράπεζες
Πλατφόρμα ενεργειακής απόδοσης για την εξάλειψη των κινδύνων (De-risking Energy Efficiency Platform - DEEP)	Όμιλος Χρηματοπιστωτικών Ιδρυμάτων Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Financial Institutions Group - EEFIG)	Αξιολόγηση της τεχνικής και οικονομικής σκοπιμότητας των έργων ενεργειακής απόδοσης, με στόχο τον μετριασμό του κινδύνου επενδύσεων	Ιδιοκτήτες κτιρίων, σύμβουλοι ενέργειας, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα
Triple-A	Triple-A team, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Προσδιορισμός της βιώσιμης ανάπτυξης των επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης, τόσο οικονομικά όσο και ενεργειακά, από τα πρώτα στάδια, με στόχο την μετέπειτα εκπλήρωση των δεσμεύσεών τους	Ιδιοκτήτες κτιρίων, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα
Πλατφόρμα παρακολούθησης κινδύνου άνθρακα ακίνητης περιουσίας (Carbon Risk Real Estate Monitor - CRREM)	CRREM, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων άνθρακα στον τομέα των ακινήτων, με στόχο την μείωση των εκπομπών και κατ'επέκταση τη συμμόρφωση με διεθνείς στόχους	Ιδιοκτήτες κτιρίων, επενδυτές ακινήτων, μηχανικοί, σύμβουλοι ενέργειας
InEEaS	Ινστιτούτο Ευρωπαϊκής Πολιτικής Ενέργειας και Κλίματος (IEECP), χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Life	Ενσωμάτωση της τεχνολογίας blockchain με μοντέλα υπηρεσιών ενεργειακής απόδοσης, με στόχο την ενίσχυση της ενεργειακής βιωσιμότητας και τη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ τμημάτων της αγοράς	Ιδιοκτήτες κτιρίων, μηχανικοί, σύμβουλοι ενέργειας
MATRYCS	MATRYCS team, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Αξιολόγηση και ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μέσα από	Ιδιοκτήτες κτιρίων, αρχιτέκτονες, μηχανικούς και

I-ENERGY		τη δημιουργία ενός εικονικού μοντέλου και την προσομοίωση της ενεργειακής τους απόδοσης υπό διαφορετικά σενάρια	ενεργειακούς συμβούλους
	I-ENERGY team, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων ενεργειακής κατανάλωσης, εισαγωγή συστάσεων με στόχο την βέλτιστη εκμετάλλευση της	Ιδιοκτήτες κτιρίων, βιομηχανικές εγκαταστάσεις
FrESCO	FrESCO team, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Πρωώθηση της ενεργειακής απόδοσης και των βιώσιμων πρακτικών στα εμπορικά ακίνητα και διευκόλυνση της ανάπτυξης και εφαρμογής ενεργειακών υπηρεσιών	Ιδιοκτήτες εμπορικών ακινήτων, συμβούλους ενέργειας, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα
Audit-to-Measure	Ινστιτούτο Ευρωπαϊκής Πολιτικής Ενέργειας και Κλίματος (IEECP)	Παροχή υπηρεσιών ενεργειακού ελέγχου, αξιολόγηση των προτύπων κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου και εντοπισμός τομέων βελτίωσης	Ιδιοκτήτες κτιρίων, Σύμβουλοι ενέργειας, υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων
Local Energy Renovation	Energy Cities	Παροχή πόρων και καθοδήγησης για την υποστήριξη και την ενθάρρυνση ενεργειακά αποδοτικών κτιριακών ανακαινίσεων, προώθηση της συνεργασίας μεταξύ των τοπικών αρχών και των ενδιαφερόμενων μερών	Ιδιοκτήτες κτιρίων, τοπικές αρχές, κατασκευαστικές εταιρείες, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα
Deep Renovation Network	QualDeEPC, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Δημιουργία one stop shop με σκοπό την διευκόλυνση των ενεργειακών αναβαθμίσεων των κτιρίων και της επικοινωνίας μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων	Ιδιοκτήτες κατοικιών και επαγγελματικών κτιρίων, εργολάβοι, μηχανικοί, δήμοι, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, εταιρείες ενέργειας
Med-EcoSuRe	European Neighbourhood Instrument (ENI) CBC	Παροχή πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας,	Ιδιοκτήτες κτιρίων,

AURORAL	Med, χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση	διευκόλυνση ανταλλαγής γνώσεων μεταξύ των ενδιαφερόμενων, ανάλυση των πολιτικών και κανονισμών ενεργειακής κατανάλωσης	μηχανικοί, ερευνητές
	AURORAL team, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Συλλογή δεδομένων, ανάλυση και σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου, παροχή συμβουλών εξοικονόμησης ενέργειας	Ιδιοκτήτες ακινήτων, κατασκευαστικές εταιρίες, δήμοι, σύμβουλοι ενέργειας
	ReCO2ST, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Ενεργειακή και οικονομική αξιολόγηση πιθανών παρεμβάσεων με στόχο την μηδενική εκπομπή CO2 και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής	Ιδιωτικές κατοικίες, ειδικοί σύμβουλοι ενέργειας
OptEEmAL	OptEEmAL team, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Horizon 2020	Συλλογή και ανάλυση δεδομένων από το κτίριο και την ευρύτερη περιοχή, υλοποίηση στρατηγικής για την εξαγωγή του πλάνου δράσης	Διαχειριστές κτιρίων, μηχανικοί, τοπικοί σύμβουλοι, υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής
RetroKit	RetroKit Ltd	Δημιουργία βάσης δεδομένων ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων, ανάλυση των δεδομένων και ανάπτυξη σχεδίου βελτιωτικών ενεργειών	Ιδιοκτήτες κτιρίων, one stop shops, σύμβουλοι ενέργειας, κοινότητες βιώσιμης ενέργειας
DREam	IRT Team	Συλλογή και ανάλυση των δεδομένων ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου, προτάσεις πιθανών παρεμβάσεων και εύρεση ανταγωνιστικών τιμών	Ιδιοκτήτες κτιρίων, χρηματοπιστωτικ ά ιδρύματα



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **Ανάδειξη Προβλήματος Έλλειψης Χρηματοδότησης Έργων Ανακαίνισης**





## 4 Υποστήριξη Υλοποίησης και Χρηματοδότησης Έργων

### Ενεργειακής Αποδοτικότητας: Προτεινόμενη Μεθοδολογία

Σε αυτό το σημείο, έχοντας πραγματοποιήσει μία εκτενή ανασκόπηση τόσο στα δεδομένα κτιρίων, που αναδεικνύουν το ενεργειακό τους αποτύπωμα, όσο και στους διαθέσιμους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς και τις πλατφόρμες, που προσφέρονται για τη στήριξη - ενίσχυση των έργων ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων, καταλήγουμε στη διαπίστωση ότι ο τομέας της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων στερείται της παροχής μιας ολοκληρωμένης υπηρεσίας στήριξης.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες - φορείς οι οποίοι δύναται να παρέχουν βοήθεια στην εκπόνηση ενός έργου ανακαίνισης, ωστόσο αυτή προσφέρεται μονόπλευρα. Όπως έχει αναφερθεί, η εκπόνηση ενός έργου προϋποθέτει την στήριξή του, τόσο σε τεχνικό επίπεδο (υλοποίηση), όσο και σε οικονομικό (χρηματοδότηση). Οι ήδη υπάρχοντες φορείς (εταιρίες υλοποίησης έργων, χρηματοδοτικοί μηχανισμοί, πλατφόρμες) διαθέτουν τις υπηρεσίες τους, όπως είναι λογικό, μόνο στο επίπεδο των αρμοδιοτήτων τους, επιβραδύνοντας με αυτό τον τρόπο την εκτέλεση των έργων ενεργειακής αναβάθμισης.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, προκρίνεται - προτείνεται η δημιουργία μιας ενεργειακής πλατφόρμας στήριξης των έργων αναβάθμισης των κτιρίων, η οποία θα προσφέρει ολοκληρωτική βοήθεια στην εκτέλεση των παρεμβάσεων. Όταν ο διαχειριστής ενός κτιρίου επιθυμεί την εκπόνηση βελτιωτικών παρεμβάσεων, θα μπορεί να την χρησιμοποιεί ώστε να έχει μια πλήρη καθοδήγηση. Πιο αναλυτικά, σκοπός της πλατφόρμας θα είναι:

- να παρέχει **ενημέρωση** σχετικά με τις τρέχουσες συνθήκες ανακαίνισης στον ενεργειακό τομέα,
- να προσφέρει **τεχνική - πρακτική βοήθεια** μέσα από την πρόταση εταιριών υλοποίησης έργων και
- να προτείνει τις καταλληλότερες επιλογές για την **χρηματοδότηση** του έργου.

Ξεκινώντας προς τη δημιουργία της πρότασης της ενεργειακής πλατφόρμας, επιχειρείται, αρχικώς, η ανάδειξη των παραγόντων που καθορίζουν την ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιρίου. Σκοπός αυτής της διεργασίας είναι να δημιουργηθούν κάποιες προτάσεις Common Data Models, που θα καταγράφουν τα δεδομένα και θα αναδεικνύουν τους τομείς οι οποίοι επιδέχονται επιδιορθωτικών κινήσεων.

Αργότερα, προτείνεται η χρήση πολυκριτήριας μεθόδου, για τη διευκόλυνση εύρεσης των πιο ελκυστικών έργων για τους χρηματοδότες, ανάλογα με τις προτιμήσεις τους. Με την προτεινόμενη μεθοδολογία θα πραγματοποιηθεί αξιολόγηση κάποιων πραγματικών έργων για τα οποία έχοτν υπολογιστεί συγκεκριμένοι δείκτες και έχει γίνει εκτίμηση των αποτελεσμάτων τους.

### 4.1 Πρόταση Τυποποίησης Πλατφόρμας Στήριξης Έργων Ανακαίνισης

Στόχος της ενεργειακής πλατφόρμας είναι να παρέχει στους ιδιοκτήτες κτιρίων πολύτιμες πληροφορίες, επιλογές και υποστήριξη καθ' όλη τη διαδικασία ενεργειακής ανακαίνισης. Αξιοποιώντας τη δύναμη της τεχνολογίας και της συνεργασίας, η πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες κτιρίων να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις, να

συνδέονται με εταιρείες υλοποίησης στον τομέα της ενέργειας και να έχουν πρόσβαση σε χρηματοδοτικούς μηχανισμούς για τα έργα ενεργειακής απόδοσής τους.

### 4.1.1 Οι Χρήστες της Πλατφόρμας

#### 4.1.1.1 Διαχειριστές Κτιρίων

Τους πλέον βασικούς χρήστες της πλατφόρμας αποτελούν οι διαχειριστές των κτιρίων, οι οποίοι χρησιμοποιούν την πλατφόρμα ως ένα εργαλείο για την καθοδήγηση και την ενίσχυση των προσπαθειών τους, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων τους.

Η πλατφόρμα προσφέρει έναν ευρύ κατάλογο εταιρειών υλοποίησης έργων που ειδικεύονται στην ενεργειακή απόδοση. Οι διαχειριστές κτιρίων μπορούν να αξιολογήσουν την τεχνογνωσία και τις δυνατότητες αυτών των εταιρειών, σε συνδυασμό με τις προηγούμενες επιδόσεις τους, αλλά και τα σχόλια προηγούμενων πελατών. Με αυτό τον τρόπο, οι διαχειριστές μπορούν να επιλέξουν μια αξιόπιστη εταιρεία υλοποίησης που ευθυγραμμίζεται με τους στόχους και τις απαιτήσεις τους.

Επιπλέον, η πλατφόρμα διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ διαχειριστών κτιρίων και συμβούλων ενέργειας, οι οποίοι μπορούν να προσφέρουν καθοδήγηση και συμβουλές καθ' όλη τη διαδικασία ενεργειακής ανακαίνισης. Η συνεργασία με ειδικούς στον τομέα της ενέργειας διασφαλίζει ότι τα επιλεγμένα μέτρα ενεργειακής απόδοσης είναι τα ενδεδειγμένα και τεχνικά άρτια για τις συγκεκριμένες ανάγκες του κτιρίου.

Εκτός από την τεχνική υποστήριξη, η πλατφόρμα παρέχει στους διαχειριστές κτιρίων πληροφορίες σχετικά με τους οικονομικούς μηχανισμούς και τα κίνητρα. Μέσα από αυτήν μπορούν να διερευνήσουν διάφορες οικονομικές επιλογές, οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στην αντιστάθμιση του αρχικού κόστους των ενεργειακών ανακαινίσεων. Η χρηματοοικονομική καθοδήγηση βοηθά τους διαχειριστές κτιρίων να εντοπίζουν πιθανές πηγές χρηματοδότησης και να αξιοποιούν τα διαθέσιμα κίνητρα για να καταστήσουν τα έργα τους οικονομικά βιώσιμα.

Συνολικά, η πλατφόρμα παρέχει στους διαχειριστές κτιρίων πρόσβαση σε πληθώρα πληροφοριών σχετικά με τις τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να διερευνήσουν διαφορετικές επιλογές, να κατανοήσουν τις αρχές πίσω από κάθε τεχνολογία και να αξιολογήσουν την εφαρμογή τους στις συγκεκριμένες απαιτήσεις των κτιρίων τους.

#### 4.1.1.2 Εταιρείες Υλοποίησης Έργου

Οι εταιρείες υλοποίησης διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην υποστήριξη των ιδιοκτητών κτιρίων στις προσπάθειές τους να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση. Η ενεργειακή πλατφόρμα παρέχει μια ευκαιρία να παρουσιάσουν την τεχνογνωσία και τις υπηρεσίες τους σε ένα πιο στοχευμένο κοινό που αναζητά ενεργά λύσεις ενεργειακής ανακαίνισης.

Με την εγγραφή τους στην πλατφόρμα, οι εταιρείες υλοποίησης μπορούν να αναδείξουν την εμπειρία, την εξειδίκευση και τις δυνατότητές τους. Μπορούν, επίσης, να παρουσιάσουν

προηγούμενα επιτυχημένα έργα ενεργειακής απόδοσης τους, αποδεικνύοντας τις ικανότητες και το ιστορικό τους, επιτρέποντας τους να προσεγγίσουν ένα ευρύτερο κοινό ιδιοκτητών κτιρίων που αναζητούν ενεργά λύσεις ενεργειακής απόδοσης.

Η πλατφόρμα διευκολύνει την επικοινωνία και τη συνεργασία, τόσο μεταξύ των εταιρειών υλοποίησης και των ιδιοκτητών κτιρίων, όσο και μεταξύ των εταιρειών υλοποίησης και των εμπειρογνομόνων/συμβούλων ενέργειας. Από τη μία μεριά οι εταιρείες υλοποίησης έργου μπορούν να συνεργαστούν με τους ιδιοκτήτες κτιρίων, να απαντήσουν σε ερωτήματα και να παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις υπηρεσίες τους. Από την άλλη, οι επαγγελματίες μπορούν να συνεισφέρουν την τεχνογνωσία τους, παρέχοντας καθοδήγηση και προσφέροντας τεχνική υποστήριξη στις εταιρείες υλοποίησης όταν αυτή κρίνεται απαραίτητη.

Συνολικά, η ενεργειακή πλατφόρμα ενδυναμώνει τις εταιρείες υλοποίησης, τους ενεργειακούς εμπειρογνώμονες και τους συμβούλους, προσφέροντας μια κεντρική πλατφόρμα για να παρουσιάσουν τις υπηρεσίες τους, να συνδεθούν με ιδιοκτήτες κτιρίων και να συνεργαστούν με άλλους επαγγελματίες.

#### 4.1.1.3 Χρηματοπιστωτικά Ιδρύματα

Η ενεργειακή πλατφόρμα καθιστά τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα βασικούς της χρήστες, παρέχοντας τους τη δυνατότητα να συμμετέχουν και να συμβάλλουν σε βιώσιμα και ενεργειακά αποδοτικά κτιριακά έργα.

Μέσω της πλατφόρμας, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα έχουν τη δυνατότητα να προβάλλουν τους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς και τα κίνητρά τους, ειδικά προσαρμοσμένα, ώστε να υποστηρίξουν έργα ενεργειακής ανακαίνισης. Δίνοντας λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με δάνεια, επιχορηγήσεις, εκπτώσεις και άλλες επιλογές χρηματοδότησης, μπορούν, να προσεγγίσουν αποτελεσματικά το κοινό τους, δηλαδή τους ιδιοκτήτες κτιρίων, που αναζητούν οικονομική υποστήριξη για τις πρωτοβουλίες ενεργειακής απόδοσης.

Η πλατφόρμα επιτρέπει, επίσης, στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να προωθήσουν την εμπειρογνομοσύνη τους στην πράσινη χρηματοδότηση και τις βιώσιμες επενδύσεις. Μπορούν να τονίσουν τη δέσμευσή τους για την υποστήριξη φιλικών προς το περιβάλλον έργων και να επικοινωνήσουν τους ευνοϊκούς όρους τους για τη χρηματοδότηση της ενεργειακής ανακαίνισης. Αυτή η προβολή και η διαφάνεια μπορεί να προσελκύσει ιδιοκτήτες κτιρίων που αναζητούν οικονομικούς συνεργάτες ευθυγραμμισμένους με τους στόχους βιωσιμότητάς τους.

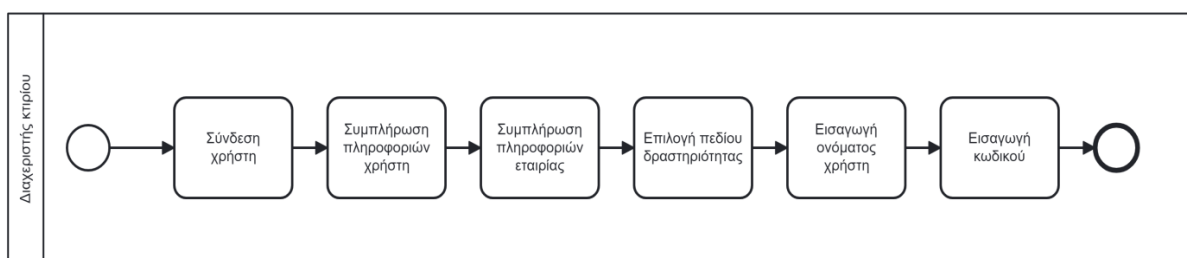
Επιπλέον, η ενεργειακή πλατφόρμα παρέχει στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των έργων ενεργειακής ανακαίνισης που αναζητούν χρηματοδότηση. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να αξιολογήσουν τη δυνητική απόδοση της επένδυσης αυτών των έργων και κατ' επέκταση να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις χρηματοδότησης και να κατανέμουν αποτελεσματικά τους πόρους τους.

Συνολικά, η ενεργειακή πλατφόρμα χρησιμεύει ως γέφυρα μεταξύ των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων και των ιδιοκτητών κτιρίων, διευκολύνοντας τη ροή χρηματοδότησης για έργα ενεργειακής απόδοσης. Συμμετέχοντας στην ενεργειακή πλατφόρμα, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα μπορούν να διαδραματίσουν καίριο ρόλο στην προώθηση της θέσπισης μέτρων ενεργειακής απόδοσης, παρέχοντας ελκυστικές επιλογές χρηματοδότησης.

### 4.1.2 Λειτουργία Πλατφόρμας

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ενεργειακή πλατφόρμα απευθύνεται σε τρεις βασικούς χρήστες, τους διαχειριστές κτιρίων, τις εταιρείες υλοποίησης έργου και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα. Στα επόμενα βήματα, θα πραγματοποιηθεί μία παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας αυτής της πλατφόρμας, αναλύοντας ταυτόχρονα τις κινήσεις του κάθε χρήστη.

Ξεκινώντας, ο διαχειριστής του κτιρίου πραγματοποιεί σύνδεση στην πλατφόρμα, κατά την οποία του ζητείται να καταχωρήσει κάποιες βασικές πληροφορίες.



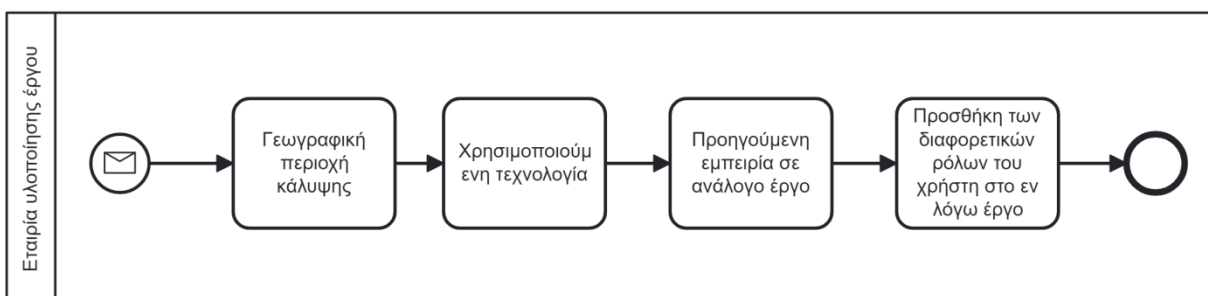
Σχήμα 16: Λειτουργία πλατφόρμας - κινήσεις διαχειριστή κτιρίου (Διάγραμμα BPMN)

Πιο ειδικά:

- Πληροφορίες χρήστη: όνομα, email, θέση στην εταιρία από την οποία διαχειρίζεται το κτίριο
- Πληροφορίες εταιρίας: όνομα εταιρίας, διεύθυνση, Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (ΦΠΑ)
- Πεδίο δραστηριότητας
- Όνομα χρήστη
- Κωδικό πρόσβασης

Αφού ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία, πραγματοποιείται η εγγραφή στην πλατφόρμα και στη βάση δεδομένων της, την οποία αποτελούν οι εταιρίες υλοποίησης του έργου και οι χρηματοδότες.

Όσον αφορά τις εταιρίες υλοποίησης των έργων, προκειμένου να ενταχθούν στην πλατφόρμα απαιτείται η καταχώρηση βασικών πληροφοριών.

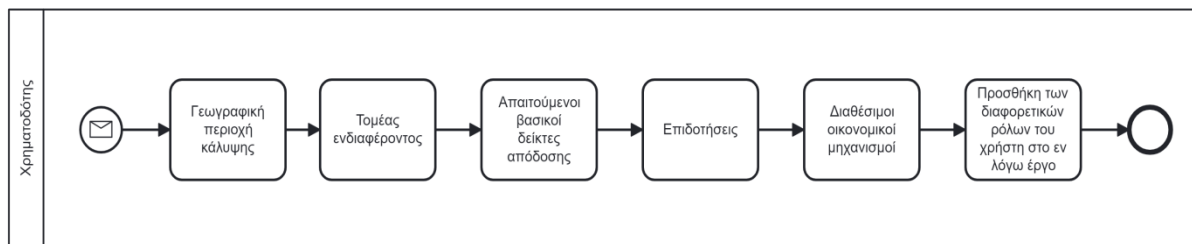


Σχήμα 17: Λειτουργία πλατφόρμας - κινήσεις εταιρίας υλοποίησης έργου (Διάγραμμα BPMN)

Πιο ειδικά:

- Γεωγραφική περιοχή κάλυψης
- Χρησιμοποιούμενη τεχνολογία: κέλυφος κτιρίου, φωτισμός, αυτοματισμοί, θέρμανση-εξαερισμός,-κλιματισμός (HVAC), συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Προηγούμενη εμπειρία
- Διαφορετικοί ρόλοι του χρήστη: διαχειριστής έργου, οικονομικός διευθυντής, νομικός σύμβουλος, εισηγητής, αρχιτέκτονας, μηχανικός, υπεύθυνος σχεδιασμού και λειτουργίας κ.λπ.

Από την άλλη μεριά, το δεύτερο σκέλος της βάσης δεδομένων αποτελούν οι χρηματοδότες, των οποίων η συμμετοχή τους απαιτεί, επίσης, την καταχώρηση ορισμένων χαρακτηριστικών.

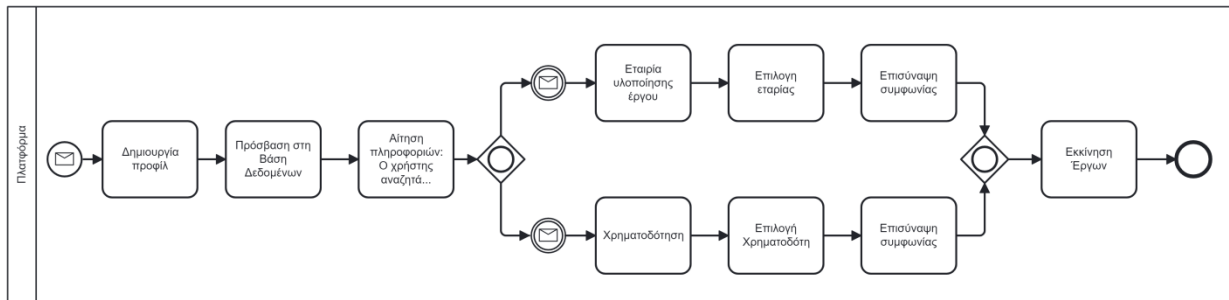


Σχήμα 18: Λειτουργία πλατφόρμας - κινήσεις χρηματοδότη (Διάγραμμα BPMN)

Πιο ειδικά:

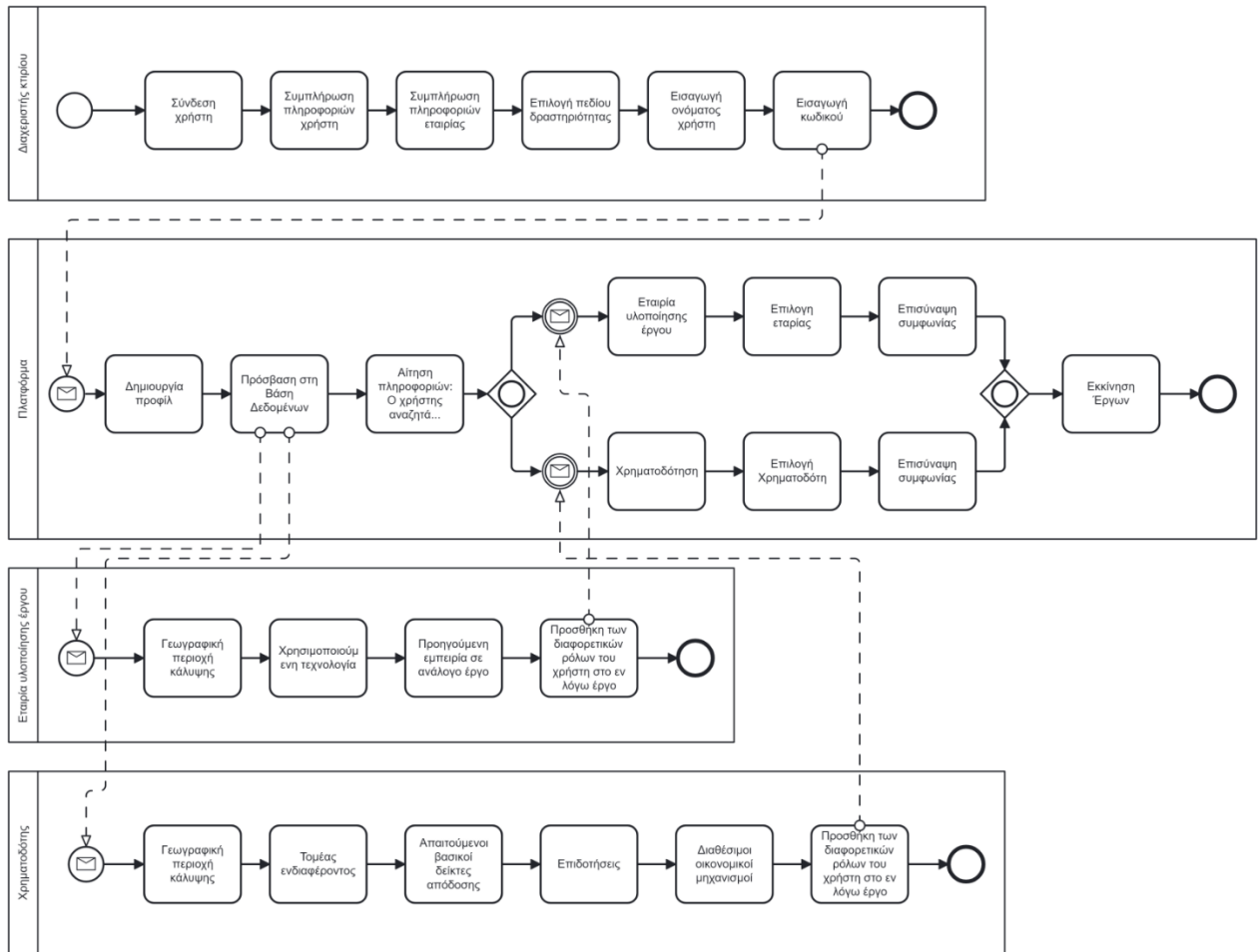
- Γεωγραφική περιοχή κάλυψης
- Τομείς ενδιαφέροντος: δημόσια κτίρια (κυβερνητικά, πανεπιστήμια, σχολεία, νοσοκομεία), ιδιωτικά κτίρια (εμπορικά, γεωργικά) κ.λπ.
- Βασικοί δείκτες απόδοσης: απαιτούμενος χρόνος επένδυσης, ελάχιστος και μέγιστος χρόνος αποπληρωμής, ελάχιστη και μέγιστη επένδυση
- Επιδοτήσεις: εάν η επένδυση προαπαιτεί/χρειάζεται την υποστήριξη επιδότησης (απάντηση: ναι ή όχι)
- Διαθέσιμοι οικονομικοί μηχανισμοί: ίδια κεφάλαια, δείκτης ιδίων κεφαλαίων/χρέους, ίδια κεφάλαια κατά αποκλειστικότητα, κ.λπ.
- Διαφορετικοί ρόλοι του χρήστη: διαχειριστής, υπεύθυνος έργου, νομικός σύμβουλος, εισηγητής κ.λπ.

Όταν, λοιπόν, πραγματοποιηθεί πρόσβαση στην βάση δεδομένων της πλατφόρμας, ο χρήστης, ανάλογα με τις ανάγκες του, αναζητά την επιλογή που θα καλύψει με τον βέλτιστο τρόπο τις ανάγκες του.



Σχήμα 19: Λειτουργία πλατφόρμας - στάδιο απόφασης (Διάγραμμα BPMN)

Η πλατφόρμα δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει εταιρία υλοποίησης έργου ή χρηματοδότη είτε μεμονωμένα είτε συνδυαστικά. Αφού ολοκληρωθεί και η διαδικασία επιλογής της στήριξης του έργου ανακαίνισης, επισυνάπτονται οι σχετικές συμφωνίες και με τη βοήθεια της πλατφόρμας εκκινούν οι βελτιωτικές παρεμβάσεις στο κτίριο.



Σχήμα 20: Λειτουργία πλατφόρμας - ολόκληρο σχήμα (Διάγραμμα BPMN)





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

### Συμπεράσματα και Προοπτικές



## 4.2 Μοντελοποίηση Κτιρίου στην Προτεινόμενη Πλατφόρμα: Εύρεση Μεταβλητών

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων αποτελεί βασική στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής (Patterson, 1996).

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Τέτοιοι παράγοντες είναι:

- **τα γενικά χαρακτηριστικά του κτιρίου:** σε αυτά περιλαμβάνονται η τοποθεσία του κτιρίου, το έτος κατασκευής, τα τεχνικά χαρακτηριστικά, ο αριθμός των ατόμων, το καθεστώς ιδιοκτησίας και η λειτουργία του κτιρίου,
- **η ενέργεια:** στην οποία γίνεται αναφορά στην ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα, στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση, στην κατανάλωση και στο ποσοστό κατανάλωσης καυσίμου, στην τιμή του καυσίμου, στις εκπομπές των αερίων και στην ενεργειακή αξιολόγηση.
- **τα οικονομικά χαρακτηριστικά:** τα οποία περιλαμβάνουν το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και τις επενδυτικές δράσεις.

### 4.2.1 Γενικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου

Η **τοποθεσία ενός κτιρίου** μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή του απόδοση. Το ευρύτερο κλίμα της περιοχής καθορίζει τις ανάγκες ψύξης και θέρμανσης, ενώ τα αστικά κτίρια ενδέχεται να αντιμετωπίσουν προκλήσεις, όπως κανονισμοί οριοθέτησης του χώρου, κατά την εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων. Ο σωστός προσανατολισμός και σχεδιασμός είναι καθοριστικός για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός και μπορεί να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση.

Το **έτος κατασκευής** ενός κτιρίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ενεργειακή του απόδοση, αλλά και την αναγκαιότητα ανακαίνισής του για βελτιωμένη απόδοση. Τα παλαιότερα κτίρια είναι, συνήθως, λιγότερο ενεργειακά αποδοτικά λόγω ξεπερασμένων συστημάτων και υλικών. Για αυτό τον σκοπό διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Διατηρητέα κτίρια (listed buildings), τα οποία έχουν ιδιαίτερη ιστορική ή αρχιτεκτονική σημασία και παρουσιάζουν εθνικό ενδιαφέρον. Τα κτίρια μπορούν να χαρακτηριστούν ως διατηρητέα λόγω ηλικίας, σπανιότητας, αρχιτεκτονικής αξίας και μεθόδου κατασκευής,
- άνω των 80 ετών, ηλικία που αποτελεί τον μέσο χρόνο ζωής ενός κτιρίου,
- 50-80 έτη, ηλικία στην οποία πλησιάζουν στο τέλος ζωής τους, γεγονός που δημιουργεί την ανάγκη για στατική έρευνα κι ενίσχυση, ενέργειες που δυσχεραίνονται από τους περιορισμούς που προκύπτουν λόγω του παλιού σχεδιασμού,

- 20- 50 έτη, ηλικία κατά την οποία δημιουργείται η αναγκαιότητα για την εκκίνηση δραστηριοτήτων αναβάθμισης του κτιρίου και
- 10-20 έτη, τα οποία αποτελούν κατάλληλη ηλικία, έτσι ώστε με τις κατάλληλες ενέργειες, να γίνουν βήματα προς την μετατροπή του σε κτίριο μηδενικής ενέργειας (Nearly Zero Energy Building -NZEB).

**Τεχνικά χαρακτηριστικά**, όπως οι τιμές U και η επιφάνεια δαπέδου, καθορίζουν την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Οι τιμές U αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της μόνωσης, με τις χαμηλότερες τιμές να φανερώνουν καλύτερη απόδοση, ενώ τα κτίρια με υψηλές τιμές U απαιτούν περισσότερη ενέργεια για τη διατήρηση της θερμοκρασίας. Η επιφάνεια δαπέδου και ο αριθμός των ορόφων επηρεάζουν, επίσης, σημαντικά την ενεργειακή απόδοση.

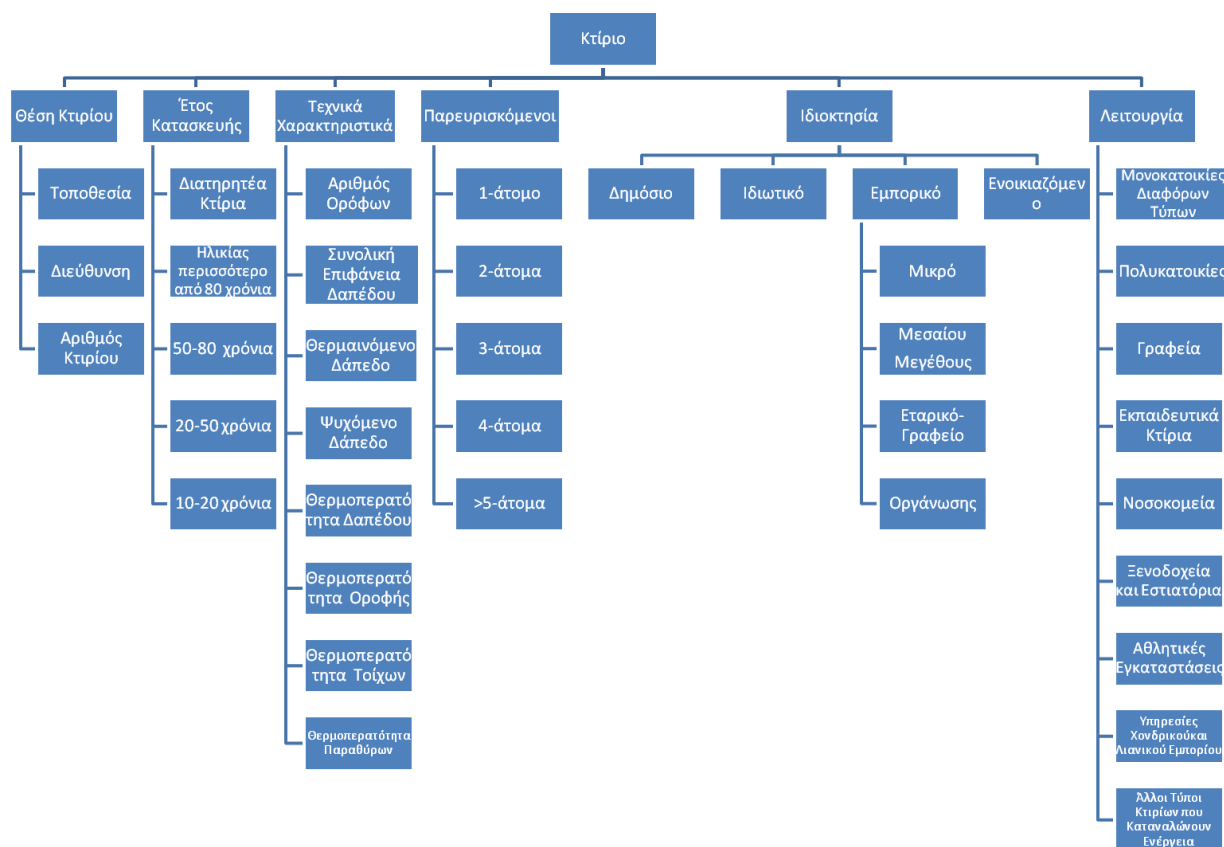
Ο **αριθμός των ατόμων** σε ένα κτίριο επηρεάζει την ενεργειακή απόδοση, καθώς η υψηλή πληρότητα απαιτεί περισσότερη ενέργεια για φωτισμό, θέρμανση και ψύξη. Η συμπεριφορά των ενοίκων επηρεάζει, επίσης, την αποτελεσματικότητα. Για αυτό κατά τον σχεδιασμό του κτιρίου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η υψηλή πληρότητα, για να επιτευχθεί υψηλότερη αποδοτικότητα, μέσω παραγόντων όπως ο φυσικός αερισμός και ο αποδοτικός φωτισμός.

Η **ιδιοκτησία** των κτιρίων αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου και της προοπτικής ανακαίνισής του. Ένα κτίριο που είναι ιδιόκτητο μπορεί να έχει περισσότερους διαθέσιμους πόρους για ανακαίνιση σε σύγκριση με ένα δημόσιο κτίριο που μπορεί να έχει περιορισμένη χρηματοδότηση. Επιπλέον, οι ιδιώτες ιδιοκτήτες ενδέχεται να έχουν μεγαλύτερη ευελιξία στη λήψη αποφάσεων σχετικά με ενεργειακά αποδοτικές αναβαθμίσεις ή ανακαινίσεις σε σύγκριση με δημόσιους φορείς που ενδέχεται να χρειαστεί να ακολουθήσουν αυστηρότερους κανονισμούς ή διαδικασίες. Για αυτό και διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

- Δημόσια κτίρια,
- Ιδιόκτητα κτίρια, όπως ένα σπίτι ή μια μικρή επιχείρηση, και
- εμπορικά κτίρια, αναφερόμενοι σε κτίρια που χρησιμοποιούνται για εμπορικούς σκοπούς και περιλαμβάνουν κτίρια γραφείων, αποθήκες και κτίρια λιανικής πώλησης.

Η **λειτουργία** ενός κτιρίου επηρεάζει τις ενεργειακές του ανάγκες και απαιτήσεις. Διαφορετικοί τύποι κτιρίων έχουν διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις και αυτό επηρεάζει και το είδος των ενεργειακά αποδοτικών αναβαθμίσεων που μπορεί να είναι εφικτές ή επιθυμητές. Η λειτουργία του κτιρίου επηρεάζει, επίσης, τα δυνητικά οφέλη και σκοπούς των ενεργειακά αποδοτικών αναβαθμίσεων, όπως η βελτιωμένη ποιότητα του αέρα εσωτερικών χώρων ή η εξοικονόμηση λειτουργίας. Για αυτό τον λόγο γίνεται, με βάση την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD), η διάκριση των κτιρίων στις εξής κατηγορίες: α) μονοκατοικίες διαφορετικών τύπων, β) πολυκατοικίες, γ) γραφεία, δ) εκπαιδευτικά κτίρια, ε) νοσοκομεία, στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια, ζ) αθλητικές εγκαταστάσεις, η) κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου, θ) άλλοι τύποι κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια.

Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα, το οποίο αναπαριστά τα διαφορετικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση ενός κτιρίου.



Σχήμα 21: Απεικόνιση των χαρακτηριστικών που λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση ενός κτιρίου

### 4.2.2 Ενέργεια

Η αξιολόγηση της **κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα** αποτελεί ένα πολύ σημαντικό τμήμα της ανάλυσης ενός κτιρίου, καθώς παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται η ενέργεια σε ένα κτίριο και πού μπορεί να παρατηρείται ενεργειακή κατάχρηση. Εξετάζοντας την κατανάλωση ενέργειας σε διάφορους τομείς (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, θέρμανση νερού, η μαγειρική και κάθε άλλη τελική χρήση) οι διαχειριστές των κτιρίων μπορούν να εντοπίσουν τομείς βελτίωσης και να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τις αναγκαίες παρεμβάσεις-αναβαθμίσεις.

Πέρα από την κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα, ιδιαίτερο ρόλο κατέχει και η παρατήρηση-αξιολόγηση ενός κτιρίου μέσα από την **συνολική ενεργειακή κατανάλωση**. Εξετάζοντας συνολικά τη χρήση ενέργεια ενός κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων όλων των τομέων που προαναφέρθηκαν, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να εξαγάγουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τους τομείς όπου η ενέργεια χρησιμοποιείται αναποτελεσματικά ή όπου θα μπορούσαν να εφαρμοστούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας. Μια τέτοιου είδους ανάλυση μπορεί να συμβάλει στον καθορισμό σημείων αναφοράς για την ενεργειακή απόδοση και στον καθορισμό στόχων βελτίωσης. Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η συνολική ενεργειακή κατανάλωση αναλύεται τόσο συνολικά-αθροιστικά (Total Energy Consumption), όσο και αναλογικά με βάση την συνολική επιφάνεια του κτιρίου (Total Energy Consumption).

per m<sup>2</sup>), αλλά και μεμονωμένα για ένα κτίριο ως μονάδα (Total Energy Consumption per building), εάν αναφερόμαστε σε κατανάλωση μιας ευρύτερης περιοχής.

Παράλληλα με την κατανάλωση ενέργειας, σημαντικό χαρακτηριστικό για την αποδοτικότητα ενός κτιρίου αποτελεί η **κατανάλωση καυσίμου**. Η κατανάλωση καυσίμου αναλύεται εξετάζοντας τον τύπο καυσίμου, καθώς και την ποσότητα που χρησιμοποιείται στις εξής κατηγορίες καυσίμων: φυσικό αέριο, πετρέλαιο, ορυκτά καύσιμα, ηλεκτρισμό, καύσιμο θερμότητας και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας.

Στο ίδιο μήκος κύματος εξετάζεται και η ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου μέσω του **ποσοστού κατανάλωσης καυσίμου** σε σχέση με την συνολική κατανάλωση. Αναλύοντας την κατανάλωση καυσίμου, οι ιδιοκτήτες των κτιρίων μπορούν να εντοπίσουν ευκαιρίες για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και τον ίδιο χρόνο να προετοιμάσουν τη μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατανόηση της κατανάλωσης καυσίμου είναι, επίσης, σημαντική για τη συμμόρφωση με τους ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς κανονισμούς.

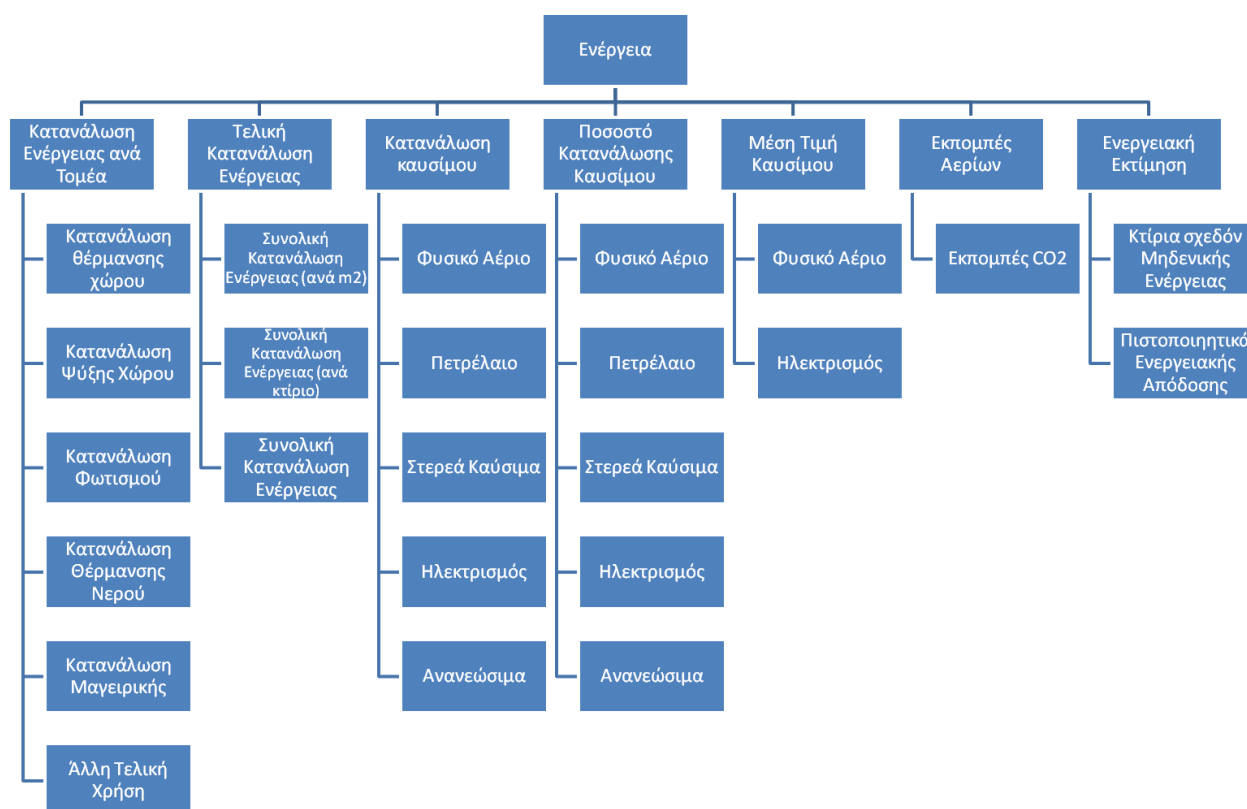
Τέλος, πραγματοποιείται προσπάθεια να συνδεθεί η ενεργειακή κατανάλωση με την **τιμή του κάθε καυσίμου**, όπου ήταν δυνατό να βρεθούν τα ανάλογα δεδομένα (φυσικό αέριο, ηλεκτρισμός). Κατέχουν σημαντικό ρόλο στην ανάλυση κτιρίων, καθώς μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο συνολικό ενεργειακό κόστος, αφού οι διακυμάνσεις στις τιμές των καυσίμων μπορούν να επηρεάσουν την οικονομική βιωσιμότητα των μέτρων ενεργειακής απόδοσης.

Θα ήταν σημαντική παράλειψη να μην εκτιμηθεί η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου μέσα από τις **εκπομπές των αερίων** ενός κτιρίου. Συγκεκριμένα, οι εκπομπές αερίων αναφέρονται στην απελευθέρωση αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της καύσης ορυκτών καυσίμων για ενέργεια. Χαρακτηρίζεται ως αναγκαία η μείωση του αποτυπώματος άνθρακα των κτιρίων με στόχο τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Ακόμη ένα χαρακτηριστικό το οποίο μελετήθηκε για την ανάλυση κτιρίων αποτελούν τα **κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση (Nearly Zero Energy Building-nZEB)**. Τα nZEBs ορίζονται ως κτίρια που έχουν πολύ υψηλό επίπεδο ενεργειακής απόδοσης, με τη σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού, να προέρχεται κυρίως από ανανεώσιμες πηγές. Η ανάλυση τους σε ένα κτιριακό έργο μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες επίτευξης υψηλών επιπέδων ενεργειακής απόδοσης και βιωσιμότητας.

Τα **Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Certificate-EPC)** αποτελούν το τελευταίο χαρακτηριστικό μέσα από τα οποία πραγματοποιήθηκε η ανάλυση κτιρίων. Τα πιστοποιητικά είναι έγγραφα που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Είναι εύκολα κατανοητό ότι τα κτίρια που διαθέτουν πιστοποιητικά ενεργειακής αποδοτικότητας σημειώνουν και καλύτερες ενεργειακές επιδόσεις.

Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα, το οποίο αναπαριστά τα διαφορετικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη κατά την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου.



Σχήμα 22: Απεικόνιση των χαρακτηριστικών που λαμβάνονται υπόψη κατά την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου

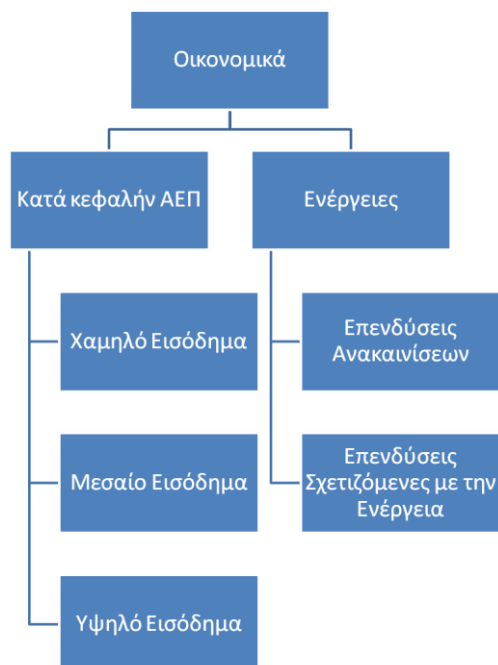
### 4.2.3 Οικονομικά Χαρακτηριστικά

Το **κατά κεφαλήν ΑΕΠ (GDP per capita)**, το οποίο αναφέρεται στην αξία όλων των αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται σε μια δεδομένη περιφέρεια διαιρούμενη διά του συνολικού πληθυσμού της εν λόγω περιφέρειας, αποτελεί μια σημαντική πτυχή της ανάλυσης κτιρίων. Η ανάλυση του μπορεί να βοηθήσει τους διαχειριστές κτιρίων να αξιολογήσουν την οικονομική βιωσιμότητα διαφορετικών κτιριακών έργων-αναβαθμίσεων. Την ίδια στιγμή, μέσα από τα δεδομένα που εξετάστηκαν, προέκυψε το συμπέρασμα ότι σε χώρες με υψηλότερο κατά κεφαλήν ΑΕΠ παρατηρείται σχετικά και μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση, καθιστώντας το ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό στην έρευνα της κτιριακής ανάλυσης.

Οι **επενδύσεις στις ενέργειες ανακαίνισης κτιρίων** και, γενικώς, οι **ενεργειακά σχετιζόμενες επενδύσεις** αποτελούν βασικό κομμάτι της ανάλυσης κτιρίου, όσον αφορά τον οικονομικό τομέα. Μέσα από την αναζήτηση σχετικών δεδομένων επιδιώκεται η κατανόηση στις τάσεις υλοποίησης των ενεργειακών αναβαθμίσεων. Ως στόχος θέτεται η ολοένα κι αυξανόμενη κίνηση στις εργασίες ανακαίνισης και ενεργειακής αναβάθμισης, αφού αναμένεται οι εργασίες βελτίωσης να οδηγήσουν και σε ανάλογη βελτίωση στην εικόνα της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων.



Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα, το οποίο αναπαριστά τα διαφορετικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη κατά την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου μέσω οικονομικών παραγόντων.



Σχήμα 23: Απεικόνιση των χαρακτηριστικών που λαμβάνονται υπόψη κατά την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου μέσω οικονομικών παραγόντων

### 4.3 Common Data Models

Τα Common Data Models-CDM διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας και της κοινής χρήσης δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και εφαρμογών. Με την υιοθέτηση ενός CDM, διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη μπορούν να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα πιο αποτελεσματικά και με μεγαλύτερη ακρίβεια, μειώνοντας την ανάγκη για προσαρμοσμένη χαρτογράφηση δεδομένων και μειώνοντας τον κίνδυνο σφαλμάτων στα δεδομένα. Τα Common Data Models έχουν γίνει όλο και πιο σημαντικά στην εποχή του μεγάλου όγκου δεδομένων και του ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς οι οργανισμοί επιδιώκουν να ξεκλειδώσουν πληροφορίες από πολλαπλές πηγές και να ενσωματώσουν δεδομένα από διαφορετικά συστήματα.

### 4.3.1 Ορισμός Common Data Models

Ένα common data model είναι ένας τυποποιημένος τρόπος αναπαράστασης δεδομένων που έχει σχεδιαστεί για χρήση σε διαφορετικές εφαρμογές ή συστήματα. Παρέχει μια συνεκτική δομή για τα στοιχεία των δεδομένων, η οποία διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και διασφαλίζει ότι τα δεδομένα γίνονται κατανοητά με τον ίδιο τρόπο από διαφορετικούς χρήστες και εφαρμογές (Hull & King, 1987).

Τα common data models είναι σχεδιασμένα ώστε να είναι ειδικά για συγκεκριμένο τομέα, γεγονός που σημαίνει ότι στοχεύουν να αντιπροσωπεύουν δεδομένα σε έναν συγκεκριμένο κλάδο ή πεδίο. Χρησιμοποιώντας ένα common data model, οι οργανισμοί μπορούν να μειώσουν τις ασυνέπειες και τα σφάλματα δεδομένων, να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και να διευκολύνουν την ενσωμάτωση διαφορετικών συστημάτων.

Μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, από εννοιολογικά μοντέλα που περιγράφουν τις σχέσεις μεταξύ στοιχείων δεδομένων έως φυσικά μοντέλα που καθορίζουν το συγκεκριμένο σχήμα βάσης δεδομένων (specific database schema). Μπορούν να αναπτυχθούν από κοινοπραξίες του κλάδου, οργανισμούς προτύπων (standards organizations) ή μεμονωμένες εταιρείες ή ομάδες (Valra et al., 2021).

### 4.3.2 Ιστορική Εξέλιξη των Common Data Models

Η εξέλιξη των Common Data Models μπορεί να εντοπιστεί στα μέσα του 20ου αιώνα, όταν αναπτύσσονταν οι πρώτες βάσεις δεδομένων υπολογιστών. Ακολουθεί μια σύντομη επισκόπηση του τρόπου με τον οποίο έχουν εξελιχθεί τα Common Data Models από τότε:

1. **Ιεραρχικό μοντέλο δεδομένων (Hierarchical Data Model):** Το ιεραρχικό μοντέλο δεδομένων ήταν το πρώτο μοντέλο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε ευρέως στη δεκαετία του 1960. Σε αυτό το μοντέλο, τα δεδομένα οργανώνονται σε δομή που μοιάζει με δέντρο, με κάθε εγγραφή να έχει έναν γονέα και πολλά τέκνα. Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε συνήθως σε πρώιμα συστήματα βάσεων δεδομένων κεντρικών υπολογιστών (Tsichritzis & Lochovsky, 1976).
2. **Μοντέλο δεδομένων δικτύου (Network Data Model):** Το μοντέλο δεδομένων δικτύου αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1960 ως βελτίωση σε σχέση με το ιεραρχικό μοντέλο. Σε αυτό το μοντέλο, τα δεδομένα οργανώνονται σε μια δομή που μοιάζει με γράφημα, με κάθε εγγραφή να έχει πολλές σχέσεις με άλλες εγγραφές. Το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε συνήθως σε πρώιμα συστήματα βάσεων δεδομένων δικτύου (Goldenberg et al., 2010).
3. **Σχεσιακό μοντέλο δεδομένων (Relational Data Model):** Το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1970 από τον Edgar F. Codd και εξακολουθεί να είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο μοντέλο δεδομένων σήμερα. Σε αυτό το μοντέλο, τα δεδομένα οργανώνονται σε πίνακες, με κάθε πίνακα να αντιπροσωπεύει μια ξεχωριστή οντότητα και τις σχέσεις μεταξύ οντοτήτων να ορίζονται μέσω κλειδιών. Αυτό το μοντέλο επιτρέπει την αποτελεσματική υποβολή ερωτημάτων και το χειρισμό μεγάλων συνόλων δεδομένων (Jajodia & Sandhu 1991).

4. Αντικειμενοστραφές μοντέλο δεδομένων (Object-Oriented Data Model): Το αντικειμενοστραφές μοντέλο δεδομένων αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 ως ένας τρόπος αναπαράστασης σύνθετων δομών δεδομένων σε αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού. Σε αυτό το μοντέλο, τα δεδομένα αναπαρίστανται ως αντικείμενα, τα οποία μπορούν να έχουν χαρακτηριστικά και μεθόδους (Bertino & Martino 1991).
5. Μοντέλο δεδομένων εγγράφου (Document Data Model): Το μοντέλο δεδομένων εγγράφου αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 2000 ως ένας τρόπος χειρισμού μη δομημένων δεδομένων, όπως κείμενο και περιεχόμενο πολυμέσων. Σε αυτό το μοντέλο, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μια ιεραρχική δομή παρόμοια με τη μορφή δεδομένων XML ή JSON (Morbach et al., 2008).
6. Μοντέλο δεδομένων γραφήματος (Graph Data Model): Το μοντέλο δεδομένων γραφήματος αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 2000 ως ένας τρόπος χειρισμού εξαιρετικά συνδεδεμένων δεδομένων, όπως κοινωνικά δίκτυα ή συστήματα προτάσεων. Σε αυτό το μοντέλο, τα δεδομένα αναπαρίστανται ως κόμβοι και ακμές σε ένα γράφημα, με τις σχέσεις μεταξύ κόμβων να ορίζονται μέσω ακμών (Kunii, 2012).

Η εξέλιξη των Common Data Models καθοδηγείται από τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των οργανισμών και την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των δεδομένων. Ενώ οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων εξακολουθούν να είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο μοντέλο δεδομένων σήμερα, νεότερα μοντέλα όπως τα μοντέλα εγγράφων και γραφημάτων γίνονται όλο και πιο σημαντικά, καθώς οι οργανισμοί πρέπει να χειρίζονται διαφορετικούς τύπους δεδομένων.

### 4.3.3 Ευρέως Διαδεδομένα Common Data Models

Στον τομέα της διαχείρισης δεδομένων και της ανάλυσης, η χρήση Common Data Models έχει γίνει όλο και πιο δημοφιλής ως μέσο διευκόλυνσης της διαλειτουργικότητας, της τυποποίησης και της επαναχρησιμοποίησης των δεδομένων σε διαφορετικές εφαρμογές και τομείς. Αρκετά μοντέλα έχουν προκύψει τα τελευταία χρόνια, το καθένα με το δικό του σύνολο διαφορετικών χαρακτηριστικών, όπως τα SAREF, BRICK και Project Haystack. Αυτά τα μοντέλα έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί σε διάφορους κλάδους, όπως έξυπνα σπίτια, αυτοματισμοί κτιρίων και διαχείριση ενέργειας, με στόχο τη βελτίωση της ενσωμάτωσης δεδομένων, της ανάλυσης και της λήψης αποφάσεων. Διερευνώντας τις δυνατότητες και τις περιπτώσεις χρήσης αυτών των common data models, μπορεί να κατανοηθούν καλύτερα οι δυνατότητες και οι περιορισμοί τους, αλλά και να αξιολογηθεί η καταλληλότητά τους με διαφορετικά σενάρια διαχείρισης δεδομένων.

#### 4.3.3.1 SAREF Data Model

Το μοντέλο δεδομένων SAREF για κτίρια λειτουργεί καθορίζοντας ένα σύνολο κλάσεων και ιδιοτήτων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση δεδομένων τα οποία παρέχονται από έξυπνες συσκευές και συστήματα με συνεπή και διαλειτουργικό τρόπο (Daniele et al., 2016). Το μοντέλο δεδομένων SAREF ορίζει έναν αριθμό κλάσεων που είναι συγκεκριμένες για τον κτιριακό αυτοματισμό και έλεγχο. Οι κλάσεις χωρίζονται περαιτέρω

σε υποκατηγορίες που αντιπροσωπεύουν πιο συγκεκριμένους τύπους συσκευών ή συστημάτων. Κάθε κλάση και υποκατηγορία στο μοντέλο δεδομένων SAREF έχει ένα σύνολο ιδιοτήτων που αντιπροσωπεύουν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των συσκευών ή των συστημάτων (Dähling et al., 2020).

#### 4.3.3.2 Brick Data Model

Το μοντέλο δεδομένων BRICK λειτουργεί ορίζοντας ένα σύνολο κλάσεων και ιδιοτήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση διαφορετικών πλευρών ενός κτιρίου, όπως η φυσική δομή του, τα μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα και οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτές οι κλάσεις και οι ιδιότητες οργανώνονται σε μια ιεραρχία, με πιο συγκεκριμένες κλάσεις και ιδιότητες οι οποίες μεταβιβάζονται από τις πιο γενικευμένες (Balaji et al., 2016). Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του BRICK είναι η αρθρωτή αρχιτεκτονική του, που επιτρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο οι κλάσεις και οι ιδιότητες που σχετίζονται με μία συγκεκριμένη εφαρμογή. Ορίζει, επίσης, ένα σύνολο οντολογιών, οι οποίες αποτελούν συλλογές κλάσεων και ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση συγκεκριμένων τομέων (Balaji et al., 2018).

#### 4.3.3.3 Project Haystack

Το Project Haystack παρέχει μια τυποποιημένη προσέγγιση στη μοντελοποίηση δεδομένων για συστήματα αυτοματισμού κτιρίων, διευκολύνοντας την ενσωμάτωση δεδομένων από διαφορετικά συστήματα και συσκευές και επιτρέποντας την αποτελεσματικότερη διαχείριση και ανάλυση δεδομένων κτιρίων. (*Home - Project Haystack*. (n.d.)). Ο οργανισμός έχει αναπτύξει ένα σύνολο ετικετών και ταξινομήσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν τα δεδομένα που παρέχονται από διαφορετικά συστήματα κτιρίων (Charpenay et al., 2015).

#### 4.3.3.4 Fiware Data Model

Το μοντέλο δεδομένων FIWARE επιτρέπει την ενσωμάτωση και ανάλυση δεδομένων από διάφορες πηγές σε ένα έξυπνο περιβάλλον κτιρίου. Παρέχει μια τυποποιημένη μορφή για την αναπαράσταση οντοτήτων και χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τη χρήση ενέργειας σε κτίρια, όπως μετρητές, αισθητήρες και συσκευές. Αξιοποιώντας αυτό το μοντέλο δεδομένων, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, να εντοπίζουν ανεπάρκειες και να λαμβάνουν αποφάσεις, βάσει δεδομένων, με στόχο τη βέλτιστη χρήση ενέργειας. Το μοντέλο δεδομένων FIWARE προωθεί τη διαλειτουργικότητα, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η συνεργασία με διάφορες πλατφόρμες διαχείρισης ενέργειας και εργαλείων ανάλυσης, διευκολύνοντας με αυτό τον τρόπο την αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας και κατ' επέκταση της βιωσιμότητας στα κτίρια (Admin. (2022). *Smart Data Models - FIWARE*. FIWARE. <https://www.fiware.org/smart-data-models/> ).

#### 4.3.3.5 Ομοιότητες στην λειτουργία των μοντέλων

Όλα τα μοντέλα παρέχουν έναν τυποποιημένο τρόπο αναπαράστασης δεδομένων που σχετίζονται με το κτίριο χρησιμοποιώντας δομημένα δεδομένα και έχουν σχεδιαστεί ώστε να είναι επεκτάσιμα, προσαρμόσιμα και διαλειτουργικά με άλλα βιομηχανικά πρότυπα και μοντέλα δεδομένων (Moreira et al., 2017). Τα SAREF, Brick και Project Haystack βασίζονται σε μια προσέγγιση μοντελοποίησης σημασιολογικών δεδομένων (semantic data modelling), γεγονός που σημαίνει ότι χρησιμοποιούν μια αναπαράσταση βασισμένη σε γραφήματα για να καταγράψουν τις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και στοιχείων κτιρίων (Quinn & McArthur, 2021). Αυτή η προσέγγιση βοηθά στην παροχή μιας τυποποιημένης και δομημένης αναπαράστασης των δεδομένων, καθιστώντας ευκολότερη την ανάλυση και τη χρήση.

#### 4.3.3.6 Διαφορές στην λειτουργία των μοντέλων

Τα SAREF και Brick χρησιμοποιούν την προσέγγιση σημασιολογικής μοντελοποίησης (semantic modelling approach), ενώ, παρόλο που και το Project Haystack θεωρείται μοντέλο σημασιολογικών δεδομένων (semantic data model), χρησιμοποιεί μια πιο ευέλικτη προσέγγιση που βασίζεται σε ένα συνδυασμό ετικετών και σχέσεων. Ενώ και τα τρία μοντέλα χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό ετικετών και σχέσεων για την αναπαράσταση δεδομένων, οι ετικέτες και οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται από κάθε μοντέλο είναι διαφορετικές. Για παράδειγμα, το Project Haystack χρησιμοποιεί ένα τυποποιημένο σύνολο ετικετών και σχέσεων για να αναπαραστήσει διάφορα μέρη των λειτουργιών ενός κτιρίου, ενώ τα Brick και SAREF παρέχουν ένα ευρύτερο σύνολο οντοτήτων και σχέσεων για τη μοντελοποίηση πιο σύνθετων συστημάτων και περιβαλλόντων (Quinn & McArthur, 2021).

Επιπλέον, το SAREF επικεντρώνεται περισσότερο στην περιγραφή της συμπεριφοράς και της λειτουργικότητας των έξυπνων συσκευών, ενώ το Brick παρέχει μια πιο λεπτομερή αναπαράσταση των συστημάτων των κτιρίων, εστιάζοντας στα φυσικά χαρακτηριστικά των συστημάτων ελέγχου. Το Project Haystack, με την σειρά του, επικεντρώνεται περισσότερο στην περιγραφή των δεδομένων που παράγονται από τα συστήματα κτιρίων (Appliances, 2017).

Τέλος, το SAREF χρησιμοποιεί μια προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω για τη μοντελοποίηση του κτιριακού τομέα, ξεκινώντας με έννοιες υψηλού επιπέδου και σταδιακά βελτιώνοντας τις σε πιο λεπτομερή επίπεδα (Moreira et al., 2017). Από την άλλη, το Brick χρησιμοποιεί μια προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω για τη μοντελοποίηση του κτιριακού τομέα, ξεκινώντας με έννοιες χαμηλού επιπέδου και σταδιακά ανεβαίνει σε υψηλότερα επίπεδα.

#### 4.3.3.7 Χρήση ετικετών στα Common Data Models

Τα Common Data Models παρέχουν μια τυποποιημένη δομή για την οργάνωση και την αποθήκευση δεδομένων, διευκολύνοντας τους οργανισμούς να έχουν πρόσβαση, να αναλύουν και να μοιράζονται πληροφορίες. Μια κρίσιμη πτυχή των Common Data Models είναι η χρήση ετικετών. Οι ετικέτες είναι ένας τρόπος κατηγοριοποίησης δεδομένων, επιτρέποντας στους οργανισμούς να εντοπίζουν και να ανακτούν γρήγορα συγκεκριμένα κομμάτια πληροφοριών. Η χρήση ετικετών βοηθά να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα

επισημαίνονται και οργανώνονται με ακρίβεια, μειώνοντας τον κίνδυνο σφαλμάτων (Wetzker et al., 2010). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση κτιρίων, οι οποίες συλλέχθηκαν από τα διάφορα δεδομένα (στήλη 1), μαζί με μία σύντομη περιγραφή τους (στήλη 2) και, στη συνέχεια (στήλες 3,4,5,6), πραγματοποιείται η αντιστοίχσή τους με τις ετικέτες (tags) που περιγράφουν τις ίδιες μεταβλητές σε ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα (*Home - Project Haystack*, *SAREF Portal*, Nagare, S. *Home - BrickSchema* (n.d.), De Panfilis, G. (2023). *FIWARE - Open APIs for Open Minds*).

Στον αρχικό πίνακα πραγματοποιείται μία αναφορά και αντιστοίχιση των μεταβλητών που αναζητήθηκαν στα δεδομένα και που περιγράφουν τις γενικές πληροφορίες κατά τις οποίες έγινε η συλλογή τους με τις αντίστοιχες στα διάφορα μοντέλα.

Πίνακας 5: Περιγραφή και αντιστοίχιση των κύριων μεταβλητών/ετικετών των δεδομένων αναζήτησης και των μοντέλων δεδομένων

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	FIWARE	HAYSTACK	SAREF	BRICK
Identifier	Μοναδικό αναγνωριστικό της οντότητας	id	id		
startDate - endDate	Οι χρονικές συμβάσεις	dataCreated- dataModified	date - dateTime	Has timestamp	TimeShape
nutsName	Η γεωγραφική περιοχή όπου παρέχεται μια υπηρεσία	AreaServed	geoCountry	location	Location
Location	Η τοποθεσία του κτιρίου	location	geoPlace	location	Location
Year Built	Το έτος κατασκευής του κτιρίου			hasBuiltYear	YearBuilt
Topic	Ο τομέας του κτιρίου στον οποίο αναφέρεται η μετρήσιμη τιμή		feature		
Feature	Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό του τομέα στο οποίο αναφέρεται η μετρήσιμη τιμή		feature		
measuredElement	Τύπος τιμής δεδομένων		val		
Value	Αριθμοί (ακέραιοι ή δεκαδικοί) που συνοδεύονται με		number	hasvalue	

	μία προεραϊτική μονάδα				
Unit	Αναγνωριστικό μονάδας από τυπική βάση δεδομένων μονάδων		unit	Is measured in	
Sources	Μια ακολουθία χαρακτήρων που προσδιορίζουν τον πάροχο των δεδομένων	dataProvider-source	uri	Value source	

Στον επόμενο πίνακα, γίνεται αναφορά στις μεταβλητές-ετικέτες που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά ενός κτιρίου που κατέχουν σημαντικό ρόλο καθορίζουν, τελικώς, την ενεργειακή του απόδοση.

Πίνακας 6: Περιγραφή και αντιστοίχιση των δευτερεύοντων μεταβλητών/ετικετών των δεδομένων αναζήτησης και των μοντέλων δεδομένων

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	FIWARE	HAYSTACK	SAREF	BRICK
TotalFloorArea	Επιφάνεια σχήματος ή δαπέδου		area	FloorArea	Space
HeatedFloorArea	Θερμαινόμενη επιφάνεια κτιρίου			Heating_Zone	Heated_Area_Fraction
CooledFloorArea	Επιφάνεια ψύξης του κτιρίου			Cooling_Zone	Cooled_Area_Fraction
Floor U-Value	Ο ρυθμός μεταφοράς της θερμότητας μέσω μιας δομής				
Wall U-Value	Ο ρυθμός μεταφοράς της θερμότητας μέσω μιας δομής			Thermal Transmittance (οντότητα)	Variety of tags like Thermal_Transmittance
Roof U-Value	Ο ρυθμός μεταφοράς της θερμότητας μέσω μιας δομής			uValue (ιδιότητα)	U_Value Thermal_Resistance
Windows U-Value	Ο ρυθμός μεταφοράς της θερμότητας μέσω μιας δομής				

share of ownership	Ιδιοκτήτης του κτιρίου/ είδος ιδιοκτησίας	owner		hasOwnership	Ownership_Percentage
ShareofPeopleOccupancy	Παρόντες άνθρωποι στο κτίριο	peopleOccupancy	occupancy	Occupancy	Occupancy_PercentageShare
Temperature	Η εξωτερική θερμοκρασία στην τοποθεσία του κτιρίου			Temperature_rating	Temperature_Sensor
SpaceHeatingConsumption	Κατανάλωση στη διαδικασία θέρμανσης		heat	Energy_Consumption	Heating
SpaceCoolingConsumption	Κατανάλωση στη διαδικασία ψύξης		cooling	Energy_Consumption	Cooling
DHWConsumption	Κατανάλωση για τη θέρμανση νερού οικιακής χρήσης		domesticWaterRef	Energy_Consumption	
CookingConsumption	Κατανάλωση ενέργειας στη μαγειρική			Energy_Consumption	
LightingConsumption	Κατανάλωση συστημάτων φωτισμού		lighting	Energy_Consumption	Electric_Energy
TotalEnergyConsumption	Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα χρόνου		power	Energy_Consumption	Energy_Meter
NaturalGas	Ενέργεια που προέρχεται από καύση φυσικού αερίου		naturalGas		NaturalGas
OilandPetroleum	Ενέργεια που προέρχεται από καύση πετρελαίου		fuelOil		FuelOil
SolidFuels	Ενέργεια που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα			Fuel (το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται),	(Different tags for solid fuels like pellets, biomass, etc)
Electricity	Ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται ανά μονάδα χρόνου		elec-power	Energy_Consumed (η ποσότητα του καυσίμου που χρησιμοποιείται)	Electricity
Renewables	Ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές				solar, wind (Διαφορετικές ετικέτες για τις διάφορες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας)



CO2	Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου (CO2)		co2-emission		Carbon_Dioxide_Emissions
-----	--------------------------------------	--	--------------	--	--------------------------

#### 4.3.3.8 Ετικέτες στα Μοντέλα SAREF και BRICK

Τα Brick και SAREF είναι δύο Common Data Models που μπορούν να αντιπροσωπεύουν διάφορα στοιχεία και συστήματα που σχετίζονται με ένα κτίριο. Ωστόσο, παρά την εκτεταμένη κάλυψή τους, ενδέχεται να υπάρχουν περιπτώσεις όπου ορισμένα στοιχεία ή συστήματα δεν αναπαρίσταται. Σε τέτοιες περιπτώσεις, τόσο στο Brick όσο και στο SAREF, είναι δυνατή η χρήση ήδη υφιστάμενων οντοτήτων για την αναπαράσταση στοιχείων που δεν έχουν τη δική τους αποκλειστική οντότητα. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με τη χρήση μιας γενικότερης οντότητας για την αναπαράσταση του συγκεκριμένου στοιχείου, είτε με τη χρήση ενός συνδυασμού υφιστάμενων οντοτήτων για την αναπαράσταση του επιθυμητού στοιχείου (Balaji et al., 2018). Για παράδειγμα, στο SAREF, εάν δεν υπάρχει οντότητα για ένα συγκεκριμένο τύπο κατανάλωσης ενέργειας, μπορεί να αναπαρασταθεί χρησιμοποιώντας τη γενικότερη οντότητα "EnergyConsumption" και προσθέτοντας υπάρχουσες ιδιότητες για τον προσδιορισμό του συγκεκριμένου τύπου κατανάλωσης.

Μια εναλλακτική λύση θα μπορούσε να αποτελέσει η δημιουργία νέων ιδιοτήτων, εκμεταλλευόμενοι πάντα τις ήδη υπάρχουσες. Στο Brick μπορεί να αξιοποιηθεί η επεκτασιμότητα του και από τις υπάρχουσες κλάσεις, ιδιότητες και σχέσεις να δημιουργηθούν νέες, με σκοπό να επεκτείνουν την οντολογία για να καλυφθεί η οποιαδήποτε ανάγκη (Nagare, S. (n.d.). Home - BrickSchema). Ομοίως, το SAREF προσφέρει έναν ευέλικτο τρόπο επέκτασης της οντολογίας της δημιουργώντας νέες οντότητες και ιδιότητες (SAREF Portal (n.d.)). Για παράδειγμα, εάν ένας χρήστης θέλει να αντιπροσωπεύει έναν συγκεκριμένο τύπο κατανάλωσης ενέργειας που δεν είναι διαθέσιμος στο SAREF, μπορεί να δημιουργήσει μια νέα οντότητα ή ιδιότητα καθορίζοντας τα χαρακτηριστικά και τις σχέσεις της με υπάρχουσες οντότητες.

#### 4.3.4 Μεθοδολογία Δημιουργίας ενός Common Data Model

Η ύπαρξη δομημένης μεθοδολογίας για τη δημιουργία ενός Common Data Model είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι το μοντέλο που προκύπτει είναι ακριβές, πλήρες και συνεπές με τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των ενδιαφερόμενων μερών. Μια δομημένη μεθοδολογία παρέχει μια σαφή και συστηματική προσέγγιση σε ολόκληρη τη διαδικασία δημιουργίας ενός μοντέλου, από τον προσδιορισμό των πηγών των δεδομένων και των οντοτήτων έως τον καθορισμό των σχέσεων και των χαρακτηριστικών, αλλά και την επικύρωση και τη βελτίωση του μοντέλου (Brodie, 1984). Ακολουθώντας μια δομημένη μεθοδολογία, μπορούν να αποφευχθούν κοινές παγίδες, όπως ασάφεια, πλεονασμό και ατέλεια, και να διασφαλιστεί ότι το μοντέλο που προκύπτει είναι καλά σχεδιασμένο και κατάλληλο για τον σκοπό για τον οποίο προορίζεται. Επιπλέον, μια δομημένη μεθοδολογία επιτρέπει τη διαφάνεια και την επαναληψιμότητα, δίνοντας την δυνατότητα στα διάφορα

ενδιαφερόμενα μέρη να κατανοήσουν και να συμβάλουν στη δημιουργία και την εξέλιξη του μοντέλου (Barnaghi et al., 2009).

Τα βήματα για τη δημιουργία ενός Common Data Model μπορούν να προσδιοριστούν ως εξής:

1. Συγκέντρωση δεδομένων: Αρχικά, πρέπει να προσδιοριστούν οι διαφορετικές προελεύσεις των δεδομένων που θα ενσωματωθούν στο μοντέλο, με σκοπό την συλλογή και τεκμηρίωση τους για το ζητούμενο πρόβλημα.
2. Προσδιορισμός των οντοτήτων: Ορισμός του πεδίου εφαρμογής του μοντέλου. Αυτό περιλαμβάνει την ανάλυση των απαιτήσεων και τον προσδιορισμό των συγκεκριμένων οντοτήτων που πρέπει να εκπροσωπούνται στο μοντέλο.
3. Ορισμός των χαρακτηριστικών: Στη συνέχεια, για κάθε οντότητα, θα πρέπει να γίνει προσδιορισμός των χαρακτηριστικών (ή των ιδιοτήτων) που περιγράφουν την κάθε οντότητα.
4. Ορισμός των σχέσεων: Αφού αναπτυχθούν οι οντότητες, πρέπει να πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός των σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων και η τεκμηρίωση τους στο μοντέλο δεδομένων.
5. Σχεδίαση του μοντέλου: Αφού οριστεί το πεδίο εφαρμογής, αναπτύσσεται ένα σχήμα που καθορίζει τη δομή του common data model. Αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει οντότητες, χαρακτηριστικά και σχέσεις μεταξύ οντοτήτων.
6. Αντιστοίχιση των δεδομένων: Σε αυτό το βήμα, αντιστοιχίζονται τα δεδομένα από κάθε προέλευση στην αντίστοιχη οντότητα στο μοντέλο δεδομένων. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ότι τα δεδομένα οργανώνονται με λογικό και αποτελεσματικό τρόπο. Αυτό περιλαμβάνει την εξάλειψη των πλεονασμάτων και τη διασφάλιση ότι κάθε κομμάτι δεδομένων αποθηκεύεται στην καταλληλότερη οντότητα.

Αφού δημιουργηθεί το μοντέλο,

7. Πραγματοποιείται επικύρωση του μοντέλου, δηλαδή δοκιμάζεται το μοντέλο δεδομένων εφαρμόζοντας σενάρια και δεδομένα για να βεβαιωθούμε ότι μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τις απαιτήσεις.
8. Δημιουργία αρχείου που εξηγεί με σαφήνεια το μοντέλο δεδομένων και τα στοιχεία του για να βοηθήσει στην κατανόηση και τη συντήρηση του μοντέλου.
9. Εφαρμογή του μοντέλου: Χρησιμοποίηση του μοντέλου δεδομένων για την υλοποίηση μιας βάσης δεδομένων που πληροί τις απαιτήσεις.

### 4.3.5 Δημιουργία Common Data Models

Η ανάπτυξη διαφορετικών σχημάτων Common Data Models είναι μια χρήσιμη τεχνική για την κατανόηση των διαφόρων προσεγγίσεων και εκτιμήσεων που μπορούν να ληφθούν κατά την ανάλυση δεδομένων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Δημιουργώντας πολλαπλά μοντέλα δεδομένων μπορούν να διερευνηθούν τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί διαφορετικών μοντέλων δεδομένων, αλλά και να προσδιοριστεί η πιο αποτελεσματική προσέγγιση για το

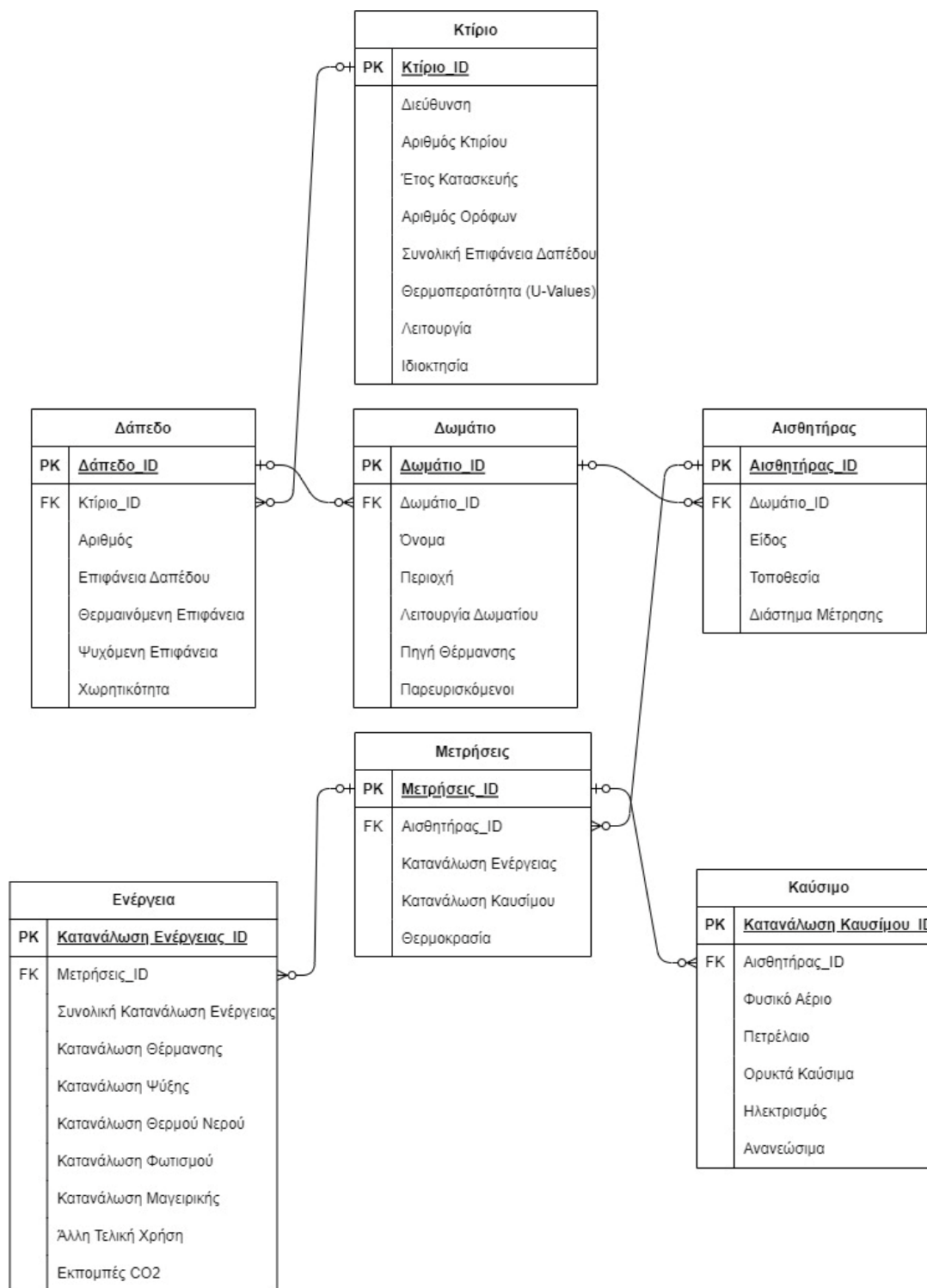
συγκεκριμένο ερευνητικό ζήτημα. Επιπλέον, η ανάπτυξη πολλαπλών σχημάτων Common Data Models βοηθά στον εντοπισμό βασικών μεταβλητών που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση και παρέχει πληροφορίες για το πώς αυτές οι μεταβλητές μπορούν να βελτιστοποιηθούν, με στόχο την επίτευξη πιο ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Ως εκ τούτου, η χρήση Common Data Models αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τους μηχανικούς που επιδιώκουν να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στο δομημένο περιβάλλον.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων εξετάστηκε μέσα από την δημιουργία διαφορετικών σχημάτων common data models, τα οποία δημιουργήθηκαν με σκοπό να ανταποκριθούν στα ποικίλα και διαφορετικά δεδομένα που αναζητήθηκαν και συλλέχθηκαν.

Πιο συγκεκριμένα, η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αναλύθηκε μέσα από δεδομένα που αναφέρονται στα εξής:

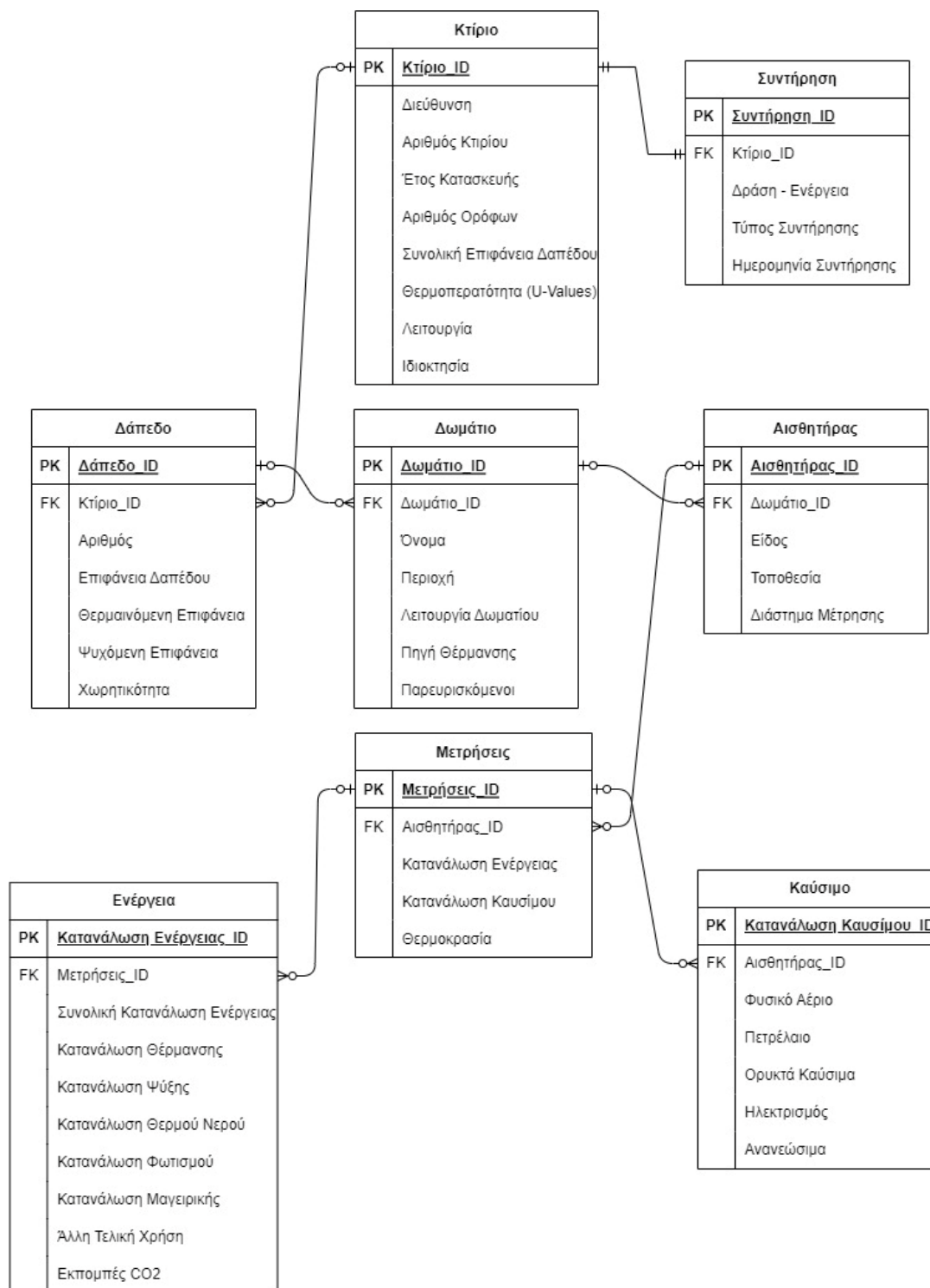
- Γεωγραφική θέση (τοποθεσία, θερμοκρασία),
- Τεχνικά χαρακτηριστικά (έτος κατασκευής, αριθμός ορόφων, επιφάνεια δαπέδου, θερμοπερατότητα, είδος λειτουργίας)
- Ιδιοκτησία και αριθμός παρευρισκόμενων,
- Ενέργεια (συνολική κατανάλωση, κατανάλωση σε επιμέρους τομείς),
- Καύσιμο (είδος καυσίμου, κατανάλωση καυσίμου),
- Περιβαλλοντολογικός αντίκτυπος, αλλά και
- Δραστηριότητες συντήρησης (ανακαινίσεις-αναβαθμίσεις).

Το πρώτο σχήμα αποτυπώνει την διαδικασία μέσα από την οποία συλλέγονται και επεξεργάζονται τα δεδομένα σε ένα κτίριο. Αρχικά, συλλέγει πληροφορίες γενικότερα για το κτίριο, οι οποίες στη συνέχεια γίνονται ειδικότερες, περνώντας από το κτίριο στους ορόφους κι από εκεί στα επιμέρους δωμάτια στα οποία μπορεί να διακρίνεται ο κάθε όροφος. Τέλος, μέσω των αισθητήρων συλλέγονται τα δεδομένα σχετικά με το κάθε δωμάτιο ξεχωριστά.



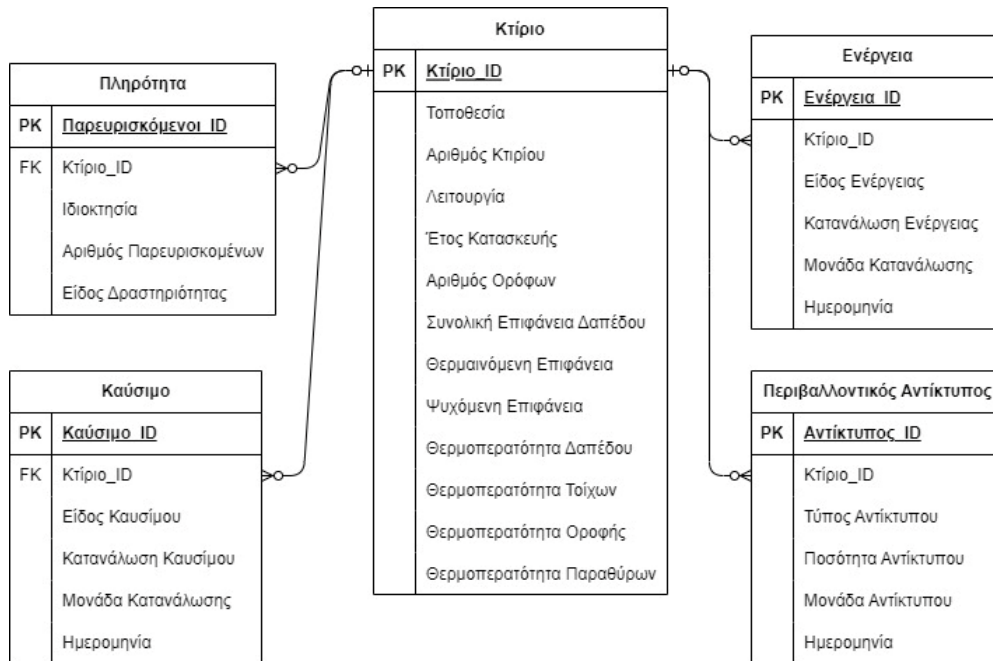
Σχήμα 24: 1<sup>η</sup> πρόταση Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια

Το δεύτερο σχήμα δεν διαφέρει σημαντικά από το πρώτο. Η μόνη διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι σε αυτό το σχήμα υπάρχει μια οντότητα σχετικά με τη δραστηριότητα συντήρησης ενός κτιρίου. Αυτό επιτρέπει την συλλογή δεδομένων κατόπιν των οποιωνδήποτε ενεργειών ανακαίνισης ενός κτιρίου, με σκοπό την αξιολόγησή τους και την σύγκρισή τους ως προς την ενεργειακή αποδοτικότητα πριν και μετά τις ενέργειες.



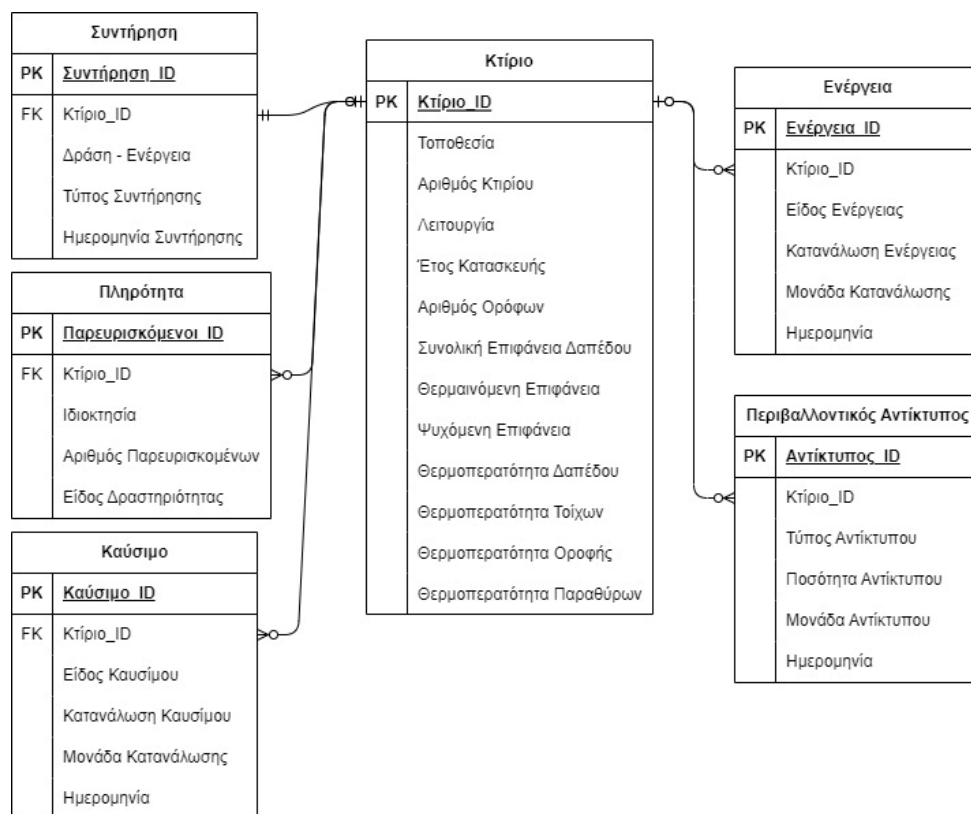
Σχήμα 25: 2<sup>η</sup> πρόταση (προέκταση της 1<sup>ης</sup> πρότασης) Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια

Το τρίτο σχήμα αποτυπώνει μια γενικότερη εικόνα για την ανάλυση ενός κτιρίου ως προς την ενεργειακή του απόδοση. Σε αυτή την περίπτωση, δεν χωρίζεται το κτίριο σε επιμέρους χώρους (ορόφους, δωμάτια), αλλά αναλύεται ως σύνολο και τα δεδομένα συλλέγονται για το κτίριο ως μονάδα.



Σχήμα 26: 3<sup>η</sup> πρόταση Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια

Αξίζει να σημειωθεί ότι και στο τελευταίο σχήμα μπορεί να προστεθεί η οντότητα της συντήρησης του κτιρίου, με σκοπό να αναλύσουμε τα αποτελέσματα που μπορεί να έχει στην αποδοτικότητα του μια προσπάθεια αναβάθμισης του.



Σχήμα 27: 4<sup>η</sup> πρόταση (προέκταση της 3<sup>ης</sup> πρότασης) Common Data Model για την ανάλυση δεδομένων σε κτίρια

#### 4.4 Πολυκριτήριες Μέθοδοι

Η επίτευξη υψηλών επιπέδων ενεργειακής απόδοσης, όπως έχει αναφερθεί πολλάκις, έγκειται στη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων για την επίτευξη της μέγιστης παραγωγικότητας, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας και το σχετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Ωστόσο, η επίτευξη αυτής της ισορροπίας μπορεί να είναι μια πολύπλευρη και, συχνά, περίπλοκη προσπάθεια, ιδιαίτερα όταν οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων αντιμετωπίζουν πληθώρα εναλλακτικών λύσεων και αντικρουόμενων στόχων.

Στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, το τοπίο των επιλογών είναι τεράστιο, περιλαμβάνοντας ποικίλες τεχνολογίες, στρατηγικές και επενδύσεις, καθεμία με το δικό της σύνολο πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Επομένως, η πρόκληση δεν έγκειται απλώς στον προσδιορισμό των μέτρων που μπορούν να ενισχύσουν την ενεργειακή απόδοση, αλλά στην αποκρυπτογράφηση της πλέον κατάλληλης επιλογής μεταξύ αυτών των εναλλακτικών λύσεων (D'Agostino et al., 2019).

Κινούμενες σε αυτό το πλαίσιο, οι πολυκριτήριες μέθοδοι λήψης αποφάσεων αποτελούν μια κατηγορία αναλυτικών εργαλείων που έχει αναδειχθεί ως ανεκτίμητο πλεονέκτημα στην επιδίωξη βιώσιμων ενεργειακών πρακτικών. Οι μέθοδοι αυτές παρέχουν ένα δομημένο

πλαίσιο για την αξιολόγηση και τη σύγκριση διαφορετικών επιλογών, λαμβάνοντας υπόψη ένα πλήθος κριτηρίων που εκτείνονται πέρα από την απλή εξοικονόμηση ενέργειας (Neves et al., 2008). Περιλαμβάνοντας ένα ευρύ φάσμα παραγόντων, οι πολυκριτηριακές μέθοδοι επιτρέπουν στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να προβαίνουν σε τεκμηριωμένες επιλογές που ευθυγραμμίζονται με τους γενικούς στόχους ενεργειακής απόδοσης (Aruldoss et al., 2013).

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ποικίμενοι να διευκολύνουν το πολύπλοκο τοπίο της λήψης αποφάσεων και να οδηγήσουν τους υπεύθυνους στην καταλληλότερη απόφαση.

Παρακάτω γίνεται μια σύντομη αναφορά στις πιο γνωστές μεθόδους:

- **AHP** (Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας - Analytic Hierarchy Process): Αποτελεί μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο που δομεί ένα πρόβλημα απόφασης σε μια ιεραρχία κριτηρίων και εναλλακτικών λύσεων. Περιλαμβάνει συγκρίσεις κατά ζεύγη για την απόδοση σχετικών σταθμίσεων στα κριτήρια και την αξιολόγηση της απόδοσης των εναλλακτικών λύσεων (Chourabi et al., 2019).
- **WSM** (Μοντέλο σταθμισμένου αθροίσματος - Weighted Sum Model): Πρόκειται για μια σχετικά απλή μέθοδο, η οποία υπολογίζει μια ενιαία σύνθετη βαθμολογία για κάθε εναλλακτική λύση αθροίζοντας γραμμικά τις βαθμολογίες κριτηρίων με τα εκχωρημένα βάρη (Triantaphyllou & Triantaphyllou, 2000).
- **ELECTRE** (Εξάλειψη και επιλογή μεταφράζοντας την πραγματικότητα- Elimination and Choice Translating Reality): Αποτελεί μια οικογένεια μεθόδων που εστιάζουν στην κατάταξη και την ταξινόμηση εναλλακτικών λύσεων με βάση δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας, λαμβάνοντας υπόψη τα όρια των υπευθύνων λήψης αποφάσεων (Mary & Suganya, 2016).
- **Promethee** (Μέθοδος οργάνωσης κατάταξης προτιμήσεων για αξιολογήσεις εμπλουτισμού - Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations): Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται συναρτήσεις προτίμησης για να συγκρίνουν εναλλακτικές λύσεις και να τις κατατάξουν σύμφωνα με τις καθαρές ροές τους (Liao & Xu, 2014).
- **TOPSIS** (Τεχνική για τη σειρά προτίμησης με ομοιότητα με την ιδανική λύση Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution): Η TOPSIS κατατάσσει τις εναλλακτικές λύσεις, με βάση την ομοιότητά τους, από την ιδανικότερη λύση στην χειρότερη λύση (Roszkowska, 2011).

#### 4.4.1 Επιλογή Πολυκριτηριακής Μεθόδου TOPSIS

Μια πολύτιμη και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο αποτελεί η μέθοδος TOPSIS. Πρόκειται για την ιδανική επιλογή στην αξιολόγηση των πιθανών επεμβάσεων στο πλαίσιο της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η απλότητα της μεθόδου, η ευαισθησία στις αλλαγές και η ικανότητά της να ενσωματώνει τόσο τα οφέλη όσο και το κόστος, την καθιστούν πολύτιμο εργαλείο για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων που προσπαθούν να ενισχύσουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων μέσω ενεργειών ανακαίνισης (Parathanasiou, et al., 2018).



Η μέθοδος TOPSIS, που εισήχθη αρχικά από τους Hwang και Yoon το 1981, και επεκτάθηκε από τον Yoon 6 χρόνια αργότερα προσφέρει ένα συστηματικό και ποσοτικό πλαίσιο για την επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής λύσης από ένα σύνολο επιλογών, όταν αντιμετωπίζει πολλαπλά αντικρουόμενα κριτήρια (Amudha et al., 2021). Εφαρμόζεται ιδιαίτερα σε σενάρια όπου οι επιδόσεις των εναλλακτικών λύσεων πρέπει να αξιολογούνται σε διάφορες και ενίοτε αντίθετες διαστάσεις. Σε αντίθεση με τις απλούστερες μεθόδους λήψης αποφάσεων που απλώς εξετάζουν τα κριτήρια μεμονωμένα, η TOPSIS αναγνωρίζει την αλληλεξάρτηση και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των κριτηρίων, καθιστώντας τη κατάλληλη για προβλήματα αποφάσεων πραγματικού κόσμου που χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα (Çelikbilek & Tüysüz, 2020).

Στην πραγματικότητα, η TOPSIS λειτουργεί μετατρέποντας τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε μαθηματικό μοντέλο (Pavíć & Novoselac, 2013). Περιλαμβάνει διάφορα βασικά βήματα, συμπεριλαμβανομένης της κανονικοποίησης των κριτηρίων, του καθορισμού των συντελεστών στάθμισης (βάρη) των κριτηρίων, ώστε να αντικατοπτρίζουν τη σχετική σημασία τους και του υπολογισμού της εγγύτητας τόσο στις ιδανικές όσο και στις χειρότερες λύσεις για κάθε εναλλακτική λύση. Με αυτό τον τρόπο διευκολύνει την κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων, προσδιορίζοντας τελικά την εναλλακτική λύση που παρουσιάζει την υψηλότερη ομοιότητα με την ιδανική λύση και, επομένως, αντιπροσωπεύει την πιο ευνοϊκή επιλογή (Nădăban et al., 2016).

Πρόκειται για μια ευέλικτη μέθοδο που έχει βρει εφαρμογή σε διάφορους τομείς (Yadav et al., 2018), συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής και των συστημάτων παραγωγής (Lin et al., 2008), της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας και της λογιστικής (Liao & Kao, 2011), της οικονομίας και της χρηματοδότησης (Bilbao-Terol, et al., 2014), αλλά και της περιβαλλοντικής διαχείρισης (Behzadian et al., 2012), μεταξύ άλλων.

Συνοψίζοντας, για το δικό μας πρόβλημα, επιλέγεται η εφαρμογή της μεθόδου TOPSIS για τα εξής χαρακτηριστικά:

- Είναι σχετικά **απλή και κατανοητή**, τόσο στην εκμάθηση όσο και στην εφαρμογή, καθιστώντας τη προσβάσιμη σε ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων μηχανικών και υπευθύνων λήψης αποφάσεων (Parathanasiou, et al., 2018).
- Διαθέτει μια **ξεχωριστή αντισταθμιστική προσέγγιση**, κατά την οποία αναλύονται τόσο τα οφέλη όσο και τα κόστη, προσδιορίζοντας, τελικώς, την ιδανική και τη χειρότερη λύση με βάση τα παρεχόμενα δεδομένα. Εάν μια εναλλακτική λύση αποκλίνει σημαντικά από την ιδανική λύση σε οποιοδήποτε κριτήριο, δεν μπορεί να αντισταθμίσει αυτή την απόκλιση αποδίδοντας εξαιρετικά καλά σε άλλα κριτήρια (Khosravi et al., 2011).
- Είναι **ευαίσθητη στις αλλαγές** στα δεδομένα εισόδου, αλλά και στους συντελεστές στάθμισης κριτηρίων, επιτρέποντας ευελιξία στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Li et al., 2013).
- Παρέχει **ποσοτικά αποτελέσματα** με τη μορφή σειράς κατάταξης, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στη διαφανή και αντικειμενική σύγκριση (Nădăban et al., 2016).

### 4.4.2 Περιγραφή της Μεθόδου TOPSIS

Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως σε προβλήματα κατάταξης των πιθανών εναλλακτικών στρατηγικών σε ένα πολυκριτήριο πρόβλημα απόφασης. Η ικανότητά της να ενσωματώνει γλωσσικές μεταβλητές στην ανάλυση, της επιτρέπει να εξάγει ασαφείς αξιολογήσεις για προβλήματα που χαρακτηρίζονται από έντονη αβεβαιότητα.

Η μέθοδος στηρίζεται στην ύπαρξη μιας ομάδας από  $K$  αποφασίζοντες, οι οποίοι αξιολογούν τις εναλλακτικές επιλογές με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, για την οικονομία του προβλήματος, η ομάδα που απαρτίζεται από τους αποφασίζοντες αποφασίζει ομόφωνα εκφράζοντας μια αξιολόγηση για κάθε εναλλακτική για όλα τα μέλη της ( $K=1$ ), ενώ τα βάρη λαμβάνονται ίσα για κάθε ένα από τα κριτήρια.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται μια βασική περιγραφή της μεθόδου TOPSIS, παρουσιάζοντας τις βασικές έννοιες που θα χρησιμεύσουν στην εξέλιξη της διαδικασίας.

Οι αποφασίζοντες, οι οποίοι λειτουργούν σαν ένας αποφασίζοντας, αξιολογούν την απόδοση της  $j$ -οστής εναλλακτικής  $R_j$  ( $j=1, 2, 3, \dots, n$ ) με σεβασμό στο  $i$ -οστό κριτήριο  $C_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, m$ ), και το αποτέλεσμα της αξιολόγησης αυτής ορίζεται ως  $x = (x_{ij}, i=1, 2, 3, \dots, m, j=1, 2, 3, \dots, n)$ .

Τα βάρη των  $m$  κριτηρίων καθορίζονται ως  $W=w_i, (i= 1, 2, 3, \dots, m)$  (Εξ. 1), ενώ κατασκευάζεται ο ασαφής πίνακας απόφασης για τις εναλλακτικές (Εξ. 2), όπως φαίνονται παρακάτω:

$$W = (w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_m) \quad (1)$$

$$A = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}, = [A_{ij}]_{m \times n}, \quad i=1, 2, 3, \dots, m; \quad j=1, 2, 3, \dots, n, \quad (2)$$

όπου κάθε στήλη του πίνακα  $A$  δηλώνει τις πιθανές εναλλακτικές στρατηγικές ( $j=1, 2, 3, \dots, n$ ) και η κάθε σειρά του πίνακα δηλώνει τις ιδιότητες που σχετίζονται με τις εναλλακτικές ( $j=1, 2, 3, \dots, m$ ). Υπενθυμίζεται ότι  $\tilde{x}_{ij}$  είναι η απόδοση του κριτηρίου  $i$  σε κάθε εναλλακτική λύση  $j$ .

Στην συνέχεια υπολογίζεται ο ασαφής κανονικοποιημένος πίνακας απόφασης  $R$ . Κάθε στοιχείο του πίνακα  $R$  υπολογίζεται ως εξής:

$$r = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3)$$

όπου το  $r_{ij}$  αναπαριστά την κανονικοποιημένη επίδοση της εναλλακτικής  $A_i$  έναντι του κριτηρίου  $C_j$ .

Στο επόμενο βήμα, πραγματοποιείται υπολογισμός του σταθμισμένου κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης  $P$  μέσα από τον πολλαπλασιασμό του κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης  $R$  με τα βάρη των κριτηρίων. Υπενθυμίζεται ότι το διάνυσμα των βαρών  $W =$

$(w_1 \ w_2 \ \dots \ w_m)$  αποτελείται από τα επιμέρους βάρη  $W_j$  για κάθε κριτήριο  $C_j$  ικανοποιούν τον περιορισμό:

$$\sum_{j=1}^{j=n} W_j = 1 \quad (4)$$

Η σταθμισμένη κανονικοποιημένη αξία  $p_{ij}$  μπορεί να υπολογισθεί:

$$p_{ij} = W_j \times r_{ij} \quad (5)$$

Αφού υπολογισθεί και ο σταθμισμένος κανονικοποιημένος πίνακας απόφασης, προσδιορίζονται τα διανύσματα που αναπαριστούν την υποθετική θετική ιδεατή λύση  $P^+$  (κριτήριο θετικής επίδρασης) και την υποθετική αρνητική ιδεατή λύση  $P^-$  (κριτήριο αρνητικής επίδρασης):

$$P^+ = (p_1^+, p_2^+, \dots, p_n^+) \quad (6)$$

$$P^- = (p_1^-, p_2^-, \dots, p_n^-) \quad (7)$$

Καταλήγοντας με αυτό τον τρόπο στις θετικές και αρνητικές ιδεατές λύσεις για κάθε κριτήριο:

$$p_i^+ = \{(max \ p_{ij}, j \in J) \text{ or } (min \ p_{ij}, j \in J)\} \quad (8)$$

$$p_i^- = \{(min \ p_{ij}, j \in J) \text{ or } (max \ p_{ij}, j \in J)\} \quad (9)$$

Όπου το  $J$  αναπαριστά κριτήρια θετικής επίδρασης (οφέλους) και το  $J'$  κριτήρια αρνητικής επίδρασης (κόστους).

Ένα βήμα πριν από το τέλος, υπολογίζεται η απόσταση κάθε εναλλακτικής τόσο από την θετική ιδεατή λύση:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (p_{ij} - p_j^+)^2} \quad (10)$$

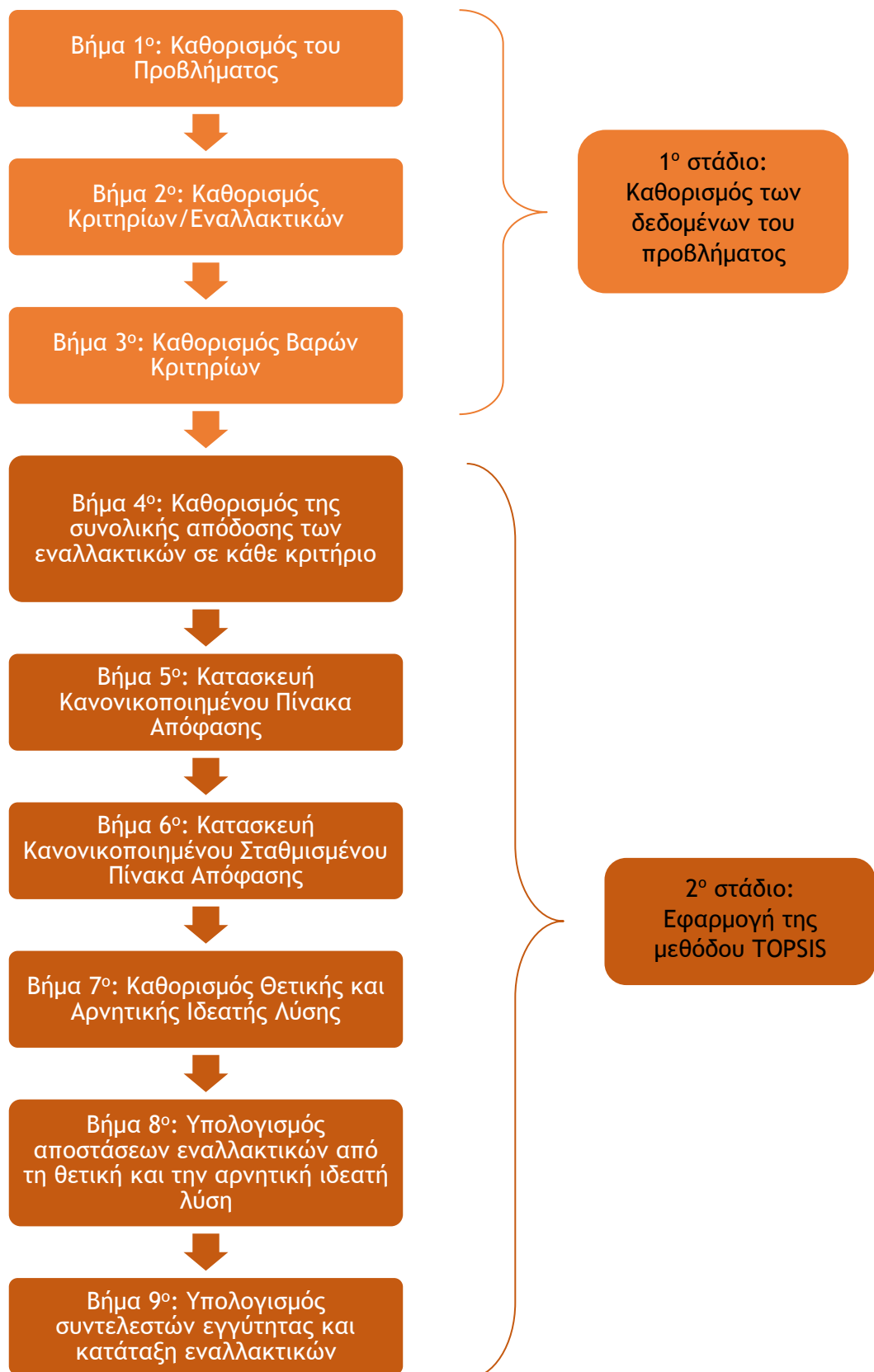
όσο και από την αρνητική ιδεατή λύση:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (p_{ij} - p_j^-)^2} \quad (11)$$

Τέλος, υπολογίζεται η σχετική εγγύτητα  $D_i$  στην θετική ιδεατή λύση για κάθε εναλλακτική  $A_i$ :

$$D_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (12)$$

με την οποία καθορίζεται η τελική κατάταξη και η σειρά σπουδαιότητας των εναλλακτικών στρατηγικών.



Σχήμα 28: Επισκόπηση των Βασικών Βημάτων της μεθοδολογίας με χρήση της TOPSIS



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **Εφαρμογή της Πολυκριτήριας Μεθόδου TOPSIS για την Αξιολόγηση Έργων Ανακαίνισης**



## 5 Εφαρμογή της Πολυκριτήριας Μεθόδου TOPSIS για την Αξιολόγηση Έργων Ανακαίνισης

Στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής και διαχείρισης, η μέθοδος TOPSIS αναδεικνύεται ως ένα βέλτιστο εργαλείο λήψης αποφάσεων. Οι ενεργειακές αποφάσεις είναι πολύπλευρες και περιλαμβάνουν μια λεπτή ισορροπία οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραγόντων. Η ικανότητα της TOPSIS να αξιολογεί ταυτόχρονα τα διαφορετικά κριτήρια, το καθιστά ιδανικό για την διαχείριση των περίπλοκων επιλογών που σχετίζονται με την ενέργεια (Terrados et al., 2009).

Στο πλαίσιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η TOPSIS χρησιμεύει ως βασικό εργαλείο λήψης αποφάσεων. Ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από ένα ευρύ φάσμα πηγών ενέργειας, περιλαμβάνει περίπλοκες συνδέσεις μεταξύ παραγόντων όπως το κόστος, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και η αξιοπιστία (Rani et al., 2020). Η TOPSIS δίνει τη δυνατότητα να απλοποιηθεί αυτή η πολυπλοκότητα προσφέροντας μια δομημένη μεθοδολογία, η οποία επιτρέπει στους ενδιαφερόμενους να ιεραρχήσουν και να επιλέξουν τις καταλληλότερες λύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθιστώντας τη μέθοδο πολύτιμο σύμμαχο στη μετάβαση προς τη βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον παραγωγή ενέργειας (Şengül et al., 2015).

Τέλος, η TOPSIS αναδεικνύεται ως ένα ισχυρό εργαλείο λήψης αποφάσεων και στον τομέα των ανακαίνισεων, όπου οι επιλογές σχετικά με τις αναβαθμίσεις κτιρίων και τις βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης είναι ζωτικής σημασίας. Τα έργα αναβάθμισης, συχνά, περιλαμβάνουν πολλούς παράγοντες - κριτήρια, όπως το κόστος, η εξοικονόμηση ενέργειας και η περίοδος αποπληρωμής (Marzouk et al., 2023). Η TOPSIS παρέχει μια συστηματική προσέγγιση για την αξιολόγηση και την κατάταξη εναλλακτικών λύσεων ανακαίνισης με βάση αυτά τα διαφορετικά κριτήρια. Η ικανότητά της μεθόδου να χειρίζεται σύνθετους παράγοντες και να δίνει προτεραιότητα σε οικονομικά αποδοτικά και περιβαλλοντικά βιώσιμα μέτρα το καθιστά ιδανική επιλογή για τη βελτιστοποίηση των αποφάσεων ανακαίνισης (Liu et al., 2021).

### 5.1 Εφαρμογή του Μεθοδολογικού Πλαισίου

Η εφαρμογή της μεθόδου αποτελείται από δύο βασικά στάδια:

1. τον προσδιορισμό των κριτηρίων και των εναλλακτικών βάσει των οποίων θα μελετηθεί το πρόβλημα, καθώς και των βαρών των κριτηρίων,
2. την αξιολόγηση και την κατάταξη των εναλλακτικών με την βοήθεια της μεθόδου TOPSIS.

Στο πρώτο στάδιο εντοπίζονται τα κριτήρια βάσει των οποίων θα αξιολογηθούν οι ενέργειες που μπορούν να πραγματοποιηθούν ώστε να επιτευχθεί αναβάθμιση της ενεργειακής αποδοτικότητας διαφόρων κτιρίων. Η επιλογή των κριτηρίων γίνεται βάση των δεικτών αποδοτικότητας, οι οποίοι έχουν περιγραφεί αναλυτικά στο κεφάλαιο 2, και είναι αποτελεσματικοί για την αξιολόγηση ενεργειών ανακαίνισης των κτιρίων.



Πιο συγκεκριμένα, ως κριτήρια επιλέγονται οι εξής δείκτες:

- **Εξοικονόμηση Ενέργειας (%)**: Αποτυπώνει τη μείωση της καταναλώμενης ενέργειας σε μορφή ποσοστού, σε σχέση με την κατανάλωση πριν την εκτέλεση των έργων αναβάθμισης.
- **Κόστος Αποφυγής (€/kWh)**: Προσδιορίζει ποσοτικά το κόστος που προκύπτει από το μέτρο που ελήφθη για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, για κάθε kWh ενέργειας που εξοικονομείται.
- **Περίοδος αποπληρωμής (χρόνια)**: Αντιπροσωπεύει το χρόνο που χρειάζεται το έργο για να αποσβέσει την αρχική του επένδυση μέσω της εξοικονόμησης που επιτυγχάνεται.
- **Εσωτερικός Ρυθμός Απόδοσης (%)**: Προσδιορίζει το ποσοστό απόδοσης του έργου κατά τη διάρκεια ζωής του.
- **Δαπάνη κεφαλαίου (€)**: Αναφέρεται στο χρηματικό ποσό που επενδύθηκε για την αναβάθμιση του κτιρίου.

Από τα ανώτερα κριτήρια - δείκτες αποδοτικότητας, η εξοικονόμηση ενέργειας και ο εσωτερικός ρυθμός απόδοσης αποτελούν κριτήρια οφέλους, ενώ η δαπάνη κεφαλαίου, το κόστος αποφυγής και η περίοδος αποπληρωμής αποτελούν κριτήρια κόστους. Στη συνέχεια, η ομάδα από τους αποφασίζοντες, που όπως έχει αναφερθεί λειτουργεί ως μία μονάδα και στο παρόν πρόβλημα αποτελείται από τους χρηματοδότες, καθορίζουν τα βάρη των κριτηρίων. Για την οικονομία του προβλήματος τα βάρη προσδιορίζονται ισόποσα για κάθε ένα από τα κριτήρια (0.20).

Στο ίδιο στάδιο, καθορίζεται το σύνολο των έργων βάσει των οποίων θα μελετηθεί το πρόβλημα και οι οποίες επιλέγονται μέσα από δεδομένα ήδη εκτελεσθέντων έργων.

Πίνακας 7: Αντιστοίχιση έργων ανακαίνισης με μία συντομογραφία (π.χ. Project 1 - P1), παραθέτοντας πρόσθετες πληροφορίες

ΕΡΓΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ	
Συντομογραφία	Πρόσθετες Πληροφορίες
P1	Αναβάθμιση του Κεντρικού Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management System - BMS)
P2	Αντικατάσταση λαμπτήρων με λαμπτήρες ενεργειακής απόδοσης (LED) σε γραφεία ή/και χώρους στάθμευσης
P3	Αυτοματισμοί φωτισμού σε γραφεία και χώρους στάθμευσης
P4	Μόνωση δικτύων συστημάτων κλιματισμού
P5	Αντικατάσταση πύργων ψύξης με ξηρούς ψύκτες
P6	Αναβάθμιση του Κεντρικού Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management System - BMS)
P7	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
P8	Μόνωση δικτύων συστημάτων κλιματισμού
P9	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες (LED)
P10	Αντικατάσταση κλιματιστικών με καινούργια με ανάκτηση θερμότητας
P11	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
P12	Αυτοματισμοί φωτισμού εσωτερικού και εξωτερικού χώρου
P13	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους (LED)
P14	Μόνωση δικτύων ζεστού νερού χρήσης του λεβητοστασίου
P15	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων
P16	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας

P17	Σύστημα μετάδοσης μεταβλητής ταχύτητας (VSD - Variable Speed Transmission) στα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου Εξαρτημάτων (Component content management system - CCMs)
P18	Αδιαβατικό σύστημα προψύξης
P19	Εγκατάσταση αισθητήρα σε κυλιόμενες κλίμακες
P20	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
P21	Εγκατάσταση συστήματος καταγραφής και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας
P22	Αυτοματισμοί φωτισμού σε χώρους γραφείων
P23	Αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών συγκροτημάτων με νέες αντλίες θερμότητας Μεταβλητής Όγκος Ψυκτικού (variable refrigerant volume - VRV) υψηλότερης απόδοσης
P24	Αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών συγκροτημάτων με νέες αντλίες θερμότητας Μεταβλητής Όγκος Ψυκτικού (variable refrigerant volume - VRV) υψηλότερης απόδοσης
P25	Αδιαβατικό σύστημα πρόψυξης σε ψύκτες
P26	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
P27	Εγκατάσταση συστήματος ελέγχου θερμοκρασίας σε γραφεία
P28	Εγκατάσταση συστήματος ελέγχου θερμοκρασίας στο Data Room
P29	Αυτοματισμοί φωτισμού σε χώρους γραφείων και υπόγειους χώρους στάθμευσης
P30	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους (LED)
P31	Αναβάθμιση του Κεντρικού Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management System - BMS)
P32	Μόνωση δικτύων συστημάτων κλιματισμού
P33	Αδιαβατικό σύστημα προψύξης
P34	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες (LED)
P35	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
P36	Εγκατάσταση μετρητών κατανάλωσης στις κλιματιστικές μονάδες
P37	Αντικατάσταση μονάδων με νέες εξοπλισμένες με ανεμιστήρες EC και συμπιεστές inverter
P38	Εγκατάσταση κουρτινών PVC για αλλαγή των σημείων ρύθμισης με παράλληλο αυτοματισμό ανεμιστήρα
P39	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
P40	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες (LED)
P41	Αυτοματισμοί φωτισμού σε χώρους γραφείων
P42	Αυτοματισμοί φωτισμού σε υπόγειους χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων
P43	Μαγνητικές επαφές στα κουφώματα για τον έλεγχο της λειτουργίας του κλιματισμού
P44	Εγκατάσταση συστήματος καταγραφής και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας
P45	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
P46	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους (LED)
P47	Αυτοματισμοί φωτισμού βοηθητικών χώρων
P48	Εγκατάσταση συστήματος ελέγχου θερμοκρασίας

Τα δεδομένα για τα έργα ανακαίνισης κτιρίων έχουν συγκεντρωθεί και χρησιμοποιηθεί από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ENERGATE (Homepage | Energate. (n.d.). <https://energate-project.eu/>).

Στο δεύτερο στάδιο, ακολουθώντας την διαδικασία της μεθόδου TOPSIS πραγματοποιείται η επίλυση του προβλήματος. Αναλυτικά τα βήματα:

- Δημιουργείται ο πίνακας απόφασης στον οποίο καθορίζεται η απόδοση ( $X_{ij}$ ) μιας εναλλακτικής ( $R_j$ ) υπό το κάθε κριτήριο ( $C_i$ ).

Πίνακας 8: Πίνακας Απόφασης - Δεδομένα έργων ανακαίνισης προγράμματος ENERGATE

ΕΡΓΑ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
	C1. Εξοικονόμηση Ενέργειας (%)	C2. Κόστος Αποφυγής (€/kWh)	C3. Περίοδος Αποπληρωμής (χρόνια)	C4. Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης (IRR) (%)	C5. Δαπάνη Κεφαλαίου (€)
P1	0.020892	0.629213	6.2	0.138	16800
P2	0.001017	0.473077	3	0.33	615
P3	0.025196	0.767081	7.5	0.102	24700
P4	0.049765	0.150943	1.5	0.667	9600
P5	0.049139	1.387261	5.4	0.152	87120
P6	0.06931	0.453297	4.5	0.209	16500
P7	0.010663	0.446429	5.3	0.172	2500
P8	0.015614	0.190488	1.8	0.569	1562
P9	0.028752	0.316556	2.4	0.407	4780
P10	0.005332	2.510357	19	0	7029
P11	0.009988	0.321285	3	0.329	8000
P12	0.021941	0.559415	5.1	0.178	30600
P13	0.059446	0.544669	4.1	0.231	80720
P14	0.028279	0.070922	0.8	1.237	5000
P15	0.073967	0.688178	8	0.091	126900
P16	0.009415	0.57764	5.2	0.176	9300
P17	0.005789	0.909091	6.6	0.127	9000
P18	0.024094	0.38835	3.5	0.28	16000
P19	0.020585	0.238636	2.1	0.464	8400
P20	0.007018	0.413167	5.1	0.181	4958
P21	0.030045	1.756272	7.1	0.111	49000
P22	0.012707	1.983051	8.1	0.09	23400
P23	0.12675	1.784197	5.9	0.146	210000
P24	0.092182	2.336449	7.4	0.105	200000
P25	0.00708	0.524181	2.4	0.42	33600
P26	0.02	0.307692	3.1	0.32	4000
P27	0.004615	0.666667	6.6	0.126	2000
P28	0.011231	0.191781	1.9	0.523	1400
P29	0.021692	0.457447	4.6	0.206	6450
P30	0.075077	0.513811	3.8	0.258	25074
P31	0.004443	1.970149	2.3	0.432	13200
P32	0.003316	2	2.8	0.347	10000
P33	0.021883	0.735636	5.7	0.156	24276
P34	0.07374	0.594721	3.2	0.308	66133
P35	0.031764	0.561795	5.5	0.162	26910

P36	0.030387	0.581818	3.232714	0.303535	6400
P37	0.140746	1.747237	9.707403	0.060076	89021.74
P38	0.040138	0.385409	2.140801	0.465604	5600
P39	0.022474	0.359221	3.433571	0.284424	10000
P40	0.047935	0.288662	1.974449	0.505374	17140
P41	0.004094	0.650805	5.957717	0.146161	3300
P42	0.003115	0.518319	4.744896	0.196453	2000
P43	0.008527	0.53962	4.939781	0.186959	5700
P44	0.029951	0.833248	5.035948	0.182508	3300
P45	0.014975	0.757498	4.578134	0.205131	1500
P46	0.113241	0.4791	3.178401	0.309087	7174
P47	0.013463	0.348278	2.104907	0.473665	620
P48	0.00367	0.515199	3.113736	0.315931	250
Βάρη κριτηρίων	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

- Υπολογίζονται οι κανονικοποιημένες τιμές των δεδομένων, κατασκευάζεται ο σταθμισμένος κανονικοποιημένος πίνακας απόφασης χρησιμοποιώντας τα βάρη κάθε κριτηρίου, ενώ, στο τέλος, προσδιορίζονται η θετική και η αρνητική ιδεατή λύση για κάθε κριτήριο.

Πίνακας 9: Σταθμισμένος πίνακας απόφασης

ΕΡΓΑ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
	C1. Εξοικονόμηση Ενέργειας (%)	C2. Κόστος Αποφυγής (€/kWh)	C3. Περίοδος αποπληρωμής (χρόνια)	C4. Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης (IRR) (%)	C5. Δαπάνη Κεφαλαίου (€)
P1	0.013069	0.018672	0.032554	0.011565	0.009097
P2	0.000636	0.014038	0.015752	0.027655	0.000333
P3	0.015761	0.022763	0.039379	0.008548	0.013375
P4	0.031131	0.004479	0.007876	0.055897	0.005198
P5	0.03074	0.041167	0.028353	0.012738	0.047174
P6	0.043358	0.013451	0.023628	0.017515	0.008934
P7	0.00667	0.013248	0.027828	0.014414	0.001354
P8	0.009767	0.005653	0.009451	0.047684	0.000846
P9	0.017986	0.009394	0.012601	0.034108	0.002588
P10	0.003335	0.074494	0.099761	0	0.003806
P11	0.006248	0.009534	0.015752	0.027571	0.004332
P12	0.013726	0.016601	0.026778	0.014917	0.016569
P13	0.037188	0.016163	0.021527	0.019359	0.043708
P14	0.01769	0.002105	0.0042	0.103665	0.002707
P15	0.046271	0.020422	0.042005	0.007626	0.068714
P16	0.00589	0.017141	0.027303	0.014749	0.005036
P17	0.003622	0.026977	0.034654	0.010643	0.004873
P18	0.015072	0.011524	0.018377	0.023465	0.008664
P19	0.012877	0.007081	0.011026	0.038885	0.004548

P20	0.00439	0.012261	0.026778	0.015168	0.002685
P21	0.018795	0.052117	0.037279	0.009302	0.026532
P22	0.007949	0.058847	0.04253	0.007542	0.012671
P23	0.07929	0.052946	0.030978	0.012235	0.113711
P24	0.057666	0.069334	0.038854	0.008799	0.108296
P25	0.004429	0.015555	0.012601	0.035197	0.018194
P26	0.012511	0.009131	0.016277	0.026817	0.002166
P27	0.002887	0.019783	0.034654	0.010559	0.001083
P28	0.007026	0.005691	0.009976	0.043829	0.000758
P29	0.01357	0.013575	0.024153	0.017263	0.003493
P30	0.046965	0.015247	0.019952	0.021621	0.013577
P31	0.002779	0.058464	0.012076	0.036203	0.007148
P32	0.002074	0.05935	0.014702	0.02908	0.005415
P33	0.013689	0.02183	0.029928	0.013073	0.013145
P34	0.046129	0.017648	0.016802	0.025811	0.03581
P35	0.01987	0.016671	0.028878	0.013576	0.014571
P36	0.019009	0.017265	0.016974	0.025437	0.003465
P37	0.088046	0.051849	0.05097	0.005035	0.048203
P38	0.025109	0.011437	0.01124	0.039019	0.003032
P39	0.014059	0.01066	0.018028	0.023836	0.005415
P40	0.029987	0.008566	0.010367	0.042352	0.009281
P41	0.002561	0.019313	0.031282	0.012249	0.001787
P42	0.001949	0.015381	0.024913	0.016463	0.001083
P43	0.005334	0.016013	0.025937	0.015668	0.003086
P44	0.018736	0.024726	0.026442	0.015295	0.001787
P45	0.009368	0.022479	0.024038	0.017191	0.000812
P46	0.07084	0.014217	0.016688	0.025902	0.003885
P47	0.008422	0.010335	0.011052	0.039695	0.000336
P48	0.002296	0.015288	0.016349	0.026476	0.000135
Θετικά Ιδεατή Λύση	<b>0.088046</b>	<b>0.002105</b>	<b>0.0042</b>	<b>0.103665</b>	<b>0.000135</b>
Αρνητικά Ιδεατή Λύση	<b>0.000636</b>	<b>0.074494</b>	<b>0.099761</b>	<b>0</b>	<b>0.113711</b>

- Υπολογίζονται οι αποστάσεις των έργων από τη θετική και την αρνητική ιδεατή λύση αντίστοιχα.

Πίνακας 10: Πίνακας αποστάσεων από θετική και αρνητική ιδεατή λύση

ΕΡΓΑ	Αποστάσεις από	
	Θετική ιδεατή λύση	Αρνητική ιδεατή λύση
P1	0.161636	0.089452
P2	0.162936	0.107132
P3	0.161257	0.082457
P4	0.131587	0.132004
P5	0.134491	0.097421
P6	0.144579	0.108314
P7	0.167015	0.095766
P8	0.148459	0.123502

P9	0.149058	0.115349
P10	0.21065	0.004556
P11	0.15695	0.10994
P12	0.153479	0.096655
P13	0.122851	0.114597
P14	0.131421	0.159424
P15	0.121482	0.11447
P16	0.165002	0.093855
P17	0.170798	0.081495
P18	0.151927	0.106866
P19	0.147765	0.118742
P20	0.166642	0.097212
P21	0.157783	0.074282
P22	0.174794	0.061545
P23	0.108341	0.156304
P24	0.125189	0.136984
P25	0.145102	0.112472
P26	0.155719	0.110029
P27	0.172759	0.085731
P28	0.151489	0.12148
P29	0.160279	0.099521
P30	0.137355	0.11258
P31	0.162528	0.096488
P32	0.167539	0.091324
P33	0.157798	0.090337
P34	0.119529	0.118837
P35	0.153015	0.095554
P36	0.153077	0.105473
P37	0.136678	0.113445
P38	0.14327	0.118076
P39	0.154399	0.107384
P40	0.134594	0.122787
P41	0.170941	0.088831
P42	0.168247	0.0968
P43	0.165796	0.095637
P44	0.161698	0.091743
P45	0.164993	0.093872
P46	0.136775	0.127075
P47	0.152973	0.116714
P48	0.162886	0.105672

- Τέλος, υπολογίζονται οι συντελεστές σχετικής εγγύτητας κάθε εναλλακτικής, ταξινομούνται οι εναλλακτικές, καθορίζεται η σειρά σπουδαιότητας και καθορίζεται η βέλτιστη.

Πίνακας 11: Πίνακας σχετικής εγγύτητας, κατάταξη και σειρά σπουδαιότητας

ΕΡΓΑ	Σχετική εγγύτητα	Κατάταξη	Σειρά σπουδαιότητας
P1	0.356257	40	9
P2	0.396686	26	23
P3	0.338336	43	6
P4	0.500791	4	45
P5	0.420077	20	29
P6	0.428299	19	30

P7	0.364433	35	14
P8	0.454117	10	39
P9	0.436254	17	32
P10	0.021171	48	1
P11	0.411929	23	26
P12	0.386412	28	21
P13	0.48262	7	42
P14	0.54814	2	47
P15	0.485141	6	43
P16	0.362574	38	11
P17	0.323018	45	4
P18	0.412941	22	27
P19	0.44555	14	35
P20	0.368432	32	17
P21	0.320092	46	3
P22	0.26041	47	2
P23	0.590617	1	48
P24	0.522495	3	46
P25	0.43666	16	33
P26	0.414035	21	28
P27	0.33166	44	5
P28	0.445032	15	34
P29	0.383067	30	19
P30	0.450438	13	36
P31	0.372518	31	18
P32	0.352789	41	8
P33	0.364064	36	13
P34	0.498549	5	44
P35	0.384416	29	20
P36	0.407941	25	24
P37	0.453556	11	38
P38	0.451799	12	37
P39	0.410202	24	25
P40	0.477064	9	40
P41	0.341957	42	7
P42	0.365218	34	15
P43	0.365818	33	16
P44	0.36199	39	10
P45	0.362629	37	12
P46	0.481617	8	41
P47	0.432775	18	31
P48	0.39348	27	22

Αφού ολοκληρωθούν τα βήματα, μπορούμε να αποφανθούμε σχετικά με την τελική κατάταξη των έργων ανακαίνισης, βασιζόμενοι στη σειρά σπουδαιότητας.

Πίνακας 12: Κατάταξη των έργων με βάση τη σειρά σπουδαιότητας

Σειρά Σπουδαιότητας	Αριθμός Έργου	Περιγραφή Έργου
1	P10	Αντικατάσταση κλιματιστικών με καινούργια με ανάκτηση θερμότητας
2	P22	Αυτοματισμοί φωτισμού σε χώρους γραφείων
3	P21	Εγκατάσταση συστήματος καταγραφής και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας
4	P17	Σύστημα μετάδοσης μεταβλητής ταχύτητας (VSD - Variable Speed Transmission) στα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου Εξαρτημάτων (Component content management system - CCMs)
5	P27	Εγκατάσταση συστήματος ελέγχου θερμοκρασίας σε γραφεία
6	P3	Αυτοματισμοί φωτισμού σε γραφεία και χώρους στάθμευσης
7	P41	Αυτοματισμοί φωτισμού σε χώρους γραφείων
8	P32	Μόνωση δικτύων συστημάτων κλιματισμού
9	P1	Αναβάθμιση του Κεντρικού Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management System - BMS)
10	P44	Εγκατάσταση συστήματος καταγραφής και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας
11	P16	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
12	P45	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
13	P33	Αδιαβατικό σύστημα πρόψυξης σε ψύκτες
14	P7	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
15	P42	Αυτοματισμοί φωτισμού σε υπόγειους χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων
16	P43	Μαγνητικές επαφές στα κουφώματα για τον έλεγχο της λειτουργίας του κλιματισμού
17	P20	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
18	P31	Αναβάθμιση του Κεντρικού Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management System - BMS)
19	P29	Αυτοματισμοί φωτισμού σε χώρους γραφείων και υπόγειους χώρους στάθμευσης
20	P35	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
21	P12	Αυτοματισμοί φωτισμού εσωτερικού και εξωτερικού χώρου
22	P48	Εγκατάσταση συστήματος ελέγχου θερμοκρασίας στο Δωμάτιο Δεδομένων
23	P2	Αντικατάσταση λαμπτήρων με λαμπτήρες ενεργειακής απόδοσης (LED) σε γραφεία ή/και χώρους στάθμευσης
24	P36	Εγκατάσταση μετρητών κατανάλωσης στις κλιματιστικές μονάδες
25	P39	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
26	P11	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
27	P18	Αδιαβατικό σύστημα προψύξης σε ψύκτες



28	P26	Ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας
29	P5	Αντικατάσταση πύργων ψύξης με ξηρούς ψύκτες
30	P6	Αναβάθμιση του Κεντρικού Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management System - BMS)
31	P47	Αυτοματισμοί φωτισμού Βοηθητικών χώρων
32	P9	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες (LED)
33	P25	Αδιαβατικό σύστημα πρόψυξης σε ψύκτες
34	P28	Εγκατάσταση συστήματος ελέγχου θερμοκρασίας
35	P19	Εγκατάσταση αισθητήρα σε κυλιόμενες κλίμακες
36	P30	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους (LED)
37	P38	Τοποθέτηση κουρτινών PVC για αλλαγή των σημείων ρύθμισης με παράλληλο αυτοματισμό ανεμιστήρα
38	P37	Αντικατάσταση μονάδων με νέες εξοπλισμένες με ανεμιστήρες EC και συμπιεστές inverter
39	P8	Μόνωση δικτύων συστημάτων κλιματισμού
40	P40	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες (LED)
41	P46	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους (LED)
42	P13	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους (LED)
43	P15	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων
44	P34	Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες (LED)
45	P4	Μόνωση δικτύων συστημάτων κλιματισμού
46	P24	Αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών συγκροτημάτων με νέες αντλίες θερμότητας Μεταβλητού Όγκου Ψυκτικού (variable refrigerant volume - VRV) υψηλότερης απόδοσης
47	P14	Μόνωση δικτύων ζεστού νερού χρήσης του λεβητοστασίου
48	P23	Αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών συγκροτημάτων με νέες αντλίες θερμότητας Μεταβλητού Όγκου Ψυκτικού (variable refrigerant volume - VRV) υψηλότερης απόδοσης

## 5.2 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Από την παραπάνω εφαρμογή της μεθόδου TOPSIS, μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των έργων ενεργειακής αναβάθμισης στα κτίρια. Αρχικά, παρατηρούμε ότι τις πρώτες θέσεις τις καταλαμβάνουν έργα τα οποία συνδέονται με τον αυτοματισμό και έχουν ως σκοπό να ελέγξουν την αλόγιστη κατανάλωση της ενέργειας. Εγκαθιστώντας συστήματα αυτοματισμού, προλαμβάνονται φαινόμενα άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας και καθορίζονται οι ιδανικές συνθήκες, ώστε να επιτευχθούν υψηλά επίπεδα ενεργειακής αποδοτικότητας. Τέτοια έργα, που αναλύθηκαν και κατατάχθηκαν υψηλά στην παραπάνω αξιολόγηση, είναι:

- οι αυτοματισμοί φωτισμού, σε διάφορους χώρους (γραφεία, χώρους στάθμευσης κτλ),
- η εγκατάσταση συστημάτων καταγραφής και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας,

- η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου θερμοκρασίας,
- η ανάπτυξη και εφαρμογή συστήματος διαχείρισης ενέργειας, αλλά και η γενικότερη αναβάθμιση του κεντρικού συστήματος διαχείρισης κτιρίων,
- η εγκατάσταση μετρητών κατανάλωσης στις κλιματιστικές μονάδες και
- η εγκατάσταση αισθητήρα σε κυλιόμενες κλίμακες.

Στη συνέχεια αυτής της αξιολόγησης, παρατηρούμε ότι εμφανίζονται έργα που στοχεύουν απευθείας στη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας, είτε μέσα από την αντικατάσταση των παλαιότερων συσκευών, είτε μέσα από την εγκατάσταση συσκευών παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας. Στην περίπτωση μας, αυτά είναι:

- η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων,
- η αντικατάσταση λαμπτήρων με λαμπτήρες ενεργειακής απόδοσης (LED) σε διάφορους χώρους (γραφεία, χώρους στάθμευσης κτλ),
- η αντικατάσταση κλιματιστικών με καινούργια με ανάκτηση θερμότητας,
- η αντικατάσταση μονάδων με νέες εξοπλισμένες με ανεμιστήρες EC και συμπιεστές inverter και
- η αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών συγκροτημάτων με νέες αντλίες θερμότητας υψηλότερης απόδοσης.

Χαμηλότερα στις θέσεις της κατάταξης, αλλά με εξίσου σημαντικό χαρακτήρα και αποτύπωμα στην ενεργειακή εικόνα ενός κτιρίου, εμφανίζονται τα έργα μόνωσης. Τα μονωτικά έργα μπορούν να αφορούν την ενίσχυση του κελύφους ενός κτιρίου ή το γενικότερο σύστημα μιας συσκευής. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη χρήση της μεθόδου TOPSIS, μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν:

- οι μαγνητικές επαφές στα κουφώματα για τον έλεγχο της λειτουργίας του κλιματισμού,
- το αδιαβατικό σύστημα ψύξης,
- η μόνωση δικτύων ζεστού νερού χρήσης του λεβητοστασίου,
- η τοποθέτηση κουρτινών PVC και
- η μόνωση δικτύων συστημάτων κλιματισμού.

Σε αυτό το σημείο, έχει αξία να αναφερθεί ότι, προκειμένου να επιτευχθούν ακόμη υψηλότερα επίπεδα ενεργειακής αποδοτικότητας, ιδανική συνθήκη αποτελεί η καθολική υποστήριξη του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι προκειμένου ένα κτίριο να «οχυρωθεί» πλήρως και να εμφανίζει μια σχεδόν τέλεια ενεργειακή εικόνα, θα ήταν προτιμότερο να υλοποιηθεί ένα πακέτο έργων, που θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες του.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **Πρόταση Τυποποίησης Πλατφόρμας Στήριξης Έργων Ανακαίνισης**



## 6 Συμπεράσματα και Προοπτικές

Στην ενότητα 7.1 καταγράφονται και αναλύονται διάφορες παρατηρήσεις και συμπεράσματα που προέκυψαν καθ'όλη τη διάρκεια εκτέλεσης της παρούσας διπλωματικής, ενώ στην ενότητα 7.2 γίνεται αναφορά σε πιθανούς εναλλακτικούς τρόπους εφαρμογής και επέκτασης του συγκεκριμένου πλαισίου.

### 6.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη δημιουργία μίας μεθοδολογίας η οποία θα μπορούσε να αποτυπωθεί σε μια πλατφόρμα για την υποστήριξη των έργων ανακαίνισης σε κτίρια και κατ' επέκταση στη βελτίωση της ενεργειακής τους αποδοτικότητας. Μετά από εκτεταμένη έρευνα και αναζήτηση των τρεχόντων κτιριακών συνθηκών, του ρυθμού εκτέλεσης ανακαινιστικών έργων, των χρηματοδοτικών μηχανισμών στήριξης και των υπάρχουσών πλατφορμών, εντοπίσαμε ότι υπάρχει έλλειψη μίας ενιαίας πλατφόρμας, που θα παρέχει ολοκληρωτική υποστήριξη σε όλα τα στάδια ενός έργου ανακαίνισης.

Προκειμένου τα έργα να είναι επιτυχημένα και να υλοποιηθούν σε τομείς που χρίζουν παρέμβασης, απαιτείται προσεκτική προσέγγιση. Αυτή επιτυγχάνεται μέσα από συλλογή δεδομένων του κτιρίου και λεπτομερή ανάλυση τους, τόσο πριν, όσο και μετά την εκτέλεση των παρεμβάσεων. Αυτή η ανάλυση οδήγησε στην ανάδειξη, με έναν ακόμη τρόπο της προβληματικής εικόνας των κτιρίων, καθώς παρατηρήθηκε ότι τα τελευταία χρόνια η κατανάλωση ενέργειας δε μειώνεται όσο θα έπρεπε, ενώ το ίδιο συμβαίνει με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης, μέσα από την προσεκτική ανάλυση των δεδομένων, αποτυπώθηκαν οι παράγοντες που καθορίζουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και συνεπώς δύνανται να οδηγήσουν στην αντιστροφή του παρόντος τοπίου. Τέλος, συγκρίνοντας τις μετρήσεις που προκύπτουν μετά την εκτέλεση των έργων, με εκείνες πριν από αυτά, αντιλαμβανόμαστε τα εντυπωσιακά αποτελέσματα που μπορούν να επιφέρουν, αλλά και το γεγονός ότι η τρέχουσα συνθήκη ανάγκης μπορεί να αντιστραφεί.

Σε αυτή την κατεύθυνση, με στόχο τη γρηγορότερη συλλογή και αξιοποίηση των δεδομένων, αναδεικνύεται η σπουδαιότητα των Common Data Models, τα οποία μπορούν να μετατρέψουν τη συλλογή των δεδομένων σε μια αυτοματοποιημένη διαδικασία, η οποία θα προσαρμόζεται στις ανάγκες του κάθε κτιρίου. Ανάλογα με τις ανάγκες τους κτιρίου και τις συνθήκες που διαμορφώνονται, μπορεί να αναπτυχθεί και να χρησιμοποιηθεί το κατάλληλο μοντέλο.

Άκρως βοηθητική κρίνεται, επίσης, η χρήση και των δεικτών αποδοτικότητας, ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των έργων ανακαίνισης, αφού προσφέρουν τη δυνατότητα σύγκρισης των δεδομένων πριν και μετά την εκτέλεση τους και, τελικώς, την ευκαιρία για την αξιολόγησή τους. Επιλέγοντας την κατάλληλη κατηγορία δεικτών, όπως οικονομικοί, περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ένα έργο πολύπλευρα αποδοτικό.

Σε αυτό το πλαίσιο, εκμεταλλευόμενοι τη χρησιμότητα των δεικτών αποδοτικότητας και τη δυνατότητα για την εφαρμογή τους ως κριτήρια στη μέθοδο TOPSIS, επιχειρούμε την αξιολόγηση ήδη εκτελεσθέντων έργων. Από αυτή τη διαδικασία προκύπτει ότι, σε πρώτο βαθμό, τα έργα εγκατάστασης συστημάτων αυτοματισμού είναι εκείνα που παρέχουν τα πιο θετικά αποτελέσματα, καθώς διαχειρίζονται, οριοθετούν και, τελικώς, περιορίζουν την

κατανάλωσή της. Στη συνέχεια, ακολουθούν τα έργα που στοχεύουν κατευθείαν στη ρίζα τους προβλήματος, όπως η αντικατάσταση των παλαιών ενεργοβόρων συσκευών και η εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αποσκοπώντας στην απευθείας μείωση της κατανάλωσης. Τέλος, αργότερα στην κατάταξη, εμφανίζονται τα έργα ενίσχυσης των κελυφών των κτιρίων, αλλά και η μόνωση των συστημάτων των καταναλωτών, ωστόσο, το γεγονός ότι εμφανίζονται χαμηλότερα δεν θα πρέπει να είναι παραπλανητικό, καθώς κατέχουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της ενεργειακής εικόνας ενός κτιρίου. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι, εάν επιθυμούμε την επίτευξη των υψηλότερων επιπέδων ενεργειακής αποδοτικότητας, ενδείκνυται η εκτέλεση του συνόλου ή συνδυασμού των ανώτερα αναφερθέντων έργων.

Καταλήγοντας λοιπόν, η νέα προτεινόμενη πλατφόρμα, αφού θα δέχεται πρώτα τα δεδομένα του κτιρίου από τον διαχειριστή, θα παρέχει μια ολοκληρωμένη πρόταση για την ανακαίνισή του. Σε αυτή θα περιλαμβάνεται ένα σύνολο συνεργαζόμενων εταιριών υλοποίησης του έργου και χρηματοδοτικών μηχανισμών, από το οποίο ο διαχειριστής θα επιλέγει αυτό που ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες του. Σημειώνεται ότι, εάν ο διαχειριστής επιθυμεί την παροχή υποστήριξης μόνο για την υλοποίηση του έργου ή τη χρηματοδότησή του, η πλατφόρμα θα του δίνει τη δυνατότητα επιλογής.

Βασικούς, λοιπόν, χρήστες της πλατφόρμας αποτελούν οι εταιρίες υλοποίησης του έργου και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα. Από τη μία πλευρά, η λειτουργία της πλατφόρμας θα στηρίζεται στην εμπειρία των εταιριών που αναλαμβάνουν την εκπόνηση τους, αφού θα προκρίνονται εκείνες που θα έχουν εκτελέσει στο παρελθόν παρόμοια έργα, εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο την επιτυχία τους. Από την άλλη, τον πιο συχνό ανασταλτικό παράγοντα σε αυτά τα έργα αποτελεί το μεγάλο κόστος. Η πλατφόρμα, εφαρμόζοντας την προτεινόμενη μεθοδολογία που βασίζεται στη μέθοδο TOPSIS, θα προτείνει τη λύση που θα εξασφαλίζει τους πιο ευνοϊκούς όρους, ώστε να προσπελαστούν τα εμπόδια και να υλοποιηθεί το έργο.

## 6.2 Προοπτικές

Η παρούσα διπλωματική εργασία δημιουργεί σημαντικές προοπτικές για την επέκταση και τον εμπλουτισμό του συγκεκριμένου μεθοδολογικού πλαισίου.

Κατ' αρχάς, το συγκεκριμένο μοντέλο έχει την δυνατότητα να ενσωματώσει παραπάνω κριτήρια αξιολόγησης των έργων και, βεβαίως, μεγαλύτερο αριθμό έργων, προκειμένου να συμπεριληφθούν περισσότερες πληροφορίες και να αξιολογηθούν ως προς την αποτελεσματικότητά τους. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να διαλέξουμε διαφορετικούς δείκτες αποδοτικότητας ως κριτήρια αξιολόγησης ή, ακόμα, να κατανέμουμε διαφορετικά τα βάρη των κριτηρίων, εάν κρίνεται ότι κάποιος έχει μεγαλύτερη βαρύτητα. Ακόμη, θα παρουσίαζε ενδιαφέρον η προσθήκη περισσότερων αποφασιζόντων στην αξιολόγηση των έργων, ώστε να αυξηθεί η αντικειμενικότητα των αποτελεσμάτων.

Τέλος, η εφαρμογή του μεθοδολογικού πλαισίου θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί με άλλες πολυκριτηριακές προσεγγίσεις, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα για σύγκριση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### Βιβλιογραφία



## 7 Βιβλιογραφία

Aboulnaga, M. M. (2006). Towards green buildings: Glass as a building element—the use and misuse in the gulf region. *Renewable Energy*, 31(5), 631-653.

Akgüç, A., & Yılmaz, A. Z. (2022). Determining HVAC system retrofit measures to improve cost-optimum energy efficiency level of high-rise residential buildings. *Journal of Building Engineering*, 54, 104631.

Al Dakheel, J., Del Pero, C., Aste, N., & Leonforte, F. (2020). Smart buildings features and key performance indicators: A review. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102328.

Alwaer, H., & Clements-Croome, D. J. (2010). Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings. *Building and environment*, 45(4), 799-807.

Amudha, M., Ramachandran, M., Saravanan, V., Anusuya, P., & Gayathri, R. (2021). A study on TOPSIS MCDM techniques and its application. *Data Analytics and Artificial Intelligence*, 1(1), 09-14.

Andaloro, A., Salvalai, G., Fregonese, G., Tso, L., & Paoletti, G. (2022). De-Risking the Energy Efficient Renovation of Commercial Office Buildings through Technical-Financial Risk Assessment. *Sustainability*, 14(2), 1011.

Appliances, S. (2017). SmartM2M; Smart Appliances; Reference Ontology and oneM2M Mapping. *RTS/SmartM2M-103264v2, Rev, 2(1)*.

Arora, A., & Kaur, S. (2015, March). Performance assessment model for management educators based on KRA/KPI. In *International conference on technology and business management (Vol. 23, No. 2015)*.

Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43.

Astrov, V., Stehrer, R., & Zavaršká, Z. (2022). Recovery and Resilience Facility funding in the Visegrád countries and its impact on Austria (No. 56). *Policy Notes and Reports*.

Augustins, E., Jaunzems, D., Rochas, C., & Kamenders, A. (2018). Managing energy efficiency of buildings: Analysis of ESCO experience in Latvia. *Energy Procedia*, 147, 614-623.

Azmi, N. A., Arıcı, M., & Baharun, A. (2021). A review on the factors influencing energy efficiency of mosque buildings. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126010.

Badawy, M., Abd El-Aziz, A. A., Idress, A. M., Hefny, H., & Hossam, S. (2016). A survey on exploring key performance indicators. *Future Computing and Informatics Journal*, 1(1-2), 47-52.

Bakar, N. N. A., Hassan, M. Y., Abdullah, H., Rahman, H. A., Abdullah, M. P., Hussin, F., & Bandi, M. (2015). Energy efficiency index as an indicator for measuring building energy performance: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 1-11.

- Balaji, B., Bhattacharya, A., Fierro, G., Gao, J., Gluck, J., Hong, D., ... & Whitehouse, K. (2018). Brick: Metadata schema for portable smart building applications. *Applied energy*, 226, 1273-1292.
- Balaji, B., Bhattacharya, A., Fierro, G., Gao, J., Gluck, J., Hong, D., ... & Whitehouse, K. (2016, November). Brick: Towards a unified metadata schema for buildings. In *Proceedings of the 3rd ACM International Conference on Systems for Energy-Efficient Built Environments* (pp. 41-50).
- Balaras, C. A., Dascalaki, E. G., Droutsa, K. G., Kontoyiannidis, S., Guruz, R., & Gudnason, G. (2014). Energy and other key performance indicators for buildings-Examples for hellenic buildings. *Global Journal of Energy Technology Research Updates*, 1(2), 71-89.
- Barnaghi, P., Meissner, S., Presser, M., & Moessner, K. (2009). Sense and sens' ability: Semantic data modelling for sensor networks. In *Conference Proceedings of ICT Mobile Summit 2009*.
- Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with applications*, 39(17), 13051-13069.
- Bertino, E., & Martino, L. (1991). Object-oriented database management systems: concepts and issues. *Computer*, 24(4), 33-47.
- Bertoldi, P., & Boza-Kiss, B. (2017). Analysis of barriers and drivers for the development of the ESCO markets in Europe. *Energy Policy*, 107, 345-355.
- Bertoldi, P., Boza-Kiss, B., Della Valle, N., & Economidou, M. (2021). The role of one-stop shops in energy renovation-A comparative analysis of OSSs cases in Europe. *Energy and Buildings*, 250, 111273.
- Bertoldi, P., Economidou, M., Palermo, V., Boza-Kiss, B., & Todeschi, V. (2021). How to finance energy renovation of residential buildings: Review of current and emerging financing instruments in the EU. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 10(1), e384.
- Bertolini, M. (2022). Energy Efficiency in Urban Context: An Overview of European-Funded Projects with the Analysis of an ELENA Case Study. *Sustainability*, 14(17), 10574.
- Bianco, V., & Sonvilla, P. M. (2021). Supporting energy efficiency measures in the residential sector. The case of on-bill schemes. *Energy Reports*, 7, 4298-4307.
- Bianco, V., Sonvilla, P. M., Reed, P. G., & Prado, A. V. (2022). Business models for supporting energy renovation in residential buildings. The case of the on-bill programs. *Energy Reports*, 8, 2496-2507.
- Bianco, V., Sonvilla, P., & Villoslada Prado, A. Utility Bill Tariffs and Dsos Supporting the Development of On-Bill Mechanism for Financing Energy Efficiency. Available at SSRN 4399058.
- Biere-Arenas, R., Spairani-Berrio, S., Spairani-Berrio, Y., & Marmolejo-Duarte, C. (2021). One-stop-shops for energy renovation of dwellings in europe—Approach to the factors that determine success and future lines of action. *Sustainability*, 13(22), 12729.

- Bilbao-Terol, A., Arenas-Parra, M., Cañal-Fernández, V., & Antomil-Ibias, J. (2014). Using TOPSIS for assessing the sustainability of government bond funds. *Omega*, 49, 1-17.
- Blumberga, A., Āzis, R., Reinbergs, D., Pakere, I., & Blumberga, D. (2021). The Bright and Dark Sides of Energy Efficiency Obligation Scheme: The Case of Latvia. *Energies*, 14(15), 4467.
- Blumberga, A., Cilinskis, E., Gravelins, A., Svarckopfa, A., & Blumberga, D. (2018). Analysis of regulatory instruments promoting building energy efficiency. *Energy Procedia*, 147, 258-267.
- Borrero-Domínguez, C., Cordón-Lagares, E., & Hernández-Garrido, R. (2020). Sustainability and real estate crowdfunding: Success factors. *Sustainability*, 12(12), 5136.
- Borz, G., Brandenburg, H., & Mendez, C. (2022). The impact of EU Cohesion Policy on European identity: A comparative analysis of EU regions. *European Union Politics*, 23(2), 259-281.
- Boza-Kiss, B., & Bertoldi, P. (2018). One-stop-shops for energy renovations of buildings. *Joint Res. Cent. Eur. Energy Effic. Platf.(E3P)*.
- Boza-Kiss, B., Bertoldi, P., & Economidou, M. (2017). Energy Service Companies in the EU: Status review and recommendations for further market development with a focus on Energy Performance Contracting.
- Boza-Kiss, B., Bertoldi, P., Della Valle, N., & Economidou, M. (2021). One-stop shops for residential building energy renovation in the EU. *Publications Office of the European Union*.
- Brodie, M. L. (1984). On the development of data models.
- Brown, D., Sorrell, S., & Kivimaa, P. (2019). Worth the risk? An evaluation of alternative finance mechanisms for residential retrofit. *Energy Policy*, 128, 418-430.
- BuiltHub. (n.d.-b). <https://platform.builthub.eu/>
- Campos-Carriedo, F., Bargiacchi, E., Dufour, J., & Iribarren, D. (2023). How can the European Ecodesign Directive guide the deployment of hydrogen-related products for mobility?. *Sustainable Energy & Fuels*, 7(6), 1382-1394.
- Castleton, H. F., Stovin, V., Beck, S. B., & Davison, J. B. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and buildings*, 42(10), 1582-1591.
- Cecchi, C. (2020). Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities. *Final Report of the Horizon*.
- Çelikbilek, Y., & Tüysüz, F. (2020). An in-depth review of theory of the TOPSIS method: An experimental analysis. *Journal of Management Analytics*, 7(2), 281-300.
- Chan, A. P., & Chan, A. P. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: an international journal*.

- Charpenay, V., Käbisch, S., Anicic, D., & Kosch, H. (2015, October). An ontology design pattern for iot device tagging systems. In 2015 5th International Conference on the Internet of Things (IOT) (pp. 138-145). IEEE.
- Che, W. W., Tso, C. Y., Sun, L., Ip, D. Y., Lee, H., Chao, C. Y., & Lau, A. K. (2019). Energy consumption, indoor thermal comfort and air quality in a commercial office with retrofitted heat, ventilation and air conditioning (HVAC) system. *Energy and Buildings*, 201, 202-215.
- Chen, Y., Hong, T., & Piette, M. A. (2017). Automatic generation and simulation of urban building energy models based on city datasets for city-scale building retrofit analysis. *Applied Energy*, 205, 323-335.
- Chidiac, S. E., Catania, E. J. C., Morofsky, E., & Foo, S. (2011). A screening methodology for implementing cost effective energy retrofit measures in Canadian office buildings. *Energy and Buildings*, 43(2-3), 614-620.
- Chourabi, Z., Khedher, F., Babay, A., & Cheikhrouhou, M. (2019). Multi-criteria decision making in workforce choice using AHP, WSM and WPM. *The Journal of The Textile Institute*, 110(7), 1092-1101.
- Cinieri, V., & Garzulino, A. (2022). A Sustainable Opportunity to Re-Inhabit Traditional Buildings in Italy: Energy Efficiency Actions End Fiscal Incentives. *Architecture*, 2(4), 660-670.
- Copenhagen Centre on Energy Efficiency. (2021, September 3). Green Home Investment Platform - Copenhagen Centre on Energy Efficiency. <https://c2e2.unepccc.org/ghip/>
- Cristino, T. M., Lotufo, F. A., Delinchant, B., Wurtz, F., & Neto, A. F. (2021). A comprehensive review of obstacles and drivers to building energy-saving technologies and their association with research themes, types of buildings, and geographic regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110191.
- Cunico, G., Aivazidou, E., & Mollona, E. (2021). Beyond financial proxies in Cohesion Policy inputs' monitoring: A system dynamics approach. *Evaluation and Program Planning*, 89, 101964.
- da Cunha, S. R. L., & de Aguiar, J. L. B. (2020). Phase change materials and energy efficiency of buildings: A review of knowledge. *Journal of Energy Storage*, 27, 101083.
- D'Agostino, D., Parker, D., & Melià, P. (2019). Environmental and economic implications of energy efficiency in new residential buildings: A multi-criteria selection approach. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100412.
- Dähling, S., Razik, L., & Monti, A. (2020). OWL2Go: Auto-generation of Go data models for OWL ontologies with integrated serialization and deserialization functionality. *SoftwareX*, 12, 100571.
- Daniele, L., Solanki, M., den Hartog, F., & Roes, J. (2016). Interoperability for smart appliances in the IoT world. In *The Semantic Web-ISWC 2016: 15th International Semantic Web Conference, Kobe, Japan, October 17-21, 2016, Proceedings, Part II 15* (pp. 21-29). Springer International Publishing.

- De Panfilis, G. (2023). FIWARE - Open APIs for Open Minds. FIWARE. <https://www.fiware.org/>
- DEEP - De-risk Energy Efficiency Platform. (n.d.). <https://deep.ec.europa.eu/>
- Dejaco, M. C., Cecconi, F. R., & Maltese, S. (2017). Key performance indicators for building condition assessment. *Journal of Building Engineering*, 9, 17-28.
- Del Pero, C., Aste, N., Paksoy, H., Haghghat, F., Grillo, S., & Leonforte, F. (2018). Energy storage key performance indicators for building application. *Sustainable cities and society*, 40, 54-65.
- Diakaki, C., Grigoroudis, E., & Kolokotsa, D. (2008). Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings. *Energy and buildings*, 40(9), 1747-1754.
- Dijkgraaf, E., van Dorp, T. P., & Maasland, E. (2018). On the effectiveness of feed-in tariffs in the development of solar photovoltaics. *The Energy Journal*, 39(1).
- DiLouie, C. (2021). *Advanced lighting controls: energy savings, productivity, technology and applications*. CRC Press.
- Du, H., Huang, P., & Jones, P. (2019). Modular facade retrofit with renewable energy technologies: The definition and current status in Europe. *Energy and Buildings*, 205, 109543.
- Economidou, M., Della Valle, N., Melica, G., Valentini, O., & Bertoldi, P. (2021). *Financing Energy Renovations at Local and Regional Levels*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Economidou, M., Todeschi, V., & Bertoldi, P. (2019). *Accelerating energy renovation investments in buildings*. Publications Office of the European Union: Luxembourg.
- Eib. (2018). VIPA ENERGY EFFICIENCY INVESTMENT PLATFORM SFSB. [www.eib.org](http://www.eib.org). <https://www.eib.org/en/projects/pipelines/all/20180145>
- Energy Efficiency Financing Platform - Viešųjų investicijų plėtros agentūra. (2021, July 7). Viešųjų Investicijų Plėtros Agentūra. <https://www.vipa.lt/en/about-us/services/loans-to-prosumers/>
- Energy Efficiency Financing Platform (EEFP) - Policies - IEA. (n.d.). IEA. <https://www.iea.org/policies/7468-energy-efficiency-financing-platform-eefp>
- Energy Efficiency Financing Platform (EEFP) | BUREAU OF ENERGY EFFICIENCY, Government of India, Ministry of Power. (n.d.). <https://beeindia.gov.in/en/programmesfinancing-energy-efficiency/energy-efficiency-financing-platform-eefp>
- Energy. (2023, June 12). Energy. [https://energy.ec.europa.eu/index\\_en](https://energy.ec.europa.eu/index_en)
- Feifer, L. (2011, July). Sustainability indicators in buildings. Identifying key performance indicators. In 27th international conference on passive and low energy architecture. Architecture and sustainable development.

Financing renovations. (n.d.). Energy. [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/financing/building-renovations\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/financing/building-renovations_en)

Friess, W. A., & Rakhshan, K. (2017). A review of passive envelope measures for improved building energy efficiency in the UAE. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 485-496.

Gan, C. K., Sapar, A. F., Mun, Y. C., & Chong, K. E. (2013). Techno-economic analysis of LED lighting: A case study in UTeM's faculty building. *Procedia Engineering*, 53, 208-216.

Garcia-Teruel, R. M. (2019). A legal approach to real estate crowdfunding platforms. *Computer Law & Security Review*, 35(3), 281-294.

Giannakis, G. I., Katsigarakis, K., Lilis, G. N., & Álvarez-Díaz, S. (2019). GUIDELINES for OptEEmAL BIM Input Files. Online verfügbar unter [https://www.opteemalproject.eu/files/guidelines\\_for\\_opteemal\\_bim\\_input\\_files\\_v11.pdf](https://www.opteemalproject.eu/files/guidelines_for_opteemal_bim_input_files_v11.pdf), zuletzt geprüft am, 7, 2020.

Goldenberg, A., Zheng, A. X., Fienberg, S. E., & Airoidi, E. M. (2010). A survey of statistical network models. *Foundations and Trends® in Machine Learning*, 2(2), 129-233.

Habibi, M., Kermanshachi, S., & Rouhanizadeh, B. (2019). Identifying and measuring engineering, procurement, and construction (EPC) key performance indicators and management strategies. *Infrastructures*, 4(2), 14.

Hartenberger, U., Lorenz, D., Sayce, S., & Toth, Z. (2017). Creating an energy efficient mortgage for Europe mortgage lending valuation and the impact of energy efficiency: an overview of current practice.

He, Q., Hossain, M. U., Ng, S. T., & Augenbroe, G. (2021). Identifying practical sustainable retrofit measures for existing high-rise residential buildings in various climate zones through an integrated energy-cost model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111578.

Heilmann, F., REITZENSTEIN, A., Leihn, J., & Dufour, M. (2020). Drafting Recovery Plans for a Resilient and Green Economy. An Overview for Policymakers. E3G, November, 3.

Home - Project Haystack. (n.d.). <https://project-haystack.org/>

Home | Triple-A. (n.d.). <https://www.aaa-h2020.eu/>

Home. (n.d.). MATRYCS. <https://www.matrycs.eu/>

Homepage | Energate. (n.d.). <https://energate-project.eu/>

Homepage | I-ENERGY. (n.d.). <https://i-nergy.eu/>

Hong, T., Piette, M. A., Chen, Y., Lee, S. H., Taylor-Lange, S. C., Zhang, R., ... & Price, P. (2015). Commercial building energy saver: An energy retrofit analysis toolkit. *Applied Energy*, 159, 298-309.

Hong, Y., Ezeh, C. I., Deng, W., Hong, S. H., & Peng, Z. (2019). Building energy retrofit measures in hot-summer-cold-winter climates: a case study in Shanghai. *Energies*, 12(17), 3393.



- Hull, R., & King, R. (1987). Semantic database modeling: Survey, applications, and research issues. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 19(3), 201-260.
- Jafari, A., & Valentin, V. (2017). Sustainable impact of building energy retrofit measures. *Journal of Green Building*, 12(3), 69-84.
- Jajodia, S., & Sandhu, R. (1991). Toward a multilevel secure relational data model. *ACM SIGMOD Record*, 20(2), 50-59.
- Kangas, H. L., Lazarevic, D., & Kivimaa, P. (2018). Technical skills, disinterest and non-functional regulation: Barriers to building energy efficiency in Finland viewed by energy service companies. *Energy Policy*, 114, 63-76.
- Karakolis, E., Pelekis, S., Mouzakitis, S., Korpmpakis, G., Michalakopoulos, V., & Psarras, J. THE I-ENERGY REFERENCE ARCHITECTURE FOR THE PROVISION OF NEXT GENERATION ENERGY SERVICES THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE.
- Karakolis, E., Pelekis, S., Mouzakitis, S., Markaki, O., Papapostolou, K., Korbakis, G., & Psarras, J. (2022). Artificial Intelligence for Next Generation Energy Services across Europe-The I-ENERGY Project. In *IADIS International Conference E-Society 2022 (e-Society 2022)* (pp. 61-68).
- Khosravi, J., Asoodar, M. A., Alizadeh, M. R., & Peyman, M. H. (2011). Application of multiple criteria decision making system compensatory (TOPSIS) in selecting of rice milling system. *World Applied Sciences Journal*, 13(11), 2306-2311.
- Kivimaa, P., Kangas, H. L., & Lazarevic, D. (2017). Client-oriented evaluation of ‘creative destruction’ in policy mixes: Finnish policies on building energy efficiency transition. *Energy research & social science*, 33, 115-127.
- Kontokosta, C. E. (2016). Modeling the energy retrofit decision in commercial office buildings. *Energy and buildings*, 131, 1-20.
- Kunii, H. S. (2012). *Graph Data Model: And Its Data Language*. Springer Science & Business Media.
- Kylili, A., Fokaides, P. A., & Jimenez, P. A. L. (2016). Key Performance Indicators (KPIs) approach in buildings renovation for the sustainability of the built environment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 906-915.
- Lee, T. (2018). Local energy agencies and cities’ participation in translocal climate governance. *Environmental Policy and Governance*, 28(3), 131-140.
- Li, H., Hong, T., Lee, S. H., & Sofos, M. (2020). System-level key performance indicators for building performance evaluation. *Energy and Buildings*, 209, 109703.
- Li, P., Qian, H., Wu, J., & Chen, J. (2013). Sensitivity analysis of TOPSIS method in water quality assessment: I. Sensitivity to the parameter weights. *Environmental monitoring and assessment*, 185, 2453-2461.
- Li, Y., O’Donnell, J., García-Castro, R., & Vega-Sánchez, S. (2017). Identifying stakeholders and key performance indicators for district and building energy performance analysis. *Energy and Buildings*, 155, 1-15.

- Liao, C. N., & Kao, H. P. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10803-10811
- Liao, H., & Xu, Z. (2014). Multi-criteria decision making with intuitionistic fuzzy PROMETHEE. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(4), 1703-1717.
- Lin, M. C., Wang, C. C., Chen, M. S., & Chang, C. A. (2008). Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process. *Computers in industry*, 59(1), 17-31.
- Linares, P., & Labandeira, X. (2010). Energy efficiency: Economics and policy. *Journal of Economic Surveys*, 24(3), 573-592.
- Liu, Y., Chen, H., & Wang, X. J. (2021). Research on green renovations of existing public buildings based on a cloud model-TOPSIS method. *Journal of Building Engineering*, 34, 101930.
- Lombardi, M., Pazienza, P., & Rana, R. (2016). The EU environmental-energy policy for urban areas: The Covenant of Mayors, the ELENA program and the role of ESCos. *Energy Policy*, 93, 33-40.
- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., & Ledo, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and buildings*, 55, 889-902.
- Magrini, A., Lentini, G., Cuman, S., Bodrato, A., & Marengo, L. (2020). From nearly zero energy buildings (NZEB) to positive energy buildings (PEB): The next challenge-The most recent European trends with some notes on the energy analysis of a forerunner PEB example. *Developments in the Built Environment*, 3, 100019.
- Mainali, B., Mahapatra, K., & Pardalis, G. (2021). Strategies for deep renovation market of detached houses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138, 110659.
- Mary, S. S. A., & Suganya, G. (2016). Multi-criteria decision making using ELECTRE. *Circuits and Systems*, 7(6), 1008-1020.
- Marzouk, M., El-Maraghy, M., & Metawie, M. (2023). Assessing retrofit strategies for mosque buildings using TOPSIS. *Energy Reports*, 9, 1397-1414.
- McGinley, O., Moran, P., & Goggins, J. (2022). An Assessment of the Key Performance Indicators (KPIs) of Energy Efficient Retrofits to Existing Residential Buildings. *Energies*, 15(1), 334.
- Merriman, D. (2018). Improving tax increment financing (TIF) for economic development. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.
- Metallidou, C. K., Psannis, K. E., & Egyptiadou, E. A. (2020). Energy efficiency in smart buildings: IoT approaches. *IEEE Access*, 8, 63679-63699.
- Mohsen, M. S., & Akash, B. A. (2001). Some prospects of energy savings in buildings. *Energy conversion and management*, 42(11), 1307-1315.

- Moran, P., O'Connell, J., & Goggins, J. (2020). Sustainable energy efficiency retrofits as residential buildings move towards nearly zero energy building (NZEB) standards. *Energy and Buildings*, 211, 109816.
- Morbach, J., Hai, R., Bayer, B., & Marquardt, W. (2008). Document models. Collaborative and Distributed Chemical Engineering. From Understanding to Substantial Design Process Support: Results of the IMPROVE Project, 111-125.
- Moreira, J., Daniele, L., Pires, L. F., van Sinderen, M., Wasielewska, K., Szmeja, P., ... & Paprzycki, M. (2017, November). Towards IoT Platforms' Integration Semantic Translations between W3C SSN and ETSI SAREF. In SEMANTICS workshops.
- Mrak, M., Richter, S., & Szemlér, T. (2015). Cohesion Policy as a Function of the EU Budget: A Perspective from the CEE Member States (No. 400). WIIW Research Report.
- Mukhtar, M., Ameyaw, B., Yimen, N., Zhang, Q., Bamisile, O., Adun, H., & Dagbasi, M. (2021). Building retrofit and energy conservation/efficiency review: A techno-environmental assessment of heat pump system retrofit in housing stock. *Sustainability*, 13(2), 983.
- Mundaca, L., & Kloke, S. (2018). On-bill financing programs to support low-carbon energy technologies: An agent-oriented assessment. *Review of Policy Research*, 35(4), 502-534.
- Nădăban, S., Dzitac, S., & Dzitac, I. (2016). Fuzzy TOPSIS: a general view. *Procedia computer science*, 91, 823-831.
- Nagare, S. (n.d.). Home - BrickSchema. <https://brickschema.org/>
- Natividade, J., Cruz, C. O., & Silva, C. M. (2022). Improving the Efficiency of Energy Consumption in Buildings: Simulation of Alternative EnPC Models. *Sustainability*, 14(7), 4228.
- Neves, L. P., Martins, A. G., Antunes, C. H., & Dias, L. C. (2008). A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency. *Energy Policy*, 36(7), 2351-2363.
- Noailly, J. (2012). Improving the energy efficiency of buildings: The impact of environmental policy on technological innovation. *Energy Economics*, 34(3), 795-806.
- Pablo-Romero, M. D. P., Sánchez-Braza, A., Salvador-Ponce, J., & Sánchez-Labrador, N. (2017). An overview of feed-in tariffs, premiums and tenders to promote electricity from biogas in the EU-28. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1366-1379.
- Pacheco, R., Ordóñez, J., & Martínez, G. (2012). Energy efficient design of building: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3559-3573.
- Panev, S., Bertoldi, P., Boza-Kiss, B., & Palermo, V. (2018). Report for Development of the ESCO Market in the EU Enlargement and Neighbouring Countries.
- Panteli, C., Klumbyté, E., Apanavičienė, R., & Fokaides, P. A. (2020). An overview of the existing schemes and research trends in financing the energy upgrade of buildings in Europe. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 27(2), 53-62.
- Papathanasiou, J., Ploskas, N., Papathanasiou, J., & Ploskas, N. (2018). Topsis. Multiple Criteria Decision Aid: Methods, Examples and Python Implementations, 1-30.

- Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. *Energy policy*, 24(5), 377-390.
- Pau, M., Kapsalis, P., Pan, Z., Korbakis, G., Pellegrino, D., & Monti, A. (2022). MATRYCS— A Big Data Architecture for Advanced Services in the Building Domain. *Energies*, 15(7), 2568.
- Pavić, Z., & Novoselac, V. (2013). Notes on TOPSIS method. *International Journal of Research in Engineering and Science*, 1(2), 5-12.
- Piazolo, D. (2021). Benchmarking the Risks of Energy Efficiency Investments with EU-Funded Platforms (No. eres2021\_76). *European Real Estate Society (ERES)*.
- Piccinelli, G., Zirpins, C., & Lamersdorf, W. (2003, January). The fresco framework: an overview. In *2003 Symposium on Applications and the Internet Workshops, 2003. Proceedings.* (pp. 120-124). IEEE.
- Pippi, K. D., Papadopoulos, T. A., & Kryonidis, G. C. (2020, September). Viability assessment of PV systems in university campuses under the net-metering policy. In *2020 55th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Pisani-Ferry, J. (2020). European Union recovery funds: strings attached, but not tied up in knots (No. 2020/19). *Bruegel Policy Contribution*. Publishing.
- Quinn, C., & McArthur, J. J. (2021). A case study comparing the completeness and expressiveness of two industry recognized ontologies. *Advanced Engineering Informatics*, 47, 101233.
- Rani, P., Mishra, A. R., Mardani, A., Cavallaro, F., Alrasheedi, M., & Alrashidi, A. (2020). A novel approach to extended fuzzy TOPSIS based on new divergence measures for renewable energy sources selection. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120352.
- Recovery and Resilience Facility. (n.d.). European Commission. [https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility\\_en](https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility_en)
- Remeikienė, R., Gasparėnienė, L., Fedajev, A., Szarucki, M., Đekić, M., & Razumienė, J. (2021). Evaluation of sustainable energy development progress in EU member states in the context of building renovation. *Energies*, 14(14), 4209.
- Richardson, S., & Marijewycz, M. (2019). Creating an energy efficient mortgage for Europe: the supporting role of the green building sector.
- Rosenow, J., & Cowart, R. (2019, June). Implementing the efficiency first principle in the UK. In *ECEEE Summer Study Proceedings (Vol. 2019, pp. 341-349)*.
- Roszkowska, E. (2011). Multi-criteria decision making models by applying the TOPSIS method to crisp and interval data. *Multiple Criteria Decision Making/University of Economics in Katowice*, 6(1), 200-230.
- Rysanek, A. M., & Choudhary, R. (2013). Optimum building energy retrofits under technical and economic uncertainty. *Energy and Buildings*, 57, 324-337.

Saheb, Y. (2017). Energy renovation: it's time for a paradigm shift in policy design!.

SAREF Portal. (n.d.). <https://saref.etsi.org/>

Sarihi, S., Saradj, F. M., & Faizi, M. (2021). A critical review of façade retrofit measures for minimizing heating and cooling demand in existing buildings. *Sustainable Cities and Society*, 64, 102525.

Şengül, Ü., Eren, M., Shiraz, S. E., Gezder, V., & Şengül, A. B. (2015). Fuzzy TOPSIS method for ranking renewable energy supply systems in Turkey. *Renewable energy*, 75, 617-625.

Shin, S. W., Porras, P., Yegneswara, V., Fong, M., Gu, G., & Tyson, M. (2013, February). Fresco: Modular composable security services for software-defined networks. In 20th annual network & distributed system security symposium. Ndss.

Spanner, M., Hirsch, J., & Bienert, S. The Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM)- Developing a framework for science-based decarbonising and reducing stranding risks within the commercial real estate sector.

Streimikiene, D., & Balezentis, T. (2019). Innovative policy schemes to promote renovation of multi-flat residential buildings and address the problems of energy poverty of aging societies in former socialist countries. *Sustainability*, 11(7), 2015.

Streimikiene, D., & Balezentis, T. (2020). Willingness to pay for renovation of multi-flat buildings and to share the costs of renovation. *Energies*, 13(11), 2721.

Teamah, H. M., Kabeel, A. E., & Teamah, M. (2022). Potential retrofits in office buildings located in harsh Northern climate for better energy efficiency, cost effectiveness, and environmental impact. *Process Safety and Environmental Protection*, 162, 124-133.

Terrados, J., Almonacid, G., & PeRez-Higueras, P. (2009). Proposal for a combined methodology for renewable energy planning. Application to a Spanish region. *Renewable and sustainable energy reviews*, 13(8), 2022-2030.

The European Fund for Strategic Investments. (n.d.). European Commission. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/economy-works-people/european-fund-strategic-investments\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/economy-works-people/european-fund-strategic-investments_en)

The Institute for European Energy and Climate Policy (IEECP). (2023, April 4). InEEExS IEECP. <https://ieecp.org/projects/ineexs/>

The Ministry of Finance and the Ministry of Environment and the European Investment Bank (EIB). <https://finmin.lrv.lt/en/news/renovation-wave-innovative-investment-platform-is-set-up-to-increase-energy-efficiency-of-multi-apartment-buildings-in-lithuania>

Tollington, S., Turbe, A., Rabitsch, W., Groombridge, J. J., Scalera, R., Essl, F., & Schwartz, A. (2017). Making the EU legislation on invasive species a conservation success. *Conservation Letters*, 10(1), 112-120.

Triantaphyllou, E., & Triantaphyllou, E. (2000). Multi-criteria decision making methods (pp. 5-21). Springer US.

Trombadore, A., & Calcagno, G. (2022, February). Mediterranean University as Catalyst for Eco-Sustainable Renovation: The Experience of Med-EcoSuRe Cross-Border Living Lab. In Sustainable Energy Development and Innovation: Selected Papers from the World Renewable Energy Congress (WREC) 2020 (pp. 269-276). Cham: Springer International

Tsichritzis, D. C., & Lochovsky, F. H. (1976). Hierarchical data-base management: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 8(1), 105-123.

Ugwu, O. O., & Haupt, T. C. (2007). Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability—a South African construction industry perspective. *Building and environment*, 42(2), 665-680.

United Nations Environment - Finance Initiative - Partnership between United Nations Environment and the global financial sector to promote sustainable finance. (n.d.). <https://www.unepfi.org/>

Valra, A., Madeddu, D., Chiappetti, J., & Farina, D. (2021). The BIM management system: A common data environment using linked data to support the efficient renovation in buildings. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 65(1), 18.

Walasek, D., & Barszcz, A. (2017). Analysis of the adoption rate of building information modeling [BIM] and its return on investment [ROI]. *Procedia Engineering*, 172, 1227-1234.

Walker, I. S. (2003). Best practices guide for residential HVAC Retrofits (No. LBNL-53592). Lawrence Berkeley National Lab.(LBNL), Berkeley, CA (United States).

Wein, J. (2022, May 5). CRREM - Make decarbonisation measurable & Manage Carbon Risk. CRREM Project. <https://www.crrem.eu/>

Wetzker, R., Zimmermann, C., Bauckhage, C., & Albayrak, S. (2010, February). I tag, you tag: translating tags for advanced user models. In *Proceedings of the third ACM international conference on Web search and data mining* (pp. 71-80).

Wilkinson, S. J., & Reed, R. (2009). Green roof retrofit potential in the central business district. *Property management*.

Wolf, S., Teitge, J., Mielke, J., Schütze, F., & Jaeger, C. (2021). The European Green Deal—more than climate neutrality. *Intereconomics*, 56, 99-107.

Yadav, S. K., Joseph, D., & Jigeesh, N. (2018). A review on industrial applications of TOPSIS approach. *International Journal of Services and Operations Management*, 30(1), 23-28.

Zachariadis, T., Michopoulos, A., Vougiouklakis, Y., Piripitsi, K., Ellinopoulos, C., & Struss, B. (2018). Determination of cost-effective energy efficiency measures in buildings with the aid of multiple indices. *Energies*, 11(1), 191.

Ziobrowska, J. (2022). Crowdfunding as an innovative form of collective investment in real estate.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

## Παράρτημα





## 8 Παράρτημα

### 8.1 Κατάλογος Συντομογραφιών

AHP	Analytic Hierarchy Process
BMS	Building Management System
CAPEX	Capital Expenditure
CCEE	Copenhagen Centre on Energy Efficiency
CCMs	Component Content Management system
CDM	Common Data Model
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide
CRREM	Carbon Risk Real Estate Monitor
DEEP	De-risking Energy Efficiency Platform
DRNP	Deep Renovation Network Platform
EE1st	Energy Efficiency First - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Πρώτα
EEFIG	Energy Efficiency Financial Institutions Group
EE-FiTs	Energy Efficiency Feed in Tariffs
EEFP	Energy Efficiency Financing Platform
EEM	Energy Efficient Mortgages
EFSI	European Fund for Strategic Investments
EIB	Energy Investment Bank
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Reality
ELENA	European Local Energy Assistance
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPC	Energy Performance Certificate
EPC	Energy Performance Contracting
ERDF	European Regional Development Fund
ESA	Energy Services Agreement
ESCO	Energy Service Company
ESIF	European Structural and Investment Funds
EU	European Union
EUR	Euros
FrESCO	Framework for Energy Services in Commercial Real Estate
GDP	Gross Domestic Product
GHIP	Green Homes Investment Platform
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
IEECP	Institute of European Energy and Climate Policy
InEEsS	Innovative Energy Efficiency Service
IRR	Internal Rate of Return
KPI	Key Performance Indicator
LCC	Life Cycle Cost
LED	Light Emitting Diode
NPV	Net Present Value
NZEB	Nearly Zero Energy Building
OBF	On Bill Finance
OptEEemAL	Optimized Energy Efficient Design Platform
P2P	Peer to Peer
PACE	Property Assessed Clean Energy

---

PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
PVC	Poly Vinyl Chloride
ROI	Return On Investment
RRF	Recovery and Resilience Facility
TOE	Tones of Oil Equivalent
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
UNEP - FI	United Nations Environment Platform - Finance Initiative
VRF	Variable Refrigerant Flow
VRV	Variable Refrigerant Volume
VSD	Variable Speed Transmission
WSM	Weighted Sum Model
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση

