



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



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

**Ανάπτυξη εργαλείου για τον υπολογισμό του δείκτη
ευφυούς ετοιμότητας (SRI).**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κωνσταντίνος Α. Πανουργιάς

Επιβλέπων : Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2025



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



ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

**Ανάπτυξη εργαλείου για τον υπολογισμό του δείκτη
ευφυούς ετοιμότητας (SRI).**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κωνσταντίνος Α. Πανουργιάς

Επιβλέπων : Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 25^η Φεβρουαρίου 2025.

.....

Δημήτριος Ασκούνης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ευάγγελος Μαρινάκης

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2025

.....

Κωνσταντίνος Α. Πανουργιάς

Διπλωματούχος μεταπτυχιακού προγράμματος “Τεχνο-οικονομικά Συστήματα” της Σχολής
Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Κωνσταντίνος, Πανουργιάς, 2025.

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.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) είναι μια πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που στοχεύει στην αξιολόγηση της «ευφυούς» ετοιμότητας των κτιρίων, δηλαδή της ικανότητάς τους να χρησιμοποιούν καινοτόμες τεχνολογίες και συστήματα για να βελτιώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα, την άνεση των χρηστών και τη βιωσιμότητά τους. Το SRI αξιολογεί τα κτίρια σε διάφορους τομείς, όπως η αυτοματοποίηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, η ενσωμάτωση τεχνολογιών διαχείρισης ενέργειας, η συνδεσιμότητα με έξυπνα δίκτυα ενέργειας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο δείκτης περιλαμβάνει μια κλίμακα αξιολόγησης, η οποία βαθμολογεί το κτίριο από τις πιο βασικές τεχνολογίες μέχρι τις πιο προχωρημένες, όπως η αλληλεπίδραση με έξυπνα δίκτυα και η χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας.

Το SRI στοχεύει να βοηθήσει τα κτίρια να μειώσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση και το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει την ποιότητα ζωής των χρηστών δημιουργώντας ένα πιο άνετο και βιώσιμο περιβάλλον στα κτίρια. Υποστηρίζει τη μετάβαση σε μια ενεργειακή οικονομία που βασίζεται σε έξυπνες τεχνολογίες και ανανεώσιμες πηγές, συμβάλλοντας στην επίτευξη των κλιματικών στόχων της ΕΕ. Ειδικότερα, η αξιολόγηση του SRI προσφέρει στους ιδιοκτήτες κτιρίων, τους κατασκευαστές και τις κυβερνήσεις έναν χρήσιμο οδηγό για την αναβάθμιση των υποδομών τους προς πιο έξυπνα και βιώσιμα κτίρια. Ο δείκτης ενθαρρύνει τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη συμμετοχή των κτιρίων στη διαχείριση ενέργειας σε επίπεδο δικτύου, προάγοντας μια πιο αποδοτική και ενοποιημένη προσέγγιση στην ενεργειακή διαχείριση των κτιρίων στην Ευρώπη.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως κύριο στόχο την δημιουργία ενός εύκολου στην χρήση web εργαλείου για τον υπολογισμό του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) βασιζόμενο στην μελέτη της μεθοδολογίας SRI. Το εργαλείο αυτό θα αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Python και τη τεχνολογία Django, επιτρέποντας τη γρήγορη και εύκολη αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας ενός κτιρίου.

Ο δεύτερος στόχος της διπλωματικής είναι η εφαρμογή του εργαλείου σε πραγματικά παραδείγματα κτιρίων, έτσι ώστε να καταδειχθεί η πρακτική χρησιμότητα και ακρίβεια του υπολογισμού του SRI σε πραγματικές συνθήκες. Μέσα από την ανάλυση αυτών των περιπτώσεων, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα του υπολογισμού του δείκτη και θα αναδειχθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ευφυή ετοιμότητα των κτιρίων στην πράξη.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας, Έξυπνα Κτίρια, Ενεργειακή Απόδοση, Αξιολόγηση Κτιρίων, Βελτιστοποίηση κτιρίων

ABSTRACT

The Smart Readiness Indicator (SRI) is an initiative by the European Union aimed at assessing the "smart readiness" of buildings, which refers to their ability to integrate innovative technologies and systems to improve energy efficiency, user comfort, and sustainability. The SRI evaluates buildings across various domains, such as the automation of heating, cooling, and lighting systems, the integration of energy management technologies, connectivity with smart energy grids, and the use of renewable energy sources. The indicator includes an evaluation scale, which ranks buildings based on basic features (such as self-regulating systems) to more advanced ones, such as interaction with smart grids and the use of energy storage systems.

The SRI aims to help buildings reduce their energy consumption and carbon footprint, while also improving the quality of life for their users by creating more comfortable and sustainable environments. It supports the transition to an energy economy based on smart technologies and renewable energy sources, contributing to the achievement of the EU's climate goals. Specifically, the SRI assessment provides building owners, developers, and governments with a useful guide for upgrading infrastructure towards smarter and more sustainable buildings. The indicator encourages the improvement of energy efficiency and the participation of buildings in energy management at the grid level, promoting a more efficient and integrated approach to building energy management in Europe.

This thesis aims to provide a detailed presentation of the methodology for calculating the Smart Readiness Indicator (SRI), the index that evaluates the "smart readiness" of buildings, and to develop a web tool for the automatic calculation of this index. The tool will be developed using the Python programming language and the Django framework, enabling quick and easy evaluation of a building's smart readiness.

The second goal of this thesis is to apply the tool to real-life building examples, in order to demonstrate the practical usefulness and accuracy of the SRI calculation under real-world conditions. Through the analysis of these cases, the results of the SRI calculation will be presented, and the factors influencing the smart readiness of buildings in practice will be highlighted.

KEY WORDS

Smart Readiness Indicator, SRI, Smart Buildings, Energy Efficiency, Energy Optimization

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2024-2025 στον τομέα Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π. Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας ήταν ο Καθηγητής Δημήτριος Ασκούνης, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεσή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους Υποψήφιους Διδάκτορες κ. Ιωάννη Παπία και τον κ. Φίλιππο Σερέπα για τη συνεχή βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές και την αμέριστη καθοδήγηση, που μου παρείχαν σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Τέλος, αφιερώνω την διπλωματική στην σύζυγο μου και τα παιδιά μου που με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού.

Κωνσταντίνος Πανουργιάς
Φεβρουάριος 2025

1	Περιεχόμενα	
1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	12
1.1	Σημασία και Σκοπός του Δείκτη Ευφούς Ετοιμότητας (SRI).....	12
1.2	Έξυπνα Κτίρια: Ορισμός και Χαρακτηριστικά.....	14
1.3	Ενεργειακή Απόδοση και Βιωσιμότητα στο Κτιριακό Απόθεμα.....	16
1.4	Το πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα Έξυπνα Κτίρια	17
1.5	Η Σχέση του SRI με τις Πολιτικές Ενέργειας και Κλίματος της ΕΕ	19
1.6	Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Έξυπνα Δίκτυα	19
2	Ανάλυση του Δείκτη Ευφούς Ετοιμότητας (SRI).....	23
2.1	Ορισμός του SRI	23
2.2	Μέθοδος Υπολογισμού του SRI και κλίμακα Αξιολόγησης	24
2.3	Τεχνικοί Τομείς και Υπηρεσίες.....	30
3	Στρατηγικές Εφαρμογής του SRI σε Κτίρια	53
3.1	Ανάγκες και Προκλήσεις στον Τομέα της Ενεργειακής Αναβάθμισης	53
3.2	Ο Ρόλος του SRI στην Ενεργειακή Αναβάθμιση.....	54
3.3	Η Σχέση του SRI με Πιστοποιήσεις Ενεργειακής Απόδοσης	55
3.4	Παραδείγματα Εφαρμογής του SRI σε Κτίρια.....	56
4	Ανάπτυξη Web Εργαλείου για τον Υπολογισμό του SRI.....	69
4.1	Σκοπός και Σχεδιασμός του Εργαλείου	69
4.2	Λειτουργικές Απαιτήσεις του Εργαλείου.....	69
5	Διεπαφή Χρήστη & Λειτουργίες	71
6	Χρησιμοποιούμενες Τεχνολογίες.....	76
6.1	Αρχιτεκτονική του Εργαλείου.....	76
6.2	Χρήση Backend & Frontend Τεχνολογιών για την ανάπτυξη του SRI application	77
7	Εφαρμογή του Εργαλείου σε Κτίρια.....	83
7.1	Παραδείγματα Υπολογισμού του Δείκτη Ευφούς Ετοιμότητας SRI μέσω του Web Εργαλείου.....	83
7.2	Σύγκριση της Ευφούς Ετοιμότητας των Κτιρίων	94
7.3	Προτάσεις Βελτίωσης για τα Κτίρια	97
8	Σύνοψη και Συμπεράσματα.....	99
9	Βιβλιογραφία.....	100

1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

1.1 Σημασία και Σκοπός του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI)

Κατά την τελευταία δεκαετία, η επίδραση των κτιρίων στο ενεργειακό σύστημα έχει αυξηθεί σημαντικά. Στο μέλλον, τα κτίρια αναμένεται να παρέχουν ευελιξία στο ενεργειακό σύστημα μέσω ρύθμισης της ζήτησης τους ώστε να καταστεί δυνατή η απορρόφηση των όλο αυξανόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κυρίως αιολική και ηλιακής ενέργειας (1). Ωστόσο, το κτιριακό απόθεμα είναι σε μεγάλο βαθμό αναποτελεσματικό και πρέπει να εκσυγχρονιστεί για να υποστηρίξει την ενεργειακή ευελιξία.

Το όραμα της ΕΕ για τα κτίρια επηρεάζεται έντονα από την παγκόσμια κλιματική κρίση και τους στόχους μείωσης του άνθρακα για το δομημένο περιβάλλον. Όπως γνωρίζουμε, τα κτίρια αντιπροσωπεύουν το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την ενέργεια στην ΕΕ. Επιπλέον, το 75% από το υπάρχον κτιριακό απόθεμα είναι αναποτελεσματικό. Ο αντίκτυπος των κτιρίων στην επίτευξη των καθορισμένων στόχων μείωσης του άνθρακα είναι εμφανής (2).



Εικόνα 1 Μεγάλη ευκαιρία ενεργειακής βελτιστοποίησης από το κτιριακό απόθεμα.¹

Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) εισήχθη από την ευρωπαϊκή οδηγία 2018/844/EU και είναι μια πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αποσκοπεί στη δημιουργία ενός εθελοντικού πλαισίου για την αξιολόγηση της "ευφυούς ετοιμότητας" του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος. Ο στόχος είναι να μετρηθεί το επίπεδο ενσωμάτωσης προηγμένων τεχνολογιών στα κτίρια, οι οποίες τους επιτρέπουν να ανταποκρίνονται στις ανάγκες τόσο των χρηστών όσο και του ενεργειακού δικτύου, βελτιώνοντας την ενεργειακή τους απόδοση και συνολική λειτουργία. Η πρωτοβουλία αυτή αντανακλά τη δέσμευση της ΕΕ για κτίρια με μηδενικούς ρύπους μέχρι το 2050 (3).

1

https://www.consilium.europa.eu/media/68692/2023_889_ff55_buildings_directive_infographic_update.jpg

Η Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD)² ορίζει την "ευφυή ετοιμότητα" (smart readiness) ως:

«Την ικανότητα ενός κτιρίου να χρησιμοποιεί τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (ICTs) ώστε να αισθάνεται, να ερμηνεύει, να επικοινωνεί και να ανταποκρίνεται ενεργά με αποτελεσματικό τρόπο στις μεταβαλλόμενες συνθήκες που σχετίζονται με τη λειτουργία των τεχνικών συστημάτων του κτηρίου, το εξωτερικό περιβάλλον (συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών δικτύων) και τις απαιτήσεις των ενοίκων του κτηρίου.». »

Βάση της οδηγίας (EE) 2024/1275 σκοπός του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας (SRI) είναι η μέτρηση της ικανότητας των κτιρίων να χρησιμοποιούν τεχνολογίες των πληροφοριών και των επικοινωνιών και ηλεκτρονικά συστήματα προκειμένου να προσαρμόζουν τη λειτουργία των κτιρίων στις ανάγκες των ενοίκων και του δικτύου και να βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση και τις συνολικές επιδόσεις των κτιρίων. Ο δείκτης ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων θα πρέπει να αυξήσει την ευαισθητοποίηση των ιδιοκτητών και των ενοίκων ως προς την αξία του αυτοματισμού των κτιρίων και της ηλεκτρονικής παρακολούθησης των τεχνικών συστημάτων των κτιρίων, και να εμπνεύσει εμπιστοσύνη στους ενοίκους σχετικά με την πραγματική εξοικονόμηση χάρη στις νέες αυτές ενισχυμένες λειτουργίες. Ο δείκτης ευφυούς ετοιμότητας είναι ιδιαίτερα επωφελής για τα μεγάλα κτίρια που έχουν υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις. Όσον αφορά τα υπόλοιπα κτίρια, η χρήση του συστήματος αξιολόγησης της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων θα πρέπει να είναι προαιρετική για τα κράτη μέλη.

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικοί στόχοι του SRI (3) ,

1. **Διατήρηση Ενεργειακής Απόδοσης και Λειτουργικότητας:** Το SRI αξιολογεί την ικανότητα ενός κτιρίου να διατηρεί τα επίπεδα ενεργειακής απόδοσης και τη λειτουργικότητά του μέσω της προσαρμογής της ενεργειακής κατανάλωσης. Ένα παράδειγμα αποτελεί η ενσωμάτωση και χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.
2. **Προσαρμογή στις Ανάγκες των Ενοίκων:** Ο δείκτης εξετάζει την προσαρμοστικότητα του τρόπου λειτουργίας του κτιρίου σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών. Η φιλικότητα προς τον χρήστη, η διατήρηση ενός υγιούς εσωτερικού περιβάλλοντος και η δυνατότητα ενημέρωσης σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας αποτελούν σημαντικά κριτήρια.
3. **Ευελιξία στη Ζήτηση Ενέργειας:** Αξιολογείται η ικανότητα ενός κτιρίου να προσαρμόζει τη συνολική ζήτηση ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει τη συμμετοχή σε ενεργητική και παθητική ανταπόκριση στη ζήτηση, καθώς και τη δυνατότητα αποθήκευσης και απελευθέρωσης ενέργειας στο δίκτυο. Τεχνολογίες όπως η ευελιξία φορτίου και η μετατόπιση φορτίου αποτελούν παραδείγματα.
4. **Ενίσχυση Ενεργειακής Απόδοσης:** Εξετάζεται η ικανότητα ενός κτιρίου να βελτιώνει την ενεργειακή του απόδοση και τις συνολικές επιδόσεις του μέσω της χρήσης τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας.

² https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator_en

5. **Διαλειτουργικότητα Συστημάτων:** Η αξιολόγηση λαμβάνει υπόψη τη συνεργασία μεταξύ διαφόρων συστημάτων, όπως έξυπνοι μετρητές, συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων, ενσωματωμένες οικιακές εφαρμογές, αισθητήρες ποιότητας αέρα και συστήματα εξαερισμού.
6. **Υποδομές Επικοινωνιών:** Εξετάζεται η επίδραση των υφιστάμενων επικοινωνιακών δικτύων, συμπεριλαμβανομένης της ύπαρξης υποδομής ευρυζωνικής σύνδεσης υψηλών ταχυτήτων. Ενδεικτικά παραδείγματα αποτελούν το «σήμα ευρυζωνικής υποδομής» και τα σημεία πρόσβασης σε κτίρια με πολλαπλές οικιστικές μονάδες.

1.2 Έξυπνα Κτίρια: Ορισμός και Χαρακτηριστικά

Η έννοια των έξυπνων κτιρίων (ή ευφυών κτιρίων) άρχισε να διαμορφώνεται από τη δεκαετία του 1980, όταν οι πρώτοι ορισμοί επικεντρώθηκαν στην αυτονομία των συστημάτων και στην ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης παρέμβασης. Με την πρόοδο της τεχνολογίας, ο όρος εξελίχθηκε ώστε να ενσωματώσει τη χρήση έξυπνων τεχνολογιών και λογισμικών για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, της άνεσης των χρηστών και της λειτουργικότητας του κτιρίου.

Σύμφωνα με σύγχρονους ορισμούς, τα έξυπνα κτίρια αντιμετωπίζουν τα ζητήματα βιωσιμότητας και λειτουργικότητας μέσω τεχνολογιών αιχμής, όπως αισθητήρες, αυτοματισμούς και συστήματα διαχείρισης, για τη δημιουργία ενός διασυνδεδεμένου και ενεργειακά αποδοτικού περιβάλλοντος.

Ορισμός του Έξυπνου Κτιρίου

Ένα έξυπνο κτίριο είναι εκείνο το οποίο είναι εξοπλισμένο με **έξυπνα συστήματα** που επιτρέπουν τη **δυναμική προσαρμογή** του περιβάλλοντος του κτιρίου στις ανάγκες των χρηστών του. Αυτό σημαίνει ότι το κτίριο μπορεί να **αναγνωρίζει** τις συνθήκες (όπως τη θερμοκρασία, την υγρασία ή τη φωτεινότητα) και να προσαρμόζει τα συστήματα του (όπως θέρμανση, φωτισμός και αερισμό) ώστε να βελτιώσει την άνεση και την ενεργειακή απόδοση.

Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Κτιρίων

1. **Αυτοματοποιημένα Συστήματα Ελέγχου:** Τα έξυπνα κτίρια περιλαμβάνουν συστήματα που επιτρέπουν τον αυτοματισμό των λειτουργιών τους. Αυτό περιλαμβάνει την αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας, του φωτισμού, και του αερισμού, με βάση τις ανάγκες των χρηστών ή τις περιβαλλοντικές συνθήκες.
2. **Αισθητήρες και IoT (Internet of Things):** Η ενσωμάτωση αισθητήρων και τεχνολογιών IoT επιτρέπει στα κτίρια να επικοινωνούν με τα διάφορα συστήματα τους και να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Για παράδειγμα, αισθητήρες θερμοκρασίας και φωτεινότητας ρυθμίζουν αυτόματα τον φωτισμό και τη θέρμανση ανάλογα με την ώρα της ημέρας ή τις προτιμήσεις των χρηστών.
3. **Έξυπνοι Θερμοστάτες και Ενεργειακή Απόδοση:** Ένα χαρακτηριστικό των έξυπνων κτιρίων είναι η χρήση έξυπνων θερμοστατών που βοηθούν στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης, προσαρμόζοντας τη θέρμανση και την ψύξη ανάλογα με την πραγματική ανάγκη και τις συνθήκες.

4. **Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:** Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκά πάνελ και ηλιακοί θερμοσίφωνες, ενσωματώνεται στα έξυπνα κτίρια για να μειώσουν την εξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και να υποστηρίξουν τη βιωσιμότητα.
5. **Ενσωμάτωση σε Έξυπνα Δίκτυα:** Τα έξυπνα κτίρια συνδέονται με έξυπνα δίκτυα ενέργειας, επιτρέποντας την αμφίδρομη επικοινωνία για τον έλεγχο της ενεργειακής ροής και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, μειώνοντας ταυτόχρονα το ενεργειακό κόστος.
6. **Ασφάλεια και Παρακολούθηση:** Τα έξυπνα κτίρια διαθέτουν προηγμένα συστήματα ασφαλείας και παρακολούθησης, όπως κάμερες, ανιχνευτές κίνησης και συστήματα ειδοποίησης για την προστασία των χρηστών και του κτιριακού χώρου.
7. **Ευκολία και Άνεση Χρηστών:** Τα έξυπνα κτίρια δίνουν στους χρήστες τη δυνατότητα να ελέγχουν και να ρυθμίζουν τις συνθήκες του περιβάλλοντος μέσω εφαρμογών κινητών ή άλλων πλατφορμών, προσφέροντας υψηλότερη άνεση και ευχρηστία.

Το Crystal Building (4), που βρίσκεται στο Λονδίνο, αποτελεί ένα από τα πιο καλά παραδείγματα έξυπνου κτιρίου. Το κτίριο λειτουργεί ως κέντρο καινοτομίας, εκπαίδευσης και συνεδριακών δραστηριοτήτων, αναδεικνύοντας την εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας.



Εικόνα 2 Crystal Smart Building³

Κύρια Χαρακτηριστικά:

1. Ενεργειακή Απόδοση:
 - Σχεδιάστηκε για να έχει ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.
 - Χρησιμοποιεί ηλιακά πάνελ για την παραγωγή ενέργειας.
 - Βασίζεται σε ένα σύστημα θέρμανσης και ψύξης χωρίς ορυκτά καύσιμα.

³ <https://b1970648.smushcdn.com/1970648/wp-content/uploads/2013/02/1d9a33d11ed57ea93d90495bbcf425d2.jpg?lossy=0&strip=1&webp=1>

2. Διαχείριση Ενέργειας:

- ο Διαθέτει ένα εξελιγμένο σύστημα διαχείρισης ενέργειας που παρακολουθεί, αξιολογεί και ρυθμίζει τη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού.
- ο Υποστηρίζει την έξυπνη διαχείριση βάσει των εξωτερικών καιρικών συνθηκών.

3. Φωτισμός και Φυσικός Αερισμός:

- ο Η αρχιτεκτονική του σχεδιάστηκε για να μεγιστοποιεί τη χρήση φυσικού φωτός, μειώνοντας την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό.
- ο Ενσωματώνει συστήματα μηχανικού αερισμού, συμπεριλαμβανομένων διαδικασιών νυχτερινής ψύξης για τη μείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

4. Υποδομές για Βιώσιμη Κινητικότητα:

- ο Διαθέτει σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, ενισχύοντας τη χρήση βιώσιμων μορφών μετακίνησης.
- ο Βρίσκεται σε περιοχή με εύκολη πρόσβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς.

5. Τεχνολογίες και Καινοτομίες:

- ο Χρησιμοποιεί αισθητήρες για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα.
- ο Εφαρμόζει συστήματα αυτοματισμού που προσαρμόζουν τις λειτουργίες του κτιρίου στις ανάγκες των χρηστών.

1.3 Ενεργειακή Απόδοση και Βιωσιμότητα στο Κτιριακό Απόθεμα

Η ενεργειακή απόδοση στα κτίρια είναι ένας από τους βασικούς πυλώνες για την επίτευξη βιωσιμότητας και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Τα κτίρια καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση, τον κλιματισμό, το φωτισμό και άλλες ανάγκες, αποτελώντας έτσι έναν από τους κύριους τομείς που απαιτούν βελτίωση προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές CO₂ και να επιτευχθεί η ενεργειακή μετάβαση. Για τον λόγο αυτό, η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος είναι κρίσιμη για τη βιώσιμη ανάπτυξη και τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και τη συμβολή στη «πράσινη» οικονομία.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων συνδέεται άμεσα με τη χρήση αποδοτικών τεχνολογιών και υλικών κατασκευής, καθώς και με την εφαρμογή τεχνολογιών για την εξοικονόμηση ενέργειας. Η καλύτερη μόνωση, οι σύγχρονοι θερμοστάτες, η χρήση φυσικού φωτισμού, τα έξυπνα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, καθώς και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αποτελούν μερικά από τα εργαλεία για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Μέσω της έξυπνης διαχείρισης, τα κτίρια μπορούν να μειώσουν τη συνολική τους κατανάλωση ενέργειας και να λειτουργούν πιο αποδοτικά, με μικρότερη επίπτωση στο περιβάλλον.

Η βιωσιμότητα στο κτιριακό απόθεμα αφορά τη συνεχιζόμενη ικανότητα των κτιρίων να καλύπτουν τις ανάγκες της κοινωνίας και του περιβάλλοντος, με τρόπο που να ελαχιστοποιεί την αρνητική τους επίδραση στον πλανήτη. Η βιώσιμη ανάπτυξη στο πλαίσιο των κτιρίων περιλαμβάνει την ενσωμάτωση και την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (π.χ. ηλιακή ενέργεια, γεωθερμία, αιολική ενέργεια), την αποτελεσματική διαχείριση των φυσικών πόρων και την προώθηση της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης υλικών.

Η μετάβαση σε έξυπνα και βιώσιμα κτίρια είναι απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων του **Συμφώνου του Παρισιού για το Κλίμα** (5) και της στρατηγικής **Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (Green Deal)** (6). Τα έξυπνα κτίρια μπορούν να προσαρμόζουν την κατανάλωση ενέργειας ανάλογα με τις συνθήκες, να ενσωματώνουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να παρέχουν ένα πιο υγιές και άνετο περιβάλλον για τους χρήστες τους.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει στόχους για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση των εκπομπών CO₂ στον κτιριακό τομέα. Η **Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (EPBD)**, η οποία αναθεωρήθηκε το 2024, επιδιώκει τη σημαντική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος και την ενσωμάτωση "έξυπνων" τεχνολογιών και ανανεώσιμων πηγών, προκειμένου να επιτευχθούν οι κλιματικοί στόχοι της ΕΕ για το 2030 και το 2050 (3).

Η ενεργειακή αναβάθμιση των παλαιών κτιρίων, η ενίσχυση των υποδομών για ανανεώσιμες πηγές και η προώθηση της βιωσιμότητας στην κατασκευή νέων κτιρίων είναι κρίσιμα βήματα προς αυτή την κατεύθυνση. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως τα **έξυπνα δίκτυα ενέργειας** και τα **έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας** μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα και να μειώσει το ενεργειακό κόστος.

1.4 Το πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα Έξυπνα Κτίρια

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αναγνωρίσει τη σημασία της ενσωμάτωσης έξυπνων τεχνολογιών στα κτίρια ως βασικό παράγοντα για την επίτευξη των στόχων της για βιώσιμη ανάπτυξη, ενεργειακή αποδοτικότητα και μείωση των εκπομπών CO₂. Στο πλαίσιο αυτό, η ΕΕ έχει αναπτύξει στρατηγικές και πολιτικές για την προώθηση των έξυπνων κτιρίων και τη διαμόρφωση ενός ευνοϊκού κανονιστικού πλαισίου που να υποστηρίζει την ανάπτυξη και εφαρμογή των έξυπνων τεχνολογιών στον κτιριακό τομέα.

Η **Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (Green Deal)** (7), η οποία εγκρίθηκε το 2019, είναι μια στρατηγική πρωτοβουλία της ΕΕ με στόχο τη μετατροπή της Ευρώπης σε μια κλιματικά ουδέτερη ήπειρο μέχρι το 2050. Ο τομέας των κτιρίων διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη στρατηγική αυτή, δεδομένου ότι η ενεργειακή κατανάλωση του κτιριακού τομέα αντιπροσωπεύει σημαντικό ποσοστό των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ. Η Πράσινη Συμφωνία υπογραμμίζει την ανάγκη για ενίσχυση των επενδύσεων σε έξυπνα και ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές και να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση.

Η **Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (EPBD)** (1), είναι ένα από τα βασικά νομοθετικά εργαλεία της ΕΕ για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα. Η τελευταία αναθεώρηση της EPBD το 2024 (8) περιλαμβάνει σημαντικές διατάξεις που ενθαρρύνουν την ενσωμάτωση έξυπνων τεχνολογιών, όπως τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια. Η οδηγία επιβάλλει στα κράτη μέλη να προχωρήσουν στην αναβάθμιση του κτιριακού τους αποθέματος, με στόχο την επίτευξη χαμηλών εκπομπών άνθρακα και υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

Ο **Δείκτης Ευφούς Ετοιμότητας (SRI)** είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε από την ΕΕ για να αξιολογεί την ικανότητα των κτιρίων να ενσωματώνουν έξυπνες τεχνολογίες. Ο δείκτης SRI παρέχει έναν αξιολογικό μηχανισμό για την τεχνολογική ετοιμότητα των κτιρίων όσον αφορά την ενσωμάτωσή τους σε έξυπνα δίκτυα και την αξιοποίηση τεχνολογιών όπως οι αισθητήρες και τα αυτοματοποιημένα συστήματα διαχείρισης ενέργειας. Ο στόχος του δείκτη είναι να προωθήσει τη χρήση και την ανάπτυξη των έξυπνων τεχνολογιών, βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και υποστηρίζοντας τη μετάβαση σε πιο βιώσιμες πόλεις και κτίρια.

Η στρατηγική της ΕΕ για την **κλιματική ουδετερότητα** έως το 2050 περιλαμβάνει ειδικές κατευθύνσεις για την αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος. Τα κτίρια πρέπει να μετατραπούν σε ενεργειακά αποδοτικά και βιώσιμα, ενσωματώνοντας έξυπνες τεχνολογίες για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ελαχιστοποίηση των εκπομπών CO₂. Οι πολιτικές της ΕΕ ενθαρρύνουν τη χρήση τεχνολογιών όπως τα **έξυπνα δίκτυα ενέργειας (smart grids)** και τα **έξυπνα συστήματα θέρμανσης και ψύξης**, τα οποία επιτρέπουν στα κτίρια να συνδεθούν και να συνεργαστούν με τα δίκτυα ενέργειας, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και μειώνοντας το ενεργειακό κόστος.

Η ΕΕ παρέχει χρηματοδοτικά εργαλεία για την υποστήριξη της ανάπτυξης έξυπνων κτιρίων μέσω προγραμμάτων όπως το **Horizon Europe**⁴ και το **Cohesion Fund**⁵. Αυτά τα προγράμματα ενθαρρύνουν την καινοτομία στον τομέα των έξυπνων κτιρίων, προσφέροντας χρηματοδοτήσεις για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και τη βελτίωση των υπαρχουσών υποδομών. Μέσω αυτών των χρηματοδοτικών εργαλείων, οι ευρωπαϊκές πόλεις και οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να υλοποιήσουν έργα αναβάθμισης που προάγουν την ενεργειακή αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα.

Η ΕΕ προγραμματίζει τη συνεχιζόμενη εξέλιξη του πλαισίου της για τα έξυπνα κτίρια με στόχο την επίτευξη των κλιματικών στόχων για το 2030 και το 2050. Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, όπως η **τεχνητή νοημοσύνη** για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και η **διεύρυνση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**, αποτελεί κεντρικό στόχο για το μέλλον. Παράλληλα, η ΕΕ εξετάζει τη δυνατότητα ανάπτυξης νέων πολιτικών που θα διευκολύνουν την ευρεία εφαρμογή έξυπνων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας και την υποστήριξη της ενεργειακής μετάβασης των κτιρίων σε ένα αειφόρο μέλλον.

⁴ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en

⁵ https://ec.europa.eu/regional_policy/funding/cohesion-fund_en

1.5 Η Σχέση του SRI με τις Πολιτικές Ενέργειας και Κλίματος της ΕΕ

Το Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) ενσωματώνει μια στρατηγική προσέγγιση για την αξιολόγηση και την αναβάθμιση των κτιρίων, με στόχο την ενίσχυση της ενεργειακής τους απόδοσης και την υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης. Η σχέση του SRI με τις πολιτικές ενέργειας και κλίματος της ΕΕ είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων για την ενεργειακή αποδοτικότητα, την κλιματική ουδετερότητα και την προστασία του περιβάλλοντος. Το SRI διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην ενσωμάτωση των έξυπνων τεχνολογιών και των καινοτόμων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας που συνάδουν με τις στρατηγικές και τους στόχους της ΕΕ. Οι σχέσεις του SRI με τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιλαμβάνουν τα εξής σημεία:

- Βοηθά τα κράτη μέλη να προωθήσουν τις αναγκαίες αναβαθμίσεις και να ενσωματώσουν **έξυπνες τεχνολογίες** που βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση και ελαχιστοποιούν τις εκπομπές CO₂.
- Αξιολογεί την ικανότητα των κτιρίων να ενσωματώσουν τεχνολογίες που βελτιώνουν την ενεργειακή τους απόδοση και να διευκολύνουν την ενσωμάτωσή τους σε **έξυπνα ενεργειακά δίκτυα** (smart grids), μειώνοντας την ανάγκη για παραδοσιακές πηγές ενέργειας και μειώνοντας τις εκπομπές CO₂.
- Με την εισαγωγή του στην EPBD (3) επισημαίνει τη σημασία των «έξυπνων» τεχνολογιών για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ για το 2030 και το 2050. Οι έξυπνες τεχνολογίες, όπως οι αισθητήρες φωτισμού, οι έξυπνοι θερμοστάτες και τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας, επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας την κατανάλωση και βελτιώνοντας τη συνολική ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Ενθαρρύνει τη χρήση τεχνολογιών που μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα και να μειώσουν την ανάγκη για ενέργεια, μειώνοντας τις εκπομπές CO₂. Παράλληλα, το SRI ενθαρρύνει την αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων, καθιστώντας τα πιο έξυπνα και αποδοτικά από ενεργειακή άποψη, συμβάλλοντας στην επίτευξη των στόχων αυτών.
- Ενσωματώνει την καινοτομία, αξιολογώντας την τεχνολογική ετοιμότητα των κτιρίων να ενσωματώσουν τέτοιες τεχνολογίες, προάγοντας την υιοθέτησή τους σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αυτό ενισχύει τη βιωσιμότητα των κτιρίων και των υποδομών, υποστηρίζοντας την πράσινη μετάβαση και τις στρατηγικές της ΕΕ για την κλιματική ουδετερότητα.

1.6 Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Έξυπνα Δίκτυα

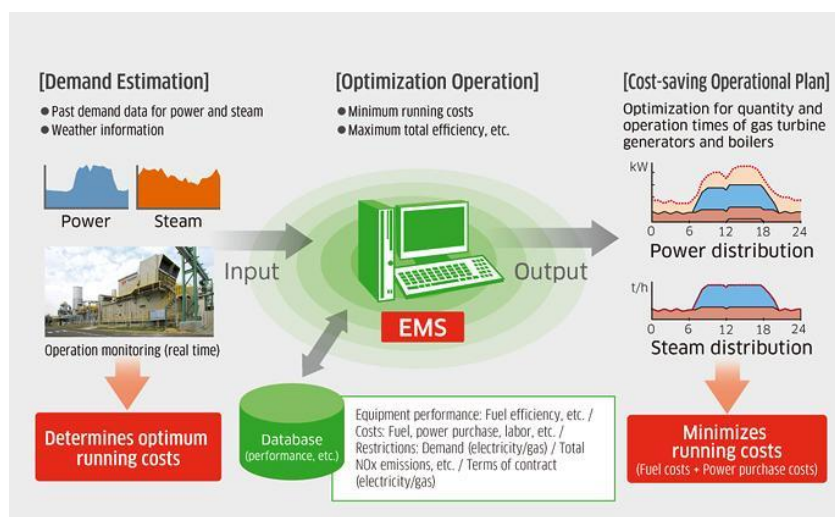
Τα **Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας** (Energy Management Systems - EMS) και τα **Έξυπνα Δίκτυα** (Smart Grids) αποτελούν θεμελιώδη στοιχεία στην προσπάθεια για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και την ενσωμάτωση των

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εξελίξεις στην τεχνολογία και την ψηφιοποίηση έχουν ανοίξει νέους δρόμους για την ανάπτυξη λύσεων που επιτρέπουν την αποτελεσματική παρακολούθηση, έλεγχο και βελτιστοποίηση της παραγωγής, αποθήκευσης και κατανάλωσης ενέργειας. Η σύνδεση αυτών των συστημάτων με την έννοια των **έξυπνων κτιρίων** ενισχύει την προσπάθεια για τη δημιουργία βιώσιμων και ενεργειακά αποδοτικών υποδομών.

1.6.1 Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας (EMS)

Ένα Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (EMS) είναι μια στρατηγική και τεχνολογική λύση που χρησιμοποιείται για τη συλλογή, ανάλυση και διαχείριση δεδομένων σχετικά με την ενέργεια σε κτίρια ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Ο στόχος του EMS είναι η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω της εφαρμογής αυτοματοποιημένων διαδικασιών και εργαλείων παρακολούθησης.

Στην περίπτωση των έξυπνων κτιρίων, το EMS είναι ζωτικής σημασίας, καθώς συνδέεται με τις έξυπνες τεχνολογίες που είναι ενσωματωμένες στα κτίρια (όπως οι αισθητήρες φωτισμού και θέρμανσης, οι έξυπνοι θερμοστάτες, κ.λπ.). Μέσω αυτών των συστημάτων, είναι δυνατόν να παρακολουθούνται οι καταναλώσεις σε πραγματικό χρόνο, να εντοπίζονται αναποτελεσματικότητες και να προτείνονται λύσεις για τη μείωση της σπατάλης ενέργειας. Τα συστήματα EMS χρησιμοποιούν συχνά αλγόριθμους και δεδομένα από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) για να εντοπίσουν τις βέλτιστες συνθήκες χρήσης ενέργειας και να συντονίσουν τις διαρθρωμένες αλλαγές στη λειτουργία των κτιρίων.



Εικόνα 3 EMS (Energy Management System)⁶

1.6.2 Έξυπνα Δίκτυα (Smart Grids)

Τα Έξυπνα Δίκτυα είναι εξελιγμένα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν ψηφιακές επικοινωνίες και αισθητήρες για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της ευστάθειας και της ασφάλειας του συστήματος ηλεκτρικής

⁶ https://global.kawasaki.com/en/energy/solutions/management/energy_management_system.html

ενέργειας. Τα έξυπνα δίκτυα επιτρέπουν τη συνεχιζόμενη παρακολούθηση της κατανομής και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας την πιο αποδοτική και ευέλικτη χρήση των πόρων ενέργειας. (7) (8)

Η κύρια λειτουργία των έξυπνων δικτύων είναι η **ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, η οποία χαρακτηρίζεται από διακυμάνσεις στην παραγωγή. Τα έξυπνα δίκτυα επιτρέπουν τη ρύθμιση της ενέργειας που παράγεται και καταναλώνεται σε επίπεδο πραγματικού χρόνου, αυξάνοντας τη σταθερότητα και τη συνολική αποδοτικότητα του συστήματος.

Σχετικά με τα **έξυπνα κτίρια**, τα έξυπνα δίκτυα μπορούν να συνδέσουν αυτά τα κτίρια με το ευρύτερο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, προσφέροντας μια αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των κτιρίων και του δικτύου. Μέσω αυτής της σύνδεσης, τα έξυπνα κτίρια μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη χρήση ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες του έξυπνου δικτύου, προσφέροντας ευκολία στην ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την αποθήκευση ενέργειας.



Εικόνα 4 Smart Grid⁷

1.6.3 Σχέση του SRI με τα EMS και τα Έξυπνα Δίκτυα

Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) αξιολογεί την ικανότητα των κτιρίων να ενσωματώσουν και να λειτουργούν με **έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας** και να συνδεθούν με τα **έξυπνα δίκτυα**. Το SRI προσφέρει μια αξιόπιστη μέθοδο για την

⁷ <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5d97b28a-ca5f-46a5-a194-2c13fd6e4aad/UnlockingSmartGridOpportunitiesinEmergingMarketsandDevelopingEconomies.pdf>

εκτίμηση της τεχνολογικής ετοιμότητας των κτιρίων να εφαρμόσουν και να εκμεταλλευτούν τα πλεονεκτήματα αυτών των συστημάτων.

- Η **σύνδεση με τα έξυπνα δίκτυα** επιτρέπει στα κτίρια να προσαρμόζουν τη ζήτηση και την κατανάλωση ενέργειας με βάση τις ανάγκες του δικτύου, συμβάλλοντας έτσι στη σταθερότητα και την αποδοτικότητα του ενεργειακού συστήματος.
- Τα **συστήματα διαχείρισης ενέργειας** επιτρέπουν στα κτίρια να αναγνωρίζουν τις ενεργειακές ανάγκες τους και να προσαρμόζουν τις καταναλώσεις τους, καθιστώντας τα πιο αποδοτικά και φιλικά προς το περιβάλλον.

Επομένως, το **SRI** είναι ένα εργαλείο που υποστηρίζει την αμφίδρομη επικοινωνία και την ευελιξία των κτιρίων με τα **έξυπνα δίκτυα**, ενισχύοντας τη δυνατότητα για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας και ενεργειακής αποδοτικότητας.

2 Ανάλυση του Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI)

2.1 Ορισμός του SRI

Ο **Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI)** αποτελεί έναν ευρωπαϊκό δείκτη που σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει την "ευφυή" ετοιμότητα των κτιρίων, με σκοπό την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη βελτίωση της βιωσιμότητας στο κτιριακό απόθεμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο δείκτης παρέχει έναν τυποποιημένο τρόπο μέτρησης της ικανότητας των κτιρίων να ενσωματώνουν και να εκμεταλλεύονται τεχνολογίες αιχμής, όπως τα συστήματα αυτοματισμού, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, προκειμένου να βελτιώσουν τη διαχείριση ενέργειας, να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων και να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες διαβίωσης στους χρήστες.

Το SRI εντάσσεται στο πλαίσιο των ευρωπαϊκών πολιτικών για την ενέργεια και το κλίμα, επιδιώκοντας την επίτευξη των στόχων της ΕΕ για μείωση των εκπομπών CO₂ και της ενίσχυσης της βιώσιμης ανάπτυξης. Ο δείκτης αυτός είναι ένα εργαλείο που υποστηρίζει την αειφορία των κτιρίων και ενισχύει την αναγκαιότητα για αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος, συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία «έξυπνων» πόλεων και υποδομών.

Η **αξιολόγηση του SRI** γίνεται με βάση διάφορους δείκτες και κριτήρια που συνδέονται με την ενσωμάτωση έξυπνων τεχνολογιών, τις ενεργειακές επιδόσεις του κτιρίου, τη σύνδεση με έξυπνα δίκτυα και την προσαρμοστικότητα του συστήματος στις ανάγκες των χρηστών. Η κατηγοριοποίηση του κτιρίου σε διάφορες κλίμακες ευφυούς ετοιμότητας επιτρέπει στους ιδιοκτήτες και τους χρήστες να κατανοήσουν καλύτερα τις δυνατότητες του κτιρίου τους και να προχωρήσουν σε αναγκαίες βελτιώσεις.

Το SRI αφορά σε **μετρήσιμα χαρακτηριστικά και υπηρεσίες** που σχετίζονται με την ενέργεια, όπως:

- Έξυπνη θέρμανση και ψύξη, η οποία προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών σε πραγματικό χρόνο.
- Αυτόματη διαχείριση του φωτισμού με βάση τις ανάγκες και την παρουσία χρηστών.
- Συστήματα διαχείρισης αερισμού για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και της άνεσης.
- Η δυνατότητα του κτιρίου να συμμετέχει σε έξυπνα δίκτυα ενέργειας, συντονίζοντας τη ζήτηση και προσφορά ενέργειας με τη βοήθεια ανανεώσιμων πηγών.

Η έννοια της **ευφυούς ετοιμότητας** δεν περιορίζεται μόνο στη διαχείριση της ενέργειας, αλλά επεκτείνεται και σε άλλες πτυχές του κτιρίου, όπως την **υγεία** των χρηστών και την **άνεση** τους, προσφέροντας λύσεις που ενσωματώνουν τις νέες τεχνολογίες και τις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας.

2.2 Μέθοδος Υπολογισμού του SRI και κλίμακα Αξιολόγησης

Η μέθοδος υπολογισμού του SRI για κάποιο κτίριο βασίζεται στα ακόλουθα βήματα, σύμφωνα με τους κανόνες της Κανονιστικής Πράξης (ΕΕ) 2020/2155:

Βήμα 1: Κατηγοριοποίηση του κτιρίου

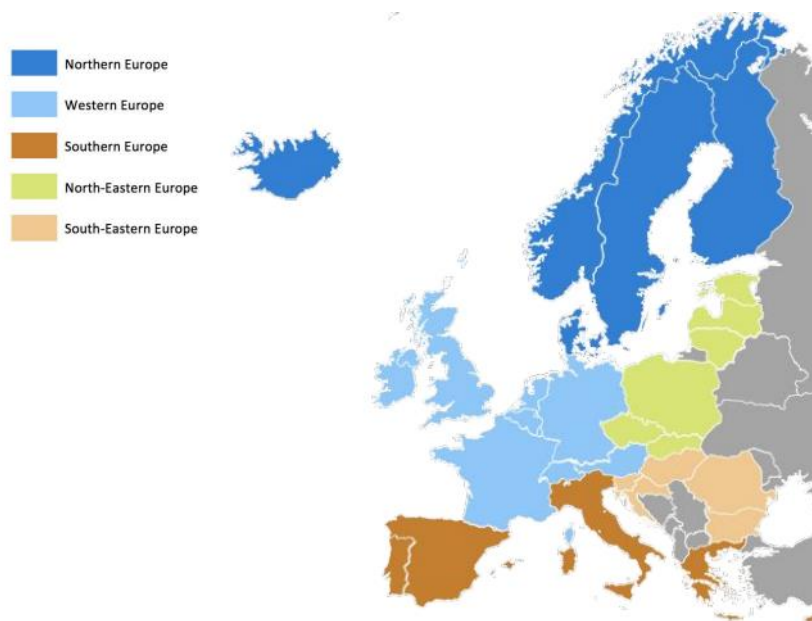
Κατατάσσουμε το κτίριο προς αξιολόγηση ανάλογα με,

1. Τον τύπο:

- Residential (κατοικία)
- Non-Residential (Γραφεία, Σχολεία, Νοσοκομεία,)

2. Την κλιματική ζώνη:

- **Northern Europe:** Denmark, Finland, Sweden, Norway, Iceland
- **Western Europe:** Austria, Belgium, France, Germany, Ireland, Luxembourg, Netherlands, United Kingdom, Liechtenstein, Switzerland
- **Southern Europe:** Greece, Italy, Malta, Portugal, Spain, Cyprus
- **North-Eastern Europe:** Czechia, Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Slovakia
- **South-Eastern Europe:** Bulgaria, Croatia, Hungary, Romania, Slovenia



Εικόνα 5 Γεωγραφικά διαμερίσματα χωρών της ΕΥ τα οποία αντιστοιχούν σε διαφορετικά βάρη τομέων αρά επηρεάζουν άμεσα τον δείκτη ευφυούς ετοιμότητας (SRI).⁸

Βήμα 2: Καταγραφή τεχνολογικών τομέων και των έξυπνων υπηρεσιών τους (Smart-Ready Services) για το κτίριο

⁸ <https://circabc.europa.eu/ui/group/54384127-eb1d-445e-9b6e-ef5ef14fe429/library/a34848e6-783c-471a-b93e-64bc5e155dfa/details?download=true> SRI training package for assessors pg53

Για την αξιολόγηση του κτιρίου μας μπορούμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε 2 μεθοδολογίες,

- A method – απλή (απουσία υπηρεσιών)
- B method – αναλυτική που περιλαμβάνει όλες τις υπηρεσίες

Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιείται η B method, η οποία δίνει μια πιο ολιστική προσέγγιση στην αξιολόγηση του κτιρίου εφόσον περιλαμβάνει περισσότερες υπηρεσίες.

Όλες οι υπηρεσίες προς αξιολόγηση είναι χωρισμένες σε 9 τεχνικούς τομείς (domains):

1. Θέρμανση
2. Ψύξη
3. Ζεστό νερό χρήσης
4. Αερισμός
5. Φωτισμός
6. Δυναμικό περίβλημα κτιρίου
7. Ηλεκτρισμός
8. Φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων
9. Παρακολούθηση και έλεγχος.

Κάποιοι τομείς κατά την κρίση του αξιολογητή μπορεί να απουσιάζουν για κάποιο κτίριο και να μην είναι υποχρεωτικοί. Μελλοντικά οι τομείς που θα επιλέγονται θα βασίζονται στην νομοθεσία της κάθε χώρας που έχει υιοθετήσει το SRI. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στις περιπτώσεις όπου ενώ απουσιάζει κάποιος τομέας, κάποιες υπηρεσίες του λαμβάνονται υπόψιν στην μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη ευφυούς ετοιμότητάς (SRI) όπως θα δούμε παρακάτω.

Κάθε υπηρεσία έχει 7 κριτήρια επίδρασης (impact criteria) στην απόδοση του κτιρίου,

1. **Ενεργειακή Αποδοτικότητα (Energy Efficiency):** Εστιάζει στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και στη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας μέσω ευφυών τεχνολογιών. Περιλαμβάνει τεχνολογίες όπως η αυτόματη προσαρμογή της θέρμανσης/ψύξης και ο φωτισμός βάσει φυσικού φωτός.
2. **Συντήρηση και Πρόβλεψη Βλαβών (Maintenance and Fault Prediction):** Στοχεύει στη μείωση του χρόνου εκτός λειτουργίας και στη βελτίωση της αξιοπιστίας των συστημάτων. Υπηρεσίες όπως η ανίχνευση βλαβών και η παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού συμβάλλουν στην πρόληψη προβλημάτων.
3. **Άνεση (Comfort):** Αξιολογεί τη βελτίωση της θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης των χρηστών του κτιρίου. Περιλαμβάνει την αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας, του φωτισμού και του αερισμού.
4. **Ευκολία (Convenience):** Εστιάζει στη βελτίωση της καθημερινής λειτουργίας για τους χρήστες μέσω αυτοματοποίησης και εύκολων στη χρήση συστημάτων. Τεχνολογίες όπως οι χρονοπρογραμματιστές φωτισμού και οι απομακρυσμένοι έλεγχοι συμβάλλουν στην ευκολία.
5. **Υγεία, Ευεξία και Προσβασιμότητα (Health, Well-being, and Accessibility):** Στοχεύει στη διατήρηση της ποιότητας του αέρα, της

θερμοκρασίας και της υγρασίας σε επίπεδα που ευνοούν την υγεία και την ευεξία. Περιλαμβάνει συστήματα που παρακολουθούν την ποιότητα του αέρα και ελέγχουν τον αερισμό.

6. **Πληροφόρηση προς τους Χρήστες (Information to Occupants):** Εστιάζει στην παροχή δεδομένων στους χρήστες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τη λειτουργία των συστημάτων. Περιλαμβάνει υπηρεσίες όπως οι αναφορές κατανάλωσης και οι ειδοποιήσεις για τη βελτίωση της αποδοτικότητας.
7. **Ευελιξία και Αποθήκευση Ενέργειας (Energy Flexibility and Storage):** Εξετάζει την ικανότητα του κτιρίου να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις του δικτύου, υποστηρίζοντας τη χρήση ανανεώσιμων πηγών και τη μείωση των αιχμών κατανάλωσης. Περιλαμβάνει τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας και ευέλικτα προγράμματα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

Για κάθε υπηρεσία, καταγράφεται το **επίπεδο λειτουργικότητας (FL)** που κυμαίνεται από 0 (απουσία) έως 4 (μέγιστο επίπεδο ευφυΐας). Βάσει της επιλογής επιπέδου λειτουργικότητας της υπηρεσίας προσδίδονται οι βαθμολογίες για τα 7 κριτήρια επίδρασης *ic* (impact criteria) της συγκεκριμένης υπηρεσίας από predefined πίνακες π.χ. για Domain: Heating και Service: H-1a: Heat emission control ,ανάλογα την επιλογή επιπέδου λειτουργικότητας (FL) θα έχουμε τις αντίστοιχες βαθμολογίες από τον παρακάτω πίνακα για τα κριτήρια επίδρασης *ic* (impact criteria) του συγκεκριμένου service H-1a (9).

Functionality levels		IMPACTS						
		Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
level 0	No automatic control	0	0	0	0	0	0	0
level 1	Central automatic control (e.g. central thermostat)	1	0	1	1	1	0	0
level 2	Individual room control (e.g. thermostatic valves, or electronic controller)	2	0	2	2	2	0	0
level 3	Individual room control with communication between controllers and to BACS	2	0	2	3	2	1	0
level 4	Individual room control with communication and occupancy detection	3	0	2	3	2	1	0

Πίνακας 1. Βαθμολογία των κριτηρίων επίδρασης ανά επίπεδο λειτουργικότητας για την υπηρεσία H-1a του τεχνικού τομέα Heating.

Στην παράγραφο 2.3 θα παρουσιαστούν αναλυτικά οι τεχνικοί τομείς και οι υπηρεσίες τους.

Βήμα 3: Υπολογισμός των Βαθμολογιών των Κριτηρίων Επίδρασης *ic* για κάθε επιλεγμένο Τεχνικό Τομέα *d*

Για κάθε τομέα *d* και κριτήριο επίδρασης *ic* (impact criterion), η βαθμολογία $I(d, ic)$ υπολογίζεται ως εξής (10):

$$I(d, ic) = \sum_{i=1}^{N_d} I_{ic} \left(FL(S_{i,d}) \right)$$

όπου:

- N_d : Συνολικός αριθμός επιλεγμένων υπηρεσιών στον τομέα d .
- $FL(S_{i,d})$: Επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας i στον τομέα d .
- $I_{ic}(FL(S_{i,d}))$: Βαθμολογία για το κριτήριο ic στο συγκεκριμένο επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας i στον τομέα d .

Επίσης υπολογίζουμε την μέγιστη δυνατή βαθμολογία για τον κάθε τομέα d και κριτήριο επίδρασης ic (9):

$$I_{max}(d, ic) = \sum_{i=1}^{N_d} I_{ic}(FL_{max}(S_{i,d}))$$

όπου:

- N_d : Συνολικός αριθμός επιλεγμένων υπηρεσιών ή υπηρεσιών που λαμβάνονται υπόψιν ακόμα και αν δεν έχουν επιλεγεί στον τομέα d .
- $FL_{max}(S_{i,d})$: Μέγιστο Επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας i στον τομέα d .
- $I_{ic}(FL_{max}(S_{i,d}))$: Μέγιστη Βαθμολογία για το κριτήριο ic στο συγκεκριμένο επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας i στον τομέα d .

Βήμα 4: Υπολογισμός των βαθμολογιών των Κριτηρίων Επίδρασης ic και των Τεχνικών Τομέων d .

Οι βαθμολογίες των κριτηρίων επίδρασης ic υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο (10),

$$SR_{ic} = \frac{\sum_{i=1}^N W_{d,ic} \cdot I(d, ic)}{\sum_{i=1}^N W_{d,ic} \cdot I_{max}(d, ic)}$$

όπου:

- N : Συνολικός αριθμός επιλεγμένων τομέων d .
- $W_{d,ic}$: είναι το βάρος του κριτηρίου επίδρασης ic στον τομέα d (domain weighing). Η τιμή του βάρους αποδίδεται από predefined πίνακα βάσει της κατηγοριοποίησης του κτιρίου (βήμα 1, γεωγραφική ζώνη και τύπος κτιρίου).
- $I(d, ic)$ Βαθμολογία για το κριτήριο ic στον τομέα d .
- $I_{max}(d, ic)$: Μέγιστη Βαθμολογία του κριτηρίου ic στον τομέα d .

Οι βαθμολογίες των τεχνικών τομέων d υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο (10),

$$SR_d = \sum_{ic} W_f(ic) \cdot \frac{I(d, ic)}{I_{max}(d, ic)}$$

όπου:

- $I(d, ic)$ Βαθμολογία για το κριτήριο ic στον τομέα d .
- $I_{max}(d, ic)$: Μέγιστη Βαθμολογία του κριτηρίου ic στον τομέα d .
- $W_f(ic)$: είναι τα βάρη ανά κριτήριο επίδρασης ic (impact weighing) τα οποία δίνονται από τον παρακάτω πίνακα

Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
0,16667	0,33333	0,08333	0,08333	0,08333	0,16667	0,08333

Πίνακας 2. βάρη ανά κριτήριο επίδρασης ic (impact weighing) (10)

Βήμα 5: Υπολογισμός των τιμών των κυρίων λειτουργιών (key functionalities)

Οι 7 βαθμολογίες κριτηρίων επίδρασης συνδυάζονται σε τρεις κύριες λειτουργίες (**key functionalities**):

1. **Ενεργειακή Απόδοση και Λειτουργία** (Energy performance and operation): Περιλαμβάνει τα κριτήρια "Ενεργειακή αποδοτικότητα" και "Συντήρηση και πρόβλεψη βλαβών".
2. **Ανταπόκριση στις Ανάγκες Χρηστών** (Response to user needs): Περιλαμβάνει τα κριτήρια "Άνεση", "Ευκολία", "Πληροφόρηση χρηστών" και "Υγεία και ευεξία".
3. **Ευελιξία Ενέργειας** (Energy flexibility): Περιλαμβάνει το κριτήριο "Ευελιξία και αποθήκευση ενέργειας".



Εικόνα 6. Κύριες Λειτουργίες και τα 7 κριτήρια επίδρασης. (10)

Η βαθμολογία ανά κύρια λειτουργία SR_f υπολογίζεται ως εξής (9):

$$SR_f = \sum_{ic} W_{kf}(ic) \cdot SR_{ic}$$

όπου:

- $W_{kf}(ic)$: είναι τα βάρη κύριων λειτουργιών τα οποία υπολογίζονται από τα βάρη των κριτηρίων επίδρασης ic (impact weighing) τα οποία δίνονται από τον παρακάτω πίνακα (9)

Energy efficiency $W_{kf}(ic1)$	Energy flexibility and storage $W_{kf}(ic2)$	Comfort $W_{kf}(ic3)$	Convenience $W_{kf}(ic4)$	Health, well-being and accessibility $W_{kf}(ic5)$	Maintenance and fault prediction $W_{kf}(ic6)$	Information to occupants $W_{kf}(ic7)$
0,5	1	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25

Πίνακας 3 Βάρη κριτηρίων επίδρασης για τον υπολογισμό των κύριων λειτουργιών

Τα άνω με χρήση του πίνακα $W_f(ic)$ υπολογίζονται ως εξής (9),

$$W_{kf}(ic1) = \frac{W_f(ic1)}{W_f(ic1) + W_f(ic6)} = 0,5$$

$$W_{kf}(ic2) = \frac{W_f(ic2)}{W_f(ic2)} = 1$$

$$W_{kf}(ic3) = \frac{W_f(ic3)}{W_f(ic3) + W_f(ic4) + W_f(ic5) + W_f(ic7)} = 0,25$$

$$W_{kf}(ic4) = \frac{W_f(ic4)}{W_f(ic3) + W_f(ic4) + W_f(ic5) + W_f(ic7)} = 0,25$$

$$W_{kf}(ic5) = \frac{W_f(ic5)}{W_f(ic3) + W_f(ic4) + W_f(ic5) + W_f(ic7)} = 0,25$$

$$W_{kf}(ic6) = \frac{W_f(ic6)}{W_f(ic1) + W_f(ic6)} = 0,5$$

$$W_{kf}(ic7) = \frac{W_f(ic7)}{W_f(ic3) + W_f(ic4) + W_f(ic5) + W_f(ic7)} = 0,25$$

Βήμα 6: Υπολογισμός Τελικής Βαθμολογίας SRI

Η συνολική βαθμολογία SRI είναι το σταθμισμένο άθροισμα των τριών κύριων λειτουργιών (10), (9):

$$SR = \sum_{f=1}^3 W_f \cdot SR_f$$

όπου:

- W_f : βάρος για την κύρια λειτουργία f . Οι κύριες λειτουργίες θεωρούμε ότι έχουν ίδια βαρύτητα οπότε $W_f = 1/3$

Βήμα 7: Κατάταξη Κτιρίου σε κλάσεις ανάλογα την βαθμολογία SRI

Η τελική βαθμολογία SRI κατατάσσει το κτίριο σε μία από τις 7 κλάσεις Smart Readiness:

Κλάση	Βαθμολογία (%)	Επίπεδο ενσωμάτωσης έξυπνων τεχνολογιών
A	90-100	Πολύ υψηλό
B	80-90	Υψηλό
C	65-80	Μέτριο
D	50-65	Χαμηλό
E	35-50	Πολύ χαμηλό
F	20-35	Ελάχιστο
G	<20	Μηδενικό

Πίνακας 4 Κατάταξη A..G βάση του SRI score

2.3 Τεχνικοί Τομείς και Υπηρεσίες

Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) χωρίζεται σε διάφορα **domains** (τομείς), καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει ένα σύνολο **services** (υπηρεσιών). Οι τομείς αυτοί καλύπτουν διαφορετικές λειτουργικές περιοχές των κτιρίων και περιλαμβάνουν υπηρεσίες που αξιολογούν την "ευφυή" λειτουργικότητα και ετοιμότητα των συστημάτων τους. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι τομείς (domains) και οι υπηρεσίες τους.

Heating (Θέρμανση)

Αφορά τη θέρμανση των χώρων του κτιρίου. Περιλαμβάνει τον έλεγχο, την αποθήκευση, και την παραγωγή θερμότητας.

Υπηρεσίες:

- **H-1a:** Έλεγχος εκπομπής θερμότητας από το σύστημα θέρμανσης. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

F	Περιγραφή	Παράδειγμα
L		

0	Δεν υπάρχει έλεγχος θερμοκρασίας	Ένα απλό θερμαντικό σώμα χωρίς θερμοστάτη, που λειτουργεί συνεχώς χωρίς ρύθμιση.
1	Χειροκίνητος έλεγχος θερμοκρασίας.	Θερμοστάτης χώρου που ο χρήστης ρυθμίζει μη αυτόματα.
2	Τοπικός έλεγχος ανά ζώνη.	Θερμοστάτες σε κάθε δωμάτιο που επιτρέπουν ανεξάρτητο έλεγχο.
3	Αυτόματος προγραμματιζόμενος έλεγχος.	Έξυπνοι θερμοστάτες με λειτουργία χρονοπρογραμματισμού και ανίχνευση παρουσίας.
4	Προηγμένος έλεγχος βασισμένος σε δεδομένα.	Έλεγχος θερμοκρασίας με βάση τις καιρικές προβλέψεις ή τον αριθμό των χρηστών στο χώρο.

- **H-1b:** Έλεγχος θερμικών ενεργών συστημάτων κατασκευών (TABS). Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

F L	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Ο χρήστης πρέπει να ρυθμίζει χειροκίνητα τη θερμοκρασία και την εκπομπή θερμότητας.
1	Κεντρικός αυτόματος έλεγχος	Το σύστημα ελέγχει αυτόματα τη θερμοκρασία σε κεντρικό επίπεδο, χωρίς ανάγκη χειροκίνητης ρύθμισης.
2	Προηγμένος κεντρικός αυτόματος έλεγχος	Το σύστημα ρυθμίζει πιο έξυπνα τη θερμοκρασία, προσαρμόζοντας τις ρυθμίσεις ανάλογα με την ανάγκη.
3	Προηγμένος κεντρικός αυτόματος έλεγχος με διαλείπουσα λειτουργία και/ή έλεγχο θερμοκρασίας δωματίου	Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί περιοδικά και να προσαρμόζεται με βάση την τρέχουσα θερμοκρασία του δωματίου.

- **H-1c:** Έλεγχος θερμοκρασίας του ρευστού διανομής. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Ο χρήστης ρυθμίζει χειροκίνητα τη θερμοκρασία του ρευστού ή της ροής αέρα/νερού.
1	Έλεγχος με αντιστάθμιση εξωτερικής θερμοκρασίας	Η θερμοκρασία διανομής προσαρμόζεται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία (π.χ., θερμοκρασία έξω).
2	Έλεγχος με βάση τη ζήτηση	Η θερμοκρασία διανομής προσαρμόζεται σύμφωνα με τις ανάγκες θέρμανσης ή ψύξης του χώρου.

- **H-1d:** Έλεγχος αντλιών διανομής. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
----	-----------	------------

0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Ο χρήστης ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τις αντλίες χειροκίνητα, χωρίς καμία αυτοματοποιημένη διαδικασία.
1	Έλεγχος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης	Οι αντλίες ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται με βάση τη συγκεκριμένη ρύθμιση (π.χ. on/off switch).
2	Πολυστάδιος έλεγχος	Η λειτουργία των αντλιών ελέγχεται σε διάφορα στάδια, ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου.
3	Έλεγχος αντλίας με μεταβλητή ταχύτητα (εκτιμήσεις μονάδας αντλίας (εσωτερικές))	Η ταχύτητα της αντλίας προσαρμόζεται με βάση εκτιμήσεις από τη μονάδα αντλίας ή άλλες εσωτερικές παραμέτρους.

- **H-1f:** Σύστημα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας (TES). Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Συνεχής λειτουργία αποθήκευσης	Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας λειτουργεί αδιάκοπα, χωρίς προγραμματισμένες ή ελεγχόμενες παρεμβάσεις.
1	Λειτουργία αποθήκευσης με προγραμματισμένο χρόνο	Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας ενεργοποιείται και απενεργοποιείται σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο πρόγραμμα.
2	Λειτουργία αποθήκευσης με βάση πρόβλεψη φορτίου	Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας προσαρμόζεται σύμφωνα με προβλέψεις για τις ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου.
3	Αποθήκευση θερμότητας ικανή για ευέλικτο έλεγχο μέσω σημάτων δικτύου (π.χ. DSM)	Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας ελέγχεται με βάση εξωτερικά σήματα, όπως σήματα από το δίκτυο διαχείρισης ζήτησης (DSM).

- **H-2a:** Έλεγχος εγκαταστάσεων παραγωγής θερμότητας (εκτός αντλιών θερμότητας). Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Έλεγχος σταθερής θερμοκρασίας	Η γεννήτρια θερμότητας λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία, χωρίς να προσαρμόζεται ανάλογα με εξωτερικές συνθήκες.
1	Έλεγχος μεταβλητής θερμοκρασίας ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία	Η θερμοκρασία της γεννήτριας θερμότητας προσαρμόζεται με βάση την εξωτερική θερμοκρασία (π.χ., αυξάνεται αν κάνει κρύο έξω).
2	Έλεγχος μεταβλητής θερμοκρασίας ανάλογα με το φορτίο (π.χ. θερμοκρασία νερού τροφοδοσίας)	Η θερμοκρασία της γεννήτριας θερμότητας προσαρμόζεται με βάση τις ανάγκες του συστήματος, όπως η θερμοκρασία του νερού τροφοδοσίας.

- **H-2b:** Έλεγχος εγκαταστάσεων παραγωγής θερμότητας για αντλίες θερμότητας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Έλεγχος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης της γεννήτριας θερμότητας	Η γεννήτρια θερμότητας ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται χειροκίνητα ή με βάση έναν απλό διακόπτη (on/off).
1	Πολυστάδιος έλεγχος της ικανότητας της γεννήτριας θερμότητας ανάλογα με το φορτίο ή τη ζήτηση	Η γεννήτρια θερμότητας ρυθμίζει τη ικανότητά της σε διάφορα στάδια, π.χ. ενεργοποιώντας/απενεργοποιώντας πολλαπλούς συμπιεστές.
2	Μεταβλητός έλεγχος της ικανότητας της γεννήτριας θερμότητας ανάλογα με το φορτίο ή τη ζήτηση	Η ικανότητα της γεννήτριας θερμότητας ρυθμίζεται δυναμικά, για παράδειγμα με χρήση bypass ζεστού αερίου ή έλεγχο συχνότητας μετατροπέα.
3	Μεταβλητός έλεγχος της ικανότητας της γεννήτριας θερμότητας ανάλογα με το φορτίο ΚΑΙ εξωτερικά σήματα από το δίκτυο	Η ικανότητα της γεννήτριας θερμότητας προσαρμόζεται δυναμικά με βάση το φορτίο και εξωτερικά σήματα, όπως σήματα από το δίκτυο ενέργειας.

- **H-2d:** Αλληλουχία πολλαπλών παραγωγών θερμότητας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Προτεραιότητες μόνο με βάση τον χρόνο λειτουργίας	Οι γεννήτριες θερμότητας ενεργοποιούνται σύμφωνα με τον χρόνο που έχουν λειτουργήσει, ανεξάρτητα από την απόδοσή τους.
1	Έλεγχος σύμφωνα με προκαθορισμένη λίστα προτεραιοτήτων: π.χ. με βάση την αποδοτικότητα ενέργειας	Η ενεργοποίηση των γεννητριών θερμότητας γίνεται με βάση μια σταθερή ιεραρχία, όπως η ενεργειακή απόδοση των μονάδων.
2	Έλεγχος σύμφωνα με δυναμική λίστα προτεραιοτήτων (με βάση την τρέχουσα ενεργειακή αποδοτικότητα, εκπομπές άνθρακα και ικανότητα των γεννητριών)	Η προτεραιότητα δίνεται στις γεννήτριες με βάση τη δυναμική τους απόδοση και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (π.χ., ηλιακή, γεωθερμική, συνδυασμένη παραγωγή, ορυκτά καύσιμα).
3	Έλεγχος σύμφωνα με δυναμική λίστα προτεραιοτήτων (με βάση το τρέχον & προβλεπόμενο φορτίο, ενεργειακή αποδοτικότητα, εκπομπές άνθρακα και ικανότητα των γεννητριών)	Η ενεργοποίηση των γεννητριών γίνεται με βάση προβλέψεις για το φορτίο, την ενεργειακή απόδοση και τις εκπομπές άνθρακα.
4	Έλεγχος σύμφωνα με δυναμική λίστα προτεραιοτήτων (με βάση το τρέχον & προβλεπόμενο φορτίο, ενεργειακή αποδοτικότητα, εκπομπές άνθρακα, ικανότητα των γεννητριών & εξωτερικά σήματα από το δίκτυο)	Οι γεννήτριες ελέγχονται με βάση ένα δυναμικό σύστημα προτεραιοτήτων που περιλαμβάνει το φορτίο, την αποδοτικότητα, τις εκπομπές, την ικανότητα και σήματα από το δίκτυο ενέργειας.

- **H-3:** Παροχή αναφοράς στους χρήστες και διαχειριστές. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αναφορά	Δεν γίνεται καμία αναφορά ή παρακολούθηση των δεδομένων απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.
1	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά των τρεχουσών δεικτών απόδοσης (π.χ. θερμοκρασίες, χρήση ενέργειας μέσω μετρητών)	Το σύστημα αποστέλλει δεδομένα όπως οι τρέχουσες θερμοκρασίες ή η κατανάλωση ενέργειας σε κεντρικό ή απομακρυσμένο σημείο.
2	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά των τρεχουσών δεικτών απόδοσης και ιστορικών δεδομένων	Εκτός από τις τρέχουσες τιμές, παρέχεται και ιστορικό δεδομένων για την απόδοση του συστήματος θέρμανσης.
3	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά της αξιολόγησης απόδοσης που περιλαμβάνει προβλέψεις και/ή σύγκριση (benchmarking)	Η αναφορά περιλαμβάνει ανάλυση της απόδοσης του συστήματος με προβλέψεις για το μέλλον και σύγκριση με άλλες μονάδες ή πρότυπα.
4	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά της αξιολόγησης απόδοσης που περιλαμβάνει προβλέψεις και/ή σύγκριση (benchmarking); επίσης περιλαμβάνει προγνωστική διαχείριση και ανίχνευση σφαλμάτων	Εκτός από την αξιολόγηση απόδοσης, η αναφορά περιλαμβάνει προγνωστικά εργαλεία για τη διαχείριση του συστήματος και εντοπισμό πιθανών σφαλμάτων ή προβλημάτων.

- **H-4:** Ευελιξία και αλληλεπίδραση με το ενεργειακό δίκτυο. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί χωρίς αυτοματοποιημένο έλεγχο, με πλήρη χειροκίνητη διαχείριση.
1	Προγραμματισμένη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης	Το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί σύμφωνα με προκαθορισμένο πρόγραμμα, χωρίς να προσαρμόζεται σε εξωτερικές συνθήκες.
2	Αυτο-εκπαιδευόμενος βέλτιστος έλεγχος του συστήματος θέρμανσης	Το σύστημα θέρμανσης μαθαίνει αυτόματα και προσαρμόζει τις ρυθμίσεις του για να βελτιώσει την απόδοση με την πάροδο του χρόνου.
3	Το σύστημα θέρμανσης ικανό για ευέλικτο έλεγχο μέσω σημάτων από το δίκτυο (π.χ. DSM)	Η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης προσαρμόζεται με βάση σήματα από το δίκτυο, όπως για παράδειγμα από ένα σύστημα διαχείρισης ζήτησης (DSM).
4	Βελτιστοποιημένος έλεγχος του συστήματος θέρμανσης με βάση τοπικές προβλέψεις και σήματα από το δίκτυο (π.χ. μέσω ελέγχου μοντέλου πρόβλεψης)	Το σύστημα θέρμανσης ρυθμίζεται με βάση τις τοπικές προβλέψεις και τα σήματα του δικτύου, χρησιμοποιώντας τεχνικές πρόβλεψης και βελτιστοποίησης όπως ο έλεγχος μοντέλου πρόβλεψης (MPC).

Cooling (Ψύξη)

Ασχολείται με την ψύξη των χώρων, προσφέροντας άνεση και βελτιστοποίηση ενέργειας.

Υπηρεσίες:

- **C-1a:** Έλεγχος εκπομπής ψύχους. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Το σύστημα ψύξης λειτουργεί χωρίς αυτόματη ρύθμιση, απαιτεί πλήρη χειροκίνητη παρέμβαση.
1	Κεντρικός αυτόματος έλεγχος	Η θερμοκρασία ψύξης ρυθμίζεται αυτόματα από κεντρικό σύστημα ελέγχου, χωρίς αναγνώριση του δωματίου.
2	Ατομικός έλεγχος δωματίου	Το σύστημα ψύξης ελέγχει τη θερμοκρασία σε κάθε δωμάτιο ξεχωριστά.
3	Ατομικός έλεγχος δωματίου με επικοινωνία μεταξύ ελεγκτών και BACS	Κάθε δωμάτιο ρυθμίζει τη θερμοκρασία του με επικοινωνία με το σύστημα κεντρικής αυτοματοποιημένης διαχείρισης (BACS).
4	Ατομικός έλεγχος δωματίου με επικοινωνία και ανίχνευση παρουσίας	Το σύστημα ψύξης ελέγχει τη θερμοκρασία του δωματίου και ανιχνεύει την παρουσία ατόμων για να ρυθμίσει την κατανάλωση ενέργειας.

- **C-1b:** Έλεγχος θερμικών ενεργών συστημάτων κατασκευών (TABS) για ψύξη. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Το σύστημα ψύξης TABS λειτουργεί χωρίς αυτόματο έλεγχο.
1	Κεντρικός αυτόματος έλεγχος	Η λειτουργία ψύξης TABS ελέγχεται αυτόματα από κεντρικό σύστημα.
2	Προχωρημένος κεντρικός αυτόματος έλεγχος	Η λειτουργία ψύξης TABS προσαρμόζεται με πιο εξελιγμένες τεχνικές κεντρικού ελέγχου.
3	Προχωρημένος κεντρικός αυτόματος έλεγχος με διαλείπουσα λειτουργία και/ή έλεγχο θερμοκρασίας δωματίου	Ο έλεγχος περιλαμβάνει διαλείπουσες λειτουργίες και προσαρμογή θερμοκρασίας του δωματίου.

- **C-1c:** Έλεγχος θερμοκρασίας ρευστού διανομής για ψύξη. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Έλεγχος σταθερής θερμοκρασίας	Το σύστημα διατηρεί μια σταθερή θερμοκρασία χωρίς να

		προσαρμόζεται στις εξωτερικές συνθήκες.
1	Έλεγχος με αντιστάθμιση εξωτερικής θερμοκρασίας	Η θερμοκρασία του νερού προσαρμόζεται σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία.
2	Έλεγχος βάσει ζήτησης	Η θερμοκρασία του ψυχρού νερού ρυθμίζεται ανάλογα με τη ζήτηση στο σύστημα.

- **C-1d:** Έλεγχος αντλιών διανομής για ψύξη. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Η αντλία λειτουργεί χειροκίνητα χωρίς αυτόματο έλεγχο.
1	Έλεγχος on/off	Η αντλία ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται ανάλογα με την ανάγκη.
2	Πολυστάδιος έλεγχος	Η αντλία ελέγχεται σε διάφορα στάδια με διαφορετική ροή ανάλογα με τη ζήτηση.
3	Έλεγχος αντλίας με μεταβλητή ταχύτητα (εκτιμήσεις αντλίας εσωτερικά)	Η αντλία προσαρμόζει την ταχύτητά της σύμφωνα με τις ανάγκες του συστήματος, με εκτιμήσεις εσωτερικών παραμέτρων.
4	Έλεγχος αντλίας με μεταβλητή ταχύτητα (εξωτερικό σήμα ζήτησης)	Η αντλία προσαρμόζει την ταχύτητά της σύμφωνα με σήματα ζήτησης από το εξωτερικό σύστημα.

- **C-1f:** Σύστημα αποθήκευσης ψυκτικής ενέργειας (CES). Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς διασύνδεση	Δεν υπάρχει μηχανισμός για αποφυγή ταυτόχρονης θέρμανσης και ψύξης στο ίδιο δωμάτιο.
1	Μερική διασύνδεση	Η διασύνδεση περιορίζεται στο να ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες ταυτόχρονης θέρμανσης και ψύξης, π.χ. με ρυθμίσεις θερμοκρασίας.
2	Ολική διασύνδεση	Το σύστημα ελέγχει και αποτρέπει αυστηρά την ταυτόχρονη θέρμανση και ψύξη.

- **C-1g:** Έλεγχος εγκαταστάσεων αποθήκευσης θερμικής ενέργειας (TES). Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Συνεχής λειτουργία αποθήκευσης	Η αποθήκευση ενέργειας συνεχίζεται αδιάλειπτα, χωρίς προγραμματισμούς ή περιορισμούς.
1	Λειτουργία αποθήκευσης με χρονικό πρόγραμμα	Η αποθήκευση ενέργειας πραγματοποιείται σύμφωνα με προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα.

2	Λειτουργία αποθήκευσης βάσει πρόβλεψης φόρτου	Η αποθήκευση ενέργειας προσαρμόζεται βάσει των προβλέψεων για τη ζήτηση ενέργειας.
3	Ψυχρή αποθήκευση ικανή για ευέλικτο έλεγχο μέσω σημάτων από το δίκτυο (π.χ. DSM)	Η αποθήκευση ενέργειας μπορεί να προσαρμόζεται δυναμικά μέσω εξωτερικών σημάτων από το δίκτυο, όπως το DSM.

- **C-2a:** Έλεγχος εγκαταστάσεων παραγωγής ψύχους. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Έλεγχος On/Off για την παραγωγή ψύξης	Η ψύξη ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται με βάση την ανάγκη χωρίς μεταβολή στη δυναμικότητα του συστήματος.
1	Πολυστάδιος έλεγχος ικανότητας παραγωγής ψύξης ανάλογα με τη ζήτηση ή φόρτο	Το σύστημα ψύξης προσαρμόζει την ικανότητά του σε διάφορα στάδια, π.χ. ενεργοποιώντας πολλαπλούς συμπιεστές ανάλογα με τις ανάγκες.
2	Μεταβλητός έλεγχος της ικανότητας παραγωγής ψύξης ανάλογα με τη ζήτηση ή φόρτο	Η παραγωγή ψύξης ρυθμίζεται μεταβλητά με συστήματα όπως ο έλεγχος της συχνότητας του inverter ή η παράκαμψη του καυτού αερίου.
3	Μεταβλητός έλεγχος της ικανότητας παραγωγής ψύξης ανάλογα με τη ζήτηση ΚΑΙ τα εξωτερικά σήματα του δικτύου	Η ψύξη προσαρμόζεται τόσο στις εσωτερικές ανάγκες όσο και σε εξωτερικά σήματα, όπως από το δίκτυο ενέργειας.

- **C-2d:** Αλληλουχία πολλαπλών παραγωγών ψύχους. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Προτεραιότητες μόνο με βάση τον χρόνο λειτουργίας	Η σειριοποίηση των γεννητριών ψύξης βασίζεται στον χρόνο λειτουργίας τους χωρίς να λαμβάνονται υπόψη άλλες παράμετροι.
1	Σειριοποίηση με σταθερές προτεραιότητες μόνο με βάση τα φορτία	Οι γεννήτριες ψύξης ενεργοποιούνται με βάση το φορτίο και τα χαρακτηριστικά τους, όπως οι απορροφητικοί ψύκτες ή οι φυγοκεντρικοί ψύκτες.
2	Δυναμικές προτεραιότητες με βάση την απόδοση και τα χαρακτηριστικά της γεννήτριας	Η σειριοποίηση λαμβάνει υπόψη την απόδοση των γεννητριών και τη δυνατότητα δωρεάν ψύξης, π.χ. η διαθεσιμότητα εξωτερικής ψύξης.
3	Σειριοποίηση με πρόβλεψη φόρτου: η σειρά καθορίζεται από την απόδοση και τη διαθέσιμη ισχύ της συσκευής και την προβλεπόμενη απαίτηση ισχύος	Η σειρά της λειτουργίας καθορίζεται από την προβλεπόμενη ανάγκη ψύξης και την απόδοση των γεννητριών.
4	Σειριοποίηση με δυναμική προτεραιότητα, περιλαμβάνοντας εξωτερικά σήματα από το δίκτυο	Η σειριοποίηση βασίζεται τόσο στις παραμέτρους των συσκευών όσο και σε εξωτερικά σήματα από το δίκτυο.

- **C-3:** Παροχή αναφοράς στους χρήστες και διαχειριστές. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αναφορά	Δεν υπάρχει αναφορά για την απόδοση του συστήματος ψύξης.
1	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά των τρεχουσών δεικτών απόδοσης (π.χ. θερμοκρασίες, χρήση ενέργειας μέσω μετρητών)	Το σύστημα ψύξης αποστέλλει τρέχοντα δεδομένα απόδοσης, όπως θερμοκρασίες ή κατανάλωση ενέργειας σε κεντρικό ή απομακρυσμένο σημείο.
2	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά των τρεχουσών δεικτών απόδοσης και ιστορικών δεδομένων	Παρέχονται τρέχουσες και ιστορικές πληροφορίες για την απόδοση του συστήματος ψύξης.
3	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά της αξιολόγησης απόδοσης που περιλαμβάνει προβλέψεις και/ή σύγκριση (benchmarking)	Η αναφορά περιλαμβάνει ανάλυση της απόδοσης του συστήματος με προβλέψεις και συγκρίσεις με άλλα συστήματα ή βιομηχανικά πρότυπα.
4	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά της αξιολόγησης απόδοσης που περιλαμβάνει προβλέψεις και/ή σύγκριση (benchmarking); επίσης περιλαμβάνει προγνωστική διαχείριση και ανίχνευση σφαλμάτων	Η αναφορά περιλαμβάνει επίσης προγνωστικά εργαλεία και ανίχνευση σφαλμάτων για την καλύτερη διαχείριση του συστήματος.

- **C-4:** Ευελιξία και αλληλεπίδραση με το ενεργειακό δίκτυο. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Το σύστημα ψύξης δεν ελέγχεται αυτόματα και απαιτεί πλήρη χειροκίνητη διαχείριση.
1	Προγραμματισμένη λειτουργία του συστήματος ψύξης	Το σύστημα ψύξης λειτουργεί σύμφωνα με προκαθορισμένο πρόγραμμα χωρίς να προσαρμόζεται στις εξωτερικές συνθήκες.
2	Αυτο-εκπαιδευόμενος βέλτιστος έλεγχος του συστήματος ψύξης	Το σύστημα ψύξης μαθαίνει αυτόματα και προσαρμόζει τις ρυθμίσεις του για να βελτιώσει την απόδοση με την πάροδο του χρόνου.
3	Σύστημα ψύξης ικανό για ευέλικτο έλεγχο μέσω σημάτων από το δίκτυο (π.χ. DSM)	Η λειτουργία του συστήματος ψύξης προσαρμόζεται βάσει σημάτων από το δίκτυο, όπως το DSM.
4	Βελτιστοποιημένος έλεγχος του συστήματος ψύξης με βάση τοπικές προβλέψεις και σήματα από το δίκτυο (π.χ. μέσω ελέγχου μοντέλου πρόβλεψης)	Η ψύξη ρυθμίζεται με βάση τις τοπικές προβλέψεις και τα σήματα του δικτύου, χρησιμοποιώντας μοντέλα πρόβλεψης για βελτιστοποίηση.

Domestic Hot Water (Ζεστό Νερό Χρήσης)

Καλύπτει τα συστήματα που παρέχουν ζεστό νερό για οικιακή ή επαγγελματική χρήση. Στόχος είναι η αποδοτική θέρμανση του νερού και η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Υπηρεσίες:

- **DHW-1a:** Έλεγχος θερμοκρασίας ζεστού νερού χρήσης με θέρμανση από ηλεκτρισμό ή ενσωματωμένη αντλία θερμότητας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Αυτόματος έλεγχος on / off	Το σύστημα ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται αυτόματα χωρίς χρονοπρογραμματισμό ή άλλες παραμέτρους.
1	Αυτόματος έλεγχος on / off και ενεργοποίηση προγραμματισμένης φόρτισης	Η φόρτιση του συστήματος μπορεί να ενεργοποιείται ή να απενεργοποιείται, με τη δυνατότητα προγραμματισμού.
2	Αυτόματος έλεγχος on / off και ενεργοποίηση προγραμματισμένης φόρτισης και διαχείριση αποθήκευσης με πολλαπλούς αισθητήρες	Εκτός από τον έλεγχο on/off και τον προγραμματισμό, η φόρτιση διαχειρίζεται με πολλαπλούς αισθητήρες για καλύτερη παρακολούθηση.
3	Αυτόματος έλεγχος φόρτισης με βάση τη διαθεσιμότητα ανανεώσιμων πηγών ή πληροφορίες από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (DR, DSM)	Ο έλεγχος φόρτισης προσαρμόζεται ανάλογα με την τοπική διαθεσιμότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή εξωτερικά σήματα, όπως το DSM.

- **DHW-1b:** Έλεγχος θερμοκρασίας ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιώντας παραγωγή ζεστού νερού. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Αυτόματος έλεγχος on / off	Το σύστημα ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται αυτόματα χωρίς άλλες παραμέτρους.
1	Αυτόματος έλεγχος on / off και ενεργοποίηση προγραμματισμένης φόρτισης	Η φόρτιση του συστήματος μπορεί να ενεργοποιείται ή να απενεργοποιείται, με τη δυνατότητα προγραμματισμού.
2	Αυτόματος έλεγχος on / off, ενεργοποίηση προγραμματισμένης φόρτισης και έλεγχος θερμοκρασίας προσφοράς με βάση τη ζήτηση ή διαχείριση αποθήκευσης με πολλαπλούς αισθητήρες	Ο έλεγχος θερμοκρασίας της προσφοράς προσαρμόζεται με βάση τη ζήτηση ή τη διαχείριση αποθήκευσης με πολλαπλούς αισθητήρες.
3	Το σύστημα παραγωγής DHW ικανό για αυτόματο έλεγχο φόρτισης με βάση εξωτερικά σήματα (π.χ. από δίκτυο θέρμανσης περιοχής)	Ο έλεγχος φόρτισης προσαρμόζεται σύμφωνα με εξωτερικά σήματα, π.χ. από το δίκτυο θέρμανσης περιοχής.

- **DHW-1d:** Έλεγχος θερμοκρασίας ζεστού νερού χρήσης με ηλιακό συλλέκτη και συμπληρωματική παραγωγή θερμότητας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χειροκίνητος έλεγχος επιλογής ηλιακής ενέργειας ή παραγωγής θερμότητας	Η ενέργεια από τον ηλιακό συλλέκτη ή η παραγωγή θερμότητας επιλέγεται χειροκίνητα.
1	Αυτόματος έλεγχος φόρτισης ηλιακής αποθήκευσης (Προτεραιότητα 1) και φόρτιση συμπληρωματικής αποθήκευσης	Η φόρτιση ηλιακής αποθήκευσης γίνεται αυτόματα με προτεραιότητα και η φόρτιση συμπληρωματικής αποθήκευσης.
2	Αυτόματος έλεγχος φόρτισης ηλιακής αποθήκευσης (Προτεραιότητα 1) και φόρτιση συμπληρωματικής αποθήκευσης και έλεγχος προσφοράς με βάση τη ζήτηση ή διαχείριση αποθήκευσης με πολλαπλούς αισθητήρες	Το σύστημα προσαρμόζει τη φόρτιση με βάση τη ζήτηση και χρησιμοποιεί πολλαπλούς αισθητήρες για καλύτερη διαχείριση της αποθήκευσης.
3	Αυτόματος έλεγχος φόρτισης ηλιακής αποθήκευσης (Προτεραιότητα 1) και φόρτιση συμπληρωματικής αποθήκευσης, έλεγχος θερμοκρασίας προσφοράς και επιστροφής με βάση τη ζήτηση και διαχείριση αποθήκευσης με πολλαπλούς αισθητήρες	Το σύστημα ελέγχει τη φόρτιση της αποθήκευσης και την επιστροφή της θερμότητας με βάση τη ζήτηση και τις παραμέτρους αποθήκευσης.

- **DHW-2b:** Σειριοποίηση σε περίπτωση διαφορετικών γεννητριών DHW. Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Προτεραιότητες μόνο με βάση τον χρόνο λειτουργίας	Η σειριοποίηση γίνεται βάσει του χρόνου λειτουργίας των γεννητριών χωρίς να λαμβάνονται υπόψη άλλες παράμετροι.
1	Έλεγχος σύμφωνα με μια σταθερή λίστα προτεραιοτήτων, π.χ. με βάση την ενεργειακή απόδοση	Οι γεννήτριες DHW ενεργοποιούνται με βάση μια σταθερή λίστα προτεραιοτήτων, όπως η ενεργειακή απόδοση τους.
2	Έλεγχος σύμφωνα με δυναμική λίστα προτεραιοτήτων (βάσει της τρέχουσας ενεργειακής απόδοσης, εκπομπών CO ₂ και ικανότητας των γεννητριών)	Η σειριοποίηση προσαρμόζεται με βάση τη δυναμική απόδοση των γεννητριών και τις εκπομπές CO ₂ .
3	Έλεγχος σύμφωνα με δυναμική λίστα προτεραιοτήτων (βάσει της τρέχουσας ΚΑΙ προβλεπόμενης φόρτισης, ενεργειακής απόδοσης, εκπομπών CO ₂ και ικανότητας των γεννητριών)	Η σειριοποίηση περιλαμβάνει και τις προβλέψεις φορτίου και τις παραμέτρους απόδοσης των συσκευών.
4	Έλεγχος σύμφωνα με δυναμική λίστα προτεραιοτήτων (βάσει της τρέχουσας ΚΑΙ προβλεπόμενης φόρτισης, ενεργειακής απόδοσης, εκπομπών CO ₂ , ικανότητας των	Η σειριοποίηση γίνεται λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους, καθώς και εξωτερικά σήματα από το δίκτυο.

	γεννητριών ΚΑΙ εξωτερικών σημάτων από το δίκτυο)	
--	--	--

- **DHW-3:** Παροχή αναφοράς στους χρήστες και διαχειριστές. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αναφορά	Δεν υπάρχει αναφορά για την απόδοση του συστήματος DHW.
1	Ενδείξεις πραγματικών τιμών (π.χ. θερμοκρασίες, υπομέτρηση της χρήσης ενέργειας)	Παρουσίαση τρεχουσών τιμών απόδοσης, όπως θερμοκρασίες ή κατανάλωση ενέργειας από το σύστημα.
2	Πραγματικές τιμές και ιστορικά δεδομένα	Παρουσίαση των πραγματικών τιμών απόδοσης και ιστορικών δεδομένων.
3	Αξιολόγηση απόδοσης που περιλαμβάνει προβλέψεις και/ή σύγκριση (benchmarking)	Παρουσίαση της απόδοσης με την περιλαμβανομένη σύγκριση ή τις προβλέψεις για τη βελτίωση.
4	Αξιολόγηση απόδοσης που περιλαμβάνει προβλέψεις και/ή σύγκριση (benchmarking); επίσης περιλαμβάνει προγνωστική διαχείριση και ανίχνευση σφαλμάτων	Παρουσίαση προγνωστικών εργαλείων για τη διαχείριση και την ανίχνευση σφαλμάτων του συστήματος.

Ventilation (Αερισμός)

Αφορά τα συστήματα αερισμού που εξασφαλίζουν την ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Εξετάζει τη ρύθμιση της ροής αέρα και τη θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα.

Υπηρεσίες:

- **V-1a:** Έλεγχος ροής αέρα τροφοδοσίας σε επίπεδο δωματίου. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς σύστημα εξαερισμού ή χειροκίνητος έλεγχος	Χρήση παραθύρων για αερισμό.
1	Έλεγχος με βάση το ρολόι	Το σύστημα ενεργοποιείται και απενεργοποιείται σύμφωνα με προκαθορισμένο πρόγραμμα.
2	Έλεγχος με ανίχνευση παρουσίας	Το σύστημα ενεργοποιείται όταν ανιχνεύεται παρουσία ανθρώπων στο δωμάτιο.
3	Κεντρικός έλεγχος με βάση αισθητήρες ποιότητας αέρα (CO ₂ , VOC, υγρασία, ...)	Το σύστημα προσαρμόζει τη ροή αέρα με βάση τη μέτρηση της συγκέντρωσης CO ₂ από έναν κεντρικό αισθητήρα.
4	Τοπικός έλεγχος με βάση αισθητήρες ποιότητας αέρα με τοπική ρύθμιση ροής από/προς τη ζώνη μέσω αποσβεστήρων	Το σύστημα χρησιμοποιεί τοπικούς αισθητήρες για τη μέτρηση CO ₂ και ρυθμίζει αυτόνομα τη ροή του αέρα.

- **V-1c:** Έλεγχος ροής ή πίεσης αέρα σε επίπεδο κεντρικής μονάδας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο: Συνεχής παροχή αέρα για τη μέγιστη φόρτιση όλων των δωματίων	Το σύστημα λειτουργεί συνεχώς στην πλήρη χωρητικότητά του.
1	Χρονικός έλεγχος On/Off: Συνεχής παροχή αέρα για τη μέγιστη φόρτιση όλων των δωματίων κατά τον ονομαστικό χρόνο	Το σύστημα ενεργοποιείται κατά τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου.
2	Έλεγχος πολλαπλών σταδίων για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του ανεμιστήρα	Ο ανεμιστήρας λειτουργεί σε χαμηλότερες ταχύτητες όταν η ζήτηση είναι μικρότερη.
3	Αυτόματος έλεγχος ροής ή πίεσης χωρίς επαναφορά πίεσης	Η ροή αέρα ρυθμίζεται δυναμικά με βάση τη ζήτηση χωρίς επαναφορά της πίεσης στον αεραγωγό.
4	Αυτόματος έλεγχος ροής ή πίεσης με επαναφορά πίεσης	Η ροή αέρα ρυθμίζεται δυναμικά με επαναφορά πίεσης στον αεραγωγό (χρήση μεταβλητών συστημάτων όγκου αέρα με VFD).

- **V-2c:** Έλεγχος ανάκτησης θερμότητας - αποτροπή υπερθέρμανσης. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς έλεγχο	Χωρίς έλεγχο υπερθέρμανσης
1	Αυτόματος έλεγχος	Ρύθμιση ή παράκαμψη της ανάκτησης θερμότητας με βάση αισθητήρες στον αέρα εξαγωγής
2	Αναβαθμισμένος Αυτόματος έλεγχος	Ρύθμιση ή παράκαμψη της ανάκτησης θερμότητας με βάση πολλαπλούς αισθητήρες θερμοκρασίας δωματίου ή προγνωστικό έλεγχο

- **V-2d:** Έλεγχος θερμοκρασίας αέρα τροφοδοσίας σε επίπεδο κεντρικής μονάδας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Το σύστημα λειτουργεί χωρίς έλεγχο της θερμοκρασίας του τροφοδοτούμενου αέρα.
1	Σταθερό σημείο ρύθμισης: Έλεγχος θερμοκρασίας με σταθερό σημείο ρύθμισης που αλλάζει μόνο χειροκίνητα	Το σημείο ρύθμισης της θερμοκρασίας είναι ρυθμισμένο σε μία σταθερή τιμή (π.χ., 22°C).
2	Μεταβαλλόμενο σημείο ρύθμισης με αντιστάθμιση θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα	Το σημείο ρύθμισης προσαρμόζεται δυναμικά με βάση την εξωτερική θερμοκρασία.
3	Μεταβαλλόμενο σημείο ρύθμισης με αντιστάθμιση φορτίου	Η θερμοκρασία του αέρα τροφοδοσίας ρυθμίζεται σύμφωνα με τη ζήτηση του χώρου.
4		

- **V-3:** Ελεύθερη ψύξη με μηχανικό σύστημα εξαερισμού. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Το σύστημα δεν χρησιμοποιεί ελεύθερη ψύξη.
1	Νυχτερινή ψύξη	Το σύστημα χρησιμοποιεί τη νύχτα εξωτερικό αέρα για να μειώσει τη θερμοκρασία στους χώρους.
2	Ελεύθερη ψύξη: Ροές αέρα ρυθμίζονται για ελαχιστοποίηση μηχανικής ψύξης	Το σύστημα χρησιμοποιεί εξωτερικό αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας για να μειώσει τη χρήση κλιματισμού.
3	Έλεγχος βασισμένος σε H,x: Ρύθμιση ροής εξωτερικού και ανακυκλωμένου αέρα με βάση θερμοκρασίες και υγρασία	Ο εξωτερικός αέρας ρυθμίζεται σύμφωνα με την ενθαλπία για ελαχιστοποίηση μηχανικής ψύξης.

- **V-6:** Αναφορά πληροφοριών για την ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου (IAQ). Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία	Δεν παρέχονται πληροφορίες για την ποιότητα του αέρα.
1	Αισθητήρες ποιότητας αέρα (π.χ. CO2) και αυτόνομη παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο	Εγκατάσταση αισθητήρων CO2 για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα.
2	Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο & ιστορικές πληροφορίες διαθέσιμες στους χρήστες	Οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε δεδομένα ποιότητας αέρα μέσω εφαρμογών ή οθονών.
3	Παρακολούθηση, ιστορικά δεδομένα + ειδοποιήσεις για ανάγκες συντήρησης ή ενέργειες χρηστών	Οι χρήστες ειδοποιούνται για ανοίγματα παραθύρων ή συντήρηση βάσει της ποιότητας του αέρα.

Lighting (Φωτισμός)

Αξιολογεί τα συστήματα φωτισμού, με έμφαση στην προσαρμογή του φωτισμού βάσει παρουσίας και φυσικού φωτός. Στόχος είναι η βελτίωση της άνεσης και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Υπηρεσίες:

- **L-1a:** Έλεγχος παρουσίας για φωτισμό εσωτερικού χώρου. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χειροκίνητο διακόπτης on/off	Ο χρήστης ενεργοποιεί και απενεργοποιεί το φως χειροκίνητα με διακόπτη.

1	Χειροκίνητο διακόπτης on/off + πρόσθετο σήμα εξάλειψης	Ο διακόπτης περιλαμβάνει επιπλέον σήμα ή ένδειξη για την εξάλειψη του φωτισμού όταν δεν είναι απαραίτητο.
2	Αυτόματη ανίχνευση (αυτόματη ενεργοποίηση / ρύθμιση φωτεινότητας ή αυτόματη απενεργοποίηση)	Το φως ενεργοποιείται ή ρυθμίζεται αυτόματα ανάλογα με την ανίχνευση παρουσίας ή φωτεινότητας.
3	Αυτόματη ανίχνευση (χειροκίνητη ενεργοποίηση / ρύθμιση φωτεινότητας ή αυτόματη απενεργοποίηση)	Ο χρήστης ενεργοποιεί χειροκίνητα το φως, ενώ η ένταση του ρυθμίζεται αυτόματα ή το φως απενεργοποιείται αυτόματα.
4		

- **L-2:** Έλεγχος φωτεινής ισχύος τεχνητού φωτισμού βασισμένος σε επίπεδα φυσικού φωτός. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χειροκίνητο (κεντρικά)	Ο χρήστης ή ο διαχειριστής ελέγχει την ένταση του φωτός χειροκίνητα από έναν κεντρικό διακόπτη.
1	Χειροκίνητο (ανά δωμάτιο/ζώνη)	Ο χρήστης ελέγχει την ένταση του φωτός σε συγκεκριμένα δωμάτια ή ζώνες.
2	Αυτόματη αλλαγή φωτισμού	Ο φωτισμός προσαρμόζεται αυτόματα με βάση την ποσότητα φυσικού φωτός που εισέρχεται στο χώρο.
3	Αυτόματη μείωση φωτεινότητας	Ο φωτισμός μειώνεται αυτόματα όταν η φυσική φωτεινότητα είναι αρκετή.
4	Αυτόματη μείωση φωτεινότητας με έλεγχο σκηνής φωτισμού	Ο φωτισμός προσαρμόζεται δυναμικά με διαφορετικά επίπεδα φωτεινότητας, θερμοκρασίας χρώματος και κατανομή φωτός σύμφωνα με τις ανάγκες του χώρου και του χρήστη.

Dynamic Building Envelope (Δυναμικό Περίβλημα Κτιρίου)

Εξετάζει τα εξωτερικά στοιχεία του κτιρίου που επηρεάζουν τη θερμική και φωτεινή άνεση, όπως συστήματα σκίασης και μόνωσης.

Υπηρεσίες:

- **DE-1:** Έλεγχος συστημάτων σκίασης. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς σκίαση ή μόνο χειροκίνητος έλεγχος	Ο χρήστης ρυθμίζει χειροκίνητα την σκίαση ή δεν υπάρχει σύστημα σκίασης.

1	Κινητήρας με χειροκίνητο έλεγχο	Ο χρήστης ελέγχει τη σκίαση μέσω ενός διακόπτη ή χειριστηρίου.
2	Κινητήρας με αυτόματο έλεγχο βάσει δεδομένων αισθητήρων	Η σκίαση ρυθμίζεται αυτόματα με βάση τις μετρήσεις από αισθητήρες φωτός ή θερμοκρασίας.
3	Συνδυασμένος έλεγχος φωτισμού / περσίδας / HVAC	Ο φωτισμός, η σκίαση και η κλιματιστική μονάδα ρυθμίζονται ταυτόχρονα για βέλτιστη ενεργειακή απόδοση.
4	Προγνωστικός έλεγχος περσίδας (π.χ. βάσει πρόγνωσης καιρού)	Η περσίδα προσαρμόζεται αυτόματα με βάση την πρόγνωση του καιρού για την ελαχιστοποίηση της υπερθέρμανσης.

- **DE-2:** Έλεγχος με ή χωρίς ανάδραση συνδυασμένος με συστήματα HVAC. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χειροκίνητος έλεγχος ή μόνο σταθερά παράθυρα	Ο χρήστης ανοίγει ή κλείνει τα παράθυρα χειροκίνητα ή τα παράθυρα είναι σταθερά.
1	Ανίχνευση ανοιχτού/κλειστού για διακοπή θέρμανσης ή ψύξης	Το σύστημα HVAC διακόπτεται αυτόματα όταν το παράθυρο είναι ανοιχτό.
2	Επίπεδο 1 + Αυτόματο άνοιγμα παραθύρων βάσει δεδομένων αισθητήρων δωματίου	Το παράθυρο ανοίγει αυτόματα με βάση τις συνθήκες του δωματίου (π.χ. θερμοκρασία ή υγρασία).
3	Επίπεδο 2 + Κεντρικός συντονισμός ανοιγόμενων παραθύρων για τον έλεγχο φυσικού δροσισμού τη νύχτα	Η κεντρική μονάδα συντονίζει το άνοιγμα παραθύρων για φυσικό αερισμό τη νύχτα, αξιοποιώντας τη δροσιά του εξωτερικού αέρα.

- **DE-4:** Αναφορά πληροφοριών σχετικά με την απόδοση των DBE συστημάτων. Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αναφορά	Δεν παρέχονται δεδομένα για την απόδοση των συστημάτων περιβλήματος.
1	Θέση κάθε προϊόντος & ανίχνευση σφαλμάτων	Παρακολούθηση της θέσης των προϊόντων σκίασης και ανίχνευση οποιωνδήποτε προβλημάτων.
2	Θέση κάθε προϊόντος, ανίχνευση σφαλμάτων & προγνωστική συντήρηση	Εξακρίβωση της θέσης και προγραμματισμός συντήρησης πριν από την εμφάνιση βλαβών.
3	Θέση κάθε προϊόντος, ανίχνευση σφαλμάτων, προγνωστική συντήρηση, δεδομένα αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο (άνεμος, φωτεινότητα, θερμοκρασία...)	Η παρακολούθηση των συνθηκών του εξωτερικού χώρου γίνεται σε πραγματικό χρόνο για βελτίωση της απόδοσης.
4	Θέση κάθε προϊόντος, ανίχνευση σφαλμάτων, προγνωστική συντήρηση, δεδομένα αισθητήρων σε πραγματικό και ιστορικό χρόνο	Εξαιρετική παρακολούθηση με ιστορικά δεδομένα για τις συνθήκες, διασφαλίζοντας την πλήρη παρακολούθηση και συντήρηση.

Electricity (Ηλεκτρικό Ρεύμα)

Αξιολογεί τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο. Περιλαμβάνει τον έλεγχο φορτίου, την παροχή πληροφοριών κατανάλωσης, και την ευελιξία στη διαχείριση ενέργειας.

Υπηρεσίες:

- **E-2:** Αναφορά πληροφοριών σχετικά με την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αναφορά	Δεν παρέχονται δεδομένα για την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
1	Διαθέσιμα δεδομένα τρέχουσας παραγωγής	Παρουσίαση δεδομένων για την τρέχουσα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
2	Πραγματικές τιμές και ιστορικά δεδομένα	Παρουσίαση των πραγματικών τιμών παραγωγής μαζί με τα ιστορικά δεδομένα παραγωγής.
3	Αξιολόγηση απόδοσης, περιλαμβάνει πρόβλεψη και/ή συγκριτική αξιολόγηση	Υπολογισμός και παρουσίαση της απόδοσης με χρήση πρόβλεψης ή σύγκρισης με πρότυπα απόδοσης.
4	Αξιολόγηση απόδοσης, περιλαμβάνει πρόβλεψη και/ή συγκριτική αξιολόγηση, περιλαμβάνει επίσης διαχείριση προγνωστικών και ανίχνευση σφαλμάτων	Η απόδοση εκτιμάται με βάση τα δεδομένα πρόβλεψης και συντήρησης, με δυνατότητες διαχείρισης σφαλμάτων.

- **E-3:** Αποθήκευση (τοπικά παραγόμενης) ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αποθήκευση	Δεν υπάρχει σύστημα αποθήκευσης ενέργειας στο χώρο.
1	Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στον χώρο (π.χ. μπαταρία)	Η ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται σε τοπική μπαταρία για μελλοντική χρήση.
2	Αποθήκευση ενέργειας στον χώρο (π.χ. μπαταρία ή θερμική αποθήκευση) με έλεγχο βάσει σημάτων από το δίκτυο	Η ενέργεια αποθηκεύεται και ελέγχεται από σύστημα με βάση τα σήματα του ηλεκτρικού δικτύου.
3	Αποθήκευση ενέργειας στον χώρο (π.χ. μπαταρία ή θερμική αποθήκευση) με έλεγχο για βελτιστοποίηση της χρήσης τοπικά παραγόμενης ενέργειας	Η αποθήκευση γίνεται για να χρησιμοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερη τοπικά παραγόμενη ενέργεια.
4	Αποθήκευση ενέργειας στον χώρο (π.χ. μπαταρία ή θερμική αποθήκευση) με έλεγχο για	Η ενέργεια που αποθηκεύεται χρησιμοποιείται τοπικά και υπάρχει

	βελτιστοποίηση της χρήσης τοπικά παραγόμενης ενέργειας και δυνατότητα επιστροφής στο δίκτυο	δυνατότητα επιστροφής στο δίκτυο όταν απαιτείται.
--	---	---

- **E-4:** Βελτιστοποίηση αυτοκατανάλωσης τοπικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία βελτιστοποίηση	Δεν υπάρχει κανένας έλεγχος για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης.
1	Προγραμματισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (πρίζες, λευκές συσκευές κ.λπ.)	Η κατανάλωση ενέργειας προγραμματίζεται για χρήση σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας.
2	Αυτοματοποιημένη διαχείριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βάσει της διαθέσιμης ανανεώσιμης ενέργειας	Ο έλεγχος της κατανάλωσης γίνεται αυτόματα με βάση την τρέχουσα ανανεώσιμη ενέργεια που παράγεται.
3	Αυτοματοποιημένη διαχείριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βάσει των τρεχουσών και προβλεπόμενων αναγκών ενέργειας και της διαθεσιμότητας ανανεώσιμων πηγών	Η κατανάλωση προσαρμόζεται αυτόματα βάσει των αναγκών και της διαθεσιμότητας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

- **E-5:** Έλεγχος συνδυασμένου συστήματος παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP). Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Έλεγχος CHP βάσει προγραμματισμένου χρόνου λειτουργίας και/ή τρέχουσας ζήτησης θερμικής ενέργειας	Το σύστημα λειτουργεί σύμφωνα με τον προγραμματισμένο χρόνο λειτουργίας ή με τις ανάγκες θέρμανσης.
1	Έλεγχος λειτουργίας CHP που επηρεάζεται από την διακύμανση της διαθεσιμότητας ΑΠΕ; η υπερπαραγωγή τροφοδοτεί το δίκτυο	Ο έλεγχος προσαρμόζεται σύμφωνα με την παραγωγή ΑΠΕ και υπερπαραγωγή τροφοδοτεί το δίκτυο.
2	Έλεγχος λειτουργίας CHP που επηρεάζεται από την διακύμανση της διαθεσιμότητας ΑΠΕ και τα σήματα του δικτύου, δυναμική φόρτιση και έλεγχος χρόνου λειτουργίας για βελτιστοποίηση της αυτοκατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών	Η παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας προσαρμόζεται δυναμικά βάσει της ζήτησης και της προσφοράς ανανεώσιμων πηγών.

- **E-8:** Υποστήριξη smart-grid τρόπων λειτουργίας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία υποστήριξη	Δεν παρέχεται υποστήριξη για λειτουργία μικροδικτύου.

1	Αυτοματοποιημένη διαχείριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (σε επίπεδο κτιρίου) βάσει σημάτων δικτύου	Η κατανάλωση ενέργειας ελέγχεται αυτόματα σύμφωνα με τα σήματα του δικτύου.
2	Αυτοματοποιημένη διαχείριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και τροφοδοσίας σε γειτονικά κτίρια (μικροδίκτυο) ή το δίκτυο	Η ενέργεια διαχειρίζεται και διανέμεται σε γειτονικά κτίρια ή το δίκτυο.
3	Αυτοματοποιημένη διαχείριση κατανάλωσης και τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας, με δυνατότητα συνεχιζόμενης περιορισμένης λειτουργίας εκτός δικτύου (λειτουργία νησιού)	Το κτίριο ή το μικροδίκτυο συνεχίζει να λειτουργεί αυτόνομα (νησί) με περιορισμένη λειτουργία εκτός δικτύου.

- **E-11:** Αναφορά πληροφοριών σχετικά με την αποθήκευση ενέργειας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αναφορά	Δεν παρέχονται δεδομένα για την αποθήκευση ενέργειας.
1	Δεδομένα τρέχουσας κατάστασης φόρτισης (SOC)	Παρουσίαση της τρέχουσας κατάστασης φόρτισης της αποθήκευσης ενέργειας.
2	Πραγματικές τιμές και ιστορικά δεδομένα	Παρουσίαση των πραγματικών τιμών και ιστορικών δεδομένων σχετικά με την αποθήκευση ενέργειας.
3	Αξιολόγηση απόδοσης, περιλαμβάνει πρόβλεψη και/ή συγκριτική αξιολόγηση	Αξιολόγηση της απόδοσης της αποθήκευσης ενέργειας, περιλαμβάνει προβλέψεις και συγκρίσεις απόδοσης.
4	Αξιολόγηση απόδοσης, περιλαμβάνει πρόβλεψη και/ή συγκριτική αξιολόγηση, περιλαμβάνει επίσης διαχείριση προγνωστικών και ανίχνευση σφαλμάτων	Η αξιολόγηση περιλαμβάνει προγνωστική διαχείριση και ανίχνευση σφαλμάτων για την αποθήκευση ενέργειας.

- **E-12:** Αναφορά πληροφοριών σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία αναφορά	Δεν παρέχονται δεδομένα για την κατανάλωση ενέργειας.
1	Αναφορά τρέχουσας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδο κτιρίου	Παρουσίαση της τρέχουσας κατανάλωσης ενέργειας σε επίπεδο κτιρίου.
2	Αναφορά σε πραγματικό χρόνο ή συγκριτική αξιολόγηση σε επίπεδο κτιρίου	Παρουσίαση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ή συγκρίσεις κατανάλωσης σε επίπεδο κτιρίου.
3	Αναφορά σε πραγματικό χρόνο ή συγκριτική αξιολόγηση σε επίπεδο συσκευών	Παρακολούθηση της κατανάλωσης σε επίπεδο συσκευής, π.χ. ψυγείο, πλυντήριο.
4	Αναφορά σε πραγματικό χρόνο ή συγκριτική αξιολόγηση σε επίπεδο	Ανάλυση και προτάσεις για τη βελτίωση της κατανάλωσης

	συσκευών με αυτοματοποιημένες εξατομικευμένες προτάσεις	ενέργειας σε επίπεδο συσκευής, ανάλογα με τη χρήση.
--	---	---

Electric Vehicle Charging (Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων)

Επικεντρώνεται στις υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, εξετάζοντας την ευελιξία φόρτισης και τη διασύνδεση με το ενεργειακό δίκτυο.

Υπηρεσίες:

- **EV-15:** Χωρητικότητα φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων (EV). Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Μη διαθέσιμο	Δεν υπάρχουν σημεία φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα στο κτίριο.
1	Διαθέσιμη καλωδίωση (ή απλή πρίζα ρεύματος)	Η καλωδίωση για φόρτιση EV είναι διαθέσιμη ή μια απλή πρίζα ρεύματος είναι παρούσα.
2	0-9% των θέσεων στάθμευσης διαθέτουν σημεία φόρτισης	Λιγότερο από το 10% των θέσεων στάθμευσης έχουν σημεία φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα.
3	10-50% των θέσεων στάθμευσης διαθέτουν σημεία φόρτισης	Από 10% έως 50% των θέσεων στάθμευσης έχουν σημεία φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα.
4	>50% των θέσεων στάθμευσης διαθέτουν σημεία φόρτισης	Περισσότερο από το 50% των θέσεων στάθμευσης έχουν σημεία φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα.

- **EV-16:** Ισορροπία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων με το δίκτυο. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Μη διαθέσιμο (φόρτιση χωρίς έλεγχο)	Η φόρτιση γίνεται χωρίς κανέναν έλεγχο ή περιορισμούς, με πλήρη αυθαιρεσία στη χρήση ενέργειας.
1	1-κατεύθυνση ελεγχόμενη φόρτιση (π.χ. με δυνατότητα επιλογής ώρας αναχώρησης και σήματα από το δίκτυο για βελτιστοποίηση)	Ο έλεγχος φόρτισης γίνεται με βάση τα σήματα από το δίκτυο και την επιθυμητή ώρα αναχώρησης του οχήματος.
2	2-κατεύθυνση ελεγχόμενη φόρτιση (π.χ. με δυνατότητα επιλογής ώρας αναχώρησης και σήματα από το δίκτυο για βελτιστοποίηση)	Η φόρτιση γίνεται με τη δυνατότητα επιστροφής ενέργειας στο δίκτυο, για βελτιστοποίηση της κατανάλωσης.

- **EV-17:** Πληροφορίες φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και συνδεσιμότητα. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
----	-----------	------------

0	Καμία πληροφορία διαθέσιμη	Δεν παρέχονται πληροφορίες για την κατάσταση φόρτισης του ηλεκτρικού οχήματος.
1	Παροχή πληροφοριών για την κατάσταση φόρτισης στο χρήστη	Παρουσίαση της τρέχουσας κατάστασης φόρτισης του ηλεκτρικού οχήματος στον χρήστη.
2	Παροχή πληροφοριών για την κατάσταση φόρτισης στο χρήστη ΚΑΙ αυτόματη αναγνώριση και εξουσιοδότηση του οδηγού για χρήση του σταθμού φόρτισης (σύμφωνα με το ISO 15118)	Παρουσίαση δεδομένων φόρτισης και αυτόματη εξουσιοδότηση του οδηγού μέσω συστήματος αναγνώρισης (σύμφωνα με το ISO 15118).

Monitoring & Control (Παρακολούθηση & Έλεγχος)

Αφορά τα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου που συλλέγουν δεδομένα για τη λειτουργία του κτιρίου, εντοπίζουν βλάβες, και προτείνουν βελτιώσεις.

Υπηρεσίες:

- **MC-3:** Διαχείριση χρόνου λειτουργίας συστημάτων HVAC. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χειροκίνητη ρύθμιση	Ο χρήστης ενεργοποιεί/απενεργοποιεί χειροκίνητα το σύστημα HVAC.
1	Ρύθμιση χρόνου λειτουργίας θέρμανσης και ψύξης βάσει προκαθορισμένου προγράμματος	Τα συστήματα HVAC λειτουργούν σύμφωνα με συγκεκριμένο πρόγραμμα που έχει οριστεί.
2	Έλεγχος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης βάσει φορτίων κτιρίου	Τα συστήματα HVAC προσαρμόζουν τη λειτουργία τους στις ανάγκες θέρμανσης/ψύξης του κτιρίου.
3	Έλεγχος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης βάσει προβλεπτικών ελέγχων ή σημάτων από το δίκτυο	Το σύστημα HVAC λειτουργεί προβλεπτικά ή με βάση σήματα από το δίκτυο για μέγιστη αποδοτικότητα.

- **MC-4:** Εντοπισμός σφαλμάτων τεχνικών συστημάτων κτιρίου και υποστήριξη διάγνωσης. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Χωρίς κεντρική ένδειξη για σφάλματα και συναγερμούς	Τα σφάλματα παραμένουν μη ανιχνεύσιμα κεντρικά.
1	Κεντρική ένδειξη σφαλμάτων και συναγερμών για τουλάχιστον 2 σχετικά τεχνικά συστήματα κτιρίου	Κεντρικό σύστημα παρακολουθεί μόνο δύο βασικά τεχνικά συστήματα του κτιρίου.
2	Κεντρική ένδειξη σφαλμάτων και συναγερμών για όλα τα σχετικά τεχνικά συστήματα κτιρίου	Κεντρικό σύστημα παρακολουθεί όλα τα τεχνικά συστήματα κτιρίου.

3	Κεντρική ένδειξη σφαλμάτων και συναγερμών για όλα τα σχετικά τεχνικά συστήματα, περιλαμβανομένης διάγνωσης	Προστίθεται η δυνατότητα διάγνωσης προβλημάτων στο κεντρικό σύστημα.
4		

- **MC-9:** Ανίχνευση παρουσίας: διασυνδεδεμένες υπηρεσίες. Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία	Δεν υπάρχει ανίχνευση παρουσίας.
1	Ανίχνευση παρουσίας για μεμονωμένες λειτουργίες	Φώτα ενεργοποιούνται αυτόματα όταν ανιχνευθεί παρουσία σε έναν χώρο.
2	Κεντρική ανίχνευση παρουσίας που ενσωματώνεται σε πολλά τεχνικά συστήματα κτιρίου (π.χ. φωτισμός, θέρμανση)	Κεντρικό σύστημα ανιχνεύει παρουσία και προσαρμόζει τη λειτουργία φωτισμού και HVAC ανάλογα.

- **MC-13:** Κεντρική αναφορά απόδοσης τεχνικών συστημάτων κτιρίου (TBS) και κατανάλωσης ενέργειας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία	Δεν υπάρχει καμία δυνατότητα κεντρικής αναφοράς.
1	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο ανά φορέα ενέργειας	Αναφορά της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου σε πραγματικό χρόνο.
2	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο για τουλάχιστον δύο συστήματα TBS	Συνδυασμένη αναφορά κατανάλωσης ενέργειας για συστήματα HVAC και φωτισμού.
3	Κεντρική ή απομακρυσμένη αναφορά κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο για όλα τα κύρια συστήματα TBS	Ολοκληρωμένη αναφορά κατανάλωσης για θέρμανση, φωτισμό, και ψύξη.

- **MC-25:** Ενσωμάτωση σε Έξυπνα Δίκτυα (Smart Grid Integration). Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία – Χωρίς εναρμόνιση μεταξύ δικτύου και TBS	Το κτίριο λειτουργεί ανεξάρτητα από το φορτίο του δικτύου.
1	Διαχείριση ζήτησης για κάποια μεμονωμένα TBS χωρίς συντονισμό	Το HVAC ρυθμίζεται με βάση σήματα από το δίκτυο, αλλά χωρίς συνδυασμό με άλλα συστήματα.
2	Συντονισμένη διαχείριση ζήτησης για πολλαπλά TBS	Συντονισμένη διαχείριση ζήτησης μεταξύ HVAC και φωτισμού, βασισμένη σε σήματα από το δίκτυο.

- **MC-28:** Αναφορά πληροφοριών σχετικά με τη λειτουργία διαχείρισης ζήτησης (DSM). Τα πιθανά functionality levels (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία	Δεν υπάρχει καμία αναφορά σχετικά με τη διαχείριση ζήτησης.
1	Αναφορά πληροφοριών για την τρέχουσα κατάσταση DSM, συμπεριλαμβανομένων των διαχειριζόμενων ενεργειακών ροών	Αναφορά ενεργειακών ροών για τη λειτουργία DSM σε πραγματικό χρόνο.
2	Αναφορά τρέχουσας, ιστορικής και προβλεπόμενης κατάστασης DSM, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών ροών	Αναφορά με ιστορικά δεδομένα και προβλέψεις για τη διαχείριση ζήτησης.

- **MC-29:** Παράκαμψη ελέγχου DSM. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι,

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία λειτουργία DSM	Δεν εφαρμόζεται διαχείριση ζήτησης.
1	Έλεγχος DSM χωρίς δυνατότητα παράκαμψης	Το DSM ελέγχει τη λειτουργία χωρίς δυνατότητα παρέμβασης από τον χρήστη.
2	Χειροκίνητη παράκαμψη και επανενεργοποίηση ελέγχου DSM από τον χρήστη	Ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει προσωρινά τον έλεγχο DSM και να τον επανενεργοποιήσει.
3	Προγραμματισμένη παράκαμψη του ελέγχου DSM και επανενεργοποίηση	Ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει χρονοδιάγραμμα για παράκαμψη και επανενεργοποίηση του ελέγχου DSM.
4	Προγραμματισμένη παράκαμψη και επανενεργοποίηση με βελτιστοποιημένο έλεγχο	Ο προγραμματισμός περιλαμβάνει βελτιστοποίηση της λειτουργίας DSM.

- **MC-30:** Ενιαία πλατφόρμα αυτοματοποιημένου ελέγχου και συντονισμού TBS με βελτιστοποίηση ροής ενέργειας. Τα πιθανά επίπεδα λειτουργικότητας (FL) είναι:

FL	Περιγραφή	Παράδειγμα
0	Καμία	Δεν υπάρχει ενιαία πλατφόρμα ελέγχου.
1	Ενιαία πλατφόρμα που επιτρέπει χειροκίνητο έλεγχο πολλαπλών TBS	Ο διαχειριστής μπορεί να ελέγχει χειροκίνητα διαφορετικά συστήματα από μία κεντρική πλατφόρμα.
2	Ενιαία πλατφόρμα που επιτρέπει αυτοματοποιημένο έλεγχο και συντονισμό πολλαπλών TBS	Τα συστήματα HVAC, φωτισμού, και σκίασης λειτουργούν αυτόματα και συντονισμένα μέσω της πλατφόρμας.
3	Ενιαία πλατφόρμα που επιτρέπει αυτοματοποιημένο έλεγχο και συντονισμό TBS με βελτιστοποίηση ροής ενέργειας	Βελτιστοποίηση ροής ενέργειας βάσει πληρότητας, καιρικών συνθηκών και σημάτων από το δίκτυο.

3 Στρατηγικές Εφαρμογής του SRI σε Κτίρια

3.1 Ανάγκες και Προκλήσεις στον Τομέα της Ενεργειακής Αναβάθμισης

Η ενεργειακή αναβάθμιση αποτελεί κρίσιμο ζήτημα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, οι ανάγκες για ενεργειακή αναβάθμιση αναπτύσσονται παρακάτω,

- **Μείωση Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου:**

Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) αποτελεί κεντρικό στόχο της ευρωπαϊκής ένωσης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (11). Τα αέρια αυτά, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), συμβάλλουν στην αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και στις κλιματικές ανισορροπίες. Οι κύριες πηγές των εκπομπών στον Ενεργειακό Τομέα είναι η καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) για ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση και βιομηχανική παραγωγή.

- **Βελτίωση Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων:**

Τα κτίρια ευθύνονται για περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην Ευρωπαϊκή Ένωση (12). Ως εκ τούτου, η βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης αποτελεί κεντρικό άξονα των στρατηγικών για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

- **Ενεργειακή Ασφάλεια και Επάρκεια Εφοδιασμού:**

Η ενεργειακή ασφάλεια και η επάρκεια εφοδιασμού είναι κρίσιμες για την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική σταθερότητα και τη γεωπολιτική ανεξαρτησία κάθε χώρας. Αυτές οι έννοιες αναφέρονται στην ικανότητα ενός κράτους ή περιφέρειας να διασφαλίζει τη συνεχή και αδιάλειπτη παροχή ενέργειας σε προσιτές τιμές, ακόμα και σε περιόδους κρίσεων.

Η ενεργειακή αναβάθμιση, παρά τα πολλαπλά οφέλη της, συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις που επηρεάζουν την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της. Οι προκλήσεις αυτές είναι,

- **Οικονομικοί Περιορισμοί.**

Η χρηματοδότηση αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια στην ενεργειακή αναβάθμιση. Τα έργα ενεργειακής αναβάθμισης, ιδιαίτερα σε μεγάλης κλίμακας κτίρια ή βιομηχανικές μονάδες, απαιτούν σημαντικές αρχικές επενδύσεις. Οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) και οι ιδιώτες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εξασφάλιση οικονομικών πόρων λόγω έλλειψης εγγυήσεων ή υψηλών επιτοκίων. Επίσης, τα οφέλη της ενεργειακής αναβάθμισης είναι μακροπρόθεσμα, η αργή απόδοση της επένδυσης μπορεί να αποθαρρύνει τους ενδιαφερόμενους.

- **Τεχνολογική Πολυπλοκότητα.**

Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών συχνά απαιτεί εξειδικευμένες δεξιότητες και επαρκείς υποδομές. Η ενσωμάτωση καινοτόμων λύσεων, όπως τα έξυπνα

δίκτυα (smart grids) ή τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, απαιτεί τεχνογνωσία και εκπαίδευση. Η απουσία σύγχρονων δικτύων ή εγκαταστάσεων δυσκολεύει την εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Επίσης η γρήγορη εξέλιξη των τεχνολογιών απαιτεί την επικοινωνία μεταξύ παλιών και νέων συστημάτων δημιουργώντας τεχνικές και οικονομικές δυσκολίες.

- **Ρυθμιστικά και Θεσμικά Εμπόδια.**

Η υιοθέτηση έργων ενεργειακής αναβάθμισης συχνά επηρεάζεται από τη ρυθμιστική πολυπλοκότητα και τις θεσμικές αδυναμίες. Οι περίπλοκες αδειοδοτικές διαδικασίες καθυστερούν την υλοποίηση έργων, ιδιαίτερα σε μικρούς ή μεσαίους επενδυτές. Η απουσία ισχυρών οικονομικών κινήτρων ή φορολογικών ελαφρύνσεων δυσχεραίνει την ευρεία εφαρμογή των ενεργειακών αναβαθμίσεων. Οι διαφορές στις νομοθεσίες μεταξύ χωρών ή ακόμα και περιοχών μιας χώρας, καθιστούν δύσκολη την ανάπτυξη ενιαίων πρακτικών.

- **Εναισθητοποίηση και Εκπαίδευση.**

Η ενημέρωση του κοινού και των επαγγελματιών για την ενεργειακή αναβάθμιση είναι συχνά ανεπαρκής. Πολλοί πολίτες και επιχειρήσεις αγνοούν τα οφέλη και τις διαθέσιμες τεχνολογίες ενεργειακής αναβάθμισης. Οι επαγγελματίες του κλάδου χρειάζονται συνεχή επιμόρφωση για να παρακολουθήσουν τις εξελίξεις και τις νέες απαιτήσεις. Τέλος, η απροθυμία πολλών να εγκαταλείψουν τις παλιές πρακτικές και τεχνολογίες αποτελεί ένα πρόσθετο εμπόδιο.

Η αντιμετώπιση αυτών των αναγκών και προκλήσεων απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από κυβερνήσεις, τοπικές αρχές, επιχειρήσεις και πολίτες, με στόχο τη δημιουργία βιώσιμων και ανθεκτικών πόλεων.

3.2 Ο Ρόλος του SRI στην Ενεργειακή Αναβάθμιση

Ο Δείκτης Ετοιμότητας SRI αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στην προώθηση της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων και της βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτός ο δείκτης αποσκοπεί στην αξιολόγηση της ικανότητας ενός κτιρίου να αξιοποιεί και να ενσωματώνει «έξυπνες» τεχνολογίες, οι οποίες βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση και την ποιότητα ζωής των χρηστών, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Τα οφέλη του SRI σχετικά με την ενεργειακή αναβάθμιση είναι,

- Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης. Η αξιολόγηση μέσω του SRI ενθαρρύνει τη χρήση συστημάτων που ελέγχουν και προσαρμόζουν αυτόματα τη θέρμανση, τον φωτισμό και την ψύξη στα κτίρια, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτά τα έξυπνα συστήματα βελτιστοποιούν τη λειτουργία των κτιρίων και επιτρέπουν την εξοικονόμηση ενέργειας χωρίς να επηρεάζεται η άνεση των χρηστών.

- Ενίσχυση της Ενσωμάτωσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Τα κτίρια που διαθέτουν υψηλή βαθμολογία SRI είναι καλύτερα εξοπλισμένα για την ενσωμάτωση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (όπως φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, συστήματα αποθήκευσης), καθώς τα έξυπνα συστήματα επιτρέπουν την παρακολούθηση και τη διαχείριση της ενέργειας που παράγεται και αποθηκεύεται. Αυτό αυξάνει την ενεργειακή ανεξαρτησία των κτιρίων και συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO₂.
- Μείωση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος. Η εφαρμογή των έξυπνων τεχνολογιών και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μέσω του SRI οδηγούν σε μια σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι, τα κτίρια γίνονται πιο βιώσιμα και συμβάλλουν στον ευρύτερο στόχο για τη μείωση των κλιματικών αλλαγών.

3.3 Η Σχέση του SRI με Πιστοποιήσεις Ενεργειακής Απόδοσης

Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) και οι Ενεργειακές Πιστοποιήσεις είναι δύο συμπληρωματικά εργαλεία που προωθούν τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, αλλά με διαφορετική προσέγγιση και στόχους. Ενώ το SRI επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της ικανότητας του κτιρίου να ενσωματώνει έξυπνες τεχνολογίες και να διαχειρίζεται την ενέργεια, οι ενεργειακές πιστοποιήσεις επικεντρώνονται στη συνολική απόδοση του κτιρίου με βάση την ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές CO₂.

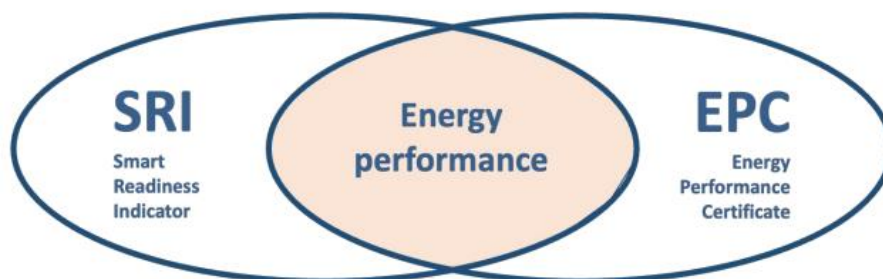
Οι ενεργειακές πιστοποιήσεις, αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου με βάση την κατανάλωση ενέργειας, την αποτελεσματικότητα των συστημάτων του και την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών. Αυτές οι πιστοποιήσεις αξιολογούν μια σειρά κριτηρίων, όπως

- **Κατανάλωση ενέργειας:** Πόσο αποδοτικά χρησιμοποιεί το κτίριο την ενέργεια για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και άλλες λειτουργίες.
- **Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:** Ενσωμάτωση ηλιακών συστημάτων, γεωθερμικών αντλιών κ.ά.
- **Διαχείριση αποβλήτων και ανακυκλώσιμων υλικών.**
- **Εφαρμογή βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής** και άλλων σχεδιαστικών χαρακτηριστικών που μειώνουν την ανάγκη για ενέργεια.

Οι πιστοποιήσεις αυτές παρέχουν μια σαφή, συνολική εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, χωρίς να εξετάζουν τη δυναμική του και τη δυνατότητα για μελλοντική προσαρμογή μέσω έξυπνων τεχνολογιών.

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές ενεργειακές πιστοποιήσεις, το SRI επικεντρώνεται στην **δυναμική και την προσαρμοστικότητα** του κτιρίου, εστιάζοντας στις τεχνολογίες που επιτρέπουν την ενεργειακή απόδοση να εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου, αντί να παρέχει μια στατική εικόνα της κατανάλωσης ενέργειας. Ενώ οι πιστοποιήσεις αξιολογούν τη γενική ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, το SRI προσφέρει μια εκτίμηση της δυνατότητας του κτιρίου να ενσωματώσει και να

προσαρμόσει νέες τεχνολογίες για τη βελτίωση της απόδοσης του στο μέλλον. Για παράδειγμα, ένα κτίριο που έχει ήδη επιτύχει υψηλή ενεργειακή πιστοποίηση μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω την απόδοσή του και τη βιωσιμότητά του μέσω της υιοθέτησης έξυπνων συστημάτων, κάτι που μπορεί να αποτυπωθεί μέσω του SRI.



Εικόνα 7 SRI & EPC⁹

Το **SRI** και οι **ενεργειακές πιστοποιήσεις** αλληλοσυμπληρώνονται, παρέχοντας μια πλήρη και ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων. Ενώ οι πιστοποιήσεις επικεντρώνονται στην αξιολόγηση της τρέχουσας ενεργειακής απόδοσης, το SRI εξασφαλίζει ότι τα κτίρια είναι έτοιμα για μελλοντικές τεχνολογικές αναβαθμίσεις και εξελίξεις. Ο συνδυασμός αυτών των εργαλείων οδηγεί σε **συνεχή βελτίωση** της ενεργειακής απόδοσης και της βιωσιμότητας των κτιρίων, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών CO₂ και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Όπως αναφέρεται και στο EPBD rev.2023 άρθρο 15 οι νομικές πράξεις της EU θα ορίσουν την σχέση των SRI και EPC μέχρι το 2027.

3.4 Παραδείγματα Εφαρμογής του SRI σε Κτίρια

Βήμα 1: Κατηγοριοποίηση κτιρίου

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα στοιχεία των κτιρίων που θα εφαρμόσουμε την μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας (SRI),

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
Τύπος κτιρίου	non – residential	non – residential	non – residential	residential	residential
Χώρα - Γεωγραφικό διαμέρισμα	Ελλάδα – Νότια Ευρώπη	Γαλλία - Δυτική Ευρώπη	Πολωνία – Βορειοανατολική Ευρώπη	Φιλανδία – Βόρεια Ευρώπη	Ισπανία – Βόρεια Ευρώπη
Ωφέλιμη επιφάνεια κτιρίου (m ²)	500 – 1000	1000 – 10000	500 – 1000	1000 – 10000	1000 – 10000

⁹ SRI training package for Member States pg17

Έτος ανοικοδόμησης	<1960	1960 - 1990	<1960	1960 - 1990	1960 - 1990
κατάσταση	ανακαινισμένο	αρχική	ανακαινισμένο	ανακαινισμένο	ανακαινισμένο

Πίνακας 5 Κατηγοριοποίηση κτιρίων προς SRI αξιολόγηση

Από το γεωγραφικό διαμέρισμα θα προκύψουν τα βάρη των έξυπνων υπηρεσιών των τεχνολογικών τομέων π.χ. στις χώρες που ανήκουν στην Βόρεια Ευρώπη πχ Φιλανδία, Ισπανία κλπ. οι υπηρεσίες του τομέα Θερμότητας θα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα από τις υπηρεσίες του τομέα Ψύξης για ευνόητους λόγους. Αντίθετα στις νότιες χώρες πχ Ελλάδα οι υπηρεσίες ψύξης θα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα.

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο για τον υπολογισμό του SRI ακολουθούμε την αναλυτική μέθοδο (B method).

Βήμα 2: Καταγραφή τεχνολογικών τομέων και των έξυπνων υπηρεσιών τους (Smart-Ready Services) για το κτίριο

Παρακάτω με "1" δίνονται οι τεχνολογικοί τομείς (domain) που βρέθηκε κατά την αξιολόγηση ότι έχουν εφαρμογή στα προς εξέταση κτίρια:

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
Θέρμανση	1	1	1	1	1
Ψύξη	1	0	0	0	0
Ζεστό νερό χρήσης	0	1	1	1	1
Αερισμός	1	1	0	1	0
Φωτισμός	1	1	1	1	1
Δυναμικό περίβλημα κτιρίου	0	1	0	1	0
Ηλεκτρισμός	0	1	1	1	1
Φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων	1	1	0	1	0
Παρακολούθηση και έλεγχος	0	1	0	1	1

Πίνακας 6 επιλογή τεχνολογικών τομέων για τα προς αξιολόγηση κτίρια.

Για κάθε τομέα (domain) του προηγούμενου πίνακα αξιολογήθηκαν οι έξυπνες υπηρεσίες ως προς τα παρακάτω,

- αν οι υπηρεσίες χρησιμοποιούνται στο κτίριο (στήλη Used, =1 χρησιμοποιείται ή =0 δεν χρησιμοποιείται)
- για τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται στην στήλη 1st FL αξιολογείται το επίπεδο λειτουργικότητας του κτιρίου.
- στη στήλη 1st % αναφέρεται το ποσοστό του κτιρίου στο οποίο εφαρμόζεται το επίπεδο λειτουργικότητας 1st FL.
- στην περίπτωση που το ποσοστό 1st % είναι <100% τότε έχουμε την αξιολόγηση του υπολοίπου ποσοστού στις στήλες 2nd FL και 2nd % αντίστοιχα (όπου 2nd % = 100% - 1st %).

Από την αξιολόγηση προέκυψαν για κάθε κτίριο οι παρακάτω πίνακες (τα service αναφέρονται μόνο με την κωδική ονομασία τους π.χ. H-1a χάριν ευκολίας, αναλυτικές πληροφορίες δοθήκαν στο κεφάλαιο 3.3.)

Όνομα κτιρίου	CORDIA					
Τομέας	Service	Used	1st FL	1st %	2nd FL	2nd %
Θέρμανση	H-1a	1	2	100%		
	H-1b	0				
	H-1c	1	1	100%		
	H-1d	0				
	H-1f	0				
	H-2a	0				
	H-2b	1	2	100%		
	H-2d	0				
	H-3	0				
	H-4	0				
Ψύξη	C-1a	1	2	100%		
	C-1b	0				
	C-1c	0				
	C-1d	0				
	C-1f	0				
	C-1g	0				
	C-2a	1	2	100%		
	C-2b	0				
	C-3	0				
	C-4	0				
Αερισμός	V-1a	1	1	60%	3	40%
	V-1c	0				
	V-2c	0				
	V-2d	1	2	100%		
	V-3	0				
	V-6	0				
Φωτισμός	L-1a	1	0	100%		
	L-2	0				
Φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων	EV-15	1	2	100%		
	EV-16	0				
	EV-17	1	1	100%		

Όνομα κτιρίου	EDF					
Τομέας	Service	Used	1st FL	1st %	2nd FL	2nd %
Θέρμανση	H-1a	1	0	100%		
	H-1b	0				
	H-1c	0				
	H-1d	0				
	H-1f	0				
	H-2a	0				
	H-2b	0				
	H-2d	0				
	H-3	1	0	100%		
	H-4	0				
Ζεστό νερό χρήσης	DHW-1a	1	0	100%		
	DHW-1b	0				
	DHW-1d	0				
	DHW-2b	0				
	DHW-3	0				
Αερισμός	V-1a	1	0	100%		
	V-1c	0				
	V-2c	0				
	V-2d	0				
	V-3	0				
	V-6	1	2	100%		
Φωτισμός	L-1a	1	0	100%		
	L-2	0				
Δυναμική ή περιβάλλουσα	DE-1	1	0	100%		
	DE-2	1	0	100%		
	DE-4	0				
Ηλεκτρομαγνητική	E-2	1	2	100%		
	E-3	1	0	100%		
	E-4	1	0	100%		
	E-5	0				
	E-8	0				
	E-11	0				
	E-12	1	3	100%		
	EV-15	1	2	100%		
Φόρτιση ηλεκτρικών	EV-16	1	0	100%		
	EV-17	1	0	100%		
Παρακολούθηση και έλεγχος	MC-3	1	0	100%		
	MC-4	1	0	100%		
	MC-9	1	0	100%		
	MC-13	1	0	100%		
	MC-25	0				
	MC-28	0				
	MC-29	0				
	MC-30	0				

Πίνακας 7. Επιλογή των επιπέδων λειτουργικότητας (FL) των υπηρεσιών για τα κτίρια CORDIA & EDF.

Όνομα κτιρίου	FASADA					
Τομέας	Service	Used	1st FL	1st %	2nd FL	2nd %
Θέρμανση	H-1a	1	1	100%		
	H-1b	0				
	H-1c	1	0	100%		
	H-1d	1	1	100%		
	H-1f	0				
	H-2a	1	0	100%		
	H-2b	1	1	100%		
	H-2d	0				
	H-3	1	0	100%		
	H-4	0				
Ζεστό νερό χρήσης	DHW-1a	1	1	100%		
	DHW-1b	1	1	100%		
	DHW-1d	0				
	DHW-2b	0				
	DHW-3	1	0	100%		
Φωτισμός	L-1a	0				
	L-2	0				
Ηλεκτρισμός	E-2	1	2	100%		
	E-3	0				
	E-4	0				
	E-5	0				
	E-6	0				
	E-11	0				
	E-12	1	1	100%		
Παρακολούθηση και έλεγχος	MC-3	1	3	100%		
	MC-4	1	3	100%		
	MC-9	1	2	100%		
	MC-13	1	3	100%		
	MC-25	1	2	100%		
	MC-28	1	2	100%		
	MC-29	1	4	100%		
	MC-30	1	3	100%		

Όνομα κτιρίου	VEOLIA					
Τομέας	Service	Used	1st FL	1st %	2nd FL	2nd %
Θέρμανση	H-1a	1	2	100%		
	H-1b	0				
	H-1c	1	2	100%		
	H-1d	1	3	100%		
	H-1f	0				
	H-2a	1	0	100%		
	H-2b	1	1	100%		
	H-2d	0				
	H-3	1	2	100%		
	H-4	1	1	100%		
Ζεστό νερό χρήσης	DHW-1a	0				
	DHW-1b	1	2	100%		
	DHW-1d	1	2	100%		
	DHW-2b	1	0	100%		
	DHW-3	1	2	100%		
Φωτισμός	L-1a	1	0	90%	2	10%
	L-2	1	0	100%		
Ηλεκτρισμός	E-2	0				
	E-3	0				
	E-4	0				
	E-5	0				
	E-6	0				
	E-11	0				
	E-12	1	1	100%		
Παρακολούθηση και έλεγχος	MC-3	1	2	100%		
	MC-4	1	2	100%		
	MC-9	0				
	MC-13	1	1	100%		
	MC-25	0				
	MC-28	1	2	100%		
	MC-29	1	2	100%		
	MC-30	1	2	100%		

Όνομα κτιρίου	HEKA					
Τομέας	Service	Used	1st FL	1st %	2nd FL	2nd %
Θέρμανση	H-1a	1	2	100%		
	H-1b	0				
	H-1c	1	1	100%		
	H-1d	1	3	100%		
	H-1f	1	0	100%		
	H-2a	1	1	100%		
	H-2b	0				
	H-2d	1	1	100%		
	H-3	1	1	100%		
	H-4	0				
Ζεστό νερό χρήσης	DHW-1a	0				
	DHW-1b	0				
	DHW-1d	0				
	DHW-2b	1	1	100%		
	DHW-3	1	2	100%		
Αερισμός	V-1a	1	0	100%		
	V-1c	0				
	V-2c	1	1	100%		
	V-2d	1	1	100%		
	V-3	0				
	V-6	1	1	100%		
	L-1a	1	0	100%		
Φωτισμός	L-2	1	0	100%		
Δυναμικό περιβάλλον	DE-1	1	0	100%		
	DE-2	1	0	100%		
	DE-4	1	0	100%		
	E-2	1	2	100%		
Ηλεκτρισμός	E-3	1	0	100%		
	E-4	1	0	100%		
	E-5	0				
	E-6	0				
	E-11	0				
	E-12	1	1	100%		
Φόρτιση ηλεκτρικών	EV-15	1	2	100%		
	EV-16	1	0	100%		
	EV-17	1	1	100%		
Παρακολούθηση και έλεγχος	MC-3	1	3	100%		
	MC-4	1	2	100%		
	MC-9	1	1	100%		
	MC-13	1	1	100%		
	MC-25	1	0	100%		
	MC-28	1	1	100%		
	MC-29	1	0	100%		
	MC-30	1	2	100%		

Πίνακας 8. Επιλογή των επιπέδων λειτουργικότητας (FL) των υπηρεσιών για τα κτίρια FASADA, HEKA και VEOLIA.

Τομέας	Service	Max Calc. Mandatory
Θέρμανση	H-1a	0
	H-1b	0
	H-1c	0
	H-1d	0
	H-1f	0
	H-2a	0
	H-2b	0
	H-2d	0
	H-3	1
Ζεστό νερό χρήσης	H-4	1
	DHW-1a	0
	DHW-1b	0
	DHW-1d	0
	DHW-2b	0
Ψύξη	DHW-3	1
	C-1a	0
	C-1b	0
	C-1c	0
	C-1d	0
	C-1f	1
	C-1g	0
	C-2a	1
	C-2b	0
	C-3	1
Αερισμός	C-4	1
	V-1a	1
	V-1c	0
	V-2c	0
	V-2d	0
Φωτισμός	V-3	0
	V-6	1
Δυναμική ή περιβλη	L-1a	1
	L-2	1
	DE-1	0
Ηλεκτρισμός	DE-2	1
	DE-4	0
	E-2	0
	E-3	0
	E-4	0
	E-5	0
Φόρτιση ηλεκτρικών	E-6	0
	E-11	0
	E-12	1
Παρακολούθηση και έλεγχος	EV-15	0
	EV-16	0
	EV-17	0
	MC-3	1
	MC-4	1
	MC-9	1
	MC-13	1
	MC-25	1
	MC-26	1
	MC-29	1
	MC-30	1

Πίνακας 9. Πίνακας Max Calc. Mandatory που δίνει τις υπηρεσίες που παίζουν ρόλο στον υπολογισμό των I_{max} ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούνται στο κτίριο.

Βήμα 3: Υπολογισμός των Βαθμολογιών των Κριτηρίων Επίδρασης ic για κάθε επιλεγμένο Τεχνικό Τομέα d

Από τους προηγούμενους πίνακες (πίνακες FL και πίνακα Max Calc. Mandatory) και λαμβάνοντας υπόψιν τους τύπους που έχουμε ήδη αναφέρει στο κεφάλαιο 3.2,

$$I(d, ic) = \sum_{i=1}^{N_d} I_{ic} \left(FL(S_{i,d}) \right) \quad \& \quad I_{max}(d, ic) = \sum_{i=1}^{N_d} I_{ic} \left(FL_{max}(S_{i,d}) \right)$$

υπολογίζουμε τους βαθμούς επίδρασης για κάθε τομέα.

Για να υπολογίσουμε τον βαθμό επίδρασης στις περιπτώσεις όπου το 1st % είναι <100% τροποποιούμε τους προηγούμενους τύπους ως εξής.

$$I(d, ic) = \sum_{i=1}^{N_d} \left\{ I_{ic} \left(FL_{1^{st}}(S_{i,d}) \right) \cdot 1^{st} \% + I_{ic} \left(FL_{2^{nd}}(S_{i,d}) \right) \cdot 2^{nd} \% \right\}$$

$$I(d, ic) = \sum_{i=1}^{N_d} \left\{ \text{Max Calc. Mandatory} \cdot \left(I_{ic} \left(FL_{1^{st}}(S_{i,d}) \right) \cdot 1^{st} \% + I_{ic} \left(FL_{2^{nd}}(S_{i,d}) \right) \cdot 2^{nd} \% \right) \right\}$$

Κάνοντας χρήση των προηγούμενων τύπων υπολογίζουμε όλα τα $I(d, ic)$ και $I_{max}(d, ic)$.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα βάρη που δίνονται για κάθε κτίριο βάση του τύπου κτιρίου (residential / non-residential) και του γεωγραφικού διαμερίσματος που ανήκουν (9). Για τα παραδείγματα μας οι πίνακες με τα βάρη $W_{d,ic}$ τομέων (domain weights) είναι οι παρακάτω,

DOMAIN WEIGHTINGS

North Europe							
non-residential	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	0,31	0,49	0,16	0,10	0,16	0,35	0,11
Domestic hot water	0,05	0,08	0,00	0,10	0,00	0,06	0,11
Cooling	0,09	0,15	0,16	0,10	0,16	0,10	0,11
Ventilation	0,20	0,00	0,16	0,10	0,16	0,22	0,11
Lighting	0,08	0,00	0,16	0,10	0,16	0,00	0,00
Electricity	0,02	0,02	0,00	0,10	0,00	0,02	0,11
Dynamic building envelope	0,05	0,00	0,16	0,10	0,16	0,05	0,11
Electric vehicle charging	0,00	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,11
Monitoring and control	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

North Europe							
residential	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	0,30	0,43	0,16	0,1	0,16	0,31	0,11
Domestic hot water	0,09	0,13	0,00	0,1	0,00	0,10	0,11
Cooling	0,00	0,00	0,16	0,1	0,16	0,00	0,11
Ventilation	0,19	0,00	0,16	0,1	0,16	0,20	0,11
Lighting	0,04	0,00	0,16	0,1	0,16	0,00	0,00
Electricity	0,13	0,19	0,00	0,1	0,00	0,14	0,11
Dynamic building envelope	0,05	0,00	0,16	0,1	0,16	0,05	0,11
Electric vehicle charging	0,00	0,05	0,00	0,1	0,00	0,00	0,11
Monitoring and control	0,20	0,20	0,20	0,2	0,20	0,20	0,20

North-East Europe							
non-residential	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	0,29	0,44	0,16	0,10	0,16	0,32	0,11
Domestic hot water	0,09	0,14	0,00	0,10	0,00	0,10	0,11
Cooling	0,08	0,13	0,16	0,10	0,16	0,09	0,11
Ventilation	0,18	0,00	0,16	0,10	0,16	0,20	0,11
Lighting	0,07	0,00	0,16	0,10	0,16	0,00	0,00
Electricity	0,02	0,04	0,00	0,10	0,00	0,03	0,11
Dynamic building envelope	0,05	0,00	0,16	0,10	0,16	0,05	0,11
Electric vehicle charging	0,00	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,11
Monitoring and control	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

West Europe							
non-residential	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	0,27	0,41	0,16	0,10	0,16	0,32	0,11
Domestic hot water	0,08	0,12	0,00	0,10	0,00	0,10	0,11
Cooling	0,13	0,19	0,16	0,10	0,16	0,15	0,11
Ventilation	0,14	0,00	0,16	0,10	0,16	0,17	0,11
Lighting	0,10	0,00	0,16	0,10	0,16	0,00	0,00
Electricity	0,02	0,03	0,00	0,10	0,00	0,02	0,11
Dynamic building envelope	0,05	0,00	0,16	0,10	0,16	0,05	0,11
Electric vehicle charging	0,00	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,11
Monitoring and control	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Πίνακας 10. βάρη $W_{d,ic}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Αν πολλαπλασιάσουμε τις βαθμολογίες $I(d,ic)$ και $I_{max}(d,ic)$ με τα αντίστοιχα βάρη $W_{d,ic}$, έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα ανά τομέα και κριτήριο επίδρασης,

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (H, energy efficiency)	1,51	0	0,88	2,39	2,85
$I \cdot W$ (H, energy flex & storage)	0,42	0	0,44	0	0,38
$I \cdot W$ (H, comfort)	0,80	0	0,32	0,64	0,80
$I \cdot W$ (H, convenience)	0,30	0	0,10	0,30	0,40
$I \cdot W$ (H, Health - Wellbeing & accessibility)	0,32	0	0,16	0,32	0,32
$I \cdot W$ (H, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0,31	0,33
$I \cdot W$ (H, Information to occupants)	0	0	0	0,11	0,23

Πίνακας 11. $I \cdot W$ (H, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (H, energy efficiency)	3,02	1,64	4,09	5,08	4,43
$I_{max} \cdot W$ (H, energy flex & storage)	2,50	1,22	2,67	3,41	2,26
$I_{max} \cdot W$ (H, comfort)	1,28	0,80	1,60	1,28	1,60
$I_{max} \cdot W$ (H, convenience)	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80
$I_{max} \cdot W$ (H, Health - Well-being & accessibility)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
$I_{max} \cdot W$ (H, Maintenance & Fault prediction)	1,44	1,27	1,30	1,26	1,31
$I_{max} \cdot W$ (H, Information to occupants)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Πίνακας 12. $I_{max} \cdot W$ (H, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (DHW, energy efficiency)	0	0	0,19	0,19	0,50
$I \cdot W$ (DHW, energy flex & storage)	0	0	0,2	0	0,36
$I \cdot W$ (DHW, comfort)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DHW, convenience)	0	0	0,20	0	0,40
$I \cdot W$ (DHW, Health - Wellbeing & accessibility)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DHW, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0,1	0,10
$I \cdot W$ (DHW, Information to occupants)	0	0	0	0,23	0,23

Πίνακας 13. $I \cdot W$ (DHW, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (DHW, energy efficiency)	0	0,25	0,47	0,37	0,90
$I_{max} \cdot W$ (DHW, energy flex & storage)	0	0,37	0,86	0,40	0,95
$I_{max} \cdot W$ (DHW, comfort)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (DHW, convenience)	0	0,30	0,50	0,10	0,50
$I_{max} \cdot W$ (DHW, Health - Well-being & accessibility)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (DHW, Maintenance & Fault prediction)	0	0,19	0,21	0,20	0,21
$I_{max} \cdot W$ (DHW, Information to occupants)	0	0,34	0,34	0,34	0,34

Πίνακας 14. $I_{max} \cdot W$ (DHW, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (C, energy efficiency)	0,35	0	0	0	0
$I \cdot W$ (C, energy flex & storage)	0,16	0	0	0	0
$I \cdot W$ (C, comfort)	0,48	0	0	0	0
$I \cdot W$ (C, convenience)	0,20	0	0	0	0
$I \cdot W$ (C, Health - Wellbeing & accessibility)	0,32	0	0	0	0
$I \cdot W$ (C, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (C, Information to occupants)	0	0	0	0	0

Πίνακας 15. $I \cdot W$ (C, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (C, energy efficiency)	1,29	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (C, energy flex & storage)	0,97	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (C, comfort)	1,12	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (C, convenience)	0,70	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (C, Health - Well-being & accessibility)	0,48	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (C, Maintenance & Fault prediction)	0,56	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (C, Information to occupants)	0,34	0	0	0	0

Πίνακας 16. $I_{max} \cdot W$ (C, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (V, energy efficiency)	0,30	0	0	0,37	0
$I \cdot W$ (V, energy flex & storage)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (V, comfort)	0,61	0	0	0,32	0
$I \cdot W$ (V, convenience)	0,28	0	0	0,20	0
$I \cdot W$ (V, Health - Wellbeing & accessibility)	0,29	0,48	0	0,48	0
$I \cdot W$ (V, Maintenance & Fault prediction)	0	0,17	0	0,20	0
$I \cdot W$ (V, Information to occupants)	0	0,23	0	0,11	0

Πίνακας 17. $I \cdot W$ (V, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (V, energy efficiency)	0,53	0,43	0	1,50	0
$I_{max} \cdot W$ (V, energy flex & storage)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (V, comfort)	0,8	0,48	0	1,12	0
$I_{max} \cdot W$ (V, convenience)	0,4	0,30	0	0,60	0
$I_{max} \cdot W$ (V, Health - Well-being & accessibility)	0,96	0,96	0	1,28	0
$I_{max} \cdot W$ (V, Maintenance & Fault prediction)	0,21	0,33	0	0,39	0
$I_{max} \cdot W$ (V, Information to occupants)	0,34	0,34	0	0,34	0

Πίνακας 18. $I_{max} \cdot W$ (V, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (L, energy efficiency)	0	0	0	0	0,01
$I \cdot W$ (L, energy flex & storage)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (L, comfort)	0	0	0	0	0,03
$I \cdot W$ (L, convenience)	0	0	0	0	0,02
$I \cdot W$ (L, Health - Wellbeing & accessibility)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (L, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (L, Information to occupants)	0	0	0	0	0

Πίνακας 19. $I \cdot W$ (L, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (L, energy efficiency)	0,72	0,62	0,44	0,25	0,16
$I_{max} \cdot W$ (L, energy flex & storage)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (L, comfort)	0,8	0,80	0,80	0,80	0,80
$I_{max} \cdot W$ (L, convenience)	0,5	0,50	0,50	0,60	0,50
$I_{max} \cdot W$ (L, Health - Well-being & accessibility)	0,48	0,48	0,48	0,64	0,48
$I_{max} \cdot W$ (L, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0,10	0
$I_{max} \cdot W$ (L, Information to occupants)	0	0	0	0,34	0

Πίνακας 20. $I_{max} \cdot W$ (L, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (DE, energy efficiency)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DE, energy flex & storage)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DE, comfort)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DE, convenience)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DE, Health - Wellbeing & accessibility)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DE, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (DE, Information to occupants)	0	0	0	0	0

Πίνακας 21. $I \cdot W$ (DE, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (DE, energy efficiency)	0	0,25	0	0,25	0
$I_{max} \cdot W$ (DE, energy flex & storage)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (DE, comfort)	0	0,80	0	0,80	0
$I_{max} \cdot W$ (DE, convenience)	0	0,50	0	0,60	0
$I_{max} \cdot W$ (DE, Health - Well-being & accessibility)	0	0,64	0	0,64	0
$I_{max} \cdot W$ (DE, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0,10	0
$I_{max} \cdot W$ (DE, Information to occupants)	0	0	0	0,34	0

Πίνακας 22. $I_{max} \cdot W$ (DE, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (E, energy efficiency)	0	0,06	0,02	0,13	0
$I \cdot W$ (E, energy flex & storage)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (E, comfort)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (E, convenience)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (E, Health - Wellbeing & accessibility)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (E, Maintenance & Fault prediction)	0	0,05	0,03	0,14	0
$I \cdot W$ (E, Information to occupants)	0	0,57	0,34	0,34	0,11

Πίνακας 23. $I \cdot W$ (E, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (E, energy efficiency)	0	0,08	0,09	0,54	0,44
$I_{max} \cdot W$ (E, energy flex & storage)	0	0,19	0	1,15	0
$I_{max} \cdot W$ (E, comfort)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (E, convenience)	0	0,60	0,20	0,60	0,10
$I_{max} \cdot W$ (E, Health - Well-being & accessibility)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (E, Maintenance & Fault prediction)	0	0,10	0,10	0,56	0,30
$I_{max} \cdot W$ (E, Information to occupants)	0	0,69	0,69	0,69	0,34

Πίνακας 24. $I_{max} \cdot W$ (E, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (EV, energy efficiency)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (EV, energy flex & storage)	0	-0,10	0	-0,10	0
$I \cdot W$ (EV, comfort)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (EV, convenience)	0,30	0,20	0	0,30	0
$I \cdot W$ (EV, Health - Wellbeing & accessibility)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (EV, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0	0
$I \cdot W$ (EV, Information to occupants)	0,23	0	0	0,23	0

Πίνακας 25. $I \cdot W$ (EV, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (EV, energy efficiency)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (EV, energy flex & storage)	-0,05	0,20	0	0,20	0
$I_{max} \cdot W$ (EV, comfort)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (EV, convenience)	0,40	0,60	0	0,60	0
$I_{max} \cdot W$ (EV, Health - Well-being & accessibility)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (EV, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	0	0
$I_{max} \cdot W$ (EV, Information to occupants)	0,34	0,34	0	0,34	0

Πίνακας 26. $I_{max} \cdot W$ (EV, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I \cdot W$ (MC, energy efficiency)	0	0	0	1,20	0,80
$I \cdot W$ (MC, energy flex & storage)	0	0	0	0,60	0,80
$I \cdot W$ (MC, comfort)	0	0	0	0,60	0,40
$I \cdot W$ (MC, convenience)	0	0	0	1,80	1,60
$I \cdot W$ (MC, Health - Wellbeing & accessibility)	0	0	0	0,60	0,60
$I \cdot W$ (MC, Maintenance & Fault prediction)	0	0	0	1,00	1,00
$I \cdot W$ (MC, Information to occupants)	0	0	0	1,00	1,20

Πίνακας 27. $I \cdot W$ (MC, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
$I_{max} \cdot W$ (MC, energy efficiency)	0	1,60	0	1,60	1,60
$I_{max} \cdot W$ (MC, energy flex & storage)	0	1,80	0	1,80	1,80
$I_{max} \cdot W$ (MC, comfort)	0	0,60	0	0,60	0,60
$I_{max} \cdot W$ (MC, convenience)	0	3,40	0	3,40	3,40
$I_{max} \cdot W$ (MC, Health - Well-being & accessibility)	0	0,80	0	0,80	0,80
$I_{max} \cdot W$ (MC, Maintenance & Fault prediction)	0	2,20	0	2,20	2,20
$I_{max} \cdot W$ (MC, Information to occupants)	0	1,80	0	1,80	1,80

Πίνακας 28. $I_{max} \cdot W$ (MC, ic) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Βήμα 4: Υπολογισμός των βαθμολογιών των Κριτηρίων Επίδρασης ic και των Τεχνικών Τομέων d .

Οι υπολογισμοί των βαθμολογιών των Κριτηρίων Επίδρασης ic θα γίνουν βάση του κάτω τύπου όπως τον έχουμε ήδη αναφέρει στο κεφάλαιο 3.2,

$$SR_{ic} = \frac{\sum_{i=1}^N W_{d,ic} \cdot I(d, ic)}{\sum_{i=1}^N W_{d,ic} \cdot I_{max}(d, ic)}$$

Βάσει των ανωτέρω υπολογίζονται οι βαθμολογίες των κριτηρίων επίδρασης (impact scores):

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
<i>SR energy efficiency</i>	38,9%	1,3%	21,4%	44,8%	55,2%
<i>SR energy flexibility and storage</i>	16,9%	-2,6%	20,7%	7,2%	30,6%
<i>SR comfort</i>	47,2%	0,0%	13,3%	33,9%	41,1%
<i>SR convenience</i>	38,6%	2,9%	15,0%	36,1%	45,7%
<i>SR Health - Wellbeing & accessibility</i>	38,7%	14,3%	16,7%	38,0%	52,3%
<i>SR Maintenance & Fault prediction</i>	0,0%	5,3%	1,6%	37,2%	35,6%
<i>SR Information to occupants</i>	16,7%	20,7%	25%	48,3%	62,6%

Πίνακας 29. βαθμολογίες των κριτηρίων επίδρασης (impact scores) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Αντίστοιχα οι υπολογισμοί των βαθμολογιών των τομέων (domain scores) θα γίνουν βάση του κάτω τύπου όπως τον έχουμε ήδη αναφέρει στο κεφάλαιο 3.2,

$$SR_d = \sum_{ic} W_f(ic) \cdot \frac{I(d, ic)}{I_{max}(d, ic)}$$

λαμβάνοντας υπόψιν τα βάρη $W_f(ic)$ ανά κριτήριο επίδρασης ic (impact weighing) τα οποία δίνονται από τον παρακάτω πίνακα (9).

IMPACT WEIGHTINGS						
Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
0,16667	0,33333	0,08333	0,08333	0,08333	0,16667	0,08333

Πίνακας 30.

Βάσει των ανωτέρω υπολογίζονται οι βαθμολογίες των τομέων (impact domains):

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
<i>SR Heating</i>	27,8%	0,0%	14,6%	27,6%	39,9%
<i>SR Domestic Hot Water</i>	0,0%	0,0%	25,3%	26,7%	50,8%

<i>SR Cooling</i>	21,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>SR Ventilation</i>	36,2%	27,1%	0,0%	35,3%	0,0%
<i>SR Lighting</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%
<i>SR Dynamic Building Envelope</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>SR Electricity</i>	0,0%	33,3%	25,0%	15,0%	5,6%
<i>SR Electric Vehicle Charging</i>	23,6%	-27,8%	0,0%	-13,9%	0,0%
<i>SR Monitor & Control</i>	0,0%	0,0%	0,0%	54,8%	52,0%

Πίνακας 31. βαθμολογίες των τομέων (domain scores) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Βήμα 5: Υπολογισμός των τιμών των κυρίων λειτουργιών (key functionalities)

Οι υπολογισμοί των βαθμολογιών των κυρίων λειτουργιών θα γίνουν βάση του κάτω τύπου όπως τον έχουμε ήδη αναφέρει στο κεφάλαιο 3.2,

$$SR_f = \sum_{ic} W_{kf}(ic) \cdot SR_{ic}$$

όπου τα βάρη $W_{kf}(ic)$ των κύριων λειτουργιών δίνονται

Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
0,5	1	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25

Πίνακας 32.

Βάσει των ανωτέρω υπολογίζονται οι βαθμολογίες των κύριων λειτουργιών των κτιρίων,

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
<i>SR Energy Saving & Operation</i>	19%	3%	11%	41%	45%
<i>SR Respond to user needs</i>	35%	9%	18%	39%	50%
<i>SR Respond to needs of the grid</i>	17%	-3%	21%	7%	31%

Πίνακας 33. βαθμολογίες των κύριων λειτουργιών (key functionalities scores) των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Βήμα 6: Υπολογισμός Τελικής Βαθμολογίας SRI

Ο υπολογισμός του δείκτη ευφούς ετοιμότητας (SRI) θα γίνει με βάση τον κάτω τύπου όπως τον έχουμε ήδη αναφέρει στο κεφάλαιο 3.2,

$$SR = \sum_{f=1}^3 W_f \cdot SR_f \quad \text{όπου } W_f = 1/3$$

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
<i>Smart Readiness Indicator (SRI)</i>	23,88%	3,37%	16,57%	29,09%	42,13%

Πίνακας 34. βαθμολογίες των SRI των κτιρίων προς αξιολόγηση.

Βήμα 7: Κατάταξη Κτιρίου σε κλάσεις ανάλογα την βαθμολογία SRI

Όνομα κτιρίου	CORDIA	EDF	FASADA	HEKA	VEOLIA
<i>Smart Readiness Indicator (SRI)</i>	F	G	F	F	E

Πίνακας 35. Κατάταξη των κτιρίων προς αξιολόγηση.

4 Ανάπτυξη Web Εργαλείου για τον Υπολογισμό του SRI

4.1 Σκοπός και Σχεδιασμός του Εργαλείου

Το web εργαλείο υπολογισμού του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (Smart Readiness Indicator - SRI) αναπτύχθηκε με σκοπό να βοηθήσει στην εύκολη αξιολόγηση των κτιρίων εφαρμόζοντας την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη και φιλική προς τον χρήστη προσέγγιση. Οι βασικοί στόχοι του εργαλείου είναι,

- Υποστήριξη στην διαδικασία αξιολόγησης της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων παρέχοντας ένα δομημένο και εύκολο περιβάλλον που καθοδηγεί τον χρήστη κατά την διαδικασία αξιολόγησης του κτιρίου.
- Υπολογισμός όλων των αποτελεσμάτων και συγκέντρωση τους σε μια σελίδα δίνοντας μια ξεκάθαρη η εικόνα του κτιρίου ως προς την ευφυή ετοιμότητα του.
- Αύξηση της ευαισθητοποίησης ώστε να κατανοήσουν όλοι τα οφέλη της ενσωμάτωσης έξυπνων τεχνολογιών στα κτίρια.
- Συνεισφορά στην κεντρική ιδέα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημιουργία ενεργειακά αποδοτικότερων κτιρίων και τη μείωση των εκπομπών CO₂.

Το εργαλείο είναι δομημένο με μια απλή διεπαφή ώστε να είναι εύκολο αλλά παράλληλα να καλύπτει τις ανάγκες του χρήστη. Περιλαμβάνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Ευκολία χρήσης:
2. Απλοποιημένη εισαγωγή δεδομένων
3. Αναλυτική παρουσίαση αποτελεσμάτων.
4. Εφαρμογή της μεθοδολογίας SRI (method B).

4.2 Λειτουργικές Απαιτήσεις του Εργαλείου

Οι λειτουργικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί το εργαλείο υπολογισμού του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (Smart Readiness Indicator - SRI) για να επιτευχθούν οι στόχοι του είναι οι ακόλουθες,

- Δυνατότητα εύκολης και γρήγορης χειροκίνητης εισαγωγή δεδομένων κατά την αξιολόγηση του κτιρίου.
- Ενσωμάτωση όλων των πινάκων με τα βάρη (domain weights & impact weights) καθώς και των πινάκων αντιστοίχισης του επιπέδου λειτουργικότητας κάποιας υπηρεσίας με τις βαθμολογίες για κάθε ένα από τα 7 κριτήρια επίδρασης.
- Ενσωμάτωση των αλγορίθμων που υλοποιούν την μεθοδολογία του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας σύμφωνα με τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.
- Δυνατότητα εύκολης απεικόνισης όλων των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης δηλαδή του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI), των βαθμολογιών ανά τομέα (domain scores) και των βαθμολογιών ανά κριτήριο επίδρασης (impact scores).

- Επεκτασιμότητα για να υποστηρίζει μελλοντικές αναβαθμίσεις και νέες λειτουργίες.
- Φιλική προς τον χρήστη διεπαφή που απαιτεί ελάχιστη εκπαίδευση για τη χρήση του εργαλείου.

5 Διεπαφή Χρήστη & Λειτουργίες

Στην ενότητα αυτή θα δούμε αναλυτικά την διεπαφή που αναπτύχθηκε για την χρήση του εργαλείου καθώς και τις λειτουργίες της.

Στην αρχική οθόνη του web εργαλείου (Εικόνα 8) δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει για το κτίριο τα παρακάτω:

- Building type (Τύπο κτιρίου)
- Building zone (Γεωγραφικό διαμέρισμα κτιρίου)
- Τεχνολογικούς τομείς για τους οποίους θα αξιολογηθεί το κτίριο (1. Θέρμανση, 2. Ψύξη, 3. Ζεστό Νερό Χρήσης, 4. Εξαερισμός, 5. Φωτισμός, 6. Δυναμικό Κέλυφος Κτιρίου, 7. Ηλεκτρισμός, 8. Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων, 9. Εποπτεία & Έλεγχος)

SRI CALCULATOR

Building type : Residential

Building zone: South Europe

H (Heating): ☐

DHW (Domestic Hot Water): ☐

C (Cooling) : ☐

V (Ventilation) ☐

L (Lighting) : ☐

DE (Dynamic Building Envelope) : ☐

E (Electricity) : ☐

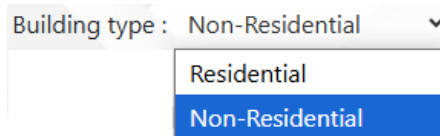
EV (Electrical Vehicle Charging) ☐

MC (Monitoring and Control) ☐

Submit

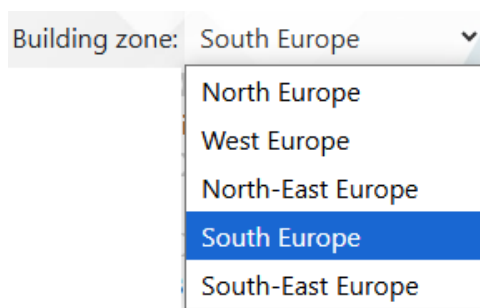
Εικόνα 8. Αρχική οθόνη του web εργαλείου SRI.

Για την επιλογή Building type (Τύπο κτιρίου, Εικόνα 9) δίνεται η δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε Residential (κατοικία) και Non-Residential (Σχολείο, Νοσοκομείο,...κλπ.).



Εικόνα 9. Επιλογή τύπου στο προς αξιολόγηση κτίριο

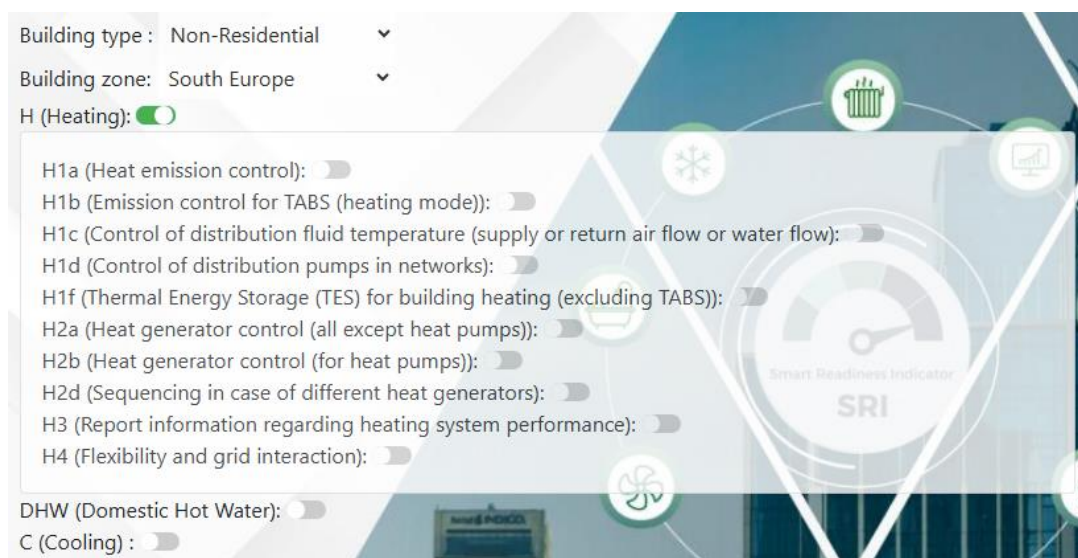
Για την επιλογή Building zone (Γεωγραφική Ζώνη κτιρίου, Εικόνα 10) δίνεται η δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε North Europe (Βόρεια Ευρώπη), West Europe (Δυτική Ευρώπη), North-East Europe (Βορειοανατολική Ευρώπη), South Europe (Νότια Ευρώπη), South-East Europe (Νοτιοανατολική Ευρώπη).



Εικόνα 10. Επιλογή Γεωγραφικής Ζώνης στο προς αξιολόγηση κτίριο

Ανάλογα την επιλογή που θα κάνει ο χρήστης στα Building Type και Building Zone, ο αλγόριθμος θα λάβει υπόψιν τους αντίστοιχους πίνακες με βάρη για τους τεχνολογικούς τομείς (domain weights) .

Στην συνέχεια ο χρήστης επιλέγει τους τεχνολογικούς τομείς που διαθέτει το κτίριο που αξιολογεί και εμφανίζονται οι αντίστοιχες υπηρεσίες. Για παράδειγμα στην Εικόνα 11 ο χρήστης επιλέγει τον τεχνολογικό τομέα Heating και εμφανίζονται απευθείας οι υπηρεσίες του συγκεκριμένου τομέα προς επιλογή για τον χρήστη.



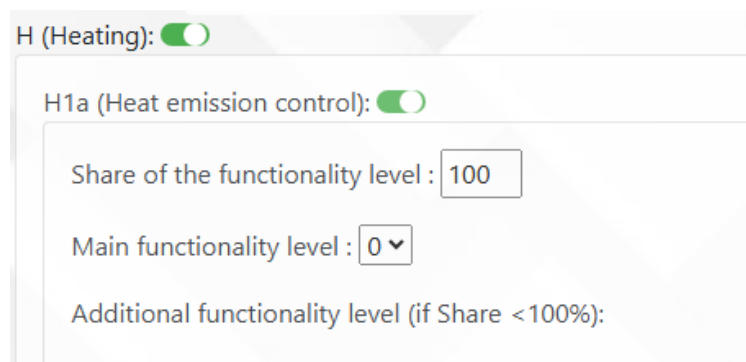
Εικόνα 11. Παράδειγμα επιλογής τεχνολογικού τομέα π.χ. Heating

Στην συνέχεια ο χρήστης επιλέγει τις υπηρεσίες του τεχνολογικού τομέα. Για κάθε υπηρεσία που επιλέγει ο χρήστης θα εμφανίζεται ένα νέο πεδίο από κάτω το οποίο περιέχει τις ακόλουθες επιλογές:

- **Share of the functionality level (Ποσοστό του κτιρίου που αφορά το επίπεδο λειτουργικότητας που θα επιλέξουμε για την συγκεκριμένη υπηρεσία).**
- **Main functionality level (η βαθμολογία που θα δώσουμε από drop down menu για το επίπεδο ευφυνούς ετοιμότητας του συγκεκριμένου ποσοστού του κτιρίου).**
- **Additional functionality level (if Share < 100%) (Ποσοστό επιπλέον επιπέδου λειτουργικότητας αν το Ποσοστό που επιλέξαμε αρχικά είναι < 100%).**

Παρατηρήσεις,

- Αν επιλέξουμε ποσοστό 100% (Εικόνα 12) τότε βαθμολογούμε ολόκληρο το κτίριο για την συγκεκριμένη υπηρεσία.
- Αν επιλέξουμε ποσοστό < 100% (Εικόνα 13) τότε βαθμολογούμε δυο φορές την συγκεκριμένη υπηρεσία, μια βαθμολογία για το 1^ο ποσοστό που δόθηκε (π.χ. 90%) και άλλη μια για το επιπλέον ποσοστό που υπολογίζεται αυτόματα (π.χ. $100 - 90 = 10\%$). Η επιλογή βαθμολογίας για το επιπλέον ποσοστό εμφανίζεται αν και μόνο αν ισχύει <100%.



H (Heating): ☒

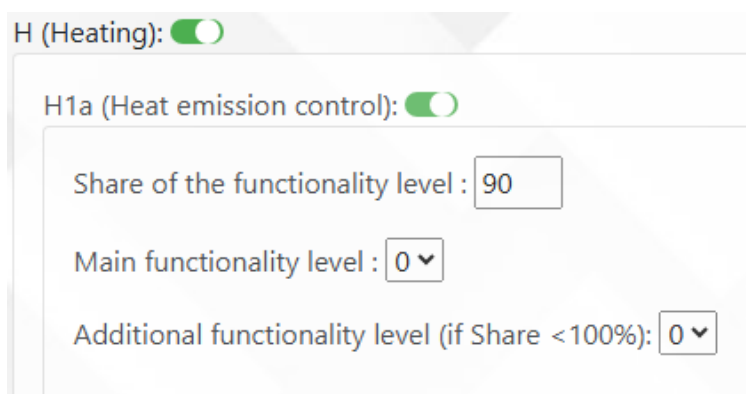
H1a (Heat emission control): ☒

Share of the functionality level : 100

Main functionality level : 0 ▼

Additional functionality level (if Share < 100%):

Εικόνα 12. Παράδειγμα επιλογής υπηρεσίας τεχνολογικού τομέα με ποσοστό 100% π.χ. Heating emission control



H (Heating): ☒

H1a (Heat emission control): ☒

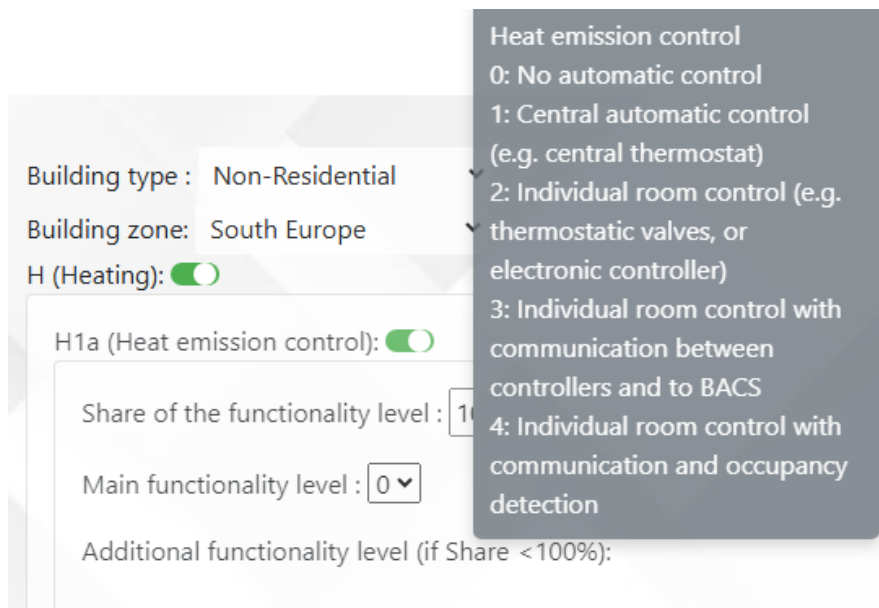
Share of the functionality level : 90

Main functionality level : 0 ▼

Additional functionality level (if Share < 100%): 0 ▼

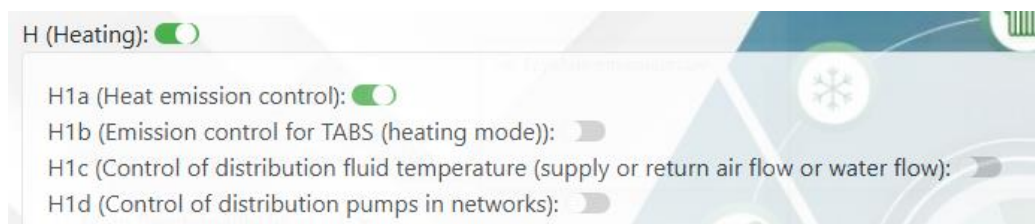
Εικόνα 13. Παράδειγμα επιλογής υπηρεσίας τεχνολογικού τομέα με ποσοστό 90% π.χ. Heating emission control

Για την διευκόλυνση του χρήστη στην βαθμολογία της υπηρεσίας δηλαδή στην επιλογή επιπέδου λειτουργικότητας όταν ο χρήστης περνάει τον κέρσορα πάνω από το drop down menu εμφανίζονται οι περιγραφές όλων των επιπέδων λειτουργικότητας της υπηρεσίας (Εικόνα 14).

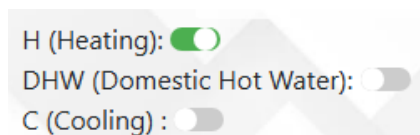


Εικόνα 14. Εμφάνιση όλων των επιπέδων λειτουργικότητας της υπηρεσίας π.χ. Heating emission control

Αφού ολοκληρώσει ο χρήστης τις επιλογές του για την συγκεκριμένη υπηρεσία μπορεί να πατήσει με τον κέρσορα πάνω στο όνομα της υπηρεσίας και οι επιλογές θα κρυφθούν χωρίς να χαθούν διευκολύνοντας τον χρήστη να συνεχίσει στις επόμενες υπηρεσίες (Εικόνα 15). Το ίδιο μπορεί να γίνει και για τις επιλογές τεχνολογικών τομέων (Εικόνα 16).



Εικόνα 15. Με το πάτημα του κέρσορα στο όνομα της υπηρεσίας, οι επιλογές θα κρυφθούν χωρίς να χαθούν διευκολύνοντας τον χρήστη.

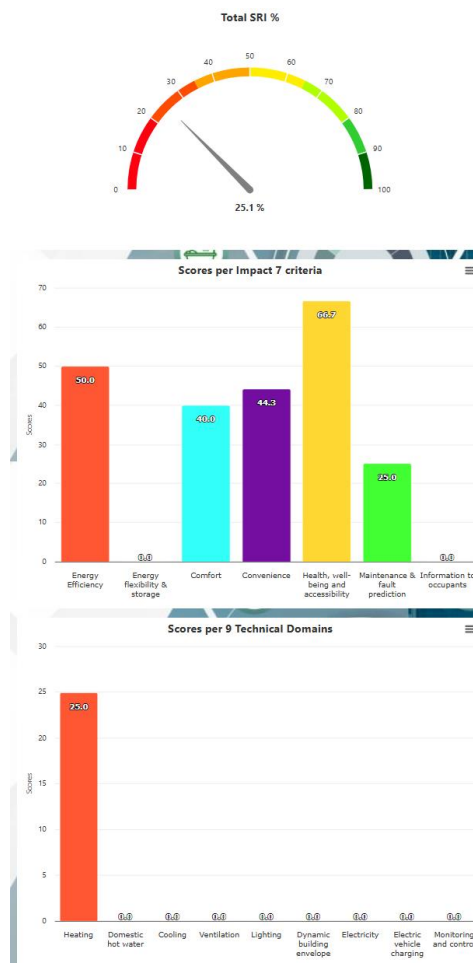


Εικόνα 16. Με το πάτημα του κέρσορα στο όνομα του domain, οι υπηρεσίες προς επιλογή θα κρυφθούν χωρίς να χαθούν οι επιλογές σε αυτές διευκολύνοντας τον χρήστη.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι ο χρήστης να καταγράψει όλες τις υπηρεσίες για όλους τους τεχνολογικούς τομείς του προς αξιολόγηση κτιρίου και να τους αποδώσει το επίπεδο λειτουργικότητας.

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία ο χρήστης πατάει το κουμπί Submit και τότε αναλαμβάνει ο αλγόριθμος. Ο αλγόριθμος θα εκτελέσει τις εξής λειτουργίες:

- Θα αποθηκεύσει όλες τις επιλογές του χρήστη
- Βάσει των επιλογών του θα χρησιμοποιήσει συγκεκριμένους πίνακες βαρών (domain weight) και θα υπολογίσει όλα τα δεδομένα όπως περιεγραφήκαν στο κεφάλαιο 2.2 ακολουθώντας την μεθοδολογία SRI.
- Θα αποθηκεύσει όλα τα δεδομένα (επιλογές χρήστη, δεδομένα υπολογισμών και δεδομένα αποτελεσμάτων) σε βάση δεδομένων με συγκεκριμένο ID.
- Τέλος θα εμφανίσει τα γραφικά αποτελέσματα στον χρήστη (Εικόνα 17) ,
 - τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI),
 - τις βαθμολογίες ανά τομέα (domain scores)
 - τις βαθμολογίες ανά κριτήριο επίδρασης (impact scores).



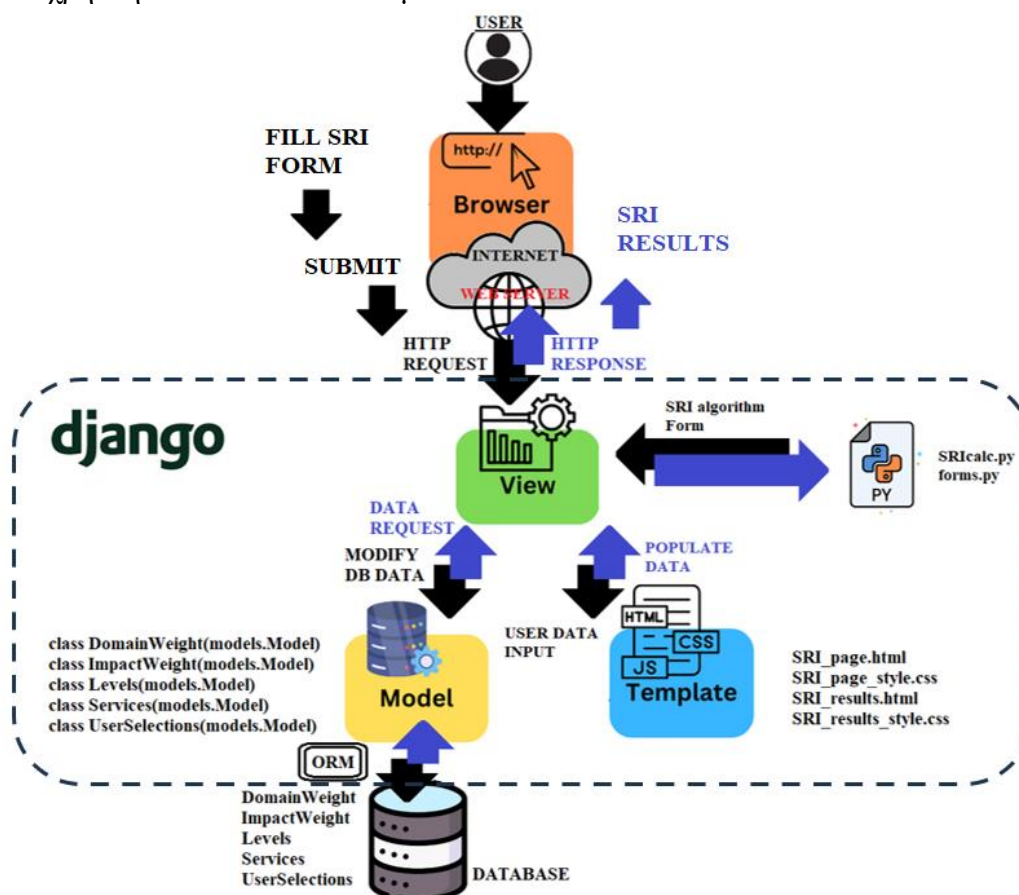
Εικόνα 17. Αποτελέσματα web εργαλείου SRI

6 Χρησιμοποιούμενες Τεχνολογίες

6.1 Αρχιτεκτονική του Εργαλείου

Η ανάπτυξη του web εργαλείου υπολογισμού του SRI έγινε με χρήση του Django Framework. Το Django Framework (13) είναι ένα ελεύθερο και ανοιχτού κώδικα web framework γραμμένο σε Python το οποίο απλοποιεί την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Το Django Framework ακολουθεί την αρχιτεκτονική Model – Template – Views (MTV) (14) όπως φαίνεται στην εικόνα 18.

- **Models:** είναι οι δομές των δεδομένων μας. Το Django framework έχει ενσωματωμένο ένα πολύ δυνατό Object-Relational Mapping (ORM) (15) σύστημα το οποίο αφαιρεί την ανάγκη αλληλεπίδρασης του προγραμματιστή με την Βάση Δεδομένων. Με αυτό τον τρόπο οι πίνακες αντιμετωπίζονται σαν αντικείμενα της python.
- **Templates:** είναι HTML (16) και CSS (17) αρχεία τα οποία αναλαμβάνουν την απεικόνιση των αποτελεσμάτων στον χρήστη.
- **Views:** είναι η λογική (ο controller) που ενορχηστρώνει τα models, την φόρμα, τον αλγόριθμο υπολογισμού του SRI και τα templates ώστε να επιστρέψει στον χρήστη το σωστό αποτέλεσμα.



Εικόνα 18. Αρχιτεκτονική του web εργαλείου υπολογισμού του SRI.

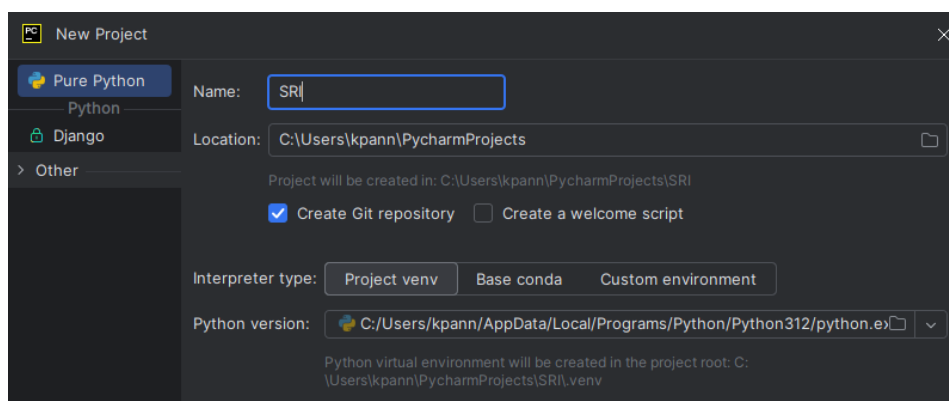
6.2 Χρήση Backend & Frontend Τεχνολογιών για την ανάπτυξη του SRI application

Το Django Framework όπως αναφέραμε αποτελεί ένα web framework γραμμένο σε python για την εύκολη ανάπτυξη δυναμικών, πολύπλοκων και επεκτάσιμων web applications οπότε δεν θα μπορούσε να λείπει από την αρχιτεκτονική του το κομμάτι του backend.

Το Django απαιτεί την εγκατάσταση της Python¹⁰, για την ανάπτυξη του SRI application έγινε εγκατάσταση της έκδοσης 3.12.5. Μαζί με την εγκατάσταση της python γίνεται εγκατάσταση και της βάσης δεδομένων SQLite (18) την οποία θα χρησιμοποιήσουμε για την ανάπτυξη της εφαρμογής SRI. Φυσικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε άλλη βάση δεδομένων (PostgreSQL (19), MariaDB (20), MySQL (21), Oracle (22),...κλπ) αλλά στα πλαίσια της διπλωματικής η SQLite ικανοποιεί τις απαιτήσεις μας.

Μετά την εγκατάσταση της Python εγκαθιστούμε ένα εργαλείο ανάπτυξης και ελέγχου του κώδικα μας δηλαδή ενός IDE (Integrated Development Environment) (23). Υπάρχουν πολύ IDE για python εμείς επιλέξαμε το PyCharm Community Edition¹¹.

Για την υλοποίηση του project μας δημιουργήσαμε ένα νέο Project με ονομασία SRI και επιλέξαμε να δημιουργηθεί Git repository ώστε να αποθηκεύετε στο Git hub (24) και να υπάρχει version control του κώδικά μας. Επίσης επιλέξαμε Project venv δηλαδή το project μας να δημιουργηθεί σε ένα εικονικό περιβάλλον στο οποίο θα εγκαταστήσουμε πακέτα της Python. Το venv (virtual environment) (25) είναι μια ιδιότητα της Python οπου μπορείς να δημιουργείς εικονικά περιβάλλοντα Python με διαφορετικά πακέτα, βιβλιοθήκες και εκδόσεις εγκατεστημένα σε αυτά χωρίς να επηρεάζει το ένα το άλλο.



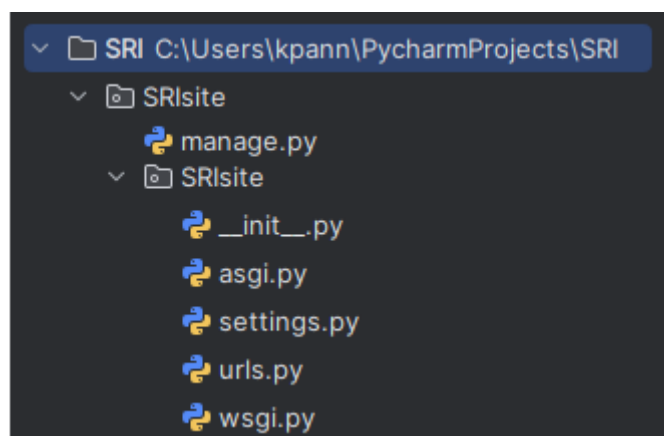
Εικόνα 19. Δημιουργία venv SRI Project με PyCharm

¹⁰ <https://www.python.org/downloads/>

¹¹ <https://www.jetbrains.com/pycharm/download/?section=windows>

Έχοντας δημιουργήσει το SRI Project μας εγκαθιστούμε μέσω του terminal του PyCharm το Django Framework. Από το terminal εκτελούμε την εντολή **\> py -m pip install Django** και μέσω του pip (package installer for python) εγκαθιστούμε στο εικονικό περιβάλλον SRI τα πακέτα του Django.

Με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης εκτελούμε στο εικονικό περιβάλλον SRI την εντολή **\> django-admin SRIsite mysite** το οποίο δημιουργεί το Django Project SRIsite το οποίο περιέχει την δομή αρχείων του Django όπως φαίνεται στην εικόνα .



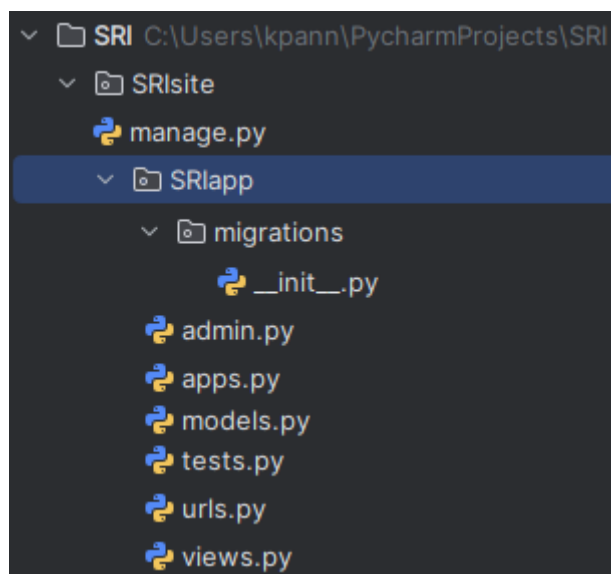
Εικόνα 20. Δημιουργία του Django Project SRIsite

Η δομή αρχείων που δημιούργησε το Django package είναι :

- manager.py: είναι το βοηθητικό πρόγραμμα γραμμής εντολών που επιτρέπει την αλληλεπίδραση με το SRIsite Django Project για administrative tasks. Για παράδειγμα μέσω αυτού θα καλούμε τον ενσωματωμένο web server ή θα ζητάμε την δημιουργία πινάκων στην SQLite συγχρονίζοντας τα models με την βάση δεδομένων.
- SRIsite/: είναι η διεύθυνση που βρίσκεται το πακέτο Python. Το όνομά της διεύθυνσης αυτής θα χρησιμοποιούμε για να εισάγουμε νέα αντικείμενα.
 - SRIsite/ __init__.py: κενό αρχείο που λέει στην Python ότι αυτός ο κατάλογος πρέπει να θεωρείται πακέτο Python.
 - SRIsite /settings.py: έχει τις ρυθμίσεις για το SRIsite Django Project. Για παράδειγμα μέσα στο settings.py στο πεδίο Installed_Apps θα δηλώσουμε μετα την εγκατάσταση του πακέτου της bootstrap5 ότι θα την χρησιμοποιήσουμε.
 - SRIsite /urls.py: έχει τα url για το SRIsite Django Project, δηλαδή ένας «πίνακας περιεχομένων» του ιστότοπου που υποστηρίζεται από το Django.
 - SRIsite /asgi.py: Αφορά την χρήση web servers συμβατούς με ASGI. Δεν θα αναλύσουμε περαιτέρω στην παρούσα διπλωματική.
 - SRIsite /wsgi.py: Αφορά την χρήση web servers συμβατούς με WSGI. Δεν θα αναλύσουμε περαιτέρω στην παρούσα διπλωματική.

Επίσης, η εγκατάσταση του πακέτου Django εγκαθιστά έναν web server καθώς επίσης προσφέρει ένα ενσωματωμένο σύστημα ORM (Object-relational mapper) που επιτρέπει τη διαχείριση βάσεων δεδομένων μέσω κώδικα σε Python αντί για SQL queries.

Μετα την ολοκλήρωση του Django περιβάλλοντος SRIsite εκτελούμε την εντολή `> py manage.py startapp SRlapp` ώστε να δημιουργήσουμε το Django application. Έτσι δημιουργούμε μέσα στο περιβάλλον SRIsite την διεύθυνση SRlapp που περιέχει την δομή αρχείων που φαίνεται στην εικόνα 21,



Εικόνα 21. Δημιουργία Django application SRlapp στο Django περιβάλλον SRIsite

- **models.py**: είναι το αρχείο στο οποίο ορίζουμε τα μοντέλα δεδομένων της εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένων των πεδίων και της συμπεριφοράς των δεδομένων. Χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση με τη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας το ενσωματωμένο Django ORM.
- **views.py**: είναι το αρχείο στο οποίο ορίζουμε τις προβολές της εφαρμογής, οι οποίες χειρίζονται συγκεκριμένα αιτήματα και επιστρέφουν μια απάντηση. Μια προβολή είναι μια συνάρτηση Python που ορίζει τον τρόπο χειρισμού μιας συγκεκριμένης διεύθυνσης URL.
- **urls.py**: είναι το αρχείο στο οποίο ορίζουμε τις διευθύνσεις URL της εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένης της αντιστοίχισης μεταξύ διευθύνσεων URL και προβολών. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του τρόπου χειρισμού των διευθύνσεων URL από την εφαρμογή.
- **admin.py**: είναι το αρχείο στο οποίο ορίζουμε τη διεπαφή διαχειριστή της εφαρμογής, η οποία χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των δεδομένων μέσω της ενσωματωμένης διεπαφής διαχειριστή Django.
- **apps.py**: είναι το αρχείο στο οποίο ορίζουμε το configuration του application. Αν δεν ορίσουμε κάτι τότε καλεί το βασικό predefined AppConfig.

- **migrations/**: είναι ο κατάλογος με τα αρχεία που σχετίζονται με τις εγκαταστάσεις της βάσης δεδομένων. Χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των αλλαγών στα μοντέλα και την εφαρμογή τους στη βάση δεδομένων.
- **tests.py**: είναι το αρχείο στο οποίο μπορούμε να γράφουμε test κώδικα για το Django application.

Μετα την δημιουργία του Django application δημιουργούμε στο models τα μοντέλα που θα επικοινωνούν μέσω του ORM τα data στην SQLite βάση δεδομένων,

class DomainWeight(models.Model): μοντέλο για τα βάρη των τεχνολογικών τομέων ανά γεωγραφική περιοχή και είδος κτιρίου.

class ImpactWeight(models.Model): μοντέλο για τα βάρη των κριτηρίων επίδρασης.

class Levels(models.Model): μοντέλο που περιέχει τις βαθμολογίες για κάθε επίπεδο λειτουργικότητας κάθε υπηρεσίας τεχνολογικού τομέα.

class Services(models.Model): μοντέλο που περιέχει όλες τις υπηρεσίες και τις πληροφορίες τους.

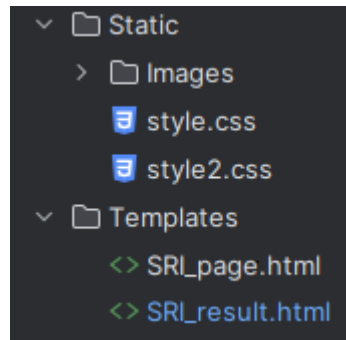
class UserSelections(models.Model): μοντέλο που περιέχει όλες τις δυνατές επιλογές της φόρμας SRI του χρήστη της διεπαφής.

Τρέχουμε την εντολή `\> py manage.py migrate` και τα μοντέλα μέσω του ORM δημιουργούν τους αντίστοιχους πίνακες στην βάση δεδομένων SQLite.

Στην συνέχεια ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα,

- συμπληρώθηκαν με την χρήση csv αρχείων τους πίνακες DomainWeight, ImpactWeight, Levels, Services με τα data που έχουμε από το calculation sheet for SRI assessment (9).
- δημιουργήθηκε η **forms.py**: είναι το αρχείο στο οποίο καθορίζουμε τις φόρμες της εφαρμογής, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των υποβολών φορμών και την επικύρωση.
- δημιουργήθηκε η controlform εντός της forms.py που υλοποιεί την φόρμα με χρήση python και την συνδέει με το μοντέλο UserSelections και τον αντίστοιχο πίνακα στην SQLite.
- δημιουργήθηκε η SRIfcalc.py όπου είναι το αρχείο στο οποίο ορίζεται η συνάρτηση SRIfcalculation η οποία υλοποιεί σε python όλο τον αλγόριθμο SRI και υπολογίζει τον δείκτη SRI καθώς και τα domain scores και impact scores λαμβάνοντας υπόψιν τις επιλογές του χρήστη στην διεπαφή.
- δημιουργήθηκαν τα folders: static και templates,
 - **templates/**: είναι ο κατάλογος που περιέχει τα πρότυπα html της εφαρμογής, τα οποία καθορίζουν την παρουσίαση των δεδομένων.
 - **static/**: είναι ο κατάλογος που περιέχει τα στατικά αρχεία της εφαρμογής, όπως CSS, JavaScript και εικόνες.
 όπως φαίνεται και στην εικόνα 22. δημιουργήθηκαν τα templates,

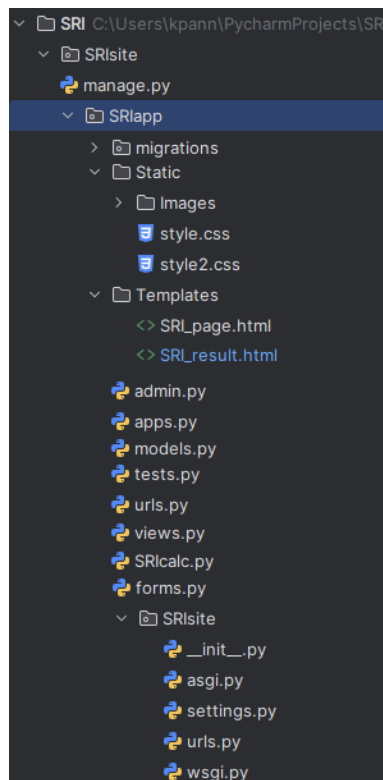
- SRI_page.html το οποίο είναι η αρχική εικόνα χρήστη μέσω του οποίου καλείται η φόρμα αξιολόγησης που φτιάξαμε στο forms.py. Η html συνοδεύεται από το αρχείο style.css που βελτιώνει την διάταξη και το περιεχόμενο της διεπαφής.
- SRI_result.html το οποίο δίνει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης υλοποιώντας το sricalc.py σε συνδυασμό με τα data της φόρμας αξιολόγησης και τα data από τους πίνακες βαρών που βρίσκονται στην SQLite.



Εικόνα 22. Static & Templates του SRI application

- τέλος τροποποιήθηκε η views.py και η urls.py ώστε να καλείτε ως αρχική οθόνη της διεπαφής το template SRI_page.html και όταν γίνεται submit η φόρμα αξιολόγησης τα data μέσω μοναδικού id να εισάγονται σαν input στην συνάρτηση SRicalc και να επιστρέφονται στον χρήστη τα αποτελέσματα μέσω του template της SRI_result.

Οπότε η τελική μορφή του Django SRI Project είναι αυτή που φαίνεται στην εικόνα 23.



Εικόνα 23. Django SRI Project

Για την ανάπτυξη του front-end δηλαδή των templates και static αρχείων του Django Framework έγινε χρήση των παρακάτω τεχνολογιών:

1. **HTML (HyperText Markup Language):** η βασική γλώσσα που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ιστοσελίδων (16). Η HTML καθορίζει τη δομή και το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας, επιτρέποντας στους browsers (όπως Chrome, Firefox, Safari) να εμφανίζουν το περιεχόμενο σωστά.
2. **CSS (Cascading Style Sheets):** χρησιμοποιείται για την περιγραφή της εμφάνισης και της διάταξης μιας ιστοσελίδας (17). Με την CSS, μπορείς να ελέγξεις το πώς εμφανίζεται το περιεχόμενο που ορίζεται με HTML, προσθέτοντας στυλ, χρώματα, γραμματοσειρές, διατάξεις, και άλλα οπτικά στοιχεία.
3. **JavaScript:** χρησιμοποιείται κυρίως για να προσθέσει **διαδραστικότητα** και **δυναμική λειτουργικότητα** στις ιστοσελίδες (π.χ. αναδυόμενα παράθυρα, κουμπιά τα οποία αλληλοεπιδρούν κλπ.) (26). Είναι ενσωματωμένη στην HTML και χρησιμοποιείτε εντός του πεδίου `<script> javascript κώδικας </script>`.
4. **Bootstrap 5:** είναι ένα από τα πιο δημοφιλή **frontend frameworks** που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία διαδραστικών και μοντέρνων ιστοσελίδων (27). Πρόκειται για ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα που παρέχει έτοιμα στυλ (CSS), components (π.χ. κουμπιά, καρτέλες, μενού) και δυνατότητες JavaScript για γρήγορη και εύκολη ανάπτυξη web εφαρμογών.
5. **HighCharts library:** είναι βιβλιοθήκη γραμμένη σε JavaScript και TypeScript και χρησιμοποιείται στην δημιουργία custom διαγραμμάτων (28).

7 Εφαρμογή του Εργαλείου σε Κτίρια

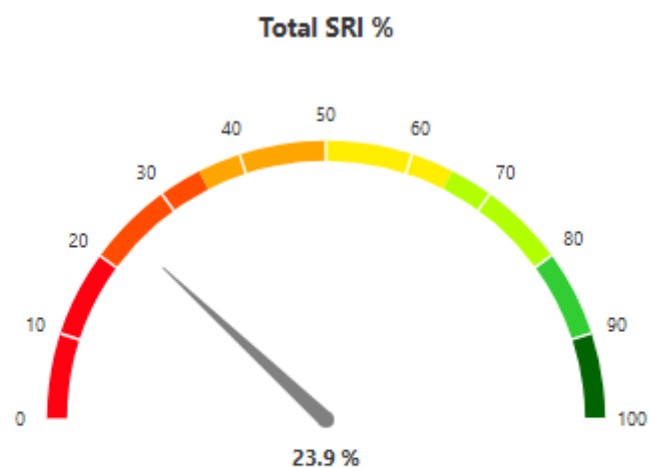
7.1 Παραδείγματα Υπολογισμού του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας SRI μέσω του Web Εργαλείου

Θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα για τα κτίρια που παρουσιάσαμε στην ενότητα 3.4 (Πίνακας 5) και θα τα αξιολογήσουμε ως προς την μεθοδολογία SRI με χρήση του web application που αναπτύξαμε στην ενότητα 6.

Εισάγοντας τα δεδομένα για το κτίριο CORDIA στην φόρμα αξιολόγησης και υποβάλλοντας την αίτηση λαμβάνουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα, τα οποία ταυτίζονται με τις θεωρητικές τιμές της ενότητας 3.4:

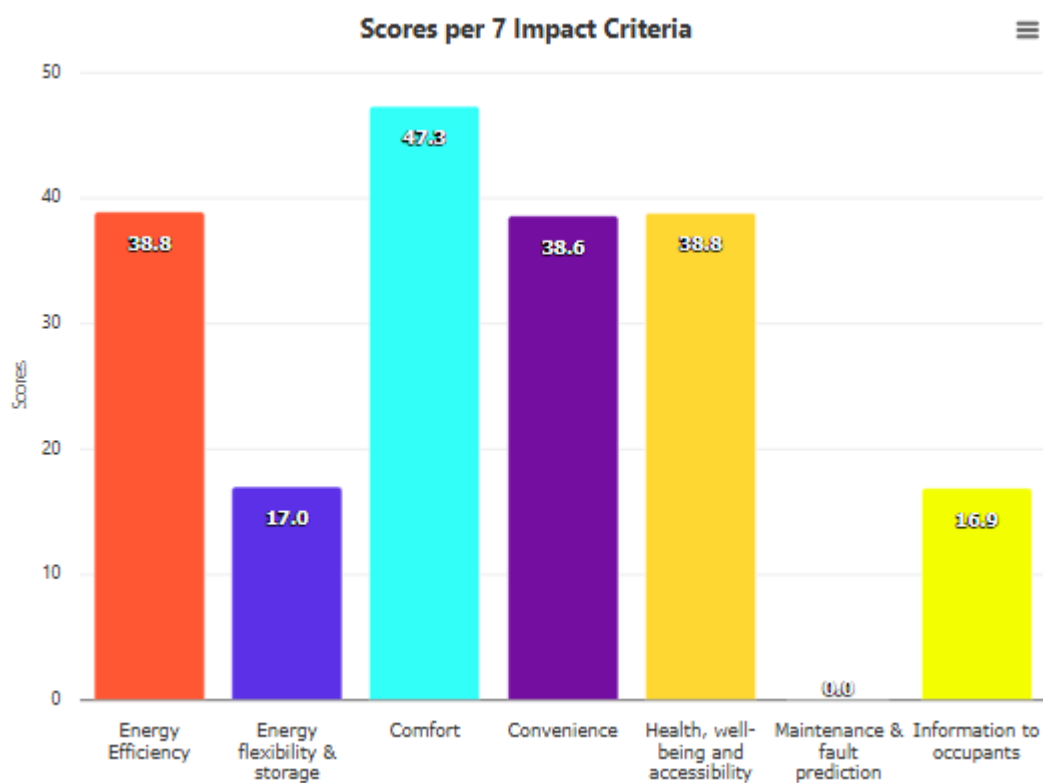
Building type : Non-Residential
Building zone: South Europe
H (Heating): ☒
DHW (Domestic Hot Water): ☐
C (Cooling): ☒
V (Ventilation): ☒
V1a (Supply air flow control at the room level): ☒
Share of the functionality level : 60
Main functionality level : 1
Additional functionality level (if Share < 100%): 3
V1c (Air flow or pressure control at the air handler level): ☐
V2c (Heat recovery control: prevention of overheating): ☐
V2d (Supply air temperature control at the air handling unit level): ☒
V3 (Free cooling with mechanical ventilation system): ☐
V6 (Reporting information regarding IAQ): ☐
L (Lighting): ☒
DE (Dynamic Building Envelope): ☐
E (Electricity): ☐
EV (Electrical Vehicle Charging): ☒
MC (Monitoring and Control): ☐
Submit

Εικόνα 24. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο CORDIA

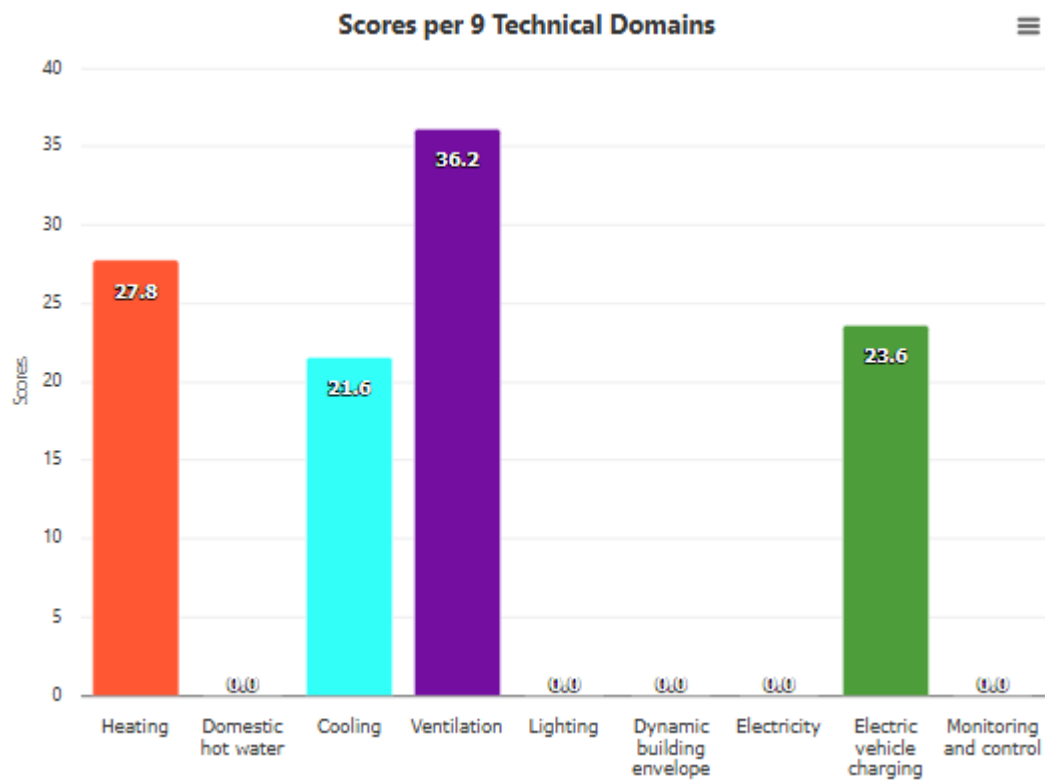


Building has SRI Grade : F

Εικόνα 25. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου CORDIA



Εικόνα 26. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου CORDIA



Εικόνα 27 Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου CORDIA

Εισάγοντας τα δεδομένα για το κτίριο EDF στην φόρμα αξιολόγησης και υποβάλλοντας την αίτηση λαμβάνουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα, τα οποία ταυτίζονται με τις θεωρητικές τιμές της ενότητας 3.4:

Building type : Non-Residential ▼

Building zone: South-East Europe ▼

H (Heating): ☒

DHW (Domestic Hot Water): ☒

DHW1a (Control of DHW storage charging (with direct electr. heating or integrated electr. heat pump)): ☒

Share of the functionality level :

Main functionality level : ▼

Additional functionality level (if Share <100%):

DHW1b (Control of DHW storage charging (using hot water generation)): ☐

DHW1d (Control of DHW storage charging (with solar collector and supplementary heat generation)): ☐

DHW2b (Sequencing in case of different DHW generators): ☐

DHW3 (Report information regarding domestic hot water performance): ☐

C (Cooling) : ☐

V (Ventilation) ☒

L (Lighting) : ☒

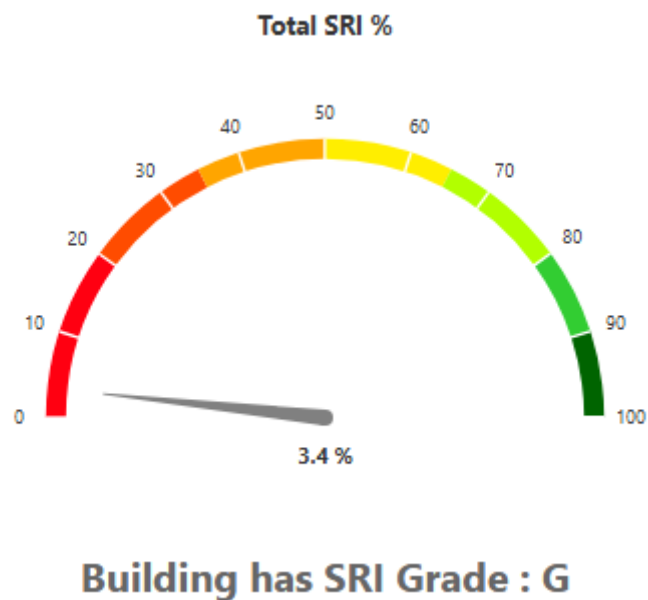
DE (Dynamic Building Envelope) : ☒

E (Electricity) : ☒

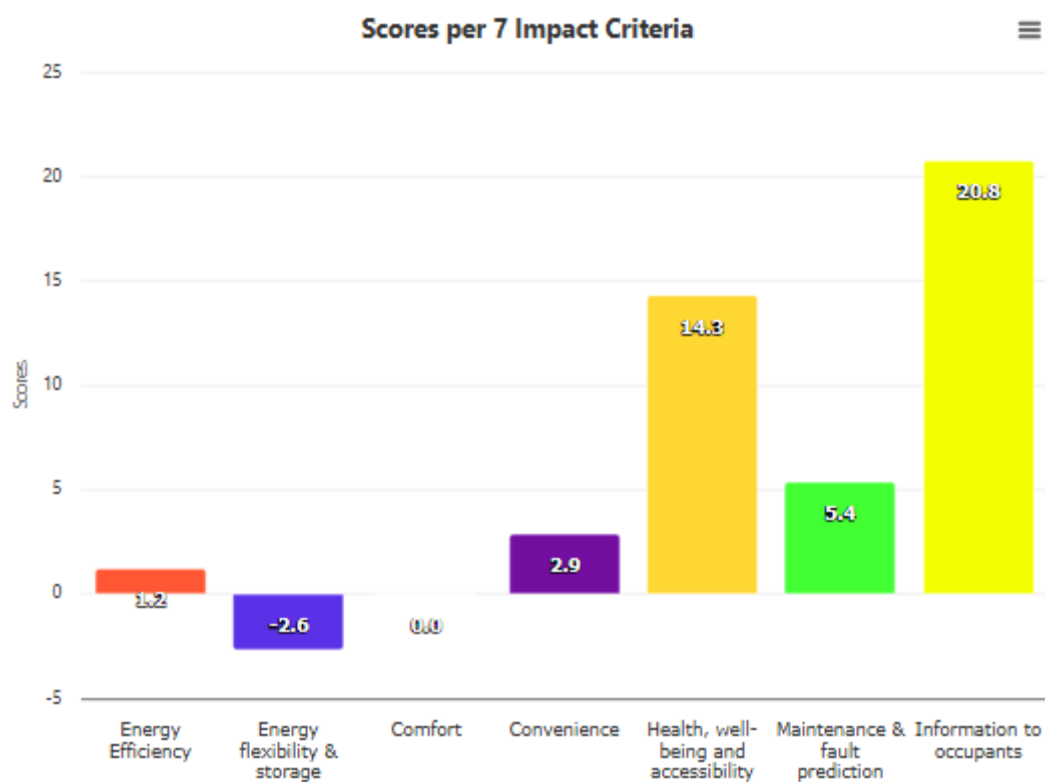
EV (Electrical Vehicle Charging) : ☐

MC (Monitoring and Control) : ☒

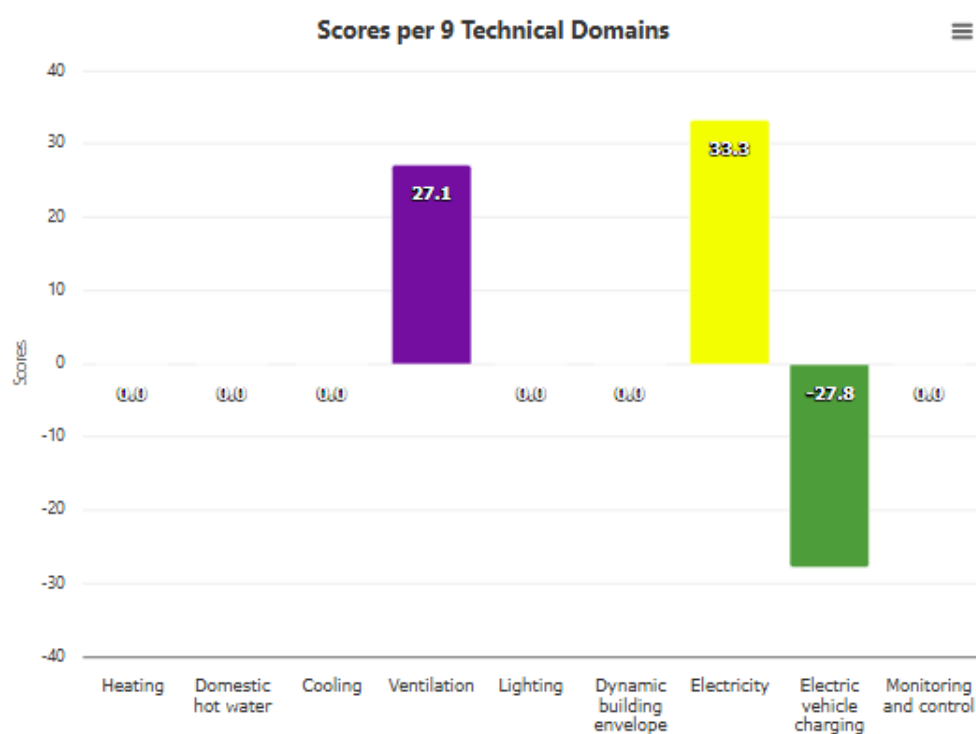
Εικόνα 28. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο EDF



Εικόνα 29. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου EDF



Εικόνα 30. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου EDF

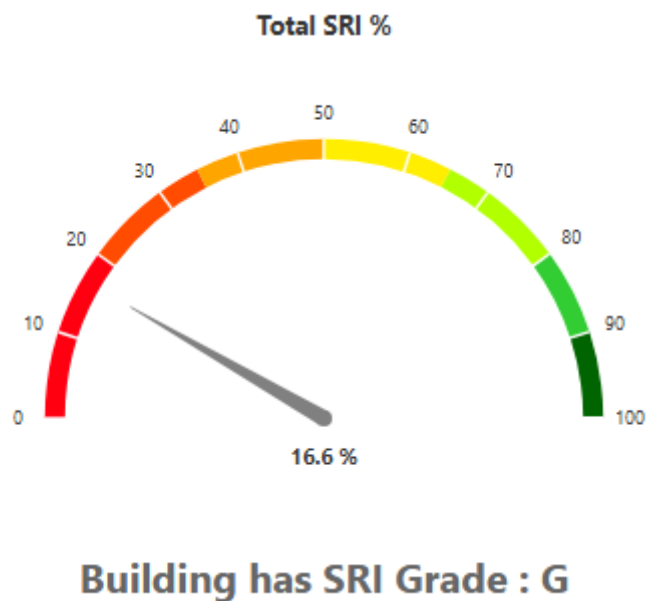


Εικόνα 31. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου EDF

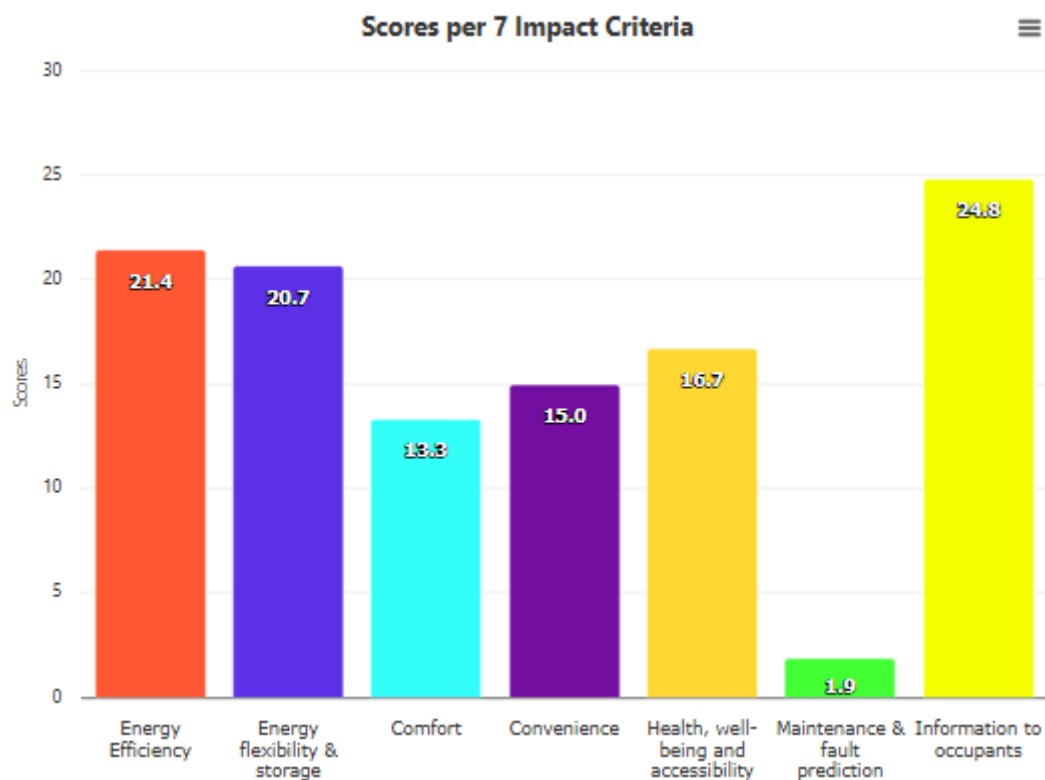
Εισάγοντας τα δεδομένα για το κτίριο FASADA στην φόρμα αξιολόγησης και υποβάλλοντας την αίτηση λαμβάνουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα, τα οποία ταυτίζονται με τις θεωρητικές τιμές της ενότητας 3.4:

Building type : Non-Residential
 Building zone: South-East Europe
 H (Heating):
 H1a (Heat emission control):
 H1b (Emission control for TABS (heating mode)):
 H1c (Control of distribution fluid temperature (supply or return air flow or water flow)):
 H1d (Control of distribution pumps in networks):
 H1f (Thermal Energy Storage (TES) for building heating (excluding TABS)):
 H2a (Heat generator control (all except heat pumps)):
 H2b (Heat generator control (for heat pumps)):
 H2d (Sequencing in case of different heat generators):
 H3 (Report information regarding heating system performance):
 H4 (Flexibility and grid interaction):
 DHW (Domestic Hot Water):
 DHW1a (Control of DHW storage charging (with direct electr. heating or integrated electr. heat pump)):
 DHW1b (Control of DHW storage charging (using hot water generation)):
 DHW1d (Control of DHW storage charging (with solar collector and supplementary heat generation)):
 DHW2b (Sequencing in case of different DHW generators):
 DHW3 (Report information regarding domestic hot water performance):
 C (Cooling):
 V (Ventilation):
 L (Lighting):
 L1a (Occupancy control for indoor lighting):
 L2 (Control artificial lighting power based on daylight levels):
 DE (Dynamic Building Envelope):
 E (Electricity):
 EV (Electrical Vehicle Charging):
 MC (Monitoring and Control):
 Submit

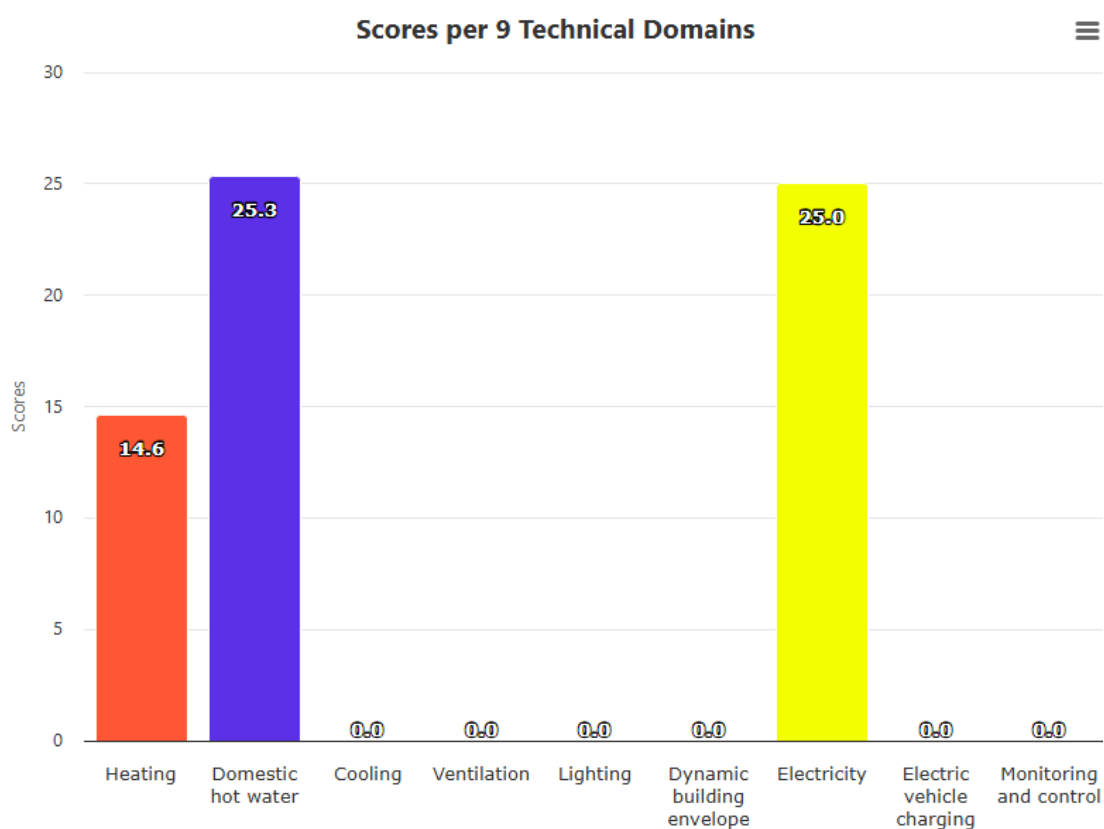
Εικόνα 32. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο FASADA



Εικόνα 33. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου FASADA

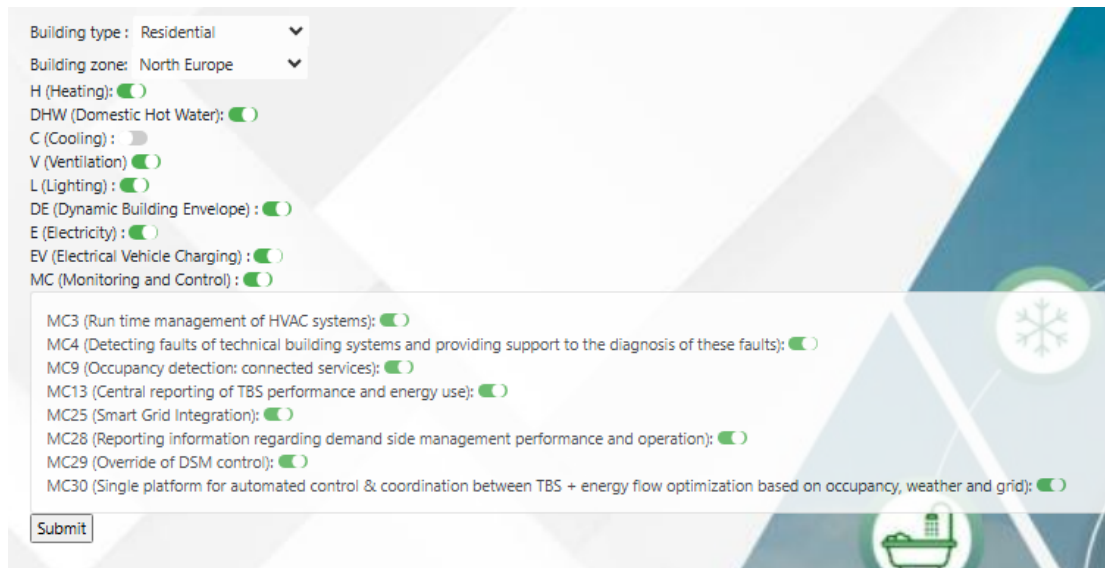


Εικόνα 34. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου FASADA

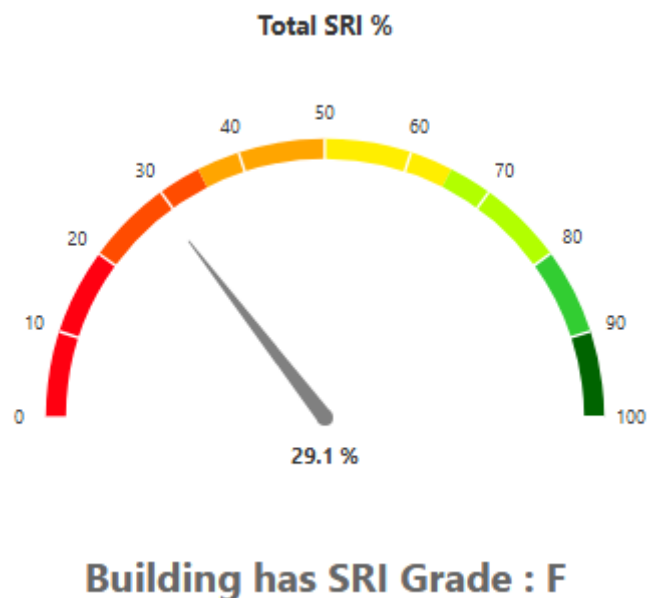


Εικόνα 35. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου FASADA

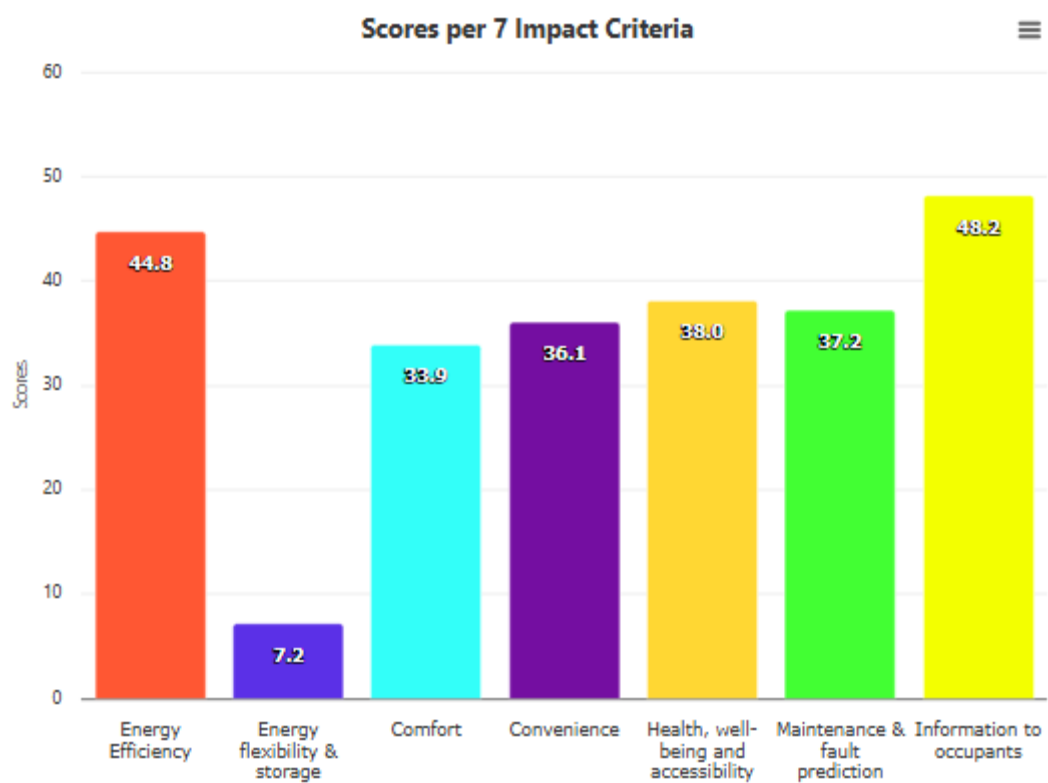
Εισάγοντας τα δεδομένα για το κτίριο HEKA στην φόρμα αξιολόγησης και υποβάλλοντας την αίτηση λαμβάνουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα, τα οποία ταυτίζονται με τις θεωρητικές τιμές της ενότητας 3.4:



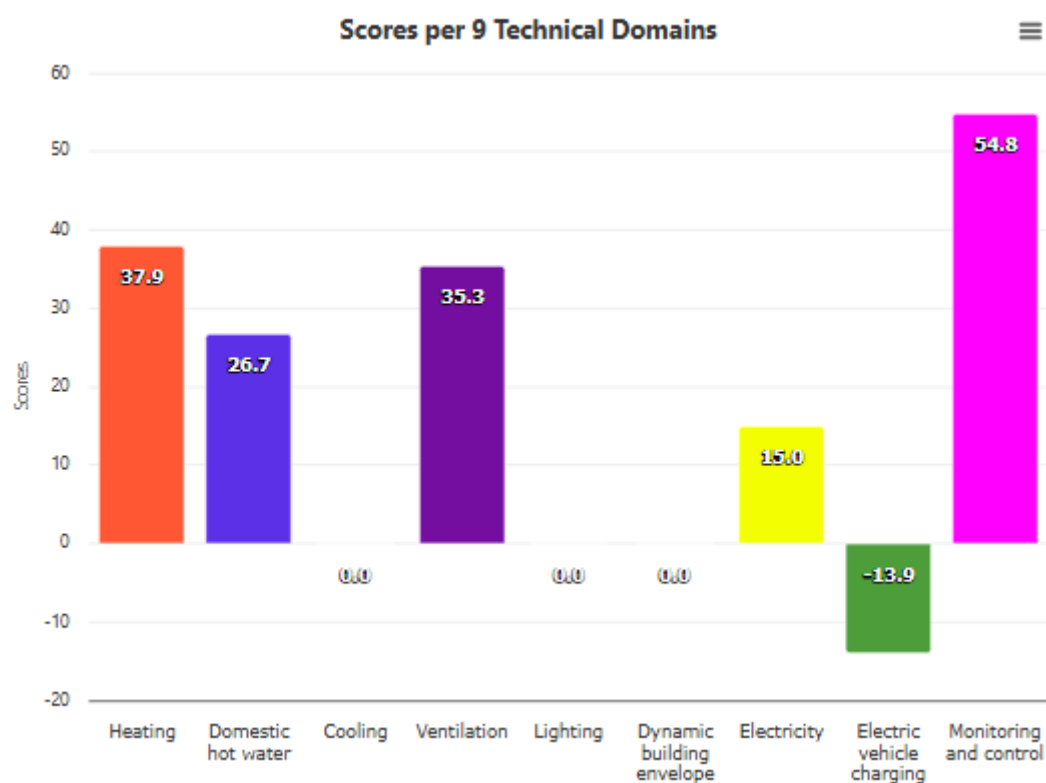
Εικόνα 36. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο HEKA



Εικόνα 37. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυσούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου HEKA



Εικόνα 38. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου HEKA

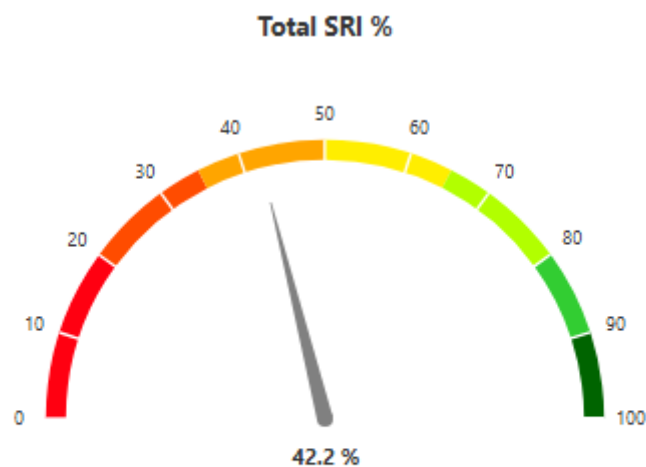


Εικόνα 39. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου HEKA

Εισάγοντας τα δεδομένα για το κτίριο VEOLIA στην φόρμα αξιολόγησης και υποβάλλοντας την αίτηση λαμβάνουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα, τα οποία ταυτίζονται με τις θεωρητικές τιμές της ενότητας 3.4:

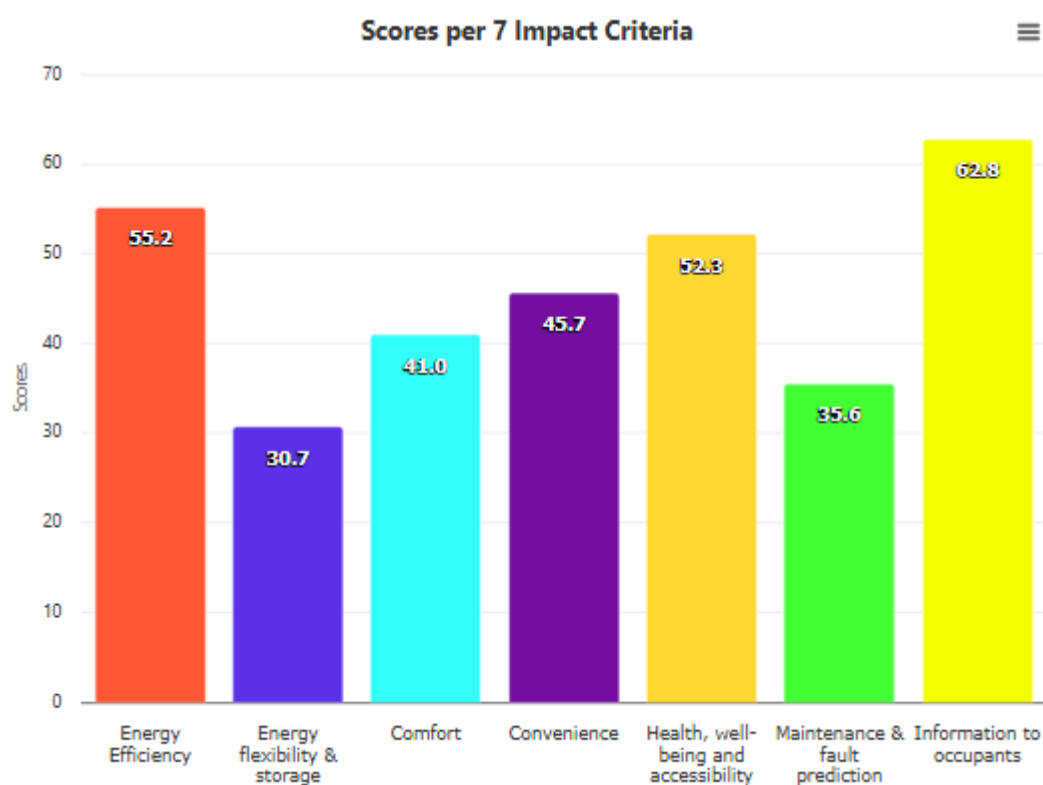
Building type : Residential ▼
 Building zone: North Europe ▼
 H (Heating): ☒
 DHW (Domestic Hot Water): ☒
 C (Cooling) : ☐
 V (Ventilation) ☐
 L (Lighting) : ☒
 DE (Dynamic Building Envelope) : ☒
 E (Electricity) : ☒
 E2 (Reporting information regarding local electricity generation): ☐
 E3 (Storage of (locally generated) electricity): ☐
 E4 (Optimizing self-consumption of locally generated electricity): ☐
 E5 (Control of combined heat and power plant (CHP)): ☐
 E8 (Support of (micro)grid operation modes): ☐
 E11 (Reporting information regarding energy storage): ☐
 E12 (Reporting information regarding electricity consumption): ☒
 Share of the functionality level : 100
 Main functionality level : 1 ▼
 Additional functionality level (if Share <100%):
 EV (Electrical Vehicle Charging) : ☒
 MC (Monitoring and Control) : ☒
 Submit

Εικόνα 40. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο VEOLIA

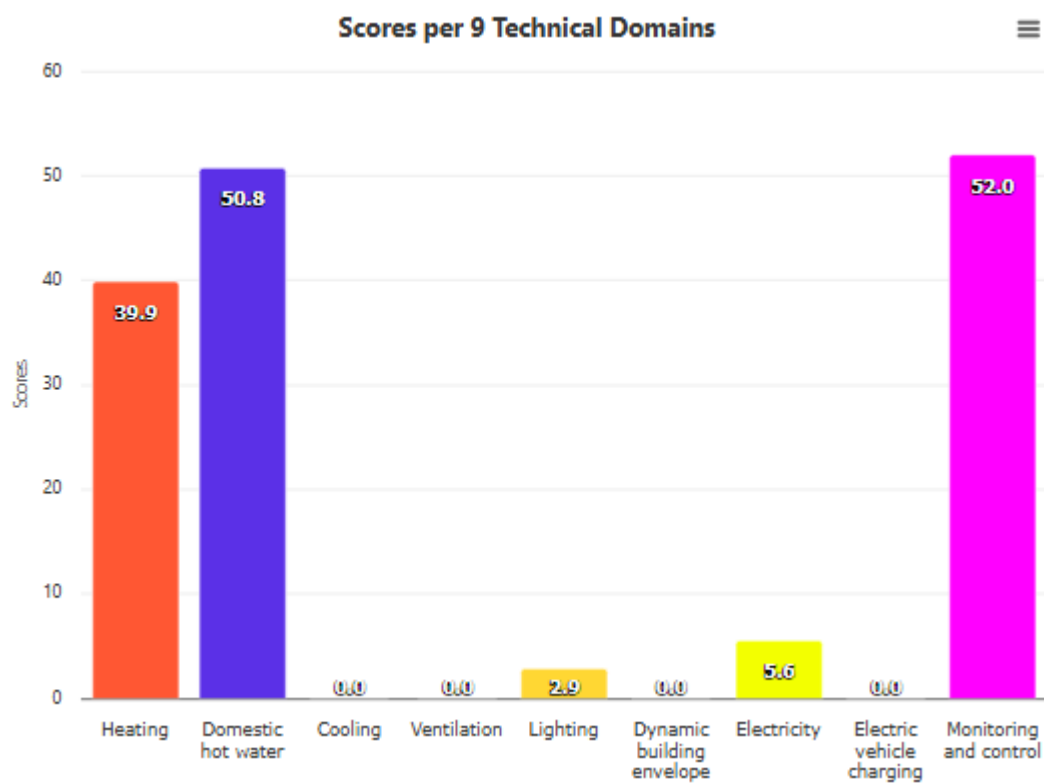


Building has SRI Grade : E

Εικόνα 41. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου VEOLIA



Εικόνα 42. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου VEOLIA



Εικόνα 43. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου VEOLIA

7.2 Σύγκριση της Ευφούς Ετοιμότητας των Κτιρίων

Εφαρμόστηκε η μεθοδολογία υπολογισμού του SRI στα κτίρια CORDIA, EDF, FASADA, HEKA και VEOLIA. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν έχουμε,

Το κτίριο CORDIA στην Ελλάδα (Νότια Ευρώπη) είναι αντιπροσωπία αυτοκινήτων έκτασης 850 m² και διαθέτει:

- αυτόνομο έλεγχο θερμοκρασίας (ζέστη / κρύο) για κάθε δωμάτιο.
- αντλία θερμότητας η οποία προσαρμόζει την παραγωγή θερμότητας / ψύξης ανάλογα με την ζήτηση.
- εγκατεστημένους σε κάποιες περιοχές αισθητήρες που ελέγχουν την ποιότητα του αέρα και ενεργοποιούν τον εξαερισμό, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές ενεργοποιεί τον εξαερισμό με χρονοπρόγραμμα.
- φορτιστές αυτοκινήτων οι οποίοι ενημερώνουν τους χρήστες μόνο για την κατάσταση φόρτισης.

Η βαθμολογία του CORDIA σε σχέση με τα υπόλοιπα κτίρια:

- ως προς τους τεχνολογικούς τομείς έχει τις καλύτερες επιδόσεις στην **Ψύξη**, τον **Αερισμό** και την **Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων**. Στους τομείς **Ζεστού Νερού Χρήσης**, **Φωτισμού**, **Δυναμικού Κελύφους**, **Ηλεκτρισμού** και **Εποπτείας/Ελέγχου** δεν προσφέρει καμία υπηρεσία στον χρήστη και για αυτό το λόγο έχει μηδενική βαθμολογία. Το κτίριο όπως αναφέραμε βρίσκεται στην Ελλάδα όπου το κλίμα είναι ζεστό και για αυτό το λόγο υπάρχει αυτή η κατανομή στους τεχνολογικούς τομείς.
- ως προς τα κριτήρια επίδρασης έχει την καλύτερη επίδοση στην **Άνεση** του χρήστη με 47,2% λόγω της βαρύτητας που έχουν οι τεχνολογικοί τομείς για τις περιοχές της Νοτιάς Ευρώπης. Επίσης αντίστοιχα εμφανίζει πολύ καλές επιδόσεις σε σχέση με τα άλλα κτίρια ως προς την **Ενεργειακή Απόδοση**, την **Ευκολία** και την **Υγεία/Ευημερία του χρήστη**. Οι επιδόσεις του ως προς την **Ενεργειακή Ευελιξία/Αποθήκευση** όπως και ως προς την **Συντήρηση και Πρόβλεψη Σφαλμάτων** είναι χαμηλές εφόσον δεν υπάρχουν αντίστοιχες έξυπνες υπηρεσίες στο κτίριο. Τέλος το κτίριο CORDIA έχει την χειρότερη επίδοση ως προς την **Ενημέρωση των χρηστών**.

Το κτίριο CORDIA βαθμολογείται στις 2 από τις 3 κυρίες λειτουργικότητες με 19% στην **Ενεργειακή Αποθήκευση/Λειτουργίες** και με 17% στην **Κάλυψη των αναγκών του ηλεκτρικού δικτύου** κατατάσσοντας τις επιδόσεις του μέτριες αναμεσα στα κτίρια προς εξέταση. Στην **Κάλυψη των αναγκών των χρηστών** βαθμολογείται με 35% που το κατατάσσει σε καλό επίπεδο σε σχέση με τα υπόλοιπα. Η βαθμολογία του ως προς τον **δείκτη ευφούς ετοιμότητας SRI** είναι 23,88% το οποίο μας δείχνει ότι βρίσκεται στην μέση της κατάταξης ως προς τα εξεταζόμενα κτίρια.

Το κτίριο EDF στην Γαλλία (Δυτική Ευρώπη) είναι γραφεία συνολικής επιφάνειας 2.500 m². Το κτήριο περιλαμβάνει επίσης ένα υπόγειο που καλύπτει όλη την επιφάνεια του κτηρίου. Κατασκευάστηκε το 1965 και ανακαινίστηκε το 2021, διαθέτει σύστημα που ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο τους χρήστες για την ενεργειακή κατανάλωση και την ποιότητα του αέρα.

Η βαθμολογία του EDF σε σχέση με τα υπόλοιπα κτίρια:

- ως προς τους τεχνολογικούς τομείς έχει τις καλύτερες επιδόσεις στον **Ηλεκτρισμό**. Μέτρια επίδοση στον **Αερισμό**. Όμως στους τομείς **Ψύξης, Ζεστού Νερού Χρήσης, Φωτισμού, Δυναμικού Κελύφους**, και **Εποπτείας/Ελέγχου** δεν προσφέρει καμία υπηρεσία στον χρήστη και για αυτό το λόγο έχει μηδενική βαθμολογία. Στον τομέα **Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων** πάρα την ύπαρξη φορτιστών ο αλγόριθμος δίνει αρνητική βαθμολογία. Η αρνητική βαθμολογία προωθεί τον στόχο που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για ευέλικτη και έξυπνη φόρτιση η οποία θα αλληλοεπιδρά με τις ανάγκες ζήτησης του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.
- ως προς τα κριτήρια επίδρασης έχει τις χαμηλότερες επιδόσεις, μόνο η **Ενημέρωση** των χρηστών παρουσιάζει μια μέτρια επίδοση.

Το κτίριο EDF έχει τις χαμηλότερες βαθμολογίες στις 3 κυρίες λειτουργικότητες. Η βαθμολογία του ως προς τον **δείκτη ευφυούς ετοιμότητας SRI** είναι 3,37% το οποίο μας δείχνει ότι βρίσκεται στην χαμηλότερη κατάταξη ως προς τα εξεταζόμενα κτίρια.

Το κτίριο FASADA στην Πολωνία (Βορειανατολική Ευρώπη) είναι νηπιαγωγείο που ανακαινίστηκε το 2015. Διαθέτει σύστημα φωτοβολταϊκών (PV), αντλία θερμότητας αέρα-νερού και λέβητα αερίου. Δεν διαθέτει κανένα σύστημα ελέγχου και δεν υπάρχει σύστημα μέτρησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του PV.

Η βαθμολογία του FASADA σε σχέση με τα υπόλοιπα κτίρια:

- ως προς τους τεχνολογικούς τομείς έχει καλές επιδόσεις στον **Ηλεκτρισμό** και στο **Ζεστό Νερό Χρήσης** και Μέτρια επίδοση στην **Θέρμανση** τα οποία δικαιολογούνται λόγω γεωγραφικής περιοχής. Όμως στους τομείς **Αερισμού, Ψύξης, Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων, Φωτισμού, Δυναμικού Κελύφους**, και **Εποπτείας/Ελέγχου** δεν προσφέρει καμία υπηρεσία στον χρήστη και για αυτό το λόγο έχει μηδενική βαθμολογία.
- ως προς τα κριτήρια επίδρασης έχει μέτριες επιδόσεις εκτός από την **Συντήρηση και Πρόβλεψη Σφαλμάτων** που είναι χαμηλή.

Το κτίριο FASADA έχει χαμηλές βαθμολογίες και στις 2 από τις 3 κυρίες λειτουργικότητες. Μόνο στην **Κάλυψη των αναγκών του ηλεκτρικού δικτύου** έχει καλή βαθμολόγηση. Η βαθμολογία του ως προς τον **δείκτη ευφυούς ετοιμότητας SRI** είναι 16,57% το οποίο μας δείχνει ότι βρίσκεται στην 2^η χαμηλότερη κατάταξη ως προς τα εξεταζόμενα κτίρια.

Το κτίριο HEKA στην Φιλανδία (Βόρεια Ευρώπη) είναι τετραώροφη κατοικία και αποτελείται από 32 διαμερίσματα επιφάνειας 2817 m². Κατασκευάστηκε το 1970 και έχει ανακαινιστεί αρκετές φορές με τελευταία το 2020. Διαθέτει:

- κλιματισμό με αυτόνομο σύστημα ελέγχου για κάθε διαμέρισμα
- αισθητήρες ελέγχου της ποιότητάς του αέρα και παρουσίας.
- σύστημα φωτοβολταϊκών (PV)
- σύστημα εποπτείας θερμοκρασίας και ενεργειακής κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο για κάθε καταναλωτή.

Η βαθμολογία του HEKA σε σχέση με τα υπόλοιπα κτίρια:

- ως προς τους τεχνολογικούς τομείς έχει καλές επιδόσεις στην **Θέρμανση**, στο **Ζεστό Νερό Χρήσης**, στον **Αερισμό** και στην **Εποπτεία/Ελεγχο**. Μέτρια επίδοση στον **Ηλεκτρισμό**. Όμως στους τομείς **Ψύξης**, **Φωτισμού** και **Δυναμικού Κελύφους** δεν προσφέρει καμία υπηρεσία στον χρήστη και για αυτό το λόγο έχει μηδενική βαθμολογία. Στον τομέα **Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων** όπως αναφέραμε και στο EDF πάρα την ύπαρξη φορτιστών ο αλγόριθμος δίνει αρνητική βαθμολογία διότι δεν ικανοποιεί της απαιτήσεις για ευέλικτη και έξυπνη φόρτιση.
- ως προς τα κριτήρια επίδρασης έχει υψηλές επιδόσεις εκτός από την **Ενεργειακή Αποθήκευση/Λειτουργίες** που είναι χαμηλή. Στην **Συντήρηση και Πρόβλεψη Σφαλμάτων** έχει την υψηλότερη βαθμολογία με 37,2%.

Το κτίριο HEKA έχει υψηλές βαθμολογίες στις 2 από τις 3 κυρίες λειτουργικότητες. Μόνο στην **Κάλυψη των αναγκών του ηλεκτρικού δικτύου** έχει χαμηλή βαθμολογία. Η βαθμολογία του ως προς τον **δείκτη ευφυούς ετοιμότητας SRI** είναι 29,09% το οποίο μας δείχνει ότι βρίσκεται στην 2^η θέση ως προς τα εξεταζόμενα κτίρια.

- Το κτίριο VEOLIA στην Ισπανία (Νότια Ευρώπη) είναι κατοικία 14 ορόφων και σε κάθε όροφο διαθέτει 4 διαμερίσματα. Κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 1960 και βρίσκεται στην πόλη της Βαγιαδολίδ. Το κτήριο ανακαινίστηκε το 2018 στο πλαίσιο του έργου REMOURBAN. Η ανακαίνιση περιλάμβανε νέο σύστημα BEMS, μόνωση της στέγης, εγκατάσταση συστήματος φωτοβολταϊκών (PV), αεριζόμενης πρόσοψης στην νότια πρόσοψη και φωτισμό LED στους κοινόχρηστους χώρους.

Η βαθμολογία του VEOLIA σε σχέση με τα υπόλοιπα κτίρια:

- ως προς τους τεχνολογικούς τομείς έχει τις καλύτερες επιδόσεις στην **Θέρμανση**, στο **Ζεστό Νερό Χρήσης**, στον **Φωτισμό** και στην **Εποπτεία/Ελεγχο**. Χαμηλή επίδοση στον **Ηλεκτρισμό**. Όμως στους τομείς **Ψύξης**, **Αερισμός**, **Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων**, και **Δυναμικού Κελύφους** δεν προσφέρει καμία υπηρεσία στον χρήστη και για αυτό το λόγο έχει μηδενική βαθμολογία.
- ως προς τα κριτήρια επίδρασης έχει τις υψηλότερες επιδόσεις εκτός από την **Συντήρηση και Πρόβλεψη Σφαλμάτων** που έχει την 2^η υψηλότερη βαθμολογία.

Το κτίριο VEOLIA έχει τις υψηλότερες βαθμολογίες και στις 3 κυρίες λειτουργικότητες. Η βαθμολογία του ως προς τον **δείκτη ευφυούς ετοιμότητας SRI** είναι 42,13% το οποίο το κατατάσσει στην 1^η θέση ως προς τα εξεταζόμενα κτίρια.

Η σύγκριση των κτιρίων δείχνει ότι το **VEOLIA** κατατάσσεται ως το πιο ευφύες κτίριο, προσφέροντας τις καλύτερες επιδόσεις σε όλους τους τομείς, από την ενεργειακή απόδοση έως την πληροφόρηση χρηστών. Το **HEKA** και το **CORDIA** διακρίνονται σε εξειδικευμένους τομείς, όπως η ψύξη και ο αερισμός διατηρώντας μέτριες επιδόσεις. Το **EDF** και το **FASADA** παρουσιάζουν χαμηλές επιδόσεις με μεγάλα περιθώρια βελτίωσης σε όλους τους τομείς.

Αν παρατηρήσουμε τις βαθμολογίες των κτιρίων ως προς τις βαθμολογίες της μεθοδολογίας SRI θα παρατηρήσουμε ότι ακόμα και το VEOLIA που είδαμε ότι είχε την υψηλότερη βαθμολογία κατατάσσεται στο **Grade E** με δείκτη ευφυούς ετοιμότητας 42,13%. Αυτό σημαίνει ότι ως προς την μεθοδολογία το VEOLIA είναι ένα μέτριας ευφυΐας κτίριο το οποίο έχει μεγάλα περιθώρια βελτίωσης ώστε να φτάσει σε **Grade B** ή **Grade A**.

7.3 Προτάσεις Βελτίωσης για τα Κτίρια

Τα κτίρια που αξιολογήθηκαν εμφανίζουν περιθώρια βελτίωσης σε όλους τους τομείς, προκειμένου να αυξηθεί ο δείκτης ευφυούς ετοιμότητας τους και να ενισχυθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα τους.

Η εγκατάσταση έξυπνων συσκευών, όπως κάμερες και αισθητήρες, τα οποία παρέχουν δεδομένα όπως θερμοκρασία, υγρασία, αριθμός ατόμων σε χώρους κλπ. βοηθούν στην λήψη αποφάσεων και βελτιώνουν την **Ενημέρωση** του χρήστη καθώς την **Συντήρηση και Πρόβλεψη Σφαλμάτων** στο κτίριο.

Η εγκατάσταση συστήματος BMS (Building Management System) για την κεντρική διαχείριση του κτιρίου με κατάλληλους ενεργοποιητές π.χ. ανεμιστήρες, αντλίες θερμότητας, εναλλάκτες, αντλίες νερού, ρυθμιστικές βάνες, ροοστάτες,.... κλπ. Με το σύστημα αυτό το κτίριο θα αντιδρά στις μετρήσεις των έξυπνων αισθητήρων δυναμικά σε αλλαγές από τις τιμές αναφοράς που έχει θέσει ο χρήστης άλλα και τις τιμές αναφοράς που καθιστούν το κτίριο ενεργητικά αποδοτικό. Για παράδειγμα, θα ρυθμίζει αυτόματα τον αερισμό και την θερμοκρασία των χώρων μέσω HVAC (π.χ. συνδυασμός ανεμιστήρων, εναλλακτών θερμότητας και αισθητήρων) αντιδρώντας σε πραγματικό χρόνο. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνονται η **Άνεση, Ευκολία, Υγεία/Ευημερία** του χρήστη καθώς και η **Ενεργειακή Απόδοση** του κτιρίου. Τα συστήματα BMS δίνουν σφάλματα και report στους χρήστες μέσω διεπαφής βελτιώνοντας την **Συντήρηση και Πρόβλεψη Σφαλμάτων** του κτιρίου.

Η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας τόσο στους χώρους του κτιρίου όσο και στους φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και η διασύνδεση με εφαρμογές IoT για την αντίδραση σε περιόδους αιχμής ή αυξημένης παραγωγής από ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας). Η αντίδραση θα μπορούσε να είναι ρύθμιση της φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, ρύθμιση της φωτεινότητας διάφορων χώρων με

κάποιο πλάνο προτεραιότητας κλπ. πετυχαίνοντας βελτίωση στην **Ενεργειακή Απόδοση** του κτιρίου και στην **Ενεργειακή Ευελιξία/Αποθήκευση** χωρίς να επηρεάζουν αρνητικά άλλους τομείς όπως η Άνεση του χρήστη.

Η εγκατάσταση έξυπνων υλικών θα μπορούσε να βελτίωση περεταίρω την ευφυΐα των κτιρίων. Το έξυπνο γυαλί το οποίο ελέγχει την φωτεινότητα και την θερμότητα που διέρχεται από αυτό (ενεργητικά με ηλ. τάση ή παθητικά) καθώς και τα έξυπνα συνθετικά υλικά και βαφές βελτιώνουν τους τομείς **Άνεση, Ευκολία, Υγεία/Ευημερία** του χρήστη καθώς και την **Ενεργειακή Απόδοση** του κτιρίου. Το έξυπνο σκυρόδεμα το οποίο ανιχνεύει τάσεις και μικρές παραμορφώσεις και ενημερώνει για επεμβάσεις επιδιόρθωσης βελτιώνοντας την **Συντήρηση και Πρόβλεψη Σφαλμάτων** του κτιρίου.

Η ενσωμάτωση ΑΠΕ (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) όπως φωτοβολταϊκών πάνελ θα παρέχει πρόσθετη βελτίωση στην **Ενεργειακή Απόδοση** του κτιρίου και στην **Ενεργειακή Ευελιξία/Αποθήκευση**.

Η πρόοδος της επιστήμης στους τομείς της τεχνολογίας του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και την τεχνητή νοημοσύνη (AI) παρέχουν προηγμένες λειτουργίες και λύσεις στους τομείς της κτιριακής διαχείρισης, κατανάλωσης ενέργειας και εποπτείας βελτιώνουν και ενισχύουν όλους τους τεχνολογικούς τομείς καθώς και τα κριτήρια επίδρασης.

8 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη ενός εργαλείου για τον υπολογισμό του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) σε κτίρια, με στόχο την αξιολόγηση της ικανότητας των κτιρίων να ενσωματώνουν έξυπνες τεχνολογίες και να βελτιώνουν την ενεργειακή τους απόδοση, την άνεση των χρηστών και τη βιωσιμότητά τους. Το εργαλείο αυτό αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Python και τη βιβλιοθήκη Django, προσφέροντας μια εύχρηστη πλατφόρμα για την αυτοματοποιημένη αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων.

Κύρια Ευρήματα

1. Μεθοδολογία SRI: Η εργασία παρουσίασε αναλυτικά τη μεθοδολογία υπολογισμού του SRI, η οποία βασίζεται σε εννέα τεχνικούς τομείς και πολλές υπηρεσίες που καλύπτουν διαφορετικές πτυχές της λειτουργίας των κτιρίων. Κάθε υπηρεσία αξιολογείται με βάση επτά κριτήρια επίδρασης, τα οποία περιλαμβάνουν την ενεργειακή απόδοση, την άνεση, την υγεία, την ευελιξία και άλλες παράμετρους. Η τελική βαθμολογία SRI προκύπτει από τον σταθμισμένο συνδυασμό των βαθμολογιών αυτών των κριτηρίων.
2. Εφαρμογή του Εργαλείου: Το εργαλείο εφαρμόστηκε σε πραγματικά παραδείγματα κτιρίων, επιδεικνύοντας την πρακτική του χρησιμότητα. Μέσω της ανάλυσης αυτών των περιπτώσεων, αναδείχθηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ευφυή ετοιμότητα των κτιρίων, όπως η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η χρήση έξυπνων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας και η συνδεσιμότητα με έξυπνα δίκτυα.
3. Σύγκριση και Προτάσεις Βελτίωσης: Έγινε σύγκριση της ευφυούς ετοιμότητας μεταξύ διαφορετικών κτιρίων και παρουσιάστηκαν προτάσεις για τη βελτίωση.

Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη του εργαλείου για τον υπολογισμό του SRI αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την ενσωμάτωση των έξυπνων τεχνολογιών στα κτίρια και την προώθηση της ενεργειακής μετάβασης. Το εργαλείο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ιδιοκτήτες κτιρίων, κατασκευαστές και κυβερνήσεις για την αξιολόγηση και την αναβάθμιση των κτιριακών υποδομών, συμβάλλοντας στην επίτευξη των κλιματικών στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Επιπλέον, η εφαρμογή του SRI σε πραγματικά κτίρια υπογραμμίζει τη σημασία της ενσωμάτωσης έξυπνων τεχνολογιών στη διαχείριση ενέργειας και την προώθηση της βιωσιμότητας. Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επικεντρωθεί στην περαιτέρω βελτιστοποίηση του εργαλείου, την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών και την επέκταση της χρήσης του σε ευρύτερη κλίμακα.

Συνολικά, η παρούσα εργασία συνεισφέρει στην κατανόηση και την εφαρμογή του SRI, προσφέροντας ένα χρήσιμο εργαλείο για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης.

9 Βιβλιογραφία

1. EU. *EPBD*. [Ηλεκτρονικό] https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en.
2. —. *European Commission Fit for 55: Making Buildings in the EU Greener*. [Ηλεκτρονικό] 21 December 2023. <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-making-buildings-in-the-eu-greener>.
3. —. *EUR-Lex*. [Ηλεκτρονικό] 30 May 2018. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?toc=OJ%3AL%3A2018%3A156%3ATOC&uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG..
4. Meirelles, Tabata Genovese Shinoda and Célia Regina Moretti. *The crystal building: Sustainable performance and technologies. Themes focused on interdisciplinarity and sustainable development worldwide V. 02*. 2024.
5. Συμφωνία του Παρισιού. [Ηλεκτρονικό] <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/glossary/paris-agreement.html..>
6. EU. *The European Green Deal*. [Ηλεκτρονικό] https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en..
7. EU Green Deal. [Ηλεκτρονικό] <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/european-green-deal/>.
8. EU EPBD 2024. [Ηλεκτρονικό] <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/eng>.
9. Commission, European. Calculation sheet for SRI assessment method A/B v4.5. [Ηλεκτρονικό] https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator_en.
10. Yixiao Ma, Stijn Verbeke, Christina Protopapadaki (VITO) Sophie Dourkens-Quaranta (R2M Solution). <https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/SRI-assessment-package>. *Smart Readiness Indicator (SRI) ASSESSMENT PACKAGE: PRACTICAL GUIDE SRI CALCULATION FRAMEWORK v 4.5*. [Ηλεκτρονικό] April 2023.
11. Reducing EU greenhouse gas emissions: national targets for 2030. [Ηλεκτρονικό] <https://www.europarl.europa.eu/topics/el/article/20180208STO97442/meiosi-ton-ekpompon-aerion-thermokipiou-tis-ee-ethnikoi-stochoi-gia-to-2030>.
12. οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων με στόχο τη μείωση των λογαριασμών ενέργειας και των εκπομπών. [Ηλεκτρονικό] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/ip_24_1965.
13. django framework. [Ηλεκτρονικό] <https://www.djangoproject.com/>.
14. *Django MVT*. [Ηλεκτρονικό] https://www.tutorialspoint.com/django/django_mvt.htm.

15. ORM. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό]
https://en.wikipedia.org/wiki/Object%E2%80%93relational_mapping.
16. HTML. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό] <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>.
17. CSS. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό] <https://en.wikipedia.org/wiki/CSS>.
18. SQLite. [Ηλεκτρονικό] <https://www.sqlite.org/>.
19. *PostgreSQL*. [Ηλεκτρονικό] <https://www.postgresql.org/>.
20. *MariaDB*. [Ηλεκτρονικό] <https://mariadb.org/>.
21. *MySQL*. [Ηλεκτρονικό] <https://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>.
22. *Oracle*. [Ηλεκτρονικό] <https://en.wikipedia.org/wiki/Oracle>.
23. IDE. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό]
https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_development_environment.
24. GitHub. *GitHub*. [Ηλεκτρονικό] <https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub>.
25. venv Python. *venv Python*. [Ηλεκτρονικό] <https://docs.python.org/3/library/venv.html>.
26. JavaScript. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό] <https://simple.wikipedia.org/wiki/JavaScript>.
27. *bootstrap5*. [Ηλεκτρονικό] <https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/introduction/>.
28. highcharts. *highcharts*. [Ηλεκτρονικό] <https://www.highcharts.com/docs/index>.

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1. Βαθμολογία των κριτηρίων επίδρασης ανά επίπεδο λειτουργικότητας για την υπηρεσία H-1a του τεχνικού τομέα Heating.....	26
Πίνακας 2. βάρη ανά κριτήριο επίδρασης ic (impact weighing) (10)	28
Πίνακας 3 Βάρη κριτηρίων επίδρασης για τον υπολογισμό των κύριων λειτουργιών	29
Πίνακας 4 Κατάταξη A..G βάση του SRI score.....	30
Πίνακας 5 Κατηγοριοποίηση κτιρίων προς SRI αξιολόγηση	57
Πίνακας 6 επιλογή τεχνολογικών τομέων για τα προς αξιολόγηση κτίρια.	57
Πίνακας 7. Επιλογή των επιπέδων λειτουργικότητας (FL) των υπηρεσιών για τα κτίρια CORDIA & EDF.	58
Πίνακας 8. Επιλογή των επιπέδων λειτουργικότητας (FL) των υπηρεσιών για τα κτίρια FASADA, HEKA και VEOLIA.	59
Πίνακας 9. Πίνακας Max Calc. Mandatory που δίνει τις υπηρεσίες που παίζουν ρόλο στον υπολογισμό των I _{max} ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούνται στο κτίριο.	60
Πίνακας 10. βάρη W _{d,ic} των κτιρίων προς αξιολόγηση.	62
Πίνακας 11. $I \cdot w_{(H, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	62
Πίνακας 12. $I_{max} \cdot w_{(H, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	62
Πίνακας 13. $I \cdot w_{(DHW, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	63
Πίνακας 14. $I_{max} \cdot w_{(DHW, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	63
Πίνακας 15. $I \cdot w_{(C, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	63
Πίνακας 16. $I_{max} \cdot w_{(C, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	63
Πίνακας 17. $I \cdot w_{(V, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	63
Πίνακας 18. $I_{max} \cdot w_{(V, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	63
Πίνακας 19. $I \cdot w_{(L, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	64
Πίνακας 20. $I_{max} \cdot w_{(L, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	64
Πίνακας 21. $I \cdot w_{(DE, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	64
Πίνακας 22. $I_{max} \cdot w_{(DE, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	64
Πίνακας 23. $I \cdot w_{(E, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	64
Πίνακας 24. $I_{max} \cdot w_{(E, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	65
Πίνακας 25. $I \cdot w_{(EV, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	65
Πίνακας 26. $I_{max} \cdot w_{(EV, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	65
Πίνακας 27. $I \cdot w_{(MC, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	65
Πίνακας 28. $I_{max} \cdot w_{(MC, ic)}$ των κτιρίων προς αξιολόγηση.	65
Πίνακας 29. βαθμολογίες των κριτηρίων επίδρασης (impact scores) των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	66
Πίνακας 30.....	66
Πίνακας 31. βαθμολογίες των τομέων (domain scores) των κτιρίων προς αξιολόγηση.	67
Πίνακας 32.....	67
Πίνακας 33. βαθμολογίες των κύριων λειτουργιών (key functionalities scores) των κτιρίων προς αξιολόγηση.....	67
Πίνακας 34. βαθμολογίες των SRI των κτιρίων προς αξιολόγηση.	68
Πίνακας 35. Κατάταξη των κτιρίων προς αξιολόγηση.	68

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1 Μεγάλη ευκαιρία ενεργειακής βελτιστοποίησης από το κτιριακό απόθεμα.	12
Εικόνα 2 Crystal Smart Building.....	15
Εικόνα 3 EMS (Energy Management System)	20
Εικόνα 4 Smart Grid.....	21
Εικόνα 5 Γεωγραφικά διαμερίσματα χωρών της EU τα οποία αντιστοιχούν σε διαφορετικά βάρη τομέων αρά επηρεάζουν άμεσα τον δείκτη ευφυούς ετοιμότητας (SRI).	24
Εικόνα 6. Κύριες Λειτουργίες και τα 7 κριτήρια επίδρασης. (10).....	28
Εικόνα 7 SRI & EPC	56
Εικόνα 8. Αρχική οθόνη του web εργαλείου SRI.....	71
Εικόνα 9. Επιλογή τύπου στο προς αξιολόγηση κτίριο	72
Εικόνα 10. Επιλογή Γεωγραφικής Ζώνης στο προς αξιολόγηση κτίριο	72
Εικόνα 11. Παράδειγμα επιλογής τεχνολογικού τομέα π.χ. Heating	72
Εικόνα 12. Παράδειγμα επιλογής υπηρεσίας τεχνολογικού τομέα με ποσοστό 100% π.χ. Heating emission control.....	73
Εικόνα 13. Παράδειγμα επιλογής υπηρεσίας τεχνολογικού τομέα με ποσοστό 90% π.χ. Heating emission control.....	74
Εικόνα 14. Εμφάνιση όλων των επιπέδων λειτουργικότητας της υπηρεσίας π.χ. Heating emission control	74
Εικόνα 15. Με το πάτημα του κέρσorra στο όνομα τις υπηρεσίας, οι επιλογές θα κρυφθούν χωρίς να χαθούν διευκολύνοντας τον χρήστη.....	74
Εικόνα 16. Με το πάτημα του κέρσorra στο όνομα του domain, οι υπηρεσίες προς επιλογή θα κρυφθούν χωρίς να χαθούν οι επιλογές σε αυτές διευκολύνοντας τον χρήστη.	74
Εικόνα 17. Αποτελέσματα web εργαλείου SRI.....	75
Εικόνα 18. Αρχιτεκτονική του web εργαλείου υπολογισμού του SRI.....	76
Εικόνα 19. Δημιουργία venν SRI Project με PyCharm.....	77
Εικόνα 20. Δημιουργία του Django Project SRIsite	78
Εικόνα 21. Δημιουργία Django application SRIapp στο Django περιβάλλον SRIsite	79
Εικόνα 22. Static & Templates του SRI application	81
Εικόνα 23. Django SRI Project	81
Εικόνα 24. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο CORDIA.....	83
Εικόνα 25. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου CORDIA	84
Εικόνα 26. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου CORDIA	84
Εικόνα 27 Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου CORDIA.....	85
Εικόνα 28. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο EDF	86
Εικόνα 29. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου EDF	86
Εικόνα 30. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου EDF.....	87
Εικόνα 31. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου EDF	87
Εικόνα 32. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο FASADA	88
Εικόνα 33. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου FASADA	88
Εικόνα 34. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου FASADA.....	89

Εικόνα 35. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου FASADA	89
Εικόνα 36. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο HEKA	90
Εικόνα 37. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου HEKA	90
Εικόνα 38. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου HEKA	91
Εικόνα 39. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου HEKA.....	91
Εικόνα 40. Εισαγωγή Δεδομένων στο web application για το κτίριο VEOLIA	92
Εικόνα 41. Αποτέλεσμα του web application για τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI) του κτιρίου VEOLIA	93
Εικόνα 42. Αποτέλεσμα του web application για τα Impact Scores του κτιρίου VEOLIA.....	93
Εικόνα 43. Αποτέλεσμα του web application για τα Domain Scores του κτιρίου VEOLIA.....	93