



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

**Ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου υποστήριξης των χρηστών
στην επιλογή κατάλληλων δράσεων αναβάθμισης της ευφυΐας
των κτιρίων**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΚΥΡΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Χάρης Δούκας

Αθήνα, Οκτώβριος 2023



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

**Ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου υποστήριξης των χρηστών
στην επιλογή κατάλληλων δράσεων αναβάθμισης της ευφυΐας
των κτιρίων**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΚΥΡΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δούκας Χάρης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 18^η Οκτωβρίου 2023

.....
Χάρης	Ιωάννης	Δημήτριος
Δούκας	Ψαρράς	Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2023

.....
Νικόλαος Σκυριώτης

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

Copyright © Νικόλαος Σκυριώτης, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Περίληψη

Στις μέρες μας, η ανάγκη για μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κρίνεται πιο επιτακτική από ποτέ. Προς αυτή την κατεύθυνση, στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ψηφίστηκαν η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και το Ευρωπαϊκό Νομοθέτημα για το κλίμα, βάσει των οποίων διαμορφώνεται σημαντικό μέρος της τρέχουσας περιβαλλοντικής πολιτικής.

Με στόχο, λοιπόν, την συμπερίληψη του ενεργοβόρου κτιριακού τομέα στην μετάβαση προς τη νέα, πιο «πράσινη» ενεργειακά εποχή, εισήχθη από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ο δείκτης Smart Readiness Indicator (SRI), προκειμένου να αξιολογηθεί η ευφυής ετοιμότητα του κτιριακού αποθέματος των κρατών-μελών και εν συνεχεία να πραγματοποιηθεί ευφυής αναβάθμιση αυτού. Αξιοποιώντας, μια μέθοδο Πολυκριτήριας Ανάλυσης, η οποία καταρτίστηκε ύστερα από χρόνιες διαβουλεύσεις ειδικών επιτροπών και συνεχείς βελτιώσεις που συνεχίζονται μέχρι και σήμερα, αναπτύχθηκε ένα ενιαίο, επίσημα αναγνωρισμένο μεθοδολογικό πλαίσιο για τον υπολογισμό του SRI ενός κτιρίου. Φυσικά, όσον αφορά την καθολικότητα, το SRI διαθέτει την ικανότητα να προσαρμόζεται στις μοναδικές ανάγκες και δυνατότητες του εκάστοτε εξεταζόμενου κτιρίου, με στόχο να προσδιοριστεί με τον πλέον αντικειμενικό τρόπο η ευφυής ετοιμότητά του.

Τη συγκεκριμένη στιγμή, η εφαρμογή του SRI βρίσκεται σε δοκιμαστικό στάδιο. Υπάρχει ήδη μέριμνα από τους ευρωπαϊκούς φορείς για την τεχνοοικονομική υποστήριξη και την προώθηση του εν λόγω δείκτη, τόσο στο επίπεδο της τρέχουσας υλοποίησης, όσο και σε επίπεδο μελλοντικού σχεδιασμού. Ωστόσο, μέσω βιβλιογραφικής έρευνας, εντοπίστηκε περιθώριο για βελτίωση στην συμβουλευτική για την αποδοτική, οικονομικά και τεχνικά, αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος.

Η παραπάνω παρατήρηση αποτελεί και το στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, επιχειρήθηκε η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου που θα υποστηρίξει τους χρήστες κατά την επιλογή δράσεων για την αναβάθμιση της ευφυΐας ενός κτιρίου. Το πλαίσιο αυτό στηρίχθηκε στη μεθοδολογία υπολογισμού του SRI και στο θεωρητικό κόστος αναβάθμισης των ευφυών υπηρεσιών, προσφέροντας σε τελικό στάδιο μια προτεινόμενη λίστα δράσεων αναβάθμισης.

Με σκοπό την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και της καθολικότητας του πλαισίου υποστήριξης, δημιουργήθηκε και δοκιμάστηκε μια σειρά σεναρίων-κτιρίων διαφορετικών χαρακτηριστικών και αναλύθηκαν τα αποτελέσματά τους. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν επιβεβαίωσαν την εφικτή εφαρμογή του μεθοδολογικού πλαισίου, ως συμβουλευτικού εργαλείου για την αποδοτική και οικονομική ευφυή αναβάθμιση ενός κτιρίου.

Abstract

In our present-day, the need to reduce energy consumption and limit greenhouse gas emissions is more pressing than ever. In this regard, within the framework of the European Union, the European Green Deal and the European Climate Law have been adopted, shaping a significant portion of the current environmental policy.

With the goal of integrating the energy-intensive building sector into the transition toward a new, more environmentally friendly energy era, the European Commission introduced the Smart Readiness Indicator (SRI). This indicator aims to assess the intelligent readiness of the building stock of the member states and subsequently facilitate an intelligent upgrade of these buildings. Using a Multi-Criteria Analysis method, which was developed after years of consultations with expert committees and continues to undergo improvements to this day, a unified and officially recognized methodological framework for calculating the SRI of a building has been established. Of course, with regards to adaptability, the SRI is able to adjust to the unique needs and capabilities of each examined building, with the aim to objectively determining its smart readiness.

At this specific moment, the implementation of the SRI undergoes its test-phase. European authorities are already showing concern about the techno-economic support and promotion of this index, both in terms of its current implementation and of future planning. Nevertheless, through literature review, room for improvement in consultancy for the efficient upgrading, economic as well as technical, of the building stock has been identified.

The above-mentioned observation constitutes the goal of this dissertation. Specifically, the aim of this work was to develop a methodological framework to support users in selecting actions to enhance the intelligence of a building. This framework was based on the methodology for calculating the SRI along with the theoretical cost of upgrading smart services, ultimately providing a proposed list of upgrade actions.

In order to evaluate the results and the comprehensiveness of the support framework, a series of building scenarios with different characteristics were created, tested and had their results analysed. The conclusions that emerged confirmed the feasibility of the methodological framework, as a consulting tool for the efficient and affordable smart upgrade of a building.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023 στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη του κ. Χάρη Δούκα, Καθηγητή Ε.Μ.Π, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Αρσενόπουλο Απόστολο, Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π, για την συνεχή υποστήριξη και καθοδήγησή του, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του που συνετέλεσαν καθοριστικά στην επιτυχή διεκπεραίωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον, δεν θα μπορούσα φυσικά να παραλείψω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους γονείς μου Μιγάλη και Ρούλα και τον αδερφό μου Λάμπρο, για τη διαρκή τους υποστήριξη προκειμένου να διεκπεραιώσω τις σπουδές μου.

Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους μου για τη συμπαράστασή τους στις δύσκολες στιγμές, για τις ατελείωτες ώρες κοινού διαβάσματος και για τις αξέχαστες στιγμές κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Ειδικότερα, Σπύρο, Γκέρι, Αλέξη, Θωδωρή, Δήμητρα, Μαρία σας ευχαριστώ για όλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	10
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	13
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
2. Ο ΔΕΙΚΤΗΣ SRI (SMART READINESS INDICATOR)	16
2.1 Γενικές πληροφορίες για το SRI.....	16
2.2 Προτεινόμενα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μονοπάτια για την εφαρμογή του SRI.....	17
2.3 Μηχανισμοί χρηματοδότησης της ΕΕ για την υποστήριξη της εφαρμογής του SRI	19
3. ΚΟΙΝΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ SRI ΤΗΣ ΕΕ	23
3.1 Περιγραφή κοινού μεθοδολογικού πλαισίου	23
3.2 Εργαλείο excel της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τον υπολογισμό του SRI.....	32
4.1 Περιγραφή υποστηρικτικού μεθοδολογικού πλαισίου	41
4.2 Σενάρια δοκιμής του υποστηρικτικού μεθοδολογικού πλαισίου	45
4.2.1 Αναλυτική παρουσίαση μεθόδου – Σενάριο 1α Κατοικήσιμο-Ελλάδα (Νότια Ευρώπη) - Μέθοδος Α.....	45
4.2.2 Σενάριο 1β: Κατοικήσιμο – Ελλάδα (Νότια Ευρώπη) – Μέθοδος Β:	71
4.2.3 Σενάριο 2α: Μη Κατοικήσιμο– Γαλλία (Δυτική Ευρώπη) – Μέθοδος Α:.....	75
4.2.4 Σενάριο 2β: Μη Κατοικήσιμο– Γαλλία (Δυτική Ευρώπη) – Μέθοδος Β:	77
4.2.5 Σενάριο 3α: Μη Κατοικήσιμο – Ισλανδία (Βόρεια Ευρώπη) – Μέθοδος Α:	81
4.2.6 Σενάριο 3β: Μη Κατοικήσιμο – Ισλανδία (Βόρεια Ευρώπη) – Μέθοδος Β:	83
4.2.7 Σενάριο 4α: Κατοικήσιμο – Πολωνία (Βόρεια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Α:.....	87
4.2.8 Σενάριο 4β: Κατοικήσιμο – Πολωνία (Βόρεια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Β:.....	89
4.2.9 Σενάριο 5α: Κατοικήσιμο – Σλοβενία (Νότια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Α:.....	93
4.2.10 Σενάριο 5β: Κατοικήσιμο – Σλοβενία (Νότια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Β:	95
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	103
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	109

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1: “INFO” tab	33
Εικόνα 3.2: “Terms and conditions” tab	34
Εικόνα 3.3: “Building Information” tab.....	35
Εικόνα 3.4: Υπολογισμός SRI στο “Calculation” tab	36
Εικόνα 3.5: Υπολογισμός SRI στο “Calculation” tab, σύμφωνα με το Delegated Act	36
Εικόνα 3.6: “Results” tab	37
Εικόνα 3.7: Καθορισμός User-defined weightings	38
Εικόνα 3.8: Πίνακες default domain και impact weightings Βόρειας Ευρώπης.....	38
Εικόνα 3.9: Πίνακες default domain weightings των κριτηρίων “Comfort” και “Health, well-being and accessibility”, ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού.....	39
Εικόνα 3.10: Πίνακες σχετικότητας τεχνικών τομέων ως προς κριτήρια αντικτύπου	39
Εικόνα 3.11: Δεδομένα ισοζυγίων ενέργειας ανά κλιματική ζώνη, τεχνικό τομέα και τύπο κτιρίου ..	39
Εικόνα 3.12: Τμήμα του tab “DHW”	40
Εικόνα 4.1: Πίνακας των domain weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A.....	54
Εικόνα 4.2: Πίνακας των impact weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A.....	58
Εικόνα 4.3: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A	60
Εικόνα 4.4: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 2 για τη μέθοδο υπολογισμού A	61
Εικόνα 4.5: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 3 για τη μέθοδο υπολογισμού A	62
Εικόνα 4.6: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 4 για τη μέθοδο υπολογισμού A	63
Εικόνα 4.7: Συγκεντρωτικοί πίνακες σεναρίων για την μέθοδο υπολογισμού A του SRI	99
Εικόνα 4.8: Συγκεντρωτικοί πίνακες σεναρίων για την μέθοδο υπολογισμού B του SRI	100

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Πρωτοβουλίες της ΕΕ που σχετίζονται με το SRI	17
Πίνακας 3.1: Τεχνικοί τομείς, κριτήρια αντικτύπου και βασικές λειτουργικότητες SRI	24
Πίνακας 3.2: Διαθέσιμες μέθοδοι αξιολόγησης SRI (με βάση το Verbeke et al. 2020)	26
Πίνακας 3.3: Επίπεδα λειτουργικότητας SRTs και ανατεθειμένα σκορ έναντι κάθε κριτηρίου αντικτύπου	27
Πίνακας 4.1: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 1α	45
Πίνακας 4.2: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 0 για τη μέθοδο υπολογισμού A	46
Πίνακας 4.3: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A	47
Πίνακας 4.4: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 2 για τη μέθοδο υπολογισμού A	48
Πίνακας 4.5: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 3 για τη μέθοδο υπολογισμού A	49
Πίνακας 4.6: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 4 για τη μέθοδο υπολογισμού A	50
Πίνακας 4.7: Πίνακας πιθανών μεταβάσεων για τη μέθοδο υπολογισμού A	51
Πίνακας 4.8: Πίνακας κέρδους για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A	52
Πίνακας 4.9: Πίνακας με τα σκορ του μέγιστου επιπέδου λειτουργικότητας κάθε υπηρεσίας για τη μέθοδο υπολογισμού A	53
Πίνακας 4.10: Πίνακας γινομένου κερδών και domain weightings για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A	55
Πίνακας 4.11: Πίνακας γινομένου σκορ του μέγιστου επιπέδου λειτουργικότητας κάθε υπηρεσίας και domain weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A	56
Πίνακας 4.12: Πίνακας impact scores ανά υπηρεσία και ανά κριτήριο για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A	57
Πίνακας 4.13: Πίνακας συνεισφορών στο συνολικό SRI για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A	59
Πίνακας 4.14: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την πρώτη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 1	64
Πίνακας 4.15: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την πρώτη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 1 (Συνέχεια)	65
Πίνακας 4.16: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του παραδείγματος	66
Πίνακας 4.17: Πίνακας συνεισφορών δράσεων στο συνολικό SRI για την πρώτη εκδοχή του παραδείγματος	67
Πίνακας 4.18: Πίνακας τελικών επιλεχθεισών δράσεων για την πρώτη εκδοχή	67
Πίνακας 4.19: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την δεύτερη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 4	68
Πίνακας 4.20: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την δεύτερη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 4 (Συνέχεια)	69
Πίνακας 4.21: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 1 ^α	69
Πίνακας 4.22: Πίνακας συνεισφορών δράσεων στο συνολικό SRI για την δεύτερη εκδοχή του παραδείγματος	70
Πίνακας 4.23: Πίνακας τελικών επιλεχθεισών δράσεων για τη δεύτερη εκδοχή	70
Πίνακας 4.24: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 1β	71
Πίνακας 4.25: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 1β (Συνέχεια)	72
Πίνακας 4.26: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 1β	73
Πίνακας 4.27: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 1β	74
Πίνακας 4.28: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 2 ^α	75
Πίνακας 4.29: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 2α	76

Πίνακας 4.30: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 2α.....	76
Πίνακας 4.31 Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 2β	77
Πίνακας 4.32 Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 2β (Συνέχεια).....	78
Πίνακας 4.33: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 2β.....	79
Πίνακας 4.34: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 2β.....	80
Πίνακας 4.35: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 3α.....	81
Πίνακας 4.36: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 3α.....	82
Πίνακας 4.37: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 3α.....	82
Πίνακας 4.38: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 3β	83
Πίνακας 4.39: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 3β (Συνέχεια)	84
Πίνακας 4.40: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 3β.....	85
Πίνακας 4.41: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 3β.....	86
Πίνακας 4.42: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 4α.....	87
Πίνακας 4.43: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 4α.....	88
Πίνακας 4.44: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 4α.....	88
Πίνακας 4.45: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 4β	89
Πίνακας 4.46: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 4β (Συνέχεια)	90
Πίνακας 4.47: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 4β.....	91
Πίνακας 4.48: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 4β.....	92
Πίνακας 4.49: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 5α.....	93
Πίνακας 4.50: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 5 ^α	94
Πίνακας 4.51: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 5 ^α	94
Πίνακας 4.52: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 5β	95
Πίνακας 4.53: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 5β (Συνέχεια)	96
Πίνακας 4.54: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 5β.....	97
Πίνακας 4.55: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 5β.....	98

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1: Μεθοδολογικό πλαίσιο για τον υπολογισμό του SRI.....	25
Σχήμα 3.2: Εφαρμογή της μεθόδου «ισοκατανομής των βαρών» για την ανάθεση βαρών στις «βασικές λειτουργικότητες» και τα «κριτήρια αντικτύπου» της διαδικασίας αξιολόγησης του SRI, και τα τελικά ανατεθειμένα βάρη.....	27
Σχήμα 3.3: Υβριδική προσέγγιση για την κατανομή των βαρών των «τεχνικών τομέων».	30
Σχήμα 4.1: Διάγραμμα ροής 1 ^{ης} εκδοχής μεθοδολογικού πλαισίου	44
Σχήμα 4.2: Διάγραμμα ροής 2 ^{ης} εκδοχής μεθοδολογικού πλαισίου	44

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με βάση το όραμα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal) και του Ευρωπαϊκού Νομοθετήματος για το κλίμα (European Climate Law) (Regulation EU 2021), η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει δεσμευτεί για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gas - GHG), θέτοντας ως στόχο την κατά 55% μείωση των εκπομπών GHG έως το 2030, και για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 (European Commission 2019a). Με σκοπό την επίτευξη αυτού του φιλόδοξου αλλά μάλλον δεσμευτικού στόχου, ο κτιριακός τομέας τοποθετείται στην καρδιά του προβλήματος. Σήμερα, τα κτίρια αποτελούν τον κυριότερο παράγοντα κατανάλωσης ενέργειας στα πλαίσια των έξυπνων πόλεων (Roccotelli & Mangini 2022). Μάλιστα, σε παγκόσμια κλίμακα, ευθύνονται για το 36% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και περίπου για το 37% της έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που σχετίζεται με την ενέργεια (United Nations Environment Programme 2021). Σε επίπεδο ΕΕ, τα αντίστοιχα στοιχεία για τον κτιριακό τομέα ανέρχονται στο 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ και στο 36% της συνολικής έκλυσης GHG (European Commission 2020). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, οι πολυεπίπεδες ανακαινίσεις στο κτιριακό απόθεμα αναμένεται να διαδραματίσουν καίριο ρόλο στην αποσυμφόρηση του συστήματος ενέργειας, τόσο μέσω της απανθρακοποίησης, όσο και σε επίπεδο κατανάλωσης ενέργειας, αναδεικνύοντας τη διάσταση της ενεργειακής απόδοσης ως εξέχουσα επιλογή για την επίτευξη του πρωταρχικού στόχου που ορίζει η ΕΕ (BPIE, 2021). Αυτό που μπορεί να επισημάνει περαιτέρω τη δυναμική του κτιριακού τομέα όσον αφορά τις βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης, είναι το γεγονός ότι σχεδόν το 75% του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος αποτελείται από μη ανακαινισμένα κτίρια, χτισμένα πριν το 1980, και ως εκ τούτου θεωρούνται χαμηλής ενεργειακής απόδοσης (Filippidou & Jimenez Navarro, 2019). Επιπλέον, προβλέπεται ότι περίπου το 80% αυτών των κτιρίων θα χρησιμοποιούνται ακόμα ως το 2050, εντείνοντας την αναγκαιότητα για βαθιά ανακαίνιση των συγκεκριμένων κτιρίων (Ruggieri et al., 2023).

Ωστόσο, το μονοπάτι για την πλήρη εκμετάλλευση των προοπτικών αυτών εμπεριέχει σημαντικές προκλήσεις, που απορρέουν κυρίως από τα σημερινά χαμηλά ποσοστά ανακαινίσεων. Σημαντική επίδραση προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση φαίνεται να διαδραματίζει η σύγκρουση αλληλοαναιρούμενων στόχων, που ενδέχεται να καθυστερεί ή ακόμα και να ματαιώνει τη διαδικασία ανακαίνισης του κτιριακού αποθέματος (Sonnleithner 2021). Κατά αυτό τον τρόπο, το ποσοστό ανακαινίσεων ετησίως μόλις που φθάνει το 1% του συνόλου, ενώ ούτε το 0,2% του συνόλου υφίσταται ριζικές ανακαινίσεις με εξοικονόμηση ενέργειας τουλάχιστον 60% (European Commission 2019a). Την ίδια στιγμή, το αντίστοιχο ποσοστό θα έπρεπε να βρίσκεται περίπου στο 2% (Aruta et al., 2023), ενώ με βάση πρόσφατες εκτιμήσεις, θα πρέπει να ανακαινιστούν 250 εκατομμύρια σπίτια έως το 2050, προκειμένου να επιτευχθούν οι ενεργειακοί και κλιματικοί στόχοι της ΕΕ (Hutton 2018). Προκειμένου, λοιπόν, να επιτευχθούν οι στόχοι της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ) εισήγαγε την πρωτοβουλία «Κύμα Ανακαινίσεων για την Ευρώπη» (“Renovation Wave”) το 2020 (European Commission 2020), προωθώντας την αύξηση του ρυθμού και του βάθους της ανακαίνισης κτιρίων έως το 2030, μέρος του οποίου συνιστά η παροχή κινήτρων για τη δημιουργία ευφυών και φιλικών προς το περιβάλλον κτιρίων (European Commission 2020).

Βασικό στοιχείο των έξυπνων κτιρίων αποτελεί η ενσωμάτωση οριζόντιων λύσεων με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) (Information and Communications Technologies – ICTs), η οποία διευκολύνει σημαντικά τη βελτιστοποίηση του ενεργειακά αποδοτικού ελέγχου των τεχνικών συστημάτων και συμβάλλει στο όραμα για πιο υγιή, πιο άνετα και πιο βολικά κτίρια (Attoue et al., 2018). Βέβαια, τέτοιου είδους κτίρια πέραν της ικανότητάς τους να προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών, παρέχουν παράλληλα την απαραίτητη ενεργειακή ευελιξία στο δίκτυο ως μέρος της καθημερινής τους λειτουργίας (Ghaffarianhoseini et al., 2018), αποτελώντας έναν από τους πυλώνες στην ανάπτυξη και την επέκταση των πράσινων και έξυπνων πόλεων (Kim et al., 2022).

Φυσικά, εφόσον η ευφυΐα συνδέεται με υψηλότερες εξοικονομήσεις ενέργειας, θα πρέπει να τίθεται σε ένα πλαίσιο, το οποίο να ανταποκρίνεται στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, στους διαφορετικούς τύπους κτιριακών εγκαταστάσεων και στις εστιασμένες ανάγκες των αστικών περιοχών. Συνεπώς, το επίπεδο ευφυΐας ενός κτιρίου, αφενός θεωρείται μεταξύ των βασικών παραγόντων της βιωσιμότητας

του, αφετέρου σχετίζεται έντονα με την ικανότητά του να προσαρμόζεται στην επερχόμενη κλιματική αλλαγή(To et al., 2018).

Προς διευκόλυνση της κατανόησης του όρου «ευφυΐα», μια θεωρητική προσέγγιση μπορεί να βρεθεί στον ακόλουθο ορισμό:

Η ευφυΐα ενός κτιρίου αναφέρεται στην ικανότητά του ή στην ικανότητα των συστημάτων του να αισθάνεται, να ερμηνεύει, να επικοινωνεί και να ανταποκρίνεται ενεργά και αποτελεσματικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες σε σχέση με τη λειτουργία τεχνικών κτιριακών συστημάτων ή του εξωτερικού περιβάλλοντος (συμπεριλαμβανομένων των δικτύων ενέργειας) και στις απαιτήσεις των ενοίκων του κτιρίου (Verbeke et al., 2020).

Στοχεύοντας στην αύξηση της ευφυΐας του κτιριακού αποθέματος, αλλά και στην ενίσχυση της ένταξης των «Έτοιμων για Έξυπνες Έφαρμογές Τεχνολογιών» (Smart Ready Technologies - SRTs) στα κτίρια, αναπτύχθηκε ένα ευρωπαϊκό σύστημα για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων ονομαζόμενο Smart Readiness Indicator (SRI), το οποίο αποτελεί και τον κύριο άξονα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Πιο συγκεκριμένα, σκοπό της διπλωματικής εργασίας συνιστά η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου υποστήριξης των χρηστών κατά την επιλογή δράσεων για την ευφυή αναβάθμιση ενός κτιρίου. Το πλαίσιο αυτό θα παρέχει μια λίστα με τις αποδοτικότερες κατά σειρά δράσεις αναβάθμισης για το υπό εξέταση κτίριο, προσφέροντας στον χρήστη πολύτιμες συμβουλές και προτάσεις στη διαδικασία επιλογής.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζεται το γενικότερο πλαίσιο γύρω από το SRI. Ειδικότερα, στο δεύτερο κεφάλαιο, παρατίθενται ορισμένες εισαγωγικές πληροφορίες για τον εν λόγω δείκτη, τα μονοπάτια για την εφαρμογή του που προτείνει η ΕΕ, καθώς και οι μηχανισμοί χρηματοδότησης της ΕΕ για την υποστήριξη του SRI. Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο της ΕΕ και το εργαλείο excel της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τον υπολογισμό του SRI. Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύεται το μεθοδολογικό πλαίσιο υποστήριξης των χρηστών που αναπτύχθηκε κατά την διεκπεραίωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και παρατίθενται τα σενάρια δοκιμής του, ενώ στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο διατυπώνονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

2. Ο ΔΕΙΚΤΗΣ SRI (SMART READINESS INDICATOR)

2.1 Γενικές πληροφορίες για το SRI

Η έννοια του SRI εισήχθη το 2017, μετά από μια πρώτη τεχνική μελέτη που εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, όπου επιχειρήθηκε ένας ορισμός του SRI και αναπτύχθηκε ένα μεθοδολογικό προσχέδιο για τον υπολογισμό του. Ωστόσο, οι βάσεις για την εδραίωση του SRI προήλθαν από την αναδιατύπωση της οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD) το 2018 (Directive 2018/844/EU), όπου το SRI ανακηρύχθηκε επίσημα ως προαιρετικό σύστημα της ΕΕ για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων. Μεταγενέστεροι κανονισμοί (Commission Delegated Regulation 2020; Commission Implementing Regulation 2020) και τεχνικές μελέτες (Verbeke et al., 2020), αποτέλεσαν την απαρχή της δοκιμαστικής περιόδου του SRI. Οι χώρες της ΕΕ μπορούν να υιοθετήσουν και να εφαρμόσουν αυτό το σύστημα αξιολόγησης, υποστηριζόμενες από την ομάδα υποστήριξης του SRI που δημιουργήθηκε για να προσφέρει τεχνική καθοδήγηση και βοήθεια σχετικά με το SRI και της έχει ανατεθεί ο ρόλος του επίσημου διαμεσολαβητή μεταξύ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και των κρατών μελών.

Το SRI ανέδειξε νέες ευκαιρίες για την ψηφιοποίηση και τον εκσυγχρονισμό του κτιριακού αποθέματος της ΕΕ, παρέχοντας απτές πληροφορίες σχετικά με την τεχνολογική ετοιμότητα των κτιρίων σε όλους τους ενδιαφερόμενους για την αναδιαμόρφωση κτιρίων (Al Dakheel et al., 2020) όπως οι ιδιοκτήτες, οι ενοικιαστές, οι διαχειριστές ακινήτων, οι πάροχοι τεχνολογιών, οι σχεδιαστές, οι μηχανικοί και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής. Αυτές οι πληροφορίες κατανέμονται στους ακόλουθους τρεις πυλώνες, οι οποίοι ουσιαστικά αποτελούν τους κύριους οδηγούς πίσω από την ανάπτυξη του SRI (Vivian et al., 2020):

- a) η απόκριση στις ανάγκες των ενοίκων
- b) η αλληλεπίδραση με τα δίκτυα ενέργειας και
- c) η ενεργειακή απόδοση και λειτουργία.

Με αυτά κατά νου, το SRI επικεντρώνεται περισσότερο στην τεχνολογική υποδομή των κτιρίων και λιγότερο στο ίδιο το κτιριακό κέλυφος (Apostolopoulos et al., 2022).

Στο πεδίο εφαρμογής του συστήματος SRI βρίσκεται ο καθορισμός του διατομεακού ρόλου των κτιρίων στη μελλοντική ενεργειακή υποδομή (Märzinger and Österreicher, 2020) προωθώντας συνέργειες με τον ενεργειακό τομέα και άλλα συμπληρωματικά τμήματα, όπως η περιοχή των ΤΠΕ. Το SRI επιδιώκει, επίσης, να ευαισθητοποιήσει σχετικά με τις δυνάμεις και τα οφέλη των έξυπνων κτιρίων, ώστε να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για την ευρύτερη χρήση καινοτόμων ευφών συστημάτων και υψηλού επιπέδου κατασκευαστικών υλικών για το κτιριακό κέλυφος (Janhunen et al., 2020). Με αυτό τον τρόπο, προωθούνται επενδύσεις αξιοσημείωτης ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες με τη σειρά τους διευκολύνουν την ενσωμάτωση Σχεδόν Μηδενικών Ενεργειακά Κτιρίων (Nearly Zero Energy Buildings - NZEB) και Θετικών Ενεργειακά Κτιρίων (Positive Energy Buildings - PEB) στο κτιριακό απόθεμα.

Το σύστημα SRI εξακολουθεί να είναι στα σπάργαλα και μόνο οχτώ χώρες έχουν ασχοληθεί επίσημα με το πλαίσιο του, υλοποιώντας μια, τη στιγμή αυτή, δοκιμαστική φάση (λ.χ., Δανία, Τσεχία, Γαλλία, Φινλανδία, Κροατία, Αυστρία, Ισπανία, Σλοβενία). Είναι λοιπόν επόμενο, ότι υπάρχει μια βαθιά έλλειψη διαθέσιμων δεδομένων σχετικά με την εφαρμογή αναβαθμίσεων ευφών ενεργειακής απόδοσης στο κτιριακό απόθεμα της ΕΕ, παρόλο που ένα μοτίβο λειτουργίας εμφανίζεται εμβαθύνοντας στο μέτωπο των ανακαινίσεων γενικά, τόσο του κατοικήσιμου, όσο και του μη κατοικήσιμου τομέα. Στο πλαίσιο αυτό, επιδιώκεται, μέσω της παρούσας έρευνας, η υποστήριξη των χρηστών στην προσπάθεια ευφών αναβάθμισης, παρέχοντας χρήσιμες συμβουλές, με γνώμονα την βέλτιστη αποδοτικά και προσιτή οικονομικά ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος.

2.2 Προτεινόμενα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μονοπάτια για την εφαρμογή του SRI

Από την πλευρά της η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στοχεύοντας στην ευρεία υιοθέτηση του πλαισίου SRI, έχει προβεί στη χάραξη ορισμένων μονοπατιών προώθησης του SRI. Η αποτελεσματικότητα κάθε μονοπατιού καθορίζεται εν πολλοίς από το επίπεδο της υιοθέτησης του SRI που θα επιτευχθεί στο εξεταζόμενο κτιριακό απόθεμα ως απόρροιά του. Εν προκειμένω, η κύρια πρόκληση που προκύπτει είναι ο εντοπισμός συσχετίσεων με άλλα συστήματα και πρωτοβουλίες που μπορούν να πυροδοτήσουν ένα σημαντικό όγκο διεξαγωγής αξιολογήσεων SRI, γνωστές ως «σημεία ενεργοποίησης» («trigger points»). Έτσι, ένα μεγάλο μέρος ενός επιτυχημένου μονοπατιού εφαρμογής του SRI επαφίεται στην επιλογή των βέλτιστων σημείων ενεργοποίησης για την αξιολόγηση του SRI, καθώς αυτά μπορούν να διευκολύνουν την αύξηση του ρυθμού εφαρμογής του SRI σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τα πιο συνηθισμένα σημεία ενεργοποίησης για το SRI παρατίθενται ακολούθως (Verbeke et al., 2020):

1. Αξιολόγηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (EPC Assessment)
2. Μεγάλες ανακαινίσεις
3. Κατασκευή νέων κτιρίων
4. Αγορά ηλεκτρικού οχήματος
5. Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών
6. Επιθεωρήσεις θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού (HVAC Inspections)
7. Άλλα (π.χ. σύνδεση με ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες)

Πολλές υφιστάμενες ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες έχουν προταθεί ως σημεία ενεργοποίησης και προωθούν την ευκολότερη υιοθέτηση του πλαισίου του SRI, είτε σε συμπληρωματική («complementary»), είτε σε «τροφοδοτική» («feed-in») βάση. Οι όροι «συμπληρωματική» και «τροφοδοτική» χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν τη σχετικότητα κάθε πρωτοβουλίας με το SRI. Η τελευταία μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει με στοιχεία τις πρωτοβουλίες παρέχοντας απλώς περαιτέρω πληροφορίες στον χρήστη, είτε να αντλήσει ή να μεταδώσει χρήσιμες πληροφορίες που βασίζονται σε δεδομένα. Ορισμένες από τις πιο γνωστές ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες που θα μπορούσαν δυνητικά να ευνοήσουν και να επιταχύνουν τον ρυθμό διεξαγωγής αξιολογήσεων του SRI συνοψίζονται στον Πίνακα 2.1, μαζί με μια σύντομη περιγραφή και τη σχέση τους με το πλαίσιο αξιολόγησης του SRI.

Πίνακας 2.1: Πρωτοβουλίες της ΕΕ που σχετίζονται με το SRI

Πρωτοβουλίες ΕΕ	Σύντομη περιγραφή	Επίπεδο Εφαρμογής	Επίπεδο Ωριμότητας	Συνάφεια με το SRI
EPC - Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης	Αξιολόγηση ενεργειακής απόδοσης και συστάσεις για οικονομικά αποδοτικές βελτιώσεις	Σε επίπεδο Κρατών Μελών	Υψηλό	Τροφοδοτική ¹ : Τα δεδομένα από τα EPC θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να τροφοδοτήσουν τη μέθοδο κατανομής βαρών του SRI με βάση το «ενεργειακό ισοζύγιο» Συμπληρωματική ² : Οι επισκέψεις στον τόπο επιθεώρησης για την έκδοση EPC θα μπορούσαν να συνδυαστούν με αξιολογήσεις SRI

¹Εφόσον προσαρμόζονται καλύτερα τα προεπιλεγμένα βάρη από το «ισοζύγιο ενέργειας», που παρέχονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

²Εφόσον χρησιμοποιούνται τα προεπιλεγμένα βάρη από το «ισοζύγιο ενέργειας», όπως παρέχονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Level(s)	Εθελοντικό εργαλείο απευθυνόμενο σε φορείς του ιδιωτικού τομέα που επιθυμούν να επιδείξουν την περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων τους και να τη συγκρίνουν με τις ευρύτερες προτεραιότητες βιωσιμότητας σε ευρωπαϊκό επίπεδο, χρησιμοποιώντας μια σειρά δεικτών	Σε επίπεδο Κρατών Μελών	Χαμηλό	Συμπληρωματική: Το SRI θα μπορούσε να παρέχει περαιτέρω πληροφορίες για την απόδοση του κτιρίου που σχετίζονται με διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις
Building Renovation Passport (BRP)	Έγγραφο που περιγράφει ένα μακροπρόθεσμο (έως 15-20 χρόνια) βήμα προς βήμα σχέδιο ανακαίνισης για ένα συγκεκριμένο κτίριο, το οποίο προκύπτει από μια επί τόπου ενεργειακή επιθεώρηση	Σε επίπεδο Κρατών Μελών / Τοπικό	Χαμηλό	Συμπληρωματική: Το SRI θα μπορούσε να ενσωματωθεί ως ένα επιπλέον στοιχείο στο BRP
Building Information Modelling (BIM)	Ψηφιακό εργαλείο απευθυνόμενο στον κατασκευαστικό κλάδο, παρέχοντας ψηφιακή αναπαράσταση των χαρακτηριστικών ενός κτιρίου κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του	Σε επίπεδο ιδιωτικών επιχειρήσεων	Υψηλό	Συμπληρωματική: Το πλαίσιο BIM προϋποθέτει επιτόπου επισκέψεις για την επιθεώρηση των κτιρίων και την εξαγωγή δεδομένων, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το SRI
Broadband-ready level	Επίπεδο φυσικής υποδομής που διευκολύνει την πρόσβαση σε υψηλής ταχύτητας διαδίκτυο	Σε επίπεδο Κρατών Μελών	Χαμηλό	Συμπληρωματική: Η συνδεσιμότητα ενός κτιρίου στο διαδίκτυο αποτελεί πρόδρομο για πολλές έτοιμες για έξυπνες εφαρμογές τεχνολογίες και, συνεπώς, θα μπορούσε να συνδεθεί με το SRI
Digital Building Logbooks (DBL)	Απλή περίληψη ενός νέου ή ανακαινισμένου κτιρίου σχετικά με το πώς προβλέπεται να συντηρείται και να επισκευάζεται	Σε επίπεδο Κρατών Μελών	Νέο	Συμπληρωματική: Το SRI θα μπορούσε να ενσωματωθεί ως ένα επιπλέον στοιχείο στο DBL

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που θα κληθεί να αντιμετωπίσει το SRI είναι ο αξιοσημείωτος αριθμός των απαιτούμενων αξιολογήσεων που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν. Αυτό υπολογίζεται ως συνάρτηση των σημείων ενεργοποίησης, καθώς και των συναφών Ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών και άλλων συστημάτων, οδηγώντας στα ακόλουθα μονοπάτια που έχουν προταθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Verbeke et al., 2020). Αυτά τα μονοπάτια αναμένεται ότι θα χαράξουν την πορεία για κάθε Κράτος Μέλος που ενδιαφέρεται να δοκιμάσει το σύστημα του SRI, για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός εθνικού πλαισίου πολιτικής του SRI βασισμένου σε κοινές αρχές.

1. Σύνδεση του SRI με τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (EPC), έτσι ώστε μια αξιολόγηση SRI να πραγματοποιείται κάθε φορά που εκδίδεται ένα Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.
2. Σύνδεση του SRI με την κατασκευή νέων κτιρίων και μεγάλες ανακαινίσεις.
3. Βασισμένο στην αγορά, εθελοντικής πρωτοβουλίας σύστημα που στηρίζεται στην αυτοαξιολόγηση και υποστηρίζεται από διαδικτυακά εργαλεία και πιστοποιημένους τρίτους φορείς για όσους είναι πρόθυμοι να πληρώσουν.
4. Βασισμένο στην αγορά, εθελοντικής πρωτοβουλίας σύστημα που στηρίζεται στην αυτοαξιολόγηση και υποστηρίζεται από διαδικτυακά εργαλεία και πιστοποιημένους τρίτους φορείς επιδοτούμενους από την πολιτεία/ευρωπαϊκούς φορείς με σκοπό την προώθηση της ενεργειακής ευελιξίας, την ενεργειακή αποδοτικότητα, την αυτοπαραγωγή κλπ.

5. Σύνδεση με την εγκατάσταση των Συστημάτων Αυτοματισμού και Ελέγχου των Κτιρίων (Building Automation and Control Systems - BACS) και των Τεχνικών Συστημάτων των Κτιρίων (Technical Building Systems - TBS), εμπνευσμένη από τα Άρθρα 8, 14 και 15 της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD).
 - a. Το Άρθρο 8 προβλέπει την εγκατάσταση, αναβάθμιση και αντικατάσταση των Τεχνικών Συστημάτων των Κτιρίων (TBS) και μέτρα για την προώθηση της εγκατάστασης αυτόματων ρυθμιστών θερμοκρασίας ανά ζώνη (Directive 2018/844/EU).
 - b. Τα Άρθρα 14 (επιθεωρήσεις θέρμανσης) και 15 (επιθεωρήσεις ψύξης) απαιτούν από όλα τα μη-κατοικήσιμα κτίρια με ισοδύναμη αξιολογημένη χωρητικότητα > 290 kW να έχουν Συστήματα Αυτοματισμού και Ελέγχου των Κτιρίων (BACS) μέχρι το 2025 (Directive 2018/844/EU).
6. Σύνδεση με την εφαρμογή έξυπνων μετρητών.
7. Συνδυασμός των παραπάνω βάσει επιδοτήσεων, οικονομικών οργάνων κλπ.

Τα παραπάνω μονοπάτια διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς τα υποστηρικτικά επιχειρήματά τους αναφορικά με την κύρια μέθοδο αξιολόγησης. Κάθε μέθοδος οδηγεί σε διαφορετικό ρυθμό διεξαγωγής αξιολογήσεων SRI, που επηρεάζει το εύρος κάλυψης του κτιριακού αποθέματος. Επομένως, πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο η συνολική διάρκεια ζωής του κτιρίου κατά την επιλογή του βέλτιστου κατά περίπτωση σημείου ενεργοποίησης, όσο και το αν το επιλεγθέν μονοπάτι μπορεί να σταθεί ανεξάρτητο ή θα πρέπει να συνδεθεί με άλλες πρωτοβουλίες και συστήματα.

Ορισμένα από τα παραπάνω μονοπάτια συνδέονται με υπάρχουσες πολιτικές και οδηγίες, όπως τα μονοπάτια 1, 2 και 5, τα οποία σχετίζονται άμεσα με την Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD), με σκοπό να υποστηρίξουν την εφαρμογή του SRI εκμεταλλευόμενα τα οφέλη των ευρέως εφαρμοσμένων πολιτικών της ΕΕ. Στο ίδιο πλαίσιο, το μονοπάτι 6 συνδέεται επίσης με μια πολιτική που ελέγχει την εφαρμογή έξυπνων μετρητών. Ωστόσο, υπάρχει ένα σύνολο μονοπατιών που δεν συνδέονται με άλλες πολιτικές, ούτε σε Ευρωπαϊκό ούτε σε εθνικό επίπεδο (μονοπάτια 3 και 4), η υλοποίηση των οποίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εθελοντική πρωτοβουλία, όπου σχετικοί φορείς και φορείς της αγοράς θα εμπλέκονταν στην αλυσίδα αξίας του SRI μόνο αν εντόπιζαν επαρκή οικονομικά κίνητρα. Επίσης, προβλέπεται ότι, αντίθετα με τα άλλα πολιτικά συνδεδεμένα μονοπάτια, τα ανεξάρτητα μονοπάτια δεν διαθέτουν ενσωματωμένα κανάλια επικοινωνίας για την προώθηση της αυτόματης εισαγωγής του SRI στο κοινό-στόχο (π.χ. χρήστες/ιδιοκτήτες κτιρίων, διαχειριστές εγκαταστάσεων, κατασκευαστές, μηχανικοί, κατασκευαστικές εταιρείες κλπ.). Αυτό μπορεί δυνητικά να περιορίσει σημαντικά τον ρυθμό υιοθέτησης του SRI, εν τη απουσία αποτελεσματικών τεχνικών μάρκετινγκ, περιορίζοντας έτσι τα κέρδη για τους φορείς της αγοράς. Το μονοπάτι 4 προσπαθεί να αντισταθμίσει τον κίνδυνο μέσω της παροχής οικονομικών κινήτρων στους συμμετέχοντες για την ένταξή τους στο σύστημα του SRI, τα οποία, ανάλογα με την ελκυστικότητά τους, μπορούν να συνεισφέρουν στην αύξηση του ρυθμού υιοθέτησης του SRI. Από αυτήν την σκοπιά, τα κίνητρα, ακόμα και πέρα από την οικονομική διάσταση, θα μπορούσαν να παρέχονται οριζόντια σε όλα τα μονοπάτια.

2.3 Μηχανισμοί χρηματοδότησης της ΕΕ για την υποστήριξη της εφαρμογής του SRI

Φυσικά, οι κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που αναφέρθηκαν προηγουμένως, αλλά και η ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος, είναι προφανές ότι απαιτούν και την κατάλληλη οικονομική στήριξη για να στεφθούν με επιτυχία. Η επένδυση σε τεχνολογίες έξυπνης διαχείρισης ενέργειας και η εφαρμογή τους μέσω συγκεκριμένων σχεδίων ανακαίνισης κρίνονται απαραίτητες στα πλαίσια του SRI, καθώς συνιστούν βασικούς παράγοντες για την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων ενεργειακής αποδοτικότητας και, επομένως, υψηλότερων εξοικονομήσεων ενέργειας και μειωμένων ενεργειακών δαπανών. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να σχεδιαστούν καινοτόμα και αφιερωμένα σε αυτό το όραμα όργανα χρηματοδότησης και μηχανισμοί προκειμένου να προωθηθεί ευρύτερα η εφαρμογή του SRI και να αξιοποιηθούν περαιτέρω οι προοπτικές για εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους σχετιζόμενους

τομείς δραστηριοτήτων. Ωστόσο, μέχρι πρόσφατα, δεν είχαν αναπτυχθεί μηχανισμοί χρηματοδότησης που να ενσωματώνουν και να ανταποκρίνονται μέσω των διατάξεών τους στο πλαίσιο του SRI, και επομένως, τα κονδύλια για την υποστήριξη της ευρύτερης υιοθέτησης του SRI θα προέρχονται από την αξιοποίηση των βοηθημάτων που αναφέρονται στο γενικότερο μέτωπο της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε ότι περίπου 16-18 δισεκατομμύρια ευρώ δαπανήθηκαν για ενεργειακά αποδοτικές λύσεις σε κατοικίες, δημόσια κτίρια και κτίρια του τριτογενούς τομέα κατά την περίοδο 2014-2020, υπογραμμίζοντας έτσι τη σημασία των παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης στο κτιριακό απόθεμα ως ένα αποτελεσματικό μέσο για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Παρότι η ΕΕ έχει αυξήσει το ποσό των δημόσιων πόρων που είναι διαθέσιμοι για την ενεργειακή αποδοτικότητα, θα απαιτηθούν επιπλέον 260 δισεκατομμύρια ευρώ κατά την περίοδο 2021-2030 προκειμένου να επιτευχθούν οι τρέχοντες κλιματικοί και ενεργειακοί στόχοι της ΕΕ για το 2030.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα νέα όργανα χρηματοδότησης που πρόκειται να αναπτυχθούν, αναμένεται να επιτρέψουν την αποτελεσματική χρήση των δυνητικά διαθέσιμων πόρων για την υλοποίηση ευφών υπηρεσιών σε τομείς με υψηλές προοπτικές, όπως ο τριτογενής, ο οικιακός και ο βιομηχανικός τομέας. Αυτά τα όργανα χρηματοδότησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κατασκευαστικές εταιρείες και παρόχους ενέργειας που χρειάζονται χρηματοδότηση για την υλοποίηση ευφών τεχνολογιών και πλάνων ενεργειακής απόδοσης, ενώ θα ληφθεί υπόψη και η δυνατότητα επέκτασής τους για την συμπερίληψη και άλλων τομέων, όπως οι Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις. Παρακάτω, παρουσιάζεται μια σύντομη επισκόπηση των κύριων μέσων χρηματοδότησης και προγραμμάτων που εφαρμόζονται στην Ευρώπη (με βάση τη δημόσια και ιδιωτική χρηματοδότηση):

Ταμείο Συνοχής - Cohesion Fund

Το Ταμείο Συνοχής της ΕΕ κατά την πιο πρόσφατη περίοδο προγραμματισμού του 2021-2027 επικεντρώνεται στην άμβλυνση οικονομικών και κοινωνικών ανισοτήτων μεταξύ των χωρών της ΕΕ και στην προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης. Το ταμείο υποστηρίζει έργα που σχετίζονται με την ενέργεια και δρουν ευεργετικά για το περιβάλλον, για παράδειγμα με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και με τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Μέρος του Ταμείου Συνοχής χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της στρατηγικής για την ενεργειακή ένωση με τη βοήθεια του δικτύου των Αρχών Ενέργειας και Διαχείρισης (Energy and Managing Authorities network - EMA).

Μηχανισμός «Συνδέοντας την Ευρώπη» - Connecting Europe Facility (CEF)

Ο Μηχανισμός «Συνδέοντας την Ευρώπη» είναι το χρηματοδοτικό όργανο της ΕΕ για την ενίσχυση των υποδομών ενέργειας, μεταφορών και ψηφιακών μέσων. Το 2018, το CEF ανανεώθηκε για την περίοδο 2021-2027 με προϋπολογισμό 42,3 δισεκατομμύρια ευρώ για να υποστηρίξει επενδύσεις σε δίκτυα υποδομών ενέργειας (8,7 δισ. ευρώ), μεταφορών (30,6 δισ. ευρώ) και ψηφιακού μετασχηματισμού (3 δισ. ευρώ). Ο προϋπολογισμός αυτός αντιστοιχεί σε αύξηση 47% σε σχέση με τον προηγούμενο για την περίοδο 2014-2020. Κάθε δύο χρόνια, η Επιτροπή συντάσσει μια λίστα ευρωπαϊκών έργων κοινού ενδιαφέροντος (Projects of Common Interest - PCIs) τα οποία μπορούν να υποβάλουν αίτηση για χρηματοδότηση από το CEF.

Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων - European Investment Bank (EIB)

Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων βοηθά στη χρηματοδότηση έργων ενέργειας παρέχοντας δάνεια, μετοχές ή εγγυήσεις σε διάφορες κλίμακες στους οργανισμούς που πληρούν τις προϋποθέσεις, οι οποίοι δύνανται να είναι τόσο φορείς του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα. Η χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων ξεκινά συνήθως από 25 εκατομμύρια ευρώ, αλλά παραμένει ανοικτή

για συγχρηματοδότηση από τους αντίστοιχους εθνικούς διαμεσολαβητές. Κατά τη διάρκεια των ετών, η ΕΙΒ έχει παίξει τον κυριότερο υποστηρικτικό ρόλο σε μια ευρεία γκάμα δράσεων, συμπεριλαμβανομένων μέτρων κοινωνικής ένταξης, μέτρων αντιμετώπισης της φτώχειας και ανακαινίσεων αύξησης της ενεργειακής απόδοσης των κοινωνικών κατοικιών, σε πολλές χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιρλανδία, η Γαλλία, το Βέλγιο και η Ολλανδία. Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, την ώθησε να επεκτείνει την κάλυψή της, ξεκινώντας επενδύσεις σε χώρες όπως η Μάλτα, η Πολωνία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ιρλανδία (Lakatos and Arsenopoulos, 2019). Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, μαζί με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ξεκίνησε τον Ευρωπαϊκό Κόμβο Επενδυτικών Συμβουλών (European Investment Advisory Hub) ως μέρος του Επενδυτικού Σχεδίου για την Ευρώπη (Investment Plan for Europe). Ο κόμβος λειτουργεί ως ένα σημείο μοναδικής πρόσβασης που παρέχει συμβουλές και εμπειρογνομosύνη για την διοίκηση και την ανάπτυξη έργων σε όλη την ΕΕ.

Ευρωπαϊκή Υποστήριξη Τοπικής Ενέργειας - European Local Energy Assistance (ELENA programme)

Η «Ευρωπαϊκή Υποστήριξη Τοπικής Ενέργειας» είναι ένα πρόγραμμα τεχνικής υποστήριξης που διαχειρίζεται η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και παρέχει επιχορηγήσεις για τη διευκόλυνση της εφαρμογής επενδύσεων ενεργειακής αιεφορίας μεγάλης κλίμακας σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Από το 2015 και μετά, ο ιδιωτικός τομέας έχει συμπεριληφθεί στη λίστα των δικαιούχων του προγράμματος, με σκοπό την περαιτέρω ενίσχυση της υλοποίησης ενεργειακά αποδοτικών επενδύσεων, υπό το ίδιο λειτουργικό σύστημα σε συνδυασμό με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θέρμανση περιοχών. Συνήθως, τα επενδυτικά έργα που πληρούν τις προϋποθέσεις για να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα ELENA είναι αυτά που υπερβαίνουν τα 30 εκατομμύρια ευρώ, με τριετή περίοδο υλοποίησης για την ενεργειακή απόδοση και τετραετή περίοδο για τις αστικές μεταφορές. Η υποστήριξη του προγράμματος ELENA δεν περιορίζεται μόνο στην πραγματοποίηση ερευνών σκοπιμότητας και αγοράς, αλλά επεκτείνεται επίσης σε τεχνικά θέματα, όπως ενεργειακές επιθεωρήσεις και προετοιμασία της διαδικασίας διαγωνισμού. Η εν λόγω υποστήριξη κοστολογείται στο 90% του συνολικού κόστους τεχνικής υποστήριξης, ενώ το υπόλοιπο 10% της συγχρηματοδότησης πρέπει να διασφαλιστεί από τον τελικό δικαιούχο του προγράμματος. Κατά την περίοδο 2018-2021, το πρόγραμμα ELENA προσέφερε υποστήριξη για ανακαινίσεις ενεργειακής απόδοσης και επενδύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε 286 κτίρια, με συνολικό προϋπολογισμό 2,7 εκατομμυρίων ευρώ (ΕΙΒ 2018).

Πρόγραμμα InvestEU

Αποτελεί το διάδοχο του Ευρωπαϊκού Ταμείου Στρατηγικών Επενδύσεων (ΕΤΣΕ) (European Fund for Strategic Investments - EFSI), μια κοινή πρωτοβουλία μεταξύ της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, που βρισκόταν σε ισχύ μέχρι το 2020, και στόχευε στην κινητοποίηση ιδιωτικών επενδύσεων σε έργα στρατηγικής σημασίας για την ΕΕ, συμπεριλαμβανομένων των τομέων της ενεργειακής απόδοσης, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας και των διασυνδέσεων. Το πρόγραμμα InvestEU υποστηρίζει τις βιώσιμες επενδύσεις, την καινοτομία και τη δημιουργία θέσεων εργασίας στην Ευρώπη. Θα ενσωματώσει το Ευρωπαϊκό Ταμείο Στρατηγικών Επενδύσεων και άλλα 13 χρηματοδοτικά όργανα της ΕΕ, και σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες εκτιμήσεις, στοχεύει στην ενεργοποίηση περισσότερων από 650 δισεκατομμυρίων ευρώ σε πρόσθετες επενδύσεις για την περίοδο 2021-2027.

Ευρωπαϊκό Ταμείο Ενεργειακής Απόδοσης - European Energy Efficiency Fund (EEEF)

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Ενεργειακής Απόδοσης απευθύνεται σε δημόσιες αρχές σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, ή σε δημόσιους/ιδιωτικούς οργανισμούς που ενεργούν εκ μέρους τους, και σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει την υλοποίηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της

παροχής μικρής κλίμακας χρηματοδοτήσεων (έως 5 εκατομμύρια ευρώ) βασισμένων στην τεχνική των μετοχών (European Energy Efficiency Fund 2018). Παρά τη σημαντικά μικρότερη χρηματοδοτική συνεισφορά του EEEF σε σύγκριση με άλλους ευρωπαϊκούς μηχανισμούς χρηματοδότησης, ανοίγει τον δρόμο για τους παρόχους μικρών κατοικιών, που δεν είναι δικαιούχοι προγραμμάτων μεγαλύτερης κλίμακας της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων, να συμμετέχουν και να επωφεληθούν. Το ταμείο συμβάλλει στα επενδυτικά έργα με μια πολυεπίπεδη δομή κινδύνου/απόδοσης, δίνοντας έμφαση σε μια στοχευμένη ιδιωτική-δημόσια συνεργασία που μπορεί να ελαττώσει το ρίσκο στο ελάχιστο επίπεδο.

Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης - European Regional Development Fund (ERDF)

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης έχει ως στόχο τη μείωση των οικονομικών, κοινωνικών και εδαφικών ανισοτήτων μεταξύ των περιοχών της ΕΕ, μέσω της υποστήριξης επενδύσεων σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο. Τρεις από τις προτεραιότητες του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης για την περίοδο 2021-2027 που επικεντρώνονται στο μέτωπο της ενεργειακής απόδοσης και, συνεπώς, θα μπορούσαν να ενστερνιστούν και να στηρίξουν το όραμα της «ευφυούς» προσέγγισης, είναι να καταστήσουν την Ευρώπη και τις περιοχές της:

- a) πιο ανταγωνιστικές και ευφείς, μέσω της καινοτομίας και της υποστήριξης των μικρομεσαίων επιχειρήσεων, καθώς και της ψηφιοποίησης και της ψηφιακής συνδεσιμότητας
- b) πιο «πράσινες», με χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα και πιο ανθεκτικές
- c) πιο κοντά στους πολίτες, υποστηρίζοντας την ανάπτυξη από τοπικές πρωτοβουλίες και τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη σε όλη την ΕΕ.

Ένα ελάχιστο ποσοστό της χρηματοδότησης του ERDF πρέπει να διατίθεται σε έργα που αποσκοπούν σε χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα στις περιοχές: 20% για πιο ανεπτυγμένες περιοχές, 15% για περιοχές σε μεταβατικό στάδιο και 12% για λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές.

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

Ο Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας είναι το κύριο όργανο του προγράμματος NextGenerationEU, του σχεδίου της ΕΕ για τη δυναμική ανάκαμψη ύστερα από την πανδημία του COVID-19. Δομείται γύρω από έξι πυλώνες:

- (1) πράσινη μετάβαση,
- (2) ψηφιακός μετασχηματισμός
- (3) οικονομική συνοχή, παραγωγικότητα και ανταγωνιστικότητα
- (4) κοινωνική και εδαφική συνοχή,
- (5) υγεία, οικονομική, κοινωνική και θεσμική ανθεκτικότητα, και
- (6) πολιτικές για την επόμενη γενιά.

Ο Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας θα βοηθήσει την ΕΕ να επιτύχει τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Ωστόσο, παρά το πλήθος των διαθέσιμων μηχανισμών χρηματοδότησης που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση, η κινητοποίηση και η δρομολόγηση των επενδύσεων προς την αφομοίωση της νοοτροπίας της ευφυούς προσέγγισης και, συνεπώς, του συστήματος του SRI, αποτελεί ακόμη πρόκληση ιδιαίτερα για τις χώρες και όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς που επιθυμούν να πραγματοποιήσουν τέτοια έργα.

Συνεπώς, διαμορφώνεται σταδιακά ένα υποστηρικτικό πλαίσιο για την υιοθέτηση του SRI, τόσο σε οικονομικό, όσο και σε τεχνικό επίπεδο, το οποίο αναμένεται να συμβάλλει σημαντικά στην εξάλυσή του και στην επίτευξη των στόχων της ΕΕ. Ωστόσο, τη δεδομένη στιγμή, εντοπίζεται ένα κενό, όσον αφορά την συμβουλευτική των ενδιαφερομένων για την αποδοτικότερη αξιοποίηση του SRI. Σε αυτή την κατεύθυνση, λοιπόν, στην παρούσα διπλωματική εργασία επιδιώκεται η προσφορά ενός συμβουλευτικού πλαισίου, με στόχο να υποστηρίξει, με δεδομένα, τις αποφάσεις που καλείται να λάβει ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος για την ευφυή αναβάθμιση ενός κτιρίου.

3. ΚΟΙΝΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ SRI ΤΗΣ ΕΕ

3.1 Περιγραφή κοινού μεθοδολογικού πλαισίου

Φυσικά όμως, πριν παρουσιαστεί το συγκεκριμένο συμβουλευτικό πλαίσιο, συνιστά επιτακτική ανάγκη να παρουσιαστεί το κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο της ΕΕ για το SRI, το οποίο αποτελεί τη βάση της συγκεκριμένης εργασίας. Η μεθοδολογία υπολογισμού του SRI έχει κατασκευαστεί με βάση έναν κατάλογο «έτοιμων για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσιών» (smart-ready services) που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ευφυΐα ενός κτιρίου, ανάλογα με τις λειτουργικότητες (functionalities) που προσφέρουν. Ενδεικτικά παραδείγματα έτοιμων για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσιών συνιστούν ο έλεγχος των εκπομπών θερμότητας, των εκπομπών ψύξης, της ροής αέρα, των σκιάστρων των παραθύρων, κ.α. Με βάση τις υφιστάμενες διατάξεις της ΕΕ, οι διαθέσιμες έτοιμες για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσίες οργανώνονται σε έναν κατάλογο 54 υπηρεσιών. Ολόκληρος ο κατάλογος των υπηρεσιών παρέχεται στο Παράρτημα.

Οι διάφορες λειτουργικότητες των έτοιμων για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσιών καθορίζονται από διαφορετικά επίπεδα ευφυΐας, τα οποία αναφέρονται ως «Επίπεδα Λειτουργικότητας» (Functionality Levels). Για παράδειγμα, για την έτοιμη για έξυπνη εφαρμογή υπηρεσία του «ελέγχου των εκπομπών θερμότητας», τα επίπεδα λειτουργικότητας θα μπορούσαν να κυμαίνονται από το πρακτικά μη έξυπνο «χωρίς αυτόματο έλεγχο» στο πιο έξυπνο «έλεγχος κάθε δωματίου ξεχωριστά με επικοινωνία και έλεγχος παρουσίας στο χώρο». Οι έτοιμες για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσίες ταξινομούνται σε εννέα «τεχνικούς τομείς» και παράγουν επτά τύπους αντικτύπων, τα λεγόμενα «κριτήρια αντικτύπου» (impact criteria), τα οποία με τη σειρά τους ομαδοποιούνται σε τρεις διακριτές κατηγορίες που αντικατοπτρίζουν τους βασικούς στόχους του SRI, αναφερόμενους ως «Βασικές Λειτουργικότητες» (Key Functionalities). Συνοπτικές πληροφορίες για τα παραπάνω παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Τεχνικοί τομείς, κριτήρια αντικτύπου και βασικές λειτουργικότητες SRI

Technical domains – Τεχνικοί Τομείς	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Heating – Θέρμανση 2. Cooling - Ψύξη 3. Domestic Hot Water – Ζεστό Νερό Οικιακής Χρήσης 4. Ventilation – Εξαερισμός 5. Lighting – Φωτισμός 6. Dynamic Building Envelope – Δυναμικό Κέλυφος Κτιρίου 7. Electricity – Ηλεκτρική Ενέργεια 8. Electric Vehicle Charging – Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων 9. Monitoring & Control – Παρακολούθηση & Έλεγχος 	
Impact criteria – Κριτήρια Αντικτύπου	Key functionalities – Βασικές Λειτουργικότητες
<ol style="list-style-type: none"> 1. Energy efficiency - Ενεργειακή απόδοση, 2. Maintenance & fault prediction - Συντήρηση και πρόβλεψη σφαλμάτων, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energy performance & operation - Ενεργειακή απόδοση και λειτουργία
<ol style="list-style-type: none"> 3. Comfort - Άνεση 4. Convenience - Ευκολία 5. Health, well-being & accessibility - Υγεία, ευεξία και προσβασιμότητα 6. Information to occupants - Παροχή πληροφοριών στους ενοίκους 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Response to the needs of occupants - Προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών
<ol style="list-style-type: none"> 7. Energy flexibility & storage - Ενεργειακή ευελιξία και αποθήκευση ενέργειας 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Energy flexibility - Ενεργειακή ευελιξία

Για να συγκεντρωθούν οι διάφοροι τεχνικοί τομείς και τα κριτήρια αντικτύπου σε ένα κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο, μια μέθοδος Πολυκριτήριας Ανάλυσης προτάθηκε και αναπτύχθηκε ως η επίσημα αναγνωρισμένη μεθοδολογία για τον υπολογισμό του SRI. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του SRI (Verbeke et al., 2020) απευθύνεται συνήθως σε έναν πιστοποιημένο αξιολογητή για την εφαρμογή της και συνοψίζεται στο Σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Μεθοδολογικό πλαίσιο για τον υπολογισμό του SRI

Βήμα 1: Γενικές πληροφορίες κτιρίου που εστιάζουν κυρίως στον τύπο του κτιρίου (κατοικήσιμο - residential / μη-κατοικήσιμο – non-residential) και την τοποθεσία (π.χ. Δυτική Ευρώπη – West Europe, Νότια Ευρώπη - South Europe, Νοτιο-Ανατολική Ευρώπη - South-East Europe, κτλ.) απαιτούνται, ώστε να χρησιμοποιηθούν για την επιλογή των προεπιλεγμένων συντελεστών στάθμισης τεχνικού τομέα (domain weighting factors), όπως περιγράφεται λεπτομερώς στο Βήμα 7. Σε περίπτωση που ένα κτίριο βρίσκεται εκτός Ευρώπης, δεν υπάρχουν διαθέσιμοι προεπιλεγμένοι συντελεστές στάθμισης τεχνικού τομέα, και ο αξιολογητής πρέπει να προχωρήσει με τον καθορισμό τους χειροκίνητα.

Βήμα 2: Προκειμένου να ενισχυθεί η ευελιξία της διαδικασίας αξιολόγησης ανάλογα με τον τύπο κτιρίου και τους διαθέσιμους πόρους, προτείνονται οι ακόλουθες τρεις μέθοδοι αξιολόγησης:

- i. Μέθοδος Α
- ii. Μέθοδος Β, και
- iii. Μέθοδος Γ.

Όλες οι μέθοδοι είναι δομημένες με βάση τα ίδια μεθοδολογικά στοιχεία, αν και η μέθοδος Α χρησιμοποιεί ένα πιο απλοποιημένο σύνολο υπηρεσιών (δηλαδή 27 έτοιμων για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσιών) και συνδέεται επομένως με λιγότερο χρονοβόρες προσπάθειες και περιορισμένη εξειδίκευση στη διεξαγωγή της αξιολόγησης σε σύγκριση με τις άλλες δύο. Η μέθοδος Α προβλεπόταν αρχικά να εφαρμοστεί σε υπάρχοντα κατοικήσιμα και μικρά μη κατοικήσιμα κτίρια. Η μέθοδος Β περιλαμβάνει έναν λεπτομερή κατάλογο έξυπνων υπηρεσιών με 54 υπηρεσίες, και επομένως, αναδεικνύεται η σημασία της αξιολόγησης από εξειδικευμένο αξιολογητή. Η πιο λεπτομερής μέθοδος Β προοριζόταν να χρησιμοποιηθεί σε νέα κτίρια με μεγαλύτερη πολυπλοκότητα (π.χ. μεγάλα μη κατοικήσιμα κτίρια, μεγάλες πολυκατοικίες κ.λπ.) συγκριτικά με εκείνα της μεθόδου Α. Η μέθοδος Γ θεωρείται η πιο περίπλοκη μέθοδος, δεδομένου ότι απαιτεί δεδομένα που λαμβάνονται συνήθως από έξυπνους μετρητές, και έτσι οι ολοκληρωμένες και χωρίς αποκλεισμούς προδιαγραφές σχετικά με τη χρήση της δεν έχουν ακόμη κυκλοφορήσει. Λεπτομέρειες σχετικά με τις διαφορές και τη συνιστώμενη εφαρμογή μεταξύ των παραπάνω μεθόδων παρέχονται στον Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2: Διαθέσιμες μέθοδοι αξιολόγησης SRI (με βάση το Verbeke et al. 2020).

Τομέας	Μέθοδος Α	Μέθοδος Β	Μέθοδος Γ (εξατομικευμένη)
Κατάλογος υπηρεσιών	Απλουστευμένος κατάλογος 27 υπηρεσιών	Ολόκληρος Κατάλογος 54 υπηρεσιών	Αυτοαξιολόγηση με βάση τα Συστήματα Αυτοματισμού και Ελέγχου των Κτιρίων
Εφαρμοσιμότητα	Υπάρχοντα κατοικήσιμα κτίρια Μικρά μη-κατοικήσιμα κτίρια (< 500 m ²)	Νέα κατοικήσιμα κτίρια Μη- κατοικήσιμα κτίρια	κατοικήσιμα κτίρια Μη- κατοικήσιμα κτίρια (περιορισμός σε κτίρια που χρησιμοποιούνται)
Άλλα	<ul style="list-style-type: none"> Υπο- > Προσέγγιση με ελέγχους λίστας Υπο- > Χρόνος Αξιολόγησης < 1 ώρα Υπο- > Δυνατή η αυτό-αξιολόγηση ή με ανάμειξη ειδικού (έκδοση πιστοποιητικού) 	<ul style="list-style-type: none"> Υπο- > Προσέγγιση με ελέγχους λίστας Υπο- > Χρόνος Αξιολόγησης < 1 ημέρα Υπο- > Δυνατή η αυτοαξιολόγηση ή με ανάμειξη ειδικού (έκδοση πιστοποιητικού) 	<ul style="list-style-type: none"> Υπο- > Απαιτούνται δεδομένα για μεγάλο χρονικό διάστημα Υπο- > Λεπτομερείς προδιαγραφές μη διαθέσιμες ακόμα

Βήμα 3: Εντός του πλαισίου που αντικατοπτρίζει τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός κτιρίου, ορισμένοι τεχνικοί τομείς μπορεί να είναι μη σχετικοί, μη εφαρμόσιμοι ή ακόμα και περιττοί. Ως αποτέλεσμα, ο χρήστης της μεθοδολογίας (συνήθως ένας αξιολογητής) χρειάζεται να επιλέξει ποιοι τεχνικοί τομείς είναι παρόντες στο κτίριο, απόντες αλλά ταυτόχρονα υποχρεωτικοί (π.χ. λόγω εθνικής νομοθεσίας) ή απόντες και μη υποχρεωτικοί. Με βάση αυτές τις επιλογές, διαμορφώνεται μια προσαρμοσμένη λίστα τεχνικών τομέων, με τις συμπεριλαμβανόμενες έξυπνες υπηρεσίες να τίθενται στο επίκεντρο.

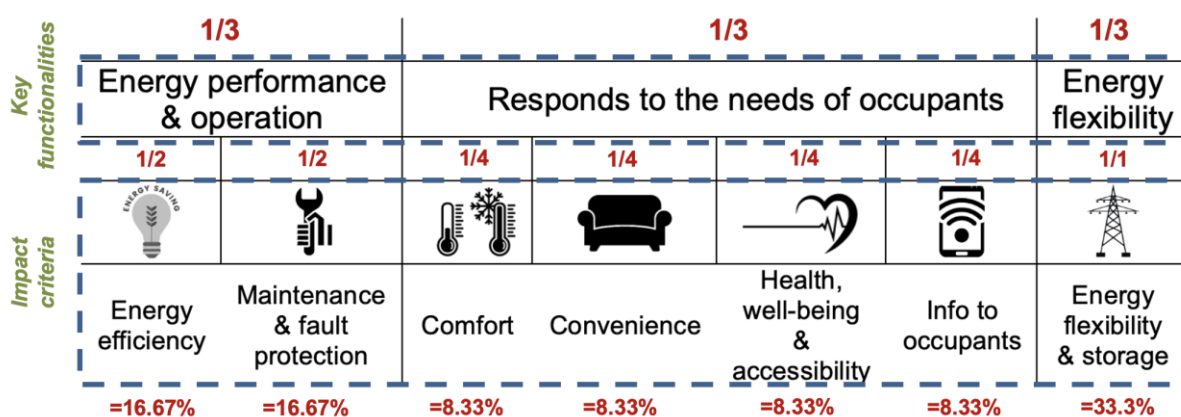
Βήμα 4: Προκειμένου να αναγνωριστούν οι σχετικές υπηρεσίες που θα αξιολογηθούν εντός κάθε τεχνικού τομέα για ένα συγκεκριμένο κτίριο, εφαρμόζεται μια διαδικασία αξιολόγησης. Στην περίπτωση που ορισμένες υπηρεσίες θεωρούνται μη σχετικές, μη εφαρμόσιμες ή περιττές, το συνολικό σκορ του SRI υπολογίζεται ως ποσοστό του πραγματικού σκορ του κτιρίου ως προς το μέγιστο επιτεύξιμο σκορ του κτιρίου και όχι το θεωρητικό μέγιστο σκορ που θα είχε επιτευχθεί εάν όλες οι έξυπνες υπηρεσίες συμπεριλαμβάνονταν στη διαδικασία αξιολόγησης.

Βήμα 5: Συνολικά, υπάρχουν πέντε επίπεδα λειτουργικότητας για τις έξυπνες υπηρεσίες (Επίπεδο 0-4). Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο λειτουργικότητας μιας έξυπνης υπηρεσίας, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ευεργετικές επιπτώσεις για τους χρήστες του κτιρίου ή για το δίκτυο σε σύγκριση με υπηρεσίες με χαμηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας. Ένα σκορ εντός του εύρους [0-3] ανατίθεται στις έξυπνες υπηρεσίες έναντι κάθε κριτηρίου αντικτύπου, σε όλα τα επίπεδα λειτουργικότητας (Πίνακας 3.3). Γενικά, αυτά τα σκορ καθορίζονται από έναν πιστοποιημένο αξιολογητή, υπεύθυνο για τη διεξαγωγή της αξιολόγησης του SRI σε ένα κτίριο. Ωστόσο, η ανάθεση σκορ δεν πρέπει να αποτελεί θέμα αυτοερμηνείας από τους ατομικούς αξιολογητές SRI, αλλά θα πρέπει να καθορίζεται με έναν τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης αναπαραγωγή της αξιολόγησης του SRI.

Πίνακας 3.3: Επίπεδα λειτουργικότητας SRTs και ανατεθειμένα σκορ έναντι κάθε κριτηρίου αντικτύπου

Επίπεδα Λειτουργικότητας έξυπνων υπηρεσιών		Προκαθορισμένες Βαθμολογίες (μεταξύ 0-3) ανά έξυπνη υπηρεσία						
		Ενεργειακή απόδοση	Συντήρηση & πρόβλεψη σφαλμάτων	Άνεση	Ευκολία	Υγεία, ευεξία & προσβασιμότητα	Παροχή πληροφοριών στους ενοίκους	Ενεργειακή ευελιξία & αποθήκευση ενέργειας
Επίπεδο 0	Ελάχιστη ευφυΐα	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]
Επίπεδο 1	...	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]
Επίπεδο 2	...	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]
Επίπεδο 3	...	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]
Επίπεδο 4	Μέγιστη ευφυΐα	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]	[0-3]

Βήμα 6: Η προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την ανάθεση βαρών στις «βασικές λειτουργικότητες» καθώς και στα «κριτήρια αντικτύπου» είναι η μέθοδος της «ισοκατανομής των βαρών». Πρόκειται για την ίδια βάση μεθόδου με εκείνη που χρησιμοποιείται για την ανάθεση βαρών στους «τεχνικούς τομείς» έναντι κάθε «κριτηρίου αντικτύπου» σε όλα τα επίπεδα λειτουργικότητας, που αναλύεται εκτενώς στο Βήμα 7. Το Σχήμα 3.2 παρουσιάζει γραφικά τον τρόπο λειτουργίας αυτής της μεθόδου και τα τελικά βάρη που ανατίθενται στα επιμέρους κομμάτια που συμπεριλαμβάνονται στην αξιολόγηση του SRI.



Σχήμα 3.2: Εφαρμογή της μεθόδου «ισοκατανομής των βαρών» για την ανάθεση βαρών στις «βασικές λειτουργικότητες» και τα «κριτήρια αντικτύπου» της διαδικασίας αξιολόγησης του SRI, και τα τελικά ανατεθειμένα βάρη.

Βήμα 7: Υπάρχουν τρεις διακριτές προσεγγίσεις για τον καθορισμό των παραγόντων βάρους των εννέα «τεχνικών τομέων» έναντι των καθορισμένων «κριτηρίων αντικτύπου»:

1. «Σταθερή κατανομή των βαρών» («Fixed Weighting»): Αυτή η προσέγγιση προδιαγράφει μια μέθοδο ανάθεσης βαρών στους τομείς, που παρέχει σταθερές εκτιμώμενες επιπτώσεις των «τεχνικών τομέων» στο σκορ κάθε «κριτηρίου αντικτύπου». Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, τα βάρη των «τεχνικών τομέων» μπορεί να διαφέρουν για κάθε «κριτήριο αντικτύπου». Για παράδειγμα, ο τομέας της «θέρμανσης» μπορεί να αποτελεί το 60% του σκορ που επιτυγχάνεται για το κριτήριο αντικτύπου της «ενεργειακής απόδοσης», ενώ για άλλα κριτήρια αντικτύπου όπως η «ευκολία» ή η «άνεση» μπορεί να είναι χαμηλότερο, π.χ. 25%.

Ωστόσο, μία από τις πιο αξιοσημείωτες παρατηρήσεις που αφορούν αυτήν την προσέγγιση είναι η υποβόσκουσα υποκειμενικότητα που συνεπάγεται, καθώς βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην προσωπική εμπειρία και γνώση των ειδικών, χωρίς επιστημονικά στοιχεία που να την υποστηρίζουν.

2. «Ισοκατανομή των βαρών» («Equal Weighting»): Αυτή η προσέγγιση παρέχει ίση κατανομή βαρών μεταξύ των εμπλεκόμενων «τεχνικών τομέων» και αποκλίνει από τη φιλοδοξία τα βάρη των τομέων να είναι ανάλογα με την γενικότερα αντιληπτή σχετική σημασία τους για το συνολικό σκορ ενός «κριτηρίου αντικτύπου». Σύμφωνα και με αυτήν την προσέγγιση, τα βάρη των «τεχνικών τομέων» μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των «κριτηρίων αντικτύπου» (όπως και στην προσέγγιση της «σταθερής κατανομής βαρών»), ωστόσο παραμένουν ίδια ως προς την αξία τους για κάθε κριτήριο αντικτύπου. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι διατηρείται η ιεραρχική προσέγγιση μεταξύ τεχνικών τομέων και των συμπεριλαμβανόμενων σε αυτούς υπηρεσιών. Έτσι, ένας τομέας με περισσότερες υπηρεσίες δεν θα έχει υψηλότερο βάρος σε σύγκριση με έναν με λιγότερες υπηρεσίες. Η τιμή του παράγοντα βάρους προκύπτει από τη διαίρεση του υπολειπόμενου βάρους για ένα δοσμένο «κριτήριο αντικτύπου» με τον αριθμό των τομέων που σχετίζονται με το συγκεκριμένο «κριτήριο αντικτύπου»:

$$WF_{ewd} = \frac{100\% - \sum(\text{fixed weights})}{RD} \quad (1)$$

Όπου:

WF_{ewd} : το βάρος ενός τεχνικού τομέα με βάση την μέθοδο της «ισοκατανομής των βαρών»

RD: ο αριθμός όλων των σχετικών τεχνικών τομέων (Relevant Domains)

3. «Κατανομή των βαρών με βάση το ισοζύγιο ενέργειας» («Energy Balance Weighting»): Αυτή η προσέγγιση βασίζεται στην παροχή ενός σχήματος κατανομής βαρών για τους τεχνικούς τομείς που ενσωματώνει την εκτιμώμενη επίδραση των τομέων στο ισοζύγιο ενέργειας του κτιρίου. Συνήθως, το ισοζύγιο ενέργειας επιτρέπει την εξαγωγή της σχετικής σημασίας των διαφορετικών τομέων, λαμβάνοντας υπόψη τα μοναδικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, όπως ο τύπος του και η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει βάσει της τοποθεσίας. Όσον αφορά το πλαίσιο του κτιρίου, έχουν προσδιοριστεί δύο είδη κτιρίων με βάση την αντίστοιχη νομοθεσία της ΕΕ: (α) κατοικήσιμα κτίρια και (β) μη-κατοικήσιμα κτίρια. Παρόλο που μια περαιτέρω διαίρεση των μη-κατοικήσιμων κτιρίων (π.χ., γραφεία, ξενοδοχεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα κ.λπ.) θα μπορούσε να προσφέρει περισσότερη πληροφόρηση, από την συνολική αξιολόγηση του SRI, μια τέτοια παροχή δεν υποστηρίζεται προς το παρόν από ποσοτικοποιημένα δεδομένα και, ως εκ τούτου, αντιμετωπίζεται ως εναλλακτική επιλογή. Όσον αφορά το γεωγραφικό πλαίσιο, καθορίζονται πέντε κλιματικές ζώνες:

- a) Βόρεια Ευρώπη (Δανία, Φινλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία)
- b) Δυτική Ευρώπη (Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Λιχτενστάιν, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο)
- c) Νότια Ευρώπη (Κύπρος, Ελλάδα, Ιταλία, Μάλτα, Πορτογαλία, Ισπανία)
- d) Βορειοανατολική Ευρώπη (Τσεχία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία, Σλοβακία), και
- e) Νοτιοανατολική Ευρώπη (Βουλγαρία, Κροατία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Σλοβενία).

Στατιστική απεικόνιση των δεδομένων του κτιριακού αποθέματος επιτρέπει την απόκτηση προεπιλεγμένων βαρών βάσει της ακόλουθης μαθηματικής εξίσωσης:

$$WF_{ebd} = (100\% - \sum(\text{fixed weights})) \cdot a_d \quad (2)$$

Όπου:

WF_{ebd} : το βάρος ενός τεχνικού τομέα με βάση την μέθοδο της «κατανομής των βαρών με βάση το ισοζύγιο ενέργειας»

ad: η σχετική σημασία ενός δοσμένου «τεχνικού τομέα» στο χρησιμοποιούμενο ενεργειακό ισοζύγιο (οι προεπιλεγμένες τιμές παρουσιάζονται αργότερα στην Εικόνα 3.11). Εάν ο χρήστης της μεθοδολογίας επιθυμεί να χρησιμοποιήσει χειροκίνητα καθορισμένες τιμές για την παράμετρο ad, πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθες εξισώσεις:

$$a_d = \frac{Q_d}{Q_{total}} \quad (3)$$

$$Q_{total} = Q_{Heating} + Q_{Domestic\ Hot\ Water} + Q_{Cooling} + Q_{Ventilation} + Q_{Lighting} + Q_{Renewables} \quad (4)$$

Όπου:

Q_d : η πρωταρχική ενεργειακή χρήση για τον εξεταζόμενο τομέα,

$Q_{Heating}$: η πρωταρχική ενεργειακή χρήση για τη θέρμανση χώρου,

$Q_{Domestic\ Hot\ Water}$: η πρωταρχική ενεργειακή χρήση για το ζεστό νερό οικιακής χρήσης,

$Q_{Cooling}$: η πρωταρχική ενεργειακή χρήση για την ψύξη χώρου,

$Q_{Ventilation}$: η πρωταρχική ενεργειακή χρήση για τον εξαερισμό,

$Q_{Lighting}$: η πρωταρχική ενεργειακή χρήση για τον φωτισμό,

$Q_{Renewables}$: η παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια στον χώρο.

Σύμφωνα με την έρευνα των Verbeke et al. (2020), όπου παρουσιάζεται η επίσημη μεθοδολογία για την αξιολόγηση του SRI, χρησιμοποιείται μια υβριδική προσέγγιση για την κατανομή των βαρών. Βάσει αυτού, η μέθοδος «κατανομής των βαρών με βάση το ισοζύγιο ενέργειας» εφαρμόζεται σε όλα τα «κριτήρια αντικτύπου» που θεωρούνται στενά σχετιζόμενα με την ενέργεια, δηλαδή τα κριτήρια «Ενεργειακή απόδοση», «Συντήρηση και πρόβλεψη σφαλμάτων» και «Ενεργειακή ευελιξία & αποθήκευση ενέργειας». Ωστόσο, τα βάρη ορισμένων «τεχνικών τομέων», όπως του «Παρακολούθηση και Έλεγχος», καθώς και του «Δυναμικό Κέλυφος Κτιρίου», ως προς αυτά τα «κριτήρια αντικτύπου», δεν μπορούν να εξαχθούν από τη μέθοδο «κατανομής των βαρών με βάση το ισοζύγιο ενέργειας» και, κατά συνέπεια, ανατίθενται σταθερά βάρη σε αυτούς τους τομείς (δηλαδή 20% για τον τομέα «Παρακολούθηση και Έλεγχος» και 5% για τον τομέα «Δυναμικό Κέλυφος Κτιρίου»). Το υπόλοιπο 75% προκύπτει από τη μέθοδο «κατανομής των βαρών με βάση το ισοζύγιο ενέργειας». Στις περιπτώσεις όπου δεν χρησιμοποιείται καμία από τις προαναφερθείσες μεθόδους κατανομής βαρών, εφαρμόζεται η «ισοκατανομή των βαρών». Το Σχήμα 3.3 παρουσιάζει την υπάρχουσα υβριδική προσέγγιση για τον υπολογισμό των βαρών των τεχνικών τομέων. Τα κελιά του πίνακα που είναι σημειωμένα με γκρι χρώμα εξαιρούνται από τη διαδικασία της κατανομής των βαρών, καθώς δεν θεωρούνται όλοι οι «τεχνικοί τομείς» σχετικοί με κάθε «κριτήριο αντικτύπου».

Key functionalities		Energy performance & operation		Responds to the needs of occupants			Energy flexibility	
Impact criteria		Energy efficiency	Maintenance & fault protection	Comfort	Convenience	Health, well-being & accessibility	Info to occupants	Energy flexibility & storage
Technical domains								
	Heating	%	%	16%	10%	20%	11.4%	%
	Cooling	%	%	16%	10%	20%	11.4%	%
	Domestic Hot Water	%	%		10%		11.4%	%
	Ventilation	%	%	16%	10%	20%	11.4%	%
	Lighting	%	%	16%	10%	20%		%
	Electricity	%	%		10%		11.4%	%
	Dynamic Building Envelope	5%	5%	16%	10%	20%	11.4%	
	Electric Vehicle Charging				10%		11.4%	5%
	Monitoring & Control	20%	20%	20%	20%		20%	20%
Sum of weights		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Step 1: Fixed weights

Step 2: Equal weights

Step 3: Energy balance (depending on climate zone & type of building)

Σχήμα 3.3: Υβριδική προσέγγιση για την κατανομή των βαρών των «τεχνικών τομέων».

Βήμα 8: Προτού υπολογιστεί ένα μοναδικό σκορ για κάθε «κριτήριο αντικτύπου», τα σκορ της κάθε έξυπνης υπηρεσίας πρέπει να συγκεντρωθούν πρώτα σε επίπεδο «τεχνικού τομέα» έναντι κάθε «κριτηρίου αντικτύπου». Τα αντίστοιχα σκορ των έξυπνων υπηρεσιών σε σχέση με κάθε κριτήριο αντικτύπου υπολογίζονται εφαρμόζοντας τις ακόλουθες μαθηματικές εξισώσεις. Η συγκέντρωση των σκορ των έξυπνων υπηρεσιών ακολουθεί την προσέγγιση της «ισοκατανομής των βαρών», δηλαδή οι συμπεριλαμβανόμενες έξυπνες υπηρεσίες εντός ενός «τεχνικού τομέα» θεωρούνται ότι έχουν ίση σημασία.

$$I_{d,ic} = \sum_i^{N_d} I_{ic}(FL(S_{i,d})) \quad (5)$$

$$I_{d,ic}^{\max} = \sum_i^{N_d} I_{ic}(FL^{\max}(S_{i,d})) \quad (6)$$

Όπου:

d: ο τεχνικός τομέας,

ic: το κριτήριο αντικτύπου,

N_d: ο συνολικός αριθμός των υπηρεσιών του τεχνικού τομέα d,

S_{i,d}: η υπηρεσία i του τεχνικού τομέα d,

FL(S_{i,d}): το επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας S_{i,d},

FL^{max}(S_{i,d}): το μέγιστο επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας S_{i,d},

$I_{ic}(FL(S_i,d))$: το σκορ της υπηρεσίας S_i,d για το κριτήριο αντικτύπου ic , ανάλογα με το επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας,

$I_{max\ d,ic}(FL_{max}(S_i,d))$: το σκορ της υπηρεσίας S_i,d για το κριτήριο αντικτύπου ic , για το μέγιστο επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας.

Ο συνυπολογισμός των σκορ κάθε «τεχνικού τομέα» για την εξαγωγή ενός μοναδικού σκορ αντικτύπου (impact score) εξαρτάται από τη σχετική σημασία του τομέα έναντι κάθε «κριτηρίου αντικτύπου» και υλοποιείται μέσω της ακόλουθης εξίσωσης. Οι συντελεστές βάρους των «τεχνικών τομέων» έναντι των «κριτηρίων αντικτύπου» προέρχονται από το Βήμα 6.

$$SR_{ic} = \frac{\sum_d^N (w_{d,ic} \cdot I_{d,ic})}{\sum_d^N (w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}^{max})} \cdot 100 \quad (7)$$

Όπου:

d : ο τεχνικός τομέας,

N : ο συνολικός αριθμός των τεχνικών τομέων,

$w_{d,ic}$: το βάρος του τεχνικού τομέα d για το κριτήριο αντικτύπου ic , εκφρασμένο ως ποσοστό.

Βήμα 9: Έπειτα, υπολογίζεται ένα συνολικό σκορ σε επίπεδο «βασικής λειτουργικότητας» ως ένα σταθμισμένο άθροισμα όλων των σκορ «κριτηρίων αντικτύπου», βασιζόμενος στην προσέγγιση «ισοκατανομής των βαρών» που περιγράφεται στο Βήμα 6, όπως ακολούθως:

$$SR_f = \sum_{ic}^M (w_{f,ic} \cdot SR_{ic}) \quad (8)$$

Όπου:

M : ο συνολικός αριθμός των κριτηρίων αντικτύπου,

$w_{f,ic}$: το βάρος του κριτηρίου αντικτύπου ic για την βασική λειτουργικότητα f , εκφρασμένο σε ποσοστό,

SR_{ic} : το σκορ ευφυούς ετοιμότητας για το κριτήριο αντικτύπου ic .

Βήμα 10: Το συνολικό σκορ SRI υπολογίζεται τελικά ως ένα σταθμισμένο άθροισμα των σκορ των τριών «βασικών λειτουργικοτήτων», ως ακολούθως:

$$SRI = \sum_f^P (w_f \cdot SR_f) \quad (9)$$

Όπου:

P : ο συνολικός αριθμός των βασικών λειτουργικοτήτων,

w_f : το βάρος της βασικής λειτουργικότητας f , όπου ισχύει η συνθήκη $\sum w_f = 1$,

SR_f : το σκορ ευφυούς ετοιμότητας για τη βασική λειτουργικότητα f .

Το SRI εκφράζεται με βάση επτά κλάσεις ευφυούς ετοιμότητας και κάθε κλάση αντιστοιχεί σε ένα εύρος σκορ ευφυούς ετοιμότητας, με φθίνουσα σειρά όπως ακολούθως: 90-100%, 80-90%, 65-80%, 50-65%, 35-50%, 20-35%, < 20%.

Ως προαιρετικό πρόσθετο στην υπάρχουσα μεθοδολογία, τα σκορ ευφυούς ετοιμότητας των «τεχνικών τομέων» για κάθε κριτήριο αντικτύπου $SR_{d,ic}$ μπορούν να υπολογιστούν, ακολουθώντας την εξίσωση:

$$SR_{d,ic} = \frac{I_{d,ic}}{I_{d,ic}^{max}} \cdot 100 \quad (10)$$

Όπου:

$I_{d,ic}$: το σκορ του τεχνικού τομέα d για το κριτήριο αντικτύπου ic,

$I_{d,ic}^{max}$: το μέγιστο σκορ του τεχνικού τομέα d για το κριτήριο αντικτύπου ic.

3.2 Εργαλείο excel της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τον υπολογισμό του SRI

Στα πλαίσια λοιπόν της παρούσας διπλωματικής εργασίας αξιοποιήθηκε, ύστερα από αίτημα στον επίσημο ιστότοπο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η έκδοση 4.5 του εργαλείου Excel για τον υπολογισμό του SRI (Calculation sheet for SRI assessment, Version 4.5). Το μοντέλο για τον υπολογισμό του SRI που περιέχεται σε αυτό το Excel, βασίζεται στο Delegated Act της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Commission Delegated Regulation (EU) 2020/2155), ωστόσο το εργαλείο διατηρεί έναν καθαρά υποστηρικτικό ρόλο στη φάση δοκιμής και υλοποίησης του SRI και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξίωση ενός πραγματικού σκορ SRI ή την έκδοση κάποιου πιστοποιητικού για το εξεταζόμενο κτίριο.

Η version 4.5 αποτελείται από 17 tabs, το καθένα από τα οποία κατέχει είτε πληροφοριακή για τον χρήστη αξία, είτε απαραίτητα δεδομένα για τον υπολογισμό του SRI. Παρακάτω παρουσιάζονται οι λειτουργίες κάθε tab ξεχωριστά.

- “INFO” tab:

Το συγκεκριμένο tab παρέχει στον χρήστη γενικές πληροφορίες αναφορικά με το ρόλο του φύλλου excel στην υλοποίηση του SRI, οδηγίες σχετικά με τη χρήση των υπόλοιπων tabs, καθώς και μια σύντομη λίστα συντομογραφιών που συναντώνται στις περιγραφές των επιπέδων λειτουργικότητας για τη διευκόλυνση της κατανόησης του χρήστη. Στην Εικόνα 3.1, φαίνεται η μορφή του tab.

Calculation sheet for SRI assessment method A/B

Version 4.5

This file contains a calculation model for the SRI. The calculation method is based on the outcomes of the second technical study on the smart ready indicator, as described in chapter 1 of the technical study report (doi: 10.2833/41100) and the EC delegated act. Some of the elements comprising the calculation method (services, functionality, weightings, impact scores, etc.) can be altered. This spreadsheet is meant as a tool to support the SRI testing and implementation phase in EU Member States. Using this tool can by no means lead to any claims on an actual score or certificate for a building.

Using this tool is subject to terms and conditions (see tab: terms and conditions). By using this tool, you confirm to comply to these.



Legal Notice

This document has been prepared for the European Commission however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

E-mail: support@smartreadinessindicator.eu

Usage

This spreadsheet contains the calculation methodology for assessing the SRI of a building. It contains the following tabs:

- * Building Information **Mandatory:** Choose your preferred language as a first step, and use this sheet to provide general information on the building and its technical building systems, meanwhile indicate your assessment method A or B, and to indicate whether a domain is present/absent in your assessment
- * Calculation **Mandatory:** Use this sheet to indicate whether a service is applicable in your assessment, and to indicate the functionality level for each service.
- * Results **Informative:** Use this sheet to check the final calculation results
- * Weightings **Informative:** Use only if you wish to provide user-defined weighting factors
- * overview_of_services **Informative:** This is the list with all smart ready services and their functionality levels. **(IMPORTANT) Mandatory** to use this sheet to enable/disable services manually. **Mandatory** when adding extra services, 45 extra services (5 per domain) have been already placed in the list, indicate the functionality levels for each of your added services.
- * tabs for each domain: H, DHW, C, V, L, DE, E, EV, MC **Informative:** These tabs provide further details on the various services, including the provisional impact scores for each of the service levels; **(IMPORTANT) Mandatory** when adding extra services, add the impact scores for each of the functionality levels of your added services

Instructions

input fields: use these yellow input fields to provide the requested information (see below)



All other fields: all other fields are filled automatically and cannot be edited

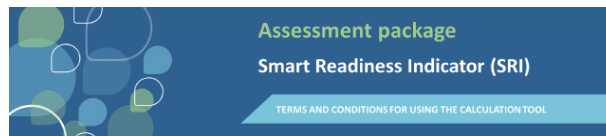
List of abbreviations

BACS	Building Automation and Control System
CHP	Combined Heat and Power
CW	Cold Water
DHW	Domestic Hot Water
DR	Demand Response
DSM	Demand Side Management
EV	Electric Vehicle
HW	Hot Water
IAQ	Indoor Air Quality
RES	Renewable Energy Source
SOC	State Of Charge
TABS	Thermally Activated Building Systems
TBS	Technical Building System
TES	Thermal Energy Storage
VOC	Volatile Organic Compounds

Εικόνα 3.1: “INFO” tab

- “Terms and conditions” tab:

Αποτελεί μια απλή υπενθύμιση των όρων που έπρεπε να εγκριθούν κατά το αίτημα για την αποστολή του εργαλείου υπολογισμού του SRI και παρατίθεται στην Εικόνα 3.2.



Dear madam/sir,

Thank you for your interest in testing and implementing the SRI, the Smart Readiness Indicator for buildings.

As part of the technical assistance contract for the European Commission, a spreadsheet containing the calculation procedure of the SRI was developed to support the testing phase and implementation. Based on feedback captured from stakeholders, new versions of the calculation tool can be issued at later instances.

This calculation tool has been prepared for the European Commission and is based on the previous work carried out in the technical support studies and follows the provisions of the legal acts. The Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein. Using this SRI calculation tool can by no means lead to any claims on an actual score or certificate for a building.

This calculation tool is solely available after registration at the Commissions website: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator_en. This enables to Commission Services and contractor to follow up on the use of this tool, capture feedback, and inform the testing community on new iterations of the calculation framework.

By using the SRI calculation tool, users commit to provide feedback to the Commission Services and the technical assistance contract. Feedback shall be provided by three means:

- Compulsory: provision of statistical information on the testing and implementation phase. The support contract will gather info on the number of assessments carried out, number of assessors, type of buildings, location of the buildings, etc. By participating in the testing phase or implementation, you commit to collect such information and provide it when requested (either directly to the support team, either through the organisations managing the local test or implementation phase).
- Compulsory: participation to surveys. By participating in the testing phase or implementation, you commit to participate in surveys or interviews set up by the Commission Services in order to provide structured feedback on the SRI definition, methodology and assessment process.
- Optional: the provision of detailed input on actual assessments (via sharing with the support team the completed assessment spreadsheets) and/or feedback on methodology and/or other technical aspects of the methodology. E.g. in the case that assessments are carried out in the framework of a European Research project, users are kindly requested to share any information on additional services being investigated, adjustments of impact scores, or completed assessment spreadsheets applied to innovative buildings). You can send this information to support@smartreadinessindicator.eu.

The calculation spreadsheet is provided as-is and will be subject to future updates. Ad hoc suggestions, questions and requests to fix bugs can be sent to the support team: support@smartreadinessindicator.eu. Please make sure to identify yourself, the project or testing initiative in which you are taking part and mention the version number of the calculation sheet you are using.

Εικόνα 3.2: “Terms and conditions” tab

- “Building Information” tab:

Σε αυτό το tab ο χρήστης, αρχικά, επιλέγει τη γλώσσα στην οποία επιθυμεί να εμφανίζεται το excel, μεταξύ των έως τώρα διαθέσιμων. Σε αυτό το χρονικό σημείο υποστηρίζονται μόλις τα Αγγλικά, τα Γαλλικά και τα Γερμανικά, ενώ σχεδιάζεται και η προσθήκη των Ισπανικών και των Ολλανδικών.

Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να συμπληρώσει τις προσωπικές του πληροφορίες (όνομα, οργανισμό, email και τηλέφωνο) και την ημερομηνία της αξιολόγησης του εν λόγω κτιρίου. Έπειτα, αποδίδονται οι γενικές πληροφορίες του κτιρίου, όπου ο χρήστης επιλέγει τον τύπο του κτιρίου (residential / non-residential), τη χρήση του (residential - single-family house / residential - small multi-family house / residential - large multi-family house / residential – other / non-residential – office / non-residential – educational / non-residential – healthcare / non-residential – other), την τοποθεσία του, η οποία αυτόματα καθορίζει την κλιματική ζώνη, το συνολικό αξιοποιούμενο εμβαδόν του (<200 m² / 200 - 500 m² / 500 - 1.000 m² / 1.000 - 10.000 m² / 10.000 - 25.000 m² / > 25.000 m²), το έτος κατασκευής του (<1960 / 1960 – 1990 / 1990 – 2010 / > 2010 / not yet constructed) και την κατάστασή του (Original / Renovated).

Τέλος, επιλέγεται η μεθοδολογία υπολογισμού του SRI, καθορίζοντας τα προτιμώμενα βάρη (Default / User-defined), τον προτιμώμενο κατάλογο δράσεων (A / B / Custom services mix) και τους τομείς που είναι παρόντες στο κτίριο (1), τους τομείς που είναι απόντες, αλλά υποχρεωτικοί (2) και τους τομείς που είναι απόντες, αλλά προαιρετικοί (0).

Στην παρούσα φάση, οι επιλογές που καθορίζουν σημαντικά τα τελικά αποτελέσματα του SRI είναι ο τύπος του κτιρίου, η τοποθεσία του, τα προτιμώμενα βάρη, ο προτιμώμενος κατάλογος δράσεων και η παρουσία ή η απουσία τομέων στο κτίριο. Ενδεχομένως, σε κάποια αναβαθμισμένη έκδοση του excel να προκύπτει και διαφοροποίηση ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, το έτος κατασκευής του και την κατάστασή του, σύμφωνα με τον πρακτικό οδηγό για τον υπολογισμό του SRI. Η Εικόνα 3.3 απεικονίζει το παραπάνω tab.

Smart Readiness Indicator for Buildings

ASSESSOR INFORMATION	
Name	<input type="text"/>
Organisation	<input type="text"/>
Contact information	<input type="text"/>
e-mail address	<input type="text"/>
telephone number (optional)	<input type="text"/>

GENERAL BUILDING INFORMATION	
Building type	residential
Building usage	residential - single-family house
Location	Austria
Climate zone:	West Europe
Total useful floor area of the building	<200 m ²
Year of construction	< 1960
Building state	Original
Please provide a brief description of the building	<input type="text"/>
Address:	<input type="text"/>
	<input type="text"/>

METHODOLOGY SELECTION	
Preferred weightings	Default
Preferred services catalogue	B
Domains present	
Are the following technical building systems present in your building? If not, are they mandatory for new constructions in your country of residence? 1 - This domain is present; 2 - This domain is absent but mandatory; 0 - This domain is absent and not mandatory	
Heating	1
Domestic hot water	1
Cooling	1
Ventilation	1
Lighting	1
Dynamic building envelope	1
Electricity	1
Electric vehicle charging	1
Monitoring and control	1

ASSESSMENT DATE	
Year	2022
Month	1
Day	16

Εικόνα 3.3: “Building Information” tab

- “Calculation” tab:

Σε αυτό το φύλλο καθορίζεται ποιες δράσεις είναι εφαρμόσιμες στο υπό εξέταση κτίριο, το επίπεδο λειτουργικότητάς τους, καθώς και αν υπάρχει κάποιο δευτερεύον επίπεδο λειτουργικότητας στο κτίριο, οπότε και θα πρέπει να καθοριστούν τα συμπληρωματικά ποσοστά του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος επιπέδου λειτουργικότητας στο κτίριο. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, σε περίπτωση που ο χρήστης εισάγει λανθασμένα δεδομένα, όπως επίπεδο λειτουργικότητας 5 που δεν υποστηρίζει καμία δράση στα πλαίσια του SRI, είτε επίπεδο λειτουργικότητας μεγαλύτερο του αντίστοιχου μέγιστου για τη συγκεκριμένη δράση, είτε ποσοστό λειτουργίας μιας δράσης άνω του 100%, τότε εμφανίζονται αυτόματα προειδοποιητικά μηνύματα στη στήλη warnings, προκειμένου ο χρήστης να αντιληφθεί το σφάλμα του. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των παραπάνω επισυνάπτονται στην Εικόνα 3.4, όπου φαίνεται ένα τμήμα των συνολικών ευφών υπηρεσιών.

Επίσης, στο ίδιο φύλλο λαμβάνει χώρα αναλυτικά ο υπολογισμός του SRI, με απόλυτη αντιστοίχιση με τα βήματα του Delegated Act της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Αντλούνται τα βάρη από το tab «Weightings», οι επιλογές από το tab «Building Information» και σε συνδυασμό με τα δεδομένα του ίδιου του tab και τη μεθοδολογία υπολογισμού του SRI πραγματοποιείται τελικά ο υπολογισμός του συνολικού γενικού σκορ SRI, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.5.

Code	Service group	Smart ready service	Service included in the selected method (A/B/custom): 0 not included, 1 included	1- This domain is present; 2- This domain is absent but mandatory; 0- This domain is absent and not	TRIGGE: 1- This service affects maximum obtainable scores, even if service is not applicable in this building; 0- This service does not affect maximum obtainable	Service applicable in your building* - to be assessed by the assessor: 1- applicable; 0- not applicable	Main functionality level as inspected by SRI assessor	share (default 100% means applicable throughout the building)	Optional additional functionality level in part of the building	Share of additional functionality level	Warnings	Functionality level 0 (as non-smart default)	Functionality level 1	Functionality level 2	Functionality level 3	Functionality level 4	Service part of the method and domain selection?	Service applicable?
3 warnings!																		
H-1a	Heat control - demand side	Heat emission control	1	1	0	1	3	100%		0%	No automatic control	Central automatic control (e.g. central thermostat)	Individual room control (e.g. thermostatic valves, or electronic controller)	Individual room control with communication between controllers and to BACS	Individual room control with communication and occupancy detection		1	1
H-1b	Heat control - demand side	Emission control for TABS (heating mode)	1	1	0	1	0	90%	1	10%	No automatic control	Central automatic control	Advanced central automatic control with intermittent operation and/or room temperature feedback control				1	1
H-1c	Heat control - demand side	Control of maximum fluid temperature (supply or return air flow or water flow) - Similar function can be applied to the control of direct electric heating networks	1	1	0	1	2	100%		0%	No automatic control	Outside temperature compensated control	Demand based control				1	1
H-1d	Heat control - demand side	Control of distribution pumps in networks	1	1	0	1	1	40%	2	60%	No automatic control	On/off control	Multi-Stage control	Variable speed pump control (pump unit internal estimations)	Variable speed pump control (external demand signal)		1	1
H-1f	Heat control - demand side	Thermal Energy Storage (TES) for building heating (excluding TABS)	1	1	0	1	3	100%		0%	Continuous storage operation	Time-scheduled storage operation	Load prediction based storage operation	Heat storage capable of flexible control through grid signals (e.g. DSM)			1	1
H-2a	Control heat production facilities	Heat generator control (all except heat pumps)	1	1	0	1	0	110%		-10%	please enter a valid functionality level	Constant temperature control	Variable temperature control depending on outdoor temperature	Variable temperature control depending on the load (e.g. depending on supply water temperature set point)			1	1
H-2b	Control heat production facilities	Heat generator control (for heat pumps)	1	1	0	1	4	100%		0%	please enter a valid functionality level	On/Off-control of heat generator	Multi-stage control of heat generator capacity depending on the load or demand (e.g. on/off of several compressors)	Variable control of heat generator capacity depending on the load AND external signals from grid			1	1
H-2d	Control heat production facilities	Sequencing in case of different heat generators	1	1	0	1	5	100%		0%	please enter a valid functionality level	Priorities only based on running time	Control according to dynamic priority list based on current energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators, e.g. solar, geothermal heat, cogeneration	Control according to dynamic priority list based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions, capacity of generators AND	Control according to dynamic priority list based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions, capacity of generators AND		1	1
H-3	Information to occupants and facility managers	Report information regarding heating system performance	1	1	1	1	3	100%		0%	None	Central or remote reporting of current performance KPIs (e.g. temperatures, submetering energy usage)	Central or remote reporting of current performance KPIs and historical data	Central or remote reporting of performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection	Optimized control of heating system based on local predictions and grid signals (e.g. through DSM)		1	1
H-4	Flexibility and grid interaction	Flexibility and grid interaction	1	1	1	1	2	100%		0%	No automatic control	Scheduled operation of heating system	Self-learning optimal control of heating system	Heating system capable of flexible control through grid signals (e.g. DSM)			1	1

Εικόνα 3.4: Υπολογισμός SRI στο “Calculation” tab

	Step (b) in Regulation: for each impact criterion, the (ordinal) score (k _{i,c}) of each technical domain i								Step (c) in Regulation: the maximum (ordinal) score of each technical domain for each impact criterion max(k _{i,c})								Step (d) in Regulation: score for each impact criterion								Step (e) in Regulation: scores for each key functionality				Step (f) in Regulation	Step (g) in Regulation: scores of each technical domain and impact criterion								Domains scores (not in the Regulation)	SRI score
	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants	(1) energy performance and operation	(2) response to the needs of the occupants	(3) energy flexibility	SR score	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort		Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants						
Heating	4,76	2,74	0,96	0,60	0,32	-0,69	0,34	7,13	5,03	1,92	1,10	0,80	1,73	0,46	46%	46%	32%	29%	30%	24%	25%	35%	29%	46%	36%	67%	55%	50%	55%	40%	40%	75%							
Domestic hot water	0,46	0,51	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,84	1,13	0,00	0,70	0,00	0,16	0,34	0,50	1,00	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,33	0,33	0,33		55%	45%	#DIV/0!	43%	#DIV/0!	0%	0%							
Cooling	0,30	0,04	0,80	0,50	0,32	-0,03	0,23	0,67	0,45	1,60	1,10	0,80	0,15	0,46												45%	9%	50%	45%	40%	20%	50%							
Ventilation	0,53	0,00	0,80	0,40	0,64	-0,18	0,11	2,49	0,00	1,60	0,80	1,44	0,36	0,34												21%	#DIV/0!	50%	50%	44%	50%	33%							
Lighting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,80	0,50	0,48	0,00	0,00												0%	#DIV/0!	0%	0%	0%	#DIV/0!	#DIV/0!							
Dynamic building envelope	0,05	0,00	0,16	0,10	0,00	-0,05	0,11	0,25	0,00	0,80	0,60	0,64	0,10	0,34												20%	#DIV/0!	20%	17%	0%	50%	33%							
Electricity	0,22	0,45	0,00	0,30	0,00	-0,11	0,34	0,78	1,64	0,00	1,10	0,00	0,68	1,03												29%	27%	#DIV/0!	27%	#DIV/0!	17%	33%							
Electric vehicle charging	0,00	-0,05	0,00	0,30	0,00	0,00	0,34	0,00	0,20	0,00	0,60	0,00	0,00	0,34												#DIV/0!	-25%	#DIV/0!	50%	#DIV/0!	#DIV/0!	100%							
Monitoring and control	0,00	1,00	-0,40	0,40	0,20	-0,20	1,60	1,80	0,60	3,40	0,80	2,20	1,80													0%	56%	-67%	12%	25%	9%	-11%							

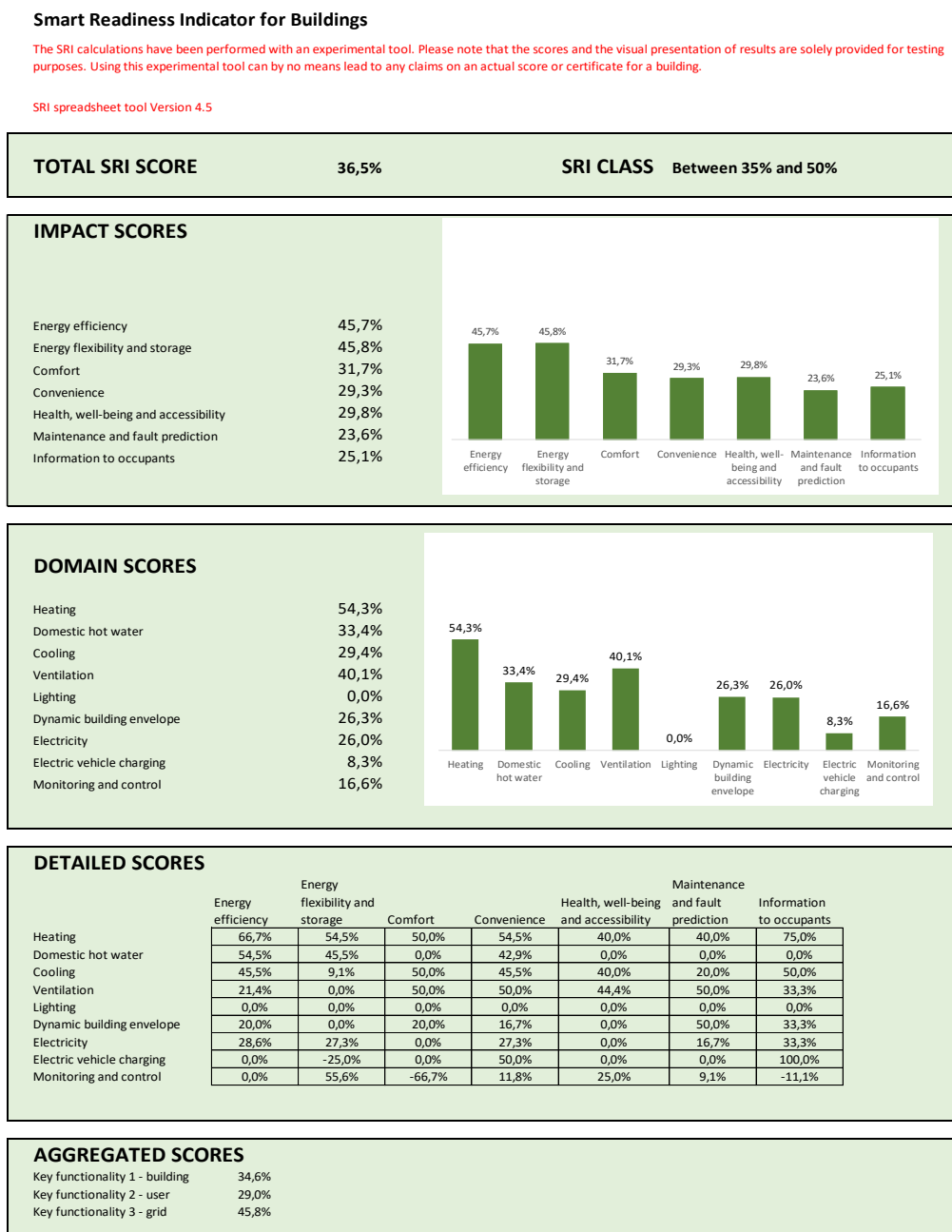
Εικόνα 3.5: Υπολογισμός SRI στο “Calculation” tab, σύμφωνα με το Delegated Act

- “Link” tab:

Πρόκειται για ένα βοηθητικό tab των κατασκευαστών του συγκεκριμένου spreadsheet, προκειμένου να συνδέονται κελιά διαφορετικών tabs μεταξύ τους.

- “Results” tab:

Πιο ειδικά αποτελέσματα από το γενικό συνολικό SRI του «Calculation» tab παρουσιάζονται σε αυτό το tab. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται με μορφή μπαρών τα συνολικά σκορ του κτιρίου ανά κριτήριο αντικτύπου και ανά τεχνικό τομέα, με μορφή πίνακα τα σκορ κάθε τομέα για κάθε κριτήριο αντικτύπου, ενώ παρατίθενται επίσης και τα σκορ ανά βασική λειτουργικότητα. Παρακάτω στην Εικόνα 3.6 φαίνεται η μορφή αυτού του tab.



Εικόνα 3.6: “Results” tab

- “Weightings” tab:

Από το συγκεκριμένο tab αντλούνται τα domain και impact weightings κατά τον υπολογισμό του SRI. Αρχικά, παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα να δημιουργήσει τα δικά του βάρη για το εξεταζόμενο κτίριο, εφόσον φυσικά έχει διαλέξει ωρύτερα την επιλογή «User-defined» στα preferred weightings του tab «Building Information», όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.7.

USER DEFINED							
User-defined							
DOMAIN WEIGHTINGS							
	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	11,1%	12,5%	16,7%	11,1%	0,0%	14,3%	12,5%
Domestic hot water	11,1%	12,5%	16,7%	11,1%	0,0%	14,3%	12,5%
Cooling	11,1%	12,5%	16,7%	11,1%	0,0%	14,3%	12,5%
Ventilation	11,1%	12,5%	16,7%	11,1%	40,0%	14,3%	12,5%
Lighting	11,1%	0,0%	16,7%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Electricity	11,1%	12,5%	0,0%	11,1%	0,0%	14,3%	12,5%
Dynamic building envelope	11,1%	12,5%	16,7%	11,1%	60,0%	14,3%	12,5%
Electric vehicle charging	11,1%	12,5%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	12,5%
Monitoring and control	11,1%	12,5%	0,0%	11,1%	0,0%	14,3%	12,5%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
IMPACT WEIGHTINGS							
	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
NOTE: some cells are set to zero and cannot be changed. This means that for these domains, the services have no impact on the given impact criterion. => no weight should be attributed.							

Εικόνα 3.7: Καθορισμός User-defined weightings

Διαφορετικά, τα βάρη που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς αναγράφονται ως «DEFAULT WEIGHTING FACTORS» και, ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και την τοποθεσία του, όπως δηλώθηκαν στο tab «Building Information», επιλέγεται αυτόματα η κατάλληλη διάδα πινάκων domain και impact weightings. Ενδεικτικά, οι διάδες για την κλιματική ζώνη της Βόρειας Ευρώπης παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.8.

residential								non-residential							
DOMAIN WEIGHTINGS								DOMAIN WEIGHTINGS							
North Europe								North Europe							
	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants		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	Heating	0,31	0,49	0,16	0,10	0,16	0,35	0,11
Domestic hot water	0,09	0,13	0,00	0,1	0,00	0,10	0,11	Domestic hot water	0,05	0,08	0,00	0,10	0,00	0,06	0,11
Cooling	0,00	0,00	0,16	0,1	0,16	0,00	0,11	Cooling	0,09	0,15	0,16	0,10	0,16	0,10	0,11
Ventilation	0,19	0,00	0,16	0,1	0,16	0,20	0,11	Ventilation	0,20	0,00	0,16	0,10	0,16	0,22	0,11
Lighting	0,04	0,00	0,16	0,1	0,16	0,00	0,00	Lighting	0,08	0,00	0,16	0,10	0,16	0,00	0,00
Electricity	0,13	0,19	0,00	0,1	0,00	0,14	0,11	Electricity	0,02	0,02	0,00	0,10	0,00	0,02	0,11
Dynamic building envelope	0,05	0,00	0,16	0,1	0,16	0,05	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	0,1	0,00	0,00	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	0,2	0,20	0,20	0,20	Monitoring and control	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
IMPACT WEIGHTINGS								IMPACT WEIGHTINGS							
	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants		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		0,16667	0,33333	0,08333	0,08333	0,08333	0,16667	0,08333

Εικόνα 3.8: Πίνακες default domain και impact weightings Βόρειας Ευρώπης

Παρατηρείται, ακόμα, με κόκκινη γραμματοσειρά, η αυτόματη επιλογή των domain weightings των κριτηρίων «Comfort» και «Health, well-being and accessibility» ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού του SRI που έχουμε επιλέξει, δηλαδή τα βάρη αυτών των δυο κριτηρίων είναι τα μόνα που διαφοροποιούνται μεταξύ της μεθόδου A και της μεθόδου B. Οι διαφοροποιήσεις αυτές φαίνονται στην Εικόνα 3.9 και σημειώνεται ότι αφορούν όλους τους πίνακες domain weightings που υπάρχουν και όχι μόνο τον Residential – North Europe.

	A	B		A	B
	Comfort	Comfort		Health & Wellbeing	Health & Wellbeing
Heating	0,2	0,16		0,25	0,16
Domestic hot water	0	0		0	0
Cooling	0,2	0,16		0,25	0,16
Ventilation	0,2	0,16		0,25	0,16
Lighting	0,2	0,16		0	0,16
Electricity	0	0		0	0
Dynamic building envelope	0,2	0,16		0,25	0,16
Electric vehicle charging	0	0		0	0
Monitoring and control	0	0,2		0	0,2
	1,00	1,00		1,00	1,00

Εικόνα 3.9: Πίνακες default domain weightings των κριτηρίων “Comfort” και “Health, well-being and accessibility”, ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού

Επιπλέον, σε αυτό το tab περιέχονται και δυο πίνακες που απεικονίζουν τη σχετικότητα των τεχνικών τομέων ως προς τα κριτήρια αντικτύπου για τις μεθόδους A και B (Εικόνα 3.10), καθώς και δυο πίνακες με τα δεδομένα των ισοζυγίων ενέργειας κάθε κλιματικής ζώνης ανά τύπο κτιρίου και τεχνικό τομέα (Εικόνα 3.11).

RELEVANCE OF DOMAIN TO IMPACT CRITERION (for verification of domain weightings)							
LEGEND							
	0 the services within this domain have no contribution to the given impact criterion						
	1 at least one service within this domain contributes to the given impact criterion						
Method A	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	1	1	1	1	1	1	1
Domestic hot water	1	1	0	1	0	1	1
Cooling	1	1	1	1	1	1	1
Ventilation	1	0	1	1	1	1	1
Lighting	1	0	1	1	0	0	0
Electricity	1	1	0	1	0	1	1
Dynamic building envelope	1	0	1	1	1	1	1
Electric vehicle charging	0	1	0	1	0	0	1
Monitoring and control	1	1	0	1	0	1	1
Method B	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	1	1	1	1	1	1	1
Domestic hot water	1	1	0	1	0	1	1
Cooling	1	1	1	1	1	1	1
Ventilation	1	0	1	1	1	1	1
Lighting	1	0	1	1	1	0	0
Electricity	1	1	0	1	0	1	1
Dynamic building envelope	1	0	1	1	1	1	1
Electric vehicle charging	0	1	0	1	0	0	1
Monitoring and control	1	1	1	1	1	1	1

Εικόνα 3.10: Πίνακες σχετικότητας τεχνικών τομέων ως προς κριτήρια αντικτύπου

ENERGY BALANCE DATA						
RESIDENTIAL WEIGHTINGS		North	West	South	North-East	South-East
Heating		39,9		45,3	42,2	40,5
DHW		12,4		10,2	13,3	18,6
Cooling		0,0		4,1	9,2	0,0
Ventilation		25,0		23,8	12,3	25,4
Lighting		4,9		2,0	3,6	0,8
Electricity		17,8		14,8	19,5	14,7
NON RESIDENTIAL WEIGHTINGS		North	West	South	North-East	South-East
Heating		41,8		36,4	40,3	39,0
DHW		7,2		11,0	14,3	12,5
Cooling		12,5		16,9	15,7	11,2
Ventilation		26,2		19,1	11,7	24,4
Lighting		10,4		13,8	16,0	9,7
Electricity		2,0		2,8	2,1	3,1

Εικόνα 3.11: Δεδομένα ισοζυγίων ενέργειας ανά κλιματική ζώνη, τεχνικό τομέα και τύπο κτιρίου

- “Overview_of_services” tab:

Ουσιαστικά, αυτό το tab αποτελεί μια σύνοψη των έτοιμων για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσιών. Για κάθε υπηρεσία παρατίθεται ο τεχνικός τομέας στον οποίο ανήκει, ο κωδικός της, όπως ορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η περιγραφή της, η περιγραφή κάθε επιπέδου λειτουργικότητάς της, αν

συνιστά κομμάτι της λίστας υπηρεσιών των μεθόδων υπολογισμού A, B, ή κάποιας σχεδιασμένης από τον χρήστη λίστας, τις προϋποθέσεις ή την εξάρτησή της από άλλες υπηρεσίες ή τύπους κτιρίων και αν επηρεάζει το μέγιστο σκορ ευφυΐας που μπορεί να πετύχει το υπό εξέταση κτίριο, ακόμα και αν η υπηρεσία είναι απύουσα σε αυτό.

- Domains tabs (“H”, ”DHW”, “C”, “V”, “L”, “DE”, “E”, “EV”, “MC” tabs):

Καθένα από αυτά τα tabs αντιστοιχεί σε έναν τεχνικό τομέα και περιλαμβάνει όλες τις ευφυείς υπηρεσίες του τομέα αυτού, αναλυτικά τα σκορ κάθε υπηρεσίας έναντι κάθε κριτηρίου αντικτύπου σε κάθε επίπεδο λειτουργικότητάς της και περιγραφή κάθε επιπέδου λειτουργικότητας, όπως και στο tab overview of services.

Επιπροσθέτως, σε μερικές υπηρεσίες τα σκορ που αποδίδονται σε ορισμένα επίπεδα λειτουργικότητας διαφέρουν μεταξύ της μεθόδου A και της μεθόδου B. Στο εν λόγω φύλλο φαίνονται αναλυτικά αυτές οι διαφοροποιήσεις στις αντίστοιχες υπηρεσίες και ανάλογα με τη μέθοδο που δηλώνει ότι θα ακολουθήσει ο χρήστης επιλέγονται αυτόματα τα κατάλληλα σκορ για την εκάστοτε υπηρεσία.

Η αντιστοίχιση tabs και τεχνικών τομέων προκύπτει από τα αρχικά γράμματα των αγγλικών όρων των τομέων, δηλαδή H για το Heating, DHW για το Domestic Hot Water, C για το Cooling, V για το Ventilation, L για το Lighting, DE για το Dynamic (Building) Envelope, E για το Electricity, EV για το Electric Vehicle (Charging) και MC για το Monitoring & Control. Ένα κομμάτι του tab DHW επισυνάπτεται στη συνέχεια (Εικόνα 3.12).

code	service	Service group: Control DHW production facilities						
DHW-1b	Control of DHW storage charging (using hot water generation)							
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	Automatic control on / off	0	0	0	0	0	0	0
level 1	Automatic control on / off and scheduled charging enable	1	1	0	1	0	0	0
level 2	Automatic on/off control, scheduled charging enable and demand-based supply temperature control or multi-sensor storage management	2	2	0	2	0	0	0
level 3	DHW production system capable of automatic charging control based on external signals (e.g. from district heating grid)	2	3	0	2	0	0	0
level 4								
Information sources								
Standard?		EN 15232						

A							
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	3	0	2	0	0	0	0

B							
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0
2	2	0	2	0	0	0	0
2	3	0	2	0	0	0	0

Εικόνα 3.12: Τμήμα του tab “DHW”

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΧΡΗΣΤΩΝ

4.1 Περιγραφή υποστηρικτικού μεθοδολογικού πλαισίου

Έχοντας, λοιπόν, υπόψιν τόσο τη μεθοδολογία, όσο και το παραπάνω εργαλείο υπολογισμού του SRI, αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας ένα μεθοδολογικό πλαίσιο με στόχο να υποστηρίξει τους χρήστες, προκειμένου να επιλέξουν τις κατάλληλες δράσεις για να αναβαθμίσουν την ευφυΐα του κτιρίου τους. Το πλαίσιο αυτό λειτουργεί συμπληρωματικά στο excel της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και γι' αυτό το λόγο εμπεριέχει όλα τα tabs που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Κύριοι και ισότιμοι άξονες αυτού του πλαισίου είναι η προσιτή οικονομικά και συγχρόνως αποδοτική, όσον αφορά τα επίπεδα ευφυΐας του κτιρίου, αναβάθμισή του, με σκοπό την υποστήριξη κάθε ενδιαφερομένου, καλύπτοντας τις ανάγκες, αλλά και σεβόμενοι τις οικονομικές δυνατότητες ενός ευρέος φάσματος της κοινωνίας. Κατά αυτόν τον τρόπο, η πορεία που αποφασίστηκε να ακολουθεί η μεθοδολογία υποστήριξης είναι η εξής.

Βήμα 1: Σε πρώτη φάση, ο χρήστης παρέχει, όλα τα στοιχεία του κτιρίου του που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό του SRI, δηλαδή τον τύπο του κτιρίου, την τοποθεσία του, την μέθοδο υπολογισμού, τους τεχνικούς τομείς που είναι παρόντες, τις εφαρμόσιμες ευφυείς υπηρεσίες, τα επίπεδα λειτουργικότητάς τους και τα ποσοστά εφαρμογής τους στο κτίριο. Έτσι, υπολογίζεται το τρέχον SRI του κτιρίου που εμφανίζεται στο tab «Calculation», οπότε ο χρήστης καλείται να αποφασίσει το SRI-στόχο που επιθυμεί να φτάσει το υπό εξέταση κτίριο.

Βήμα 2: Στη συνέχεια, ανάλογα με τη μέθοδο που επέλεξε, ο χρήστης κατευθύνεται στα tabs «Μέθοδος Α» ή «Μέθοδος Β», όπου δημιουργείται αυτόματα μια εικόνα σχετικά με τις δράσεις στις οποίες μπορεί να προβεί βάσει των παρόντων και των μέγιστων επιπέδων λειτουργικότητας κάθε υπηρεσίας, ώστε να βελτιώσει τα επίπεδα ευφυΐας του κτιρίου του.

Σημαντική σημείωση αποτελεί το γεγονός ότι η μεθοδολογία που παρουσιάζεται στα πλαίσια της εργασίας επιδιώκει την βελτίωση του SRI αποκλειστικά ανεβάζοντας τα επίπεδα λειτουργικότητας των υπηρεσιών, αντί να καταργεί υπηρεσίες που βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα λειτουργικότητας, όπως έχει επιχειρηθεί στο παρελθόν (Ramezani et al, 2021). Κάθε υλοποιήσιμη δράση, ή αλλιώς πιθανή μετάβαση, από το παρόν επίπεδο λειτουργικότητας μιας υπηρεσίας σε ένα ανώτερο, σημειώνεται με μαύρο κύκλο σε πράσινο φόντο, ενώ οι μεταβάσεις που είτε οδηγούν σε κατώτερο, είτε σε μη υπαρκτό επίπεδο λειτουργικότητας, σημειώνονται με ένα μαύρο X σε κόκκινο φόντο και εξαιρούνται από τη συνέχεια της διαδικασίας. Αναλυτικές εικόνες των όσων αναφέρονται σε αυτά τα βήματα παρατίθενται στο αναλυτικό παράδειγμα της μεθόδου που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια.

Βήμα 3: Στα tabs των μεθόδων υπολογίζεται η συνεισφορά κάθε πιθανής μετάβασης στο συνολικό SRI του εξεταζόμενου κτιρίου με τον ακόλουθο τρόπο. Αρχικά, έχουν δημιουργηθεί τα pay-off tables κάθε υπηρεσίας σε κάθε επίπεδο λειτουργικότητας, δηλαδή τα σκορ κάθε υπηρεσίας έναντι κάθε κριτηρίου αντικτύπου σε κάθε επίπεδο λειτουργικότητας. Έτσι, έχουν δημιουργηθεί και για τις δυο μεθόδους από πέντε πίνακες, ένας για κάθε επίπεδο λειτουργικότητας από το επίπεδο 0 έως και το επίπεδο 4, αντλώντας δεδομένα από τα domain tabs.

Βήμα 4: Κατόπιν, δημιουργούνται οι πίνακες κέρδους για όλες τις πιθανές μεταβάσεις, δηλαδή οι πίνακες που προκύπτουν με αφαίρεση των σκορ των κριτηρίων αντικτύπου του κατώτερου επιπέδου από τα αντίστοιχα σκορ του ανώτερου επιπέδου. Κατά συνέπεια, δημιουργούνται τόσοι πίνακες όσοι και οι δυνατοί συνδυασμοί μετάβασης από ένα επίπεδο σε ένα υψηλότερο. Πιο συγκεκριμένα, σχηματίζονται οι πίνακες κέρδους των επιπέδων λειτουργικότητας $0 \rightarrow 1$, $0 \rightarrow 2$, $0 \rightarrow 3$, $0 \rightarrow 4$, $1 \rightarrow 2$, $1 \rightarrow 3$, $1 \rightarrow 4$, $2 \rightarrow 3$, $2 \rightarrow 4$, $3 \rightarrow 4$ και, ουσιαστικά, τα στοιχεία τους δείχνουν το κέρδος που επιφέρει μια μετάβαση, σε επίπεδο σκορ, σε όλα τα κριτήρια αντικτύπου, κατ' αντιστοιχία με τον όρο

$I_{d,ic} = \sum_i^{N_d} I_{ic}(FL(S_{i,d}))$ της σχέσης (5) που ορίστηκε στη μεθοδολογία υπολογισμού του SRI, αλλά σε μεμονωμένο επίπεδο δράσης.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για να ορίζεται στη μεθοδολογία το κέρδος μιας υπηρεσίας, για παράδειγμα από το επίπεδο 1 στο επίπεδο 3, αποτελεί το παρόν επίπεδο λειτουργικότητάς της να είναι το 1 και το τελικό επίπεδο-στόχος που είναι το 3 να είναι επιτεύξιμο για την εν λόγω υπηρεσία. Σε περίπτωση που το παρόν επίπεδο είναι διαφορετικό από το επίπεδο 1 θα εμφανιστεί στα κελιά της γραμμής του πίνακα μεταβάσεων που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη υπηρεσία το μήνυμα «Different Current Level», ενώ στην περίπτωση που το επίπεδο 3 δεν ορίζεται για την υπηρεσία του παραδείγματος θα εμφανιστεί το μήνυμα «Functionality Level 3 not possible».

Όσες υπηρεσίες δεν πληρούν έστω και μία από τις δύο προϋποθέσεις ουσιαστικά εξαιρούνται από τον υπολογισμό της συνεισφοράς της πιθανής μετάβασης στο συνολικό SRI και στην πορεία στα αντίστοιχα κελιά των πινάκων θα εμφανίζεται το μήνυμα «No Calculation Possible».

Παράλληλα, δημιουργείται ένας πίνακας με τα σκορ του μέγιστου επιπέδου λειτουργικότητας στο οποίο μπορεί να βρεθεί η κάθε υπηρεσία, κατ' αντιστοιχία με τον όρο $I_{d,ic}^{max} = \sum_i^{N_d} I_{ic}(FL^{max}(S_{i,d}))$ της σχέσης (6), αλλά σε μεμονωμένο επίπεδο υπηρεσίας επίσης.

Βήμα 5: Έπειτα, κάθε στοιχείο των πινάκων κέρδους, αλλά και του πίνακα των μέγιστων σκορ, πολλαπλασιάζεται με το domain weighting που αντιστοιχεί στο εκάστοτε κριτήριο αντικτύπου, το οποίο domain weighting καθορίζεται αυτόματα μέσω του τύπου του κτιρίου, της τοποθεσίας του και ενός συνόλου if functions. Έτσι, δημιουργούνται, σε αντιστοιχία με την εξίσωση (7), παράγοντες της μορφής ($w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}$) που αναφέρονται σε κάθε δράση, ενώ τα στοιχεία κάθε στήλης του πίνακα που περιλαμβάνει το γινόμενο των μέγιστων σκορ με το domain weighting αθροίζονται μεταξύ τους, δημιουργώντας τον παράγοντα $\sum_d^N (w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}^{max})$ της σχέσης.

Βήμα 6: Στο επόμενο βήμα, διαιρούνται οι παράγοντες ($w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}$) κάθε κριτηρίου με τους αντίστοιχους παράγοντες $\sum_d^N (w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}^{max})$ του ίδιου κριτηρίου, δηλαδή για παράδειγμα οι παράγοντες $w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}$ του κριτηρίου energy efficiency διαιρούνται με τους αντίστοιχους παράγοντες $\sum_d^N (w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}^{max})$ του energy efficiency επίσης, εφαρμόζοντας ουσιαστικά την προσαρμοσμένη σχέση (7) και οδηγώντας σε μεμονωμένα impact scores ανά μετάβαση και ανά κριτήριο αντικτύπου.

Βήμα 7: Κατόπιν, τα στοιχεία των πινάκων αυτών πολλαπλασιάζονται με τα αντίστοιχα impact weightings, με τον ίδιο αυτοματοποιημένο τρόπο όπως και τα domain weightings νωρίτερα, και όλα τα στοιχεία κάθε σειράς των πινάκων αθροίζονται μεταξύ τους. Τα impact weightings συνιστούν μια συγχωνευμένη έκφραση των βαρών $w_{f,ic}$ και w_f που προσδιορίζονται στις σχέσεις (8) και (9) αντίστοιχα, συνεπώς ο πολλαπλασιασμός τους με τα μεμονωμένα impact scores και η οριζόντια άθροιση, δηλαδή η άθροιση που οδηγεί από επίπεδο κριτηρίου αντικτύπου σε επίπεδο συνολικής δράσης, έχει ως τελικό αποτέλεσμα τη συνολική συνεισφορά της εκάστοτε μετάβασης στο συνολικό SRI του κτιρίου.

Βήμα 8: Στη συνέχεια, οι ευφείς υπηρεσίες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το τελικό επίπεδο λειτουργικότητας της μετάβασης και κατατάσσονται κατά αύξουσα συνεισφορά στο συνολικό SRI. Για την ακρίβεια, προκύπτουν τέσσερις ομάδες μεταβάσεων, με τελικό επίπεδο μετάβασης 1, με 2, με 3 και με 4. Στην πρώτη ομάδα ενσωματώνονται οι μεταβάσεις $0 \rightarrow 1$, στην δεύτερη ομάδα οι μεταβάσεις $0 \rightarrow 2$ και $1 \rightarrow 2$, στην τρίτη ομάδα οι μεταβάσεις $0 \rightarrow 3$, $1 \rightarrow 3$ και $2 \rightarrow 3$ και στην τέταρτη ομάδα οι μεταβάσεις $0 \rightarrow 4$, $1 \rightarrow 4$, $2 \rightarrow 4$ και $3 \rightarrow 4$. Οι δράσεις ταξινομούνται από εκείνη με τη μεγαλύτερη συνεισφορά, με έντονο πράσινο χρώμα και rank 1, προς εκείνη με τη μικρότερη, με έντονο κόκκινο χρώμα και rank το τελευταίο νούμερο της εκάστοτε κατάταξης.

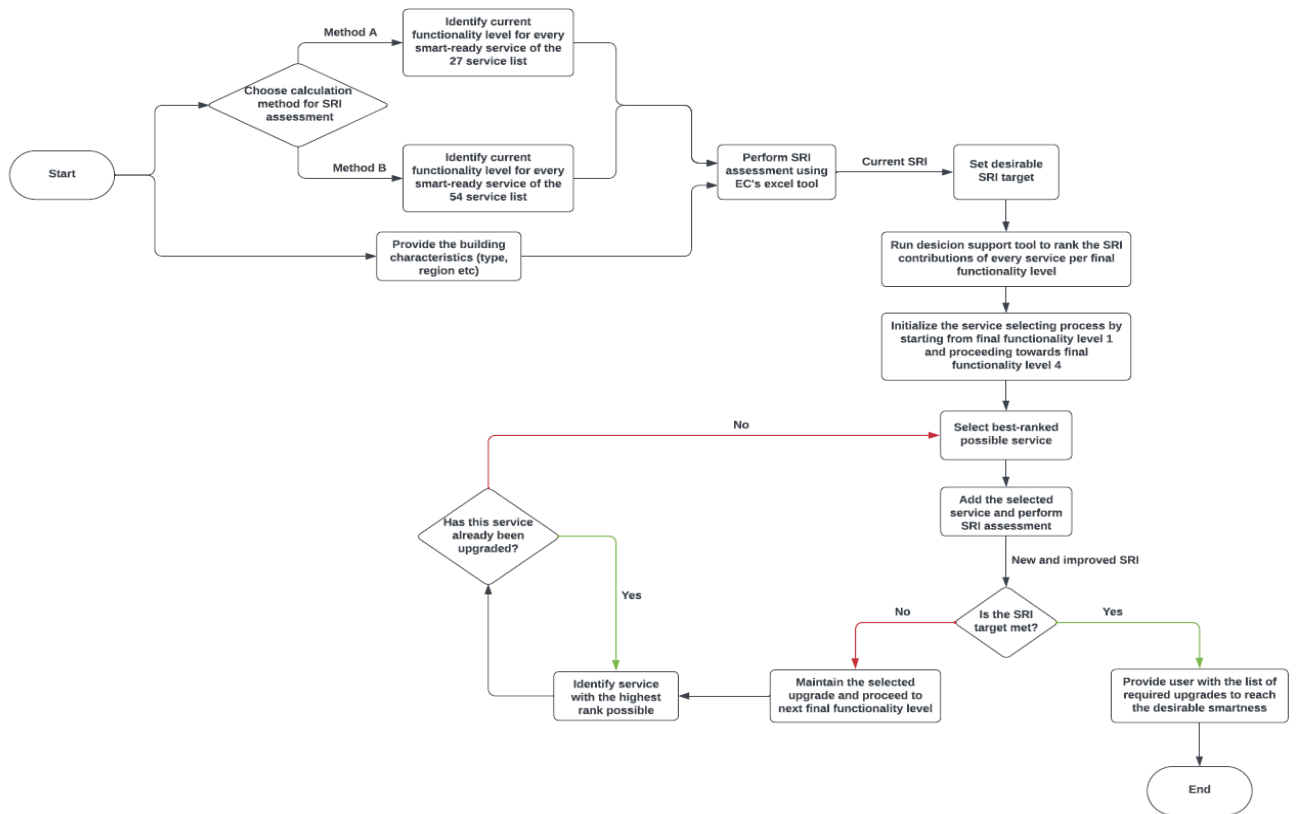
Βήμα 9: Στο τελικό στάδιο του μεθοδολογικού πλαισίου εξετάζονται δυο παρόμοιες εκδοχές υποστήριξης του χρήστη, με σκοπό να ελεγχθεί εάν κάποια εκ των δυο μεθόδων παρέχει σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα, καθώς αναμένεται η καθεμία να υπερτερεί της άλλης σε διαφορετικούς τομείς, η πρώτη σε επίπεδο κόστους και η δεύτερη σε επίπεδο αποδοτικότητας. Σύμφωνα με την πρώτη εκδοχή που δοκιμάστηκε, ο χρήστης επιλέγει διαδοχικά τις διαθέσιμες υπηρεσίες με την υψηλότερη

κατάταξη στις ομάδες μεταβάσεων, ξεκινώντας από τον πίνακα με τελικό επίπεδο μετάβασης το 1 και καταλήγοντας σε εκείνον με τελικό επίπεδο μετάβασης το 4, ελέγχοντας πριν από κάθε βήμα αν επιτυγχάνεται ο στόχος του SRI που τέθηκε στην αρχή. Στην πορεία της διαδικασίας, σε περίπτωση που δύο ή περισσότερες δράσεις έχουν την ίδια συνεισφορά στο συνολικό SRI τότε επιλέγονται και οι δύο στο ίδιο βήμα, ενώ δράσεις που έχουν ήδη επιλεγεί δεν επιτρέπεται να επιλεγθούν ξανά σε επόμενο βήμα, συνεπώς στο τέλος της πρώτης επανάληψης ο χρήστης αποκτάει μια τετράδα (τουλάχιστον) υπηρεσιών, διαφορετικών μεταξύ τους και με διαφορετικά τελικά επίπεδα λειτουργικότητας, η οποία προσφέρει την μεγαλύτερη δυνατή αύξηση του συνολικού SRI, πάντα λαμβάνοντας υπόψιν τους περιορισμούς της μεθόδου.

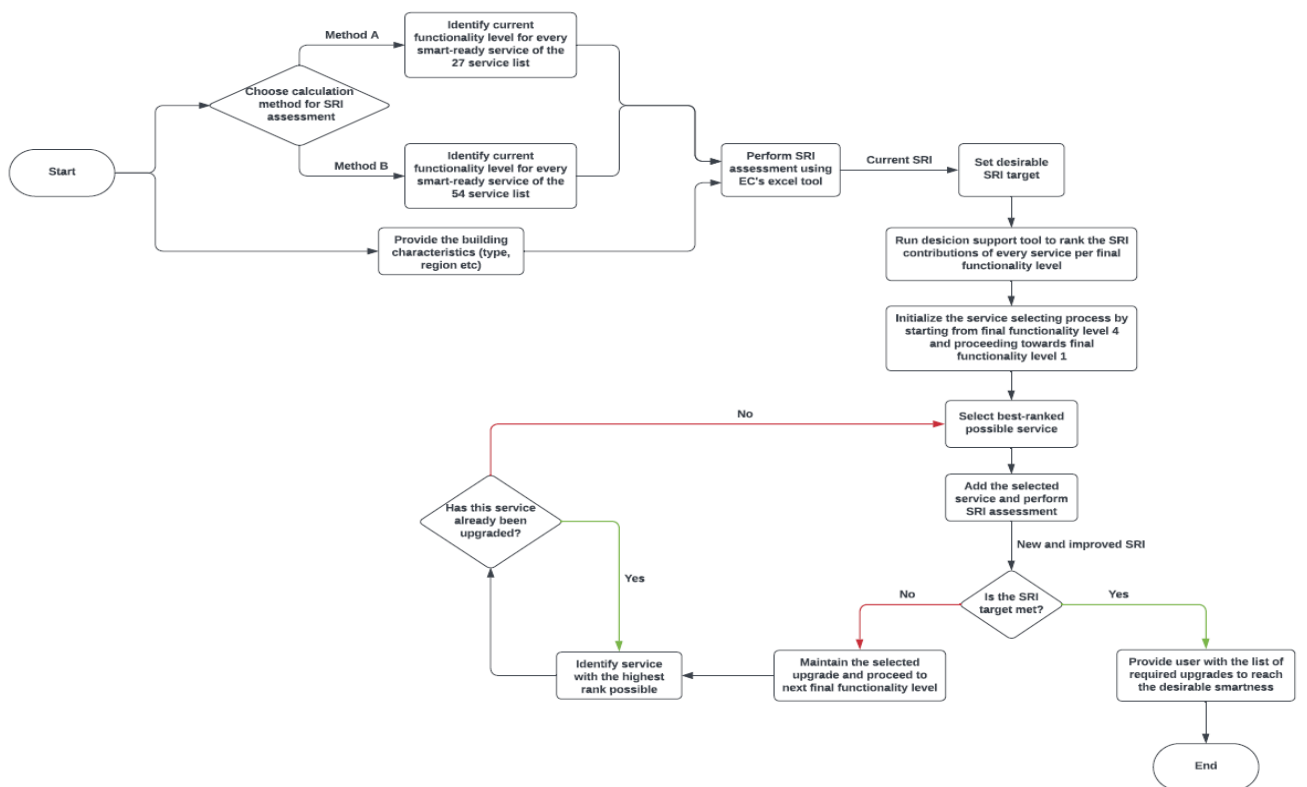
Οι περιορισμοί απορρέουν από την υποχρεωτική επιλογή υπηρεσιών με διαφορετικά τελικά επίπεδα λειτουργικότητας, καθώς σε γενικές γραμμές όσο μεγαλύτερο επίπεδο λειτουργικότητας επιλέγεται, τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος υλοποίησής του και, συνεπώς, αυτός ο τεχνητός περιορισμός συμβάλλει στην εξισορρόπηση μεταξύ κόστους και αποδοτικότητας της ευφυούς αναβάθμισης ενός κτιρίου. Επιπλέον, υλοποιώντας πρώτα τις οικονομικότερες δράσεις ενδέχεται να ικανοποιηθεί ο στόχος του SRI με σημαντικά χαμηλότερο κόστος συγκριτικά με άλλες μεθόδους. Φυσικά, εφόσον η πρώτη τετράδα υπηρεσιών που προκύπτει είναι η αποδοτικότερη, τόσο συνολικά, όσο και ανά επίπεδο λειτουργικότητας, όσον αφορά την αύξηση του συνολικού SRI, είναι αναμενόμενο ότι αν δεν επιτευχθεί ο στόχος του SRI μετά την πρώτη επανάληψη, οι δράσεις που θα προκύψουν από τη δεύτερη επανάληψη θα πρέπει να πραγματοποιηθούν σε συνδυασμό με αυτές της πρώτης, γεγονός που οφείλεται στον προσθετικό τρόπο λειτουργίας του SRI. Κατά αυτόν τον τρόπο, συνεχίζονται οι επαναλήψεις έως ότου το SRI του εξεταζόμενου κτιρίου φτάσει τα επιθυμητά επίπεδα.

Η δεύτερη εκδοχή διαφέρει μόνο στη σειρά επιλογής δράσεων, καθώς αυτή πραγματοποιείται αρχίζοντας από τον πίνακα με τελικό επίπεδο μετάβασης το 4 και εξελίσσεται προς εκείνον με τελικό επίπεδο μετάβασης το 1, δίνοντας προτεραιότητα στην συμπερίληψη των αποδοτικότερων δράσεων των υψηλότερων επιπέδων λειτουργικότητας, με σκοπό την επίτευξη υψηλότερης βαθμολογίας SRI ανά επανάληψη, αποφεύγοντας τυχούσες επικαλύψεις με μεταβάσεις σε χαμηλότερα επίπεδα λειτουργικότητας.

Η μεθοδολογία υποστήριξης των χρηστών συνοψίζεται εποπτικά στα ακόλουθα διαγράμματα ροής (Σχήματα 4.1 και 4.2). Το Σχήμα 4.1 παρουσιάζει την εκδοχή τελικού σταδίου κατά την οποία η επιλογή δράσεων εκκινεί από τον πίνακα με τελικό επίπεδο μετάβασης 1, ενώ το Σχήμα 4.2, εκείνη από τον πίνακα με τελικό επίπεδο μετάβασης 4.



Σχήμα 4.1: Διάγραμμα ροής 1^{ης} εκδοχής μεθοδολογικού πλαισίου



Σχήμα 4.2: Διάγραμμα ροής 2^{ης} εκδοχής μεθοδολογικού πλαισίου

4.2 Σενάρια δοκιμής του υποστηρικτικού μεθοδολογικού πλαισίου

Προκειμένου, λοιπόν, να εξεταστεί η ορθότητα, η λειτουργία και η συνεισφορά του μεθοδολογικού πλαισίου στην υποστήριξη του χρήστη για την λήψη απόφασης σχετικά με την ευφυή αναβάθμιση ενός κτιρίου, δημιουργήθηκαν και έτρεξαν τόσο με τη μέθοδο υπολογισμού A του SRI, όσο και με τη μέθοδο B, αλλά και με τις δύο εκδοχές τελικού σταδίου, σενάρια μη υπαρκτών κτιρίων διαφορετικών τύπων, σε 5 διαφορετικές τοποθεσίες της Ευρώπης, διαφορετικής κλιματικής ζώνης το καθένα, και με διαφορετικά επίπεδα λειτουργικότητας ανά έτοιμη για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσία.

Για καθαρά μεθοδολογικούς σκοπούς, στα κτίρια που εξετάστηκαν θεωρήθηκαν παρόντες όλοι οι τεχνικοί τομείς, εφαρμόσιμες όλες οι προκαθορισμένες από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ευφυείς υπηρεσίες και τα ποσοστά εφαρμογής του βασικού επιπέδου λειτουργικότητάς τους πάντα στο 100%.

Αναλυτικά θα παρουσιαστεί η μεθοδολογία για μόλις ένα από αυτά τα κτίρια και μόνο για τη μέθοδο υπολογισμού A και για τα υπόλοιπα θα παρατεθούν μόνο τα τελικά αποτελέσματα, ώστε να παρουσιαστούν τα τελικά συμπεράσματα.

4.2.1 Αναλυτική παρουσίαση μεθόδου – Σενάριο 1α Κατοικίσιμο-Ελλάδα (Νότια Ευρώπη) - Μέθοδος A

Το κτίριο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την επίδειξη του μεθοδολογικού πλαισίου είναι ένα **κατοικίσιμο** κτίριο στην **Ελλάδα**, που ανήκει δηλαδή στην κλιματική ζώνη της **Νότιας Ευρώπης**, με χαρακτηριστικά τα οποία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα για τη μέθοδο υπολογισμού A του SRI.

Πίνακας 4.1: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 1α

Τρέχον συνολικό SRI		41,1642%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	3
Heating	H-1c	2
Heating	H-2a	0
Heating	H-2b	1
Heating	H-3	3
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	1
Domestic hot water	DHW-3	0
Cooling	C-1a	1
Cooling	C-2a	0
Cooling	C-3	2
Cooling	C-4	2
Ventilation	V-1a	0
Ventilation	V-6	1
Lighting	L-1a	0
Dynamic building envelope	DE-1	1
Dynamic building envelope	DE-4	1
Electricity	E-2	0
Electricity	E-3	2
Electricity	E-11	2
Electricity	E-12	1
Electric vehicle charging	EV-15	2
Electric vehicle charging	EV-16	0
Electric vehicle charging	EV-17	2
Monitoring and control	MC-13	0
Monitoring and control	MC-25	1
Monitoring and control	MC-30	1

Έστω ότι από το τρέχον συνολικό SRI, το οποίο κυμαίνεται περίπου στο 41%, ο στόχος που τίθεται για την αναβάθμιση του κτιρίου είναι να ξεπεράσει, έστω και οριακά το 65%. Τότε, το μεθοδολογικό πλαίσιο λειτουργεί ως εξής.

Αρχικά, τα payoff tables κάθε επιπέδου λειτουργικότητας για κάθε έξυπνη υπηρεσία της λίστας της μεθόδου A παρατίθενται ακολούθως στους πίνακες 4.2-4.6.

Πίνακας 4.2: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 0 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Functionality Level 0							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	0	0	0	0	0	0	0
H-1c	0	0	0	0	0	0	0
H-2a	0	0	0	0	0	0	0
H-2b	0	0	0	0	0	0	0
H-3	0	0	0	0	0	0	0
DHW-1a	0	0	0	0	0	0	0
DHW-1b	0	0	0	0	0	0	0
DHW-3	0	0	0	0	0	0	0
C-1a	0	0	0	0	0	0	0
C-2a	0	0	0	0	0	0	0
C-3	0	0	0	0	0	0	0
C-4	0	0	0	0	0	0	0
V-1a	0	0	0	0	0	0	0
V-6	0	0	0	0	0	0	0
L-1a	0	0	0	0	0	0	0
DE-1	0	0	0	0	0	0	0
DE-4	0	0	0	0	0	0	0
E-2	0	0	0	0	0	0	0
E-3	0	0	0	0	0	0	0
E-11	0	0	0	0	0	0	0
E-12	0	0	0	0	0	0	0
EV-15	0	0	0	0	0	0	0
EV-16	0	-2	0	0	0	0	0
EV-17	0	0	0	0	0	0	0
MC-13	0	0	0	0	0	0	0
MC-25	0	0	0	0	0	0	0
MC-30	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 4.3: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Functionality Level 1							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	1	0	1	1	1	0	0
H-1c	0	1	0	0	0	0	0
H-2a	1	0	1	0	0	0	0
H-2b	1	1	1	0	0	0	0
H-3	1	0	0	0	0	1	1
DHW-1a	1	1	0	1	0	0	0
DHW-1b	0	1	0	1	0	0	0
DHW-3	1	0	0	0	0	1	1
C-1a	1	0	1	1	1	0	0
C-2a	1	1	1	0	0	0	0
C-3	1	0	0	0	0	1	1
C-4	1	0	1	1	0	0	0
V-1a	1	0	1	1	1	0	0
V-6	0	0	0	0	2	1	1
L-1a	1	0	1	1	0	0	0
DE-1	1	0	1	1	0	0	0
DE-4	0	0	0	0	0	1	1
E-2	1	0	0	0	0	1	1
E-3	0	1	0	2	0	0	0
E-11	1	0	0	0	0	1	1
E-12	0	0	0	0	0	0	1
EV-15	0	0	0	1	0	0	0
EV-16	0	1	0	2	0	0	0
EV-17	0	0	0	1	0	0	2
MC-13	1	0	0	1	0	1	1
MC-25	0	2	0	0	0	0	0
MC-30	0	0	0	1	0	1	0

Πίνακας 4.4: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 2 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Functionality Level 2							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	2	0	2	2	2	0	0
H-1c	0	2	0	0	0	0	0
H-2a	2	0	2	0	0	0	0
H-2b	2	1	2	0	0	0	0
H-3	1	0	0	0	0	1	2
DHW-1a	2	2	0	2	0	0	0
DHW-1b	0	3	0	2	0	0	0
DHW-3	1	0	0	0	0	1	2
C-1a	1	0	1	2	2	0	0
C-2a	2	1	2	0	0	0	0
C-3	1	0	0	0	0	1	2
C-4	2	1	2	2	0	0	0
V-1a	1	0	2	2	2	0	0
V-6	0	0	0	0	3	1	2
L-1a	2	0	2	2	0	0	0
DE-1	2	0	1	2	1	0	0
DE-4	0	0	0	0	0	1	2
E-2	1	0	0	0	0	1	2
E-3	0	2	0	2	0	0	0
E-11	1	0	0	0	0	1	2
E-12	1	0	0	0	0	0	2
EV-15	0	0	0	2	0	0	0
EV-16	0	3	0	2	0	0	0
EV-17	0	1	0	1	0	0	3
MC-13	1	0	0	2	0	2	2
MC-25	1	3	0	1	0	0	0
MC-30	1	0	0	2	0	1	0

Πίνακας 4.5: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 3 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Functionality Level 3							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	2	0	2	3	2	1	0
H-1c	-	-	-	-	-	-	-
H-2a	-	-	-	-	-	-	-
H-2b	2	3	2	0	0	0	0
H-3	1	0	0	0	0	1	3
DHW-1a	-	-	-	-	-	-	-
DHW-1b	-	-	-	-	-	-	-
DHW-3	1	0	0	0	0	1	3
C-1a	2	0	2	3	2	1	0
C-2a	2	3	2	0	0	0	0
C-3	1	0	0	0	0	1	3
C-4	2	3	2	3	0	0	0
V-1a	2	0	3	3	3	0	0
V-6	0	0	0	0	3	2	3
L-1a	3	0	2	2	0	0	0
DE-1	3	0	2	3	2	0	0
DE-4	0	0	0	0	0	1	3
E-2	1	0	0	0	0	1	3
E-3	0	2	0	2	0	0	0
E-11	1	0	0	0	0	1	3
E-12	2	0	0	0	0	1	3
EV-15	0	0	0	3	0	0	0
EV-16	-	-	-	-	-	-	-
EV-17	-	-	-	-	-	-	-
MC-13	1	0	0	3	0	3	3
MC-25	-	-	-	-	-	-	-
MC-30	2	0	0	3	0	1	0

Πίνακας 4.6: Pay-off Table επιπέδου λειτουργικότητας 4 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Functionality Level 4							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	3	0	2	3	2	1	0
H-1c	-	-	-	-	-	-	-
H-2a	-	-	-	-	-	-	-
H-2b	-	-	-	-	-	-	-
H-3	1	0	0	1	0	3	3
DHW-1a	-	-	-	-	-	-	-
DHW-1b	-	-	-	-	-	-	-
DHW-3	1	0	0	1	0	2	3
C-1a	3	0	2	3	2	1	0
C-2a	-	-	-	-	-	-	-
C-3	1	0	0	1	0	3	3
C-4	2	3	3	3	1	0	0
V-1a	3	0	3	3	3	0	0
V-6	-	-	-	-	-	-	-
L-1a	-	-	-	-	-	-	-
DE-1	3	0	3	3	3	0	0
DE-4	0	0	0	1	0	2	3
E-2	1	0	0	1	0	2	3
E-3	0	3	0	2	0	0	0
E-11	1	0	0	1	0	2	3
E-12	3	0	0	1	0	2	3
EV-15	0	0	0	3	0	0	0
EV-16	-	-	-	-	-	-	-
EV-17	-	-	-	-	-	-	-
MC-13	-	-	-	-	-	-	-
MC-25	-	-	-	-	-	-	-
MC-30	-	-	-	-	-	-	-

Επιπλέον, με βάση τα παρόντα και τα μέγιστα δυνατά επίπεδα λειτουργικότητας των υπηρεσιών του κτιρίου, διαμορφώνεται ο ακόλουθος πίνακας πιθανών μεταβάσεων (Πίνακας 4.7), ο οποίος περιέχει, όπως περιγράφηκε νωρίτερα, με μαύρο κύκλο σε πράσινο φόντο τις δυνατές μεταβάσεις και με μαύρο X σε κόκκινο φόντο τις μη δυνατές.

Πίνακας 4.7: Πίνακας πιθανών μεταβάσεων για τη μέθοδο υπολογισμού A

Code	Current Functionality Levels	Πιθανές Μεταβάσεις			
		Functionality Level 1	Functionality Level 2	Functionality Level 3	Functionality Level 4
H-1a	1	X	O	O	O
H-1c	1	X	O	X	X
H-2a	1	X	O	X	X
H-2b	3	X	X	X	X
H-3	1	X	O	O	O
DHW-1a	1	X	O	X	X
DHW-1b	0	O	O	X	X
DHW-3	1	X	O	O	O
C-1a	1	X	O	O	O
C-2a	1	X	O	O	X
C-3	2	X	X	O	O
C-4	1	X	O	O	O
V-1a	2	X	X	O	O
V-6	2	X	X	O	X
L-1a	2	X	X	O	X
DE-1	1	X	O	O	O
DE-4	3	X	X	X	O
E-2	1	X	O	O	O
E-3	0	O	O	O	O
E-11	1	X	O	O	O
E-12	2	X	X	O	O
EV-15	1	X	O	O	O
EV-16	0	O	O	X	X
EV-17	0	O	O	X	X
MC-13	1	X	O	O	X
MC-25	0	O	O	X	X
MC-30	0	O	O	O	X

Στη συνέχεια, ανάλογα με τα παρόντα επίπεδα λειτουργικότητας και τις πιθανές μεταβάσεις κάθε υπηρεσίας, καταρτίζονται οι πίνακες κέρδους όλων των πιθανών μεταβάσεων. Παρατίθεται ο πίνακας κέρδους για μια μόνο πιθανή μετάβαση, την $0 \rightarrow 1$ (Πίνακας 4.8), καθώς όλοι οι πίνακες κέρδους υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο, ενώ ταυτόχρονα καταρτίζεται και ο πίνακας με τα σκορ του μέγιστου επιπέδου λειτουργικότητας της κάθε υπηρεσίας (Πίνακας 4.9).

Πίνακας 4.8: Πίνακας κέρδους για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Κέρδος Functionality Level 0 → Functionality Level 1							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
H-1c	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
H-2a	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
H-2b	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
H-3	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
DHW-1a	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
DHW-1b	0	1	0	1	0	0	0
DHW-3	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
C-1a	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
C-2a	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
C-3	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
C-4	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
V-1a	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
V-6	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
L-1a	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
DE-1	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
DE-4	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
E-2	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
E-3	0	1	0	2	0	0	0
E-11	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
E-12	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
EV-15	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
EV-16	0	3	0	2	0	0	0
EV-17	0	0	0	1	0	0	2
MC-13	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level	Different Current Level
MC-25	0	2	0	0	0	0	0
MC-30	0	0	0	1	0	1	0

Πίνακας 4.9: Πίνακας με τα σκορ του μέγιστου επιπέδου λειτουργικότητας κάθε υπηρεσίας για τη μέθοδο υπολογισμού A

Max Functionality Levels							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	3	0	2	3	2	1	0
H-1c	0	2	0	0	0	0	0
H-2a	2	0	2	0	0	0	0
H-2b	2	3	2	0	0	0	0
H-3	1	0	0	1	0	3	3
DHW-1a	2	2	0	2	0	0	0
DHW-1b	0	3	0	2	0	0	0
DHW-3	1	0	0	1	0	2	3
C-1a	3	0	2	3	2	1	0
C-2a	2	3	2	0	0	0	0
C-3	1	0	0	1	0	3	3
C-4	2	3	3	3	1	0	0
V-1a	3	0	3	3	3	0	0
V-6	0	0	0	0	3	2	3
L-1a	3	0	2	2	0	0	0
DE-1	3	0	3	3	3	0	0
DE-4	0	0	0	1	0	2	3
E-2	1	0	0	1	0	2	3
E-3	0	3	0	2	0	0	0
E-11	1	0	0	1	0	2	3
E-12	3	0	0	1	0	2	3
EV-15	0	0	0	3	0	0	0
EV-16	0	3	0	2	0	0	0
EV-17	0	1	0	1	0	0	3
MC-13	1	0	0	3	0	3	3
MC-25	1	3	0	1	0	0	0
MC-30	2	0	0	3	0	1	0

Ακολούθως, υπολογίζεται το γινόμενο κάθε στοιχείου των πινάκων κέρδους και του πίνακα των σκορ του μέγιστου επιπέδου ανά υπηρεσία με το αντίστοιχο domain weighting. Ο πίνακας των domain weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A που αξιοποιείται στα πλαίσια του παραδείγματος είναι ο ακόλουθος, εξαιτίας του residential τύπου του κτιρίου και της τοποθεσίας της Ελλάδας στην κλιματική ζώνη της South Europe (Εικόνα 4.1).

residential							
DOMAIN WEIGHTINGS							
South Europe							
	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
Heating	0,32	0,38	0,16	0,10	0,16	0,33	0,11
Domestic hot water	0,10	0,12	0,00	0,10	0,00	0,10	0,11
Cooling	0,07	0,08	0,16	0,10	0,16	0,07	0,11
Ventilation	0,09	0,00	0,16	0,10	0,16	0,10	0,11
Lighting	0,03	0,00	0,16	0,10	0,16	0,00	0,00
Electricity	0,15	0,17	0,00	0,10	0,00	0,15	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
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Εικόνα 4.1: Πίνακας των domain weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A

Από τους πίνακες των προαναφερθέντων γινομένων για κάθε πιθανή μετάβαση, και επομένως από τους όρους ($w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}$), παρατίθεται παρακάτω μόνο εκείνος για τη μετάβαση την $0 \rightarrow 1$ (Πίνακας 4.10), ενώ επίσης κάτω από τον πίνακα του γινομένου των σκορ μέγιστου επιπέδου με τα domain weightings (Πίνακας 4.11) παρατίθενται και οι όροι $\sum_d^N (w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}^{\max})$ για κάθε κριτήριο αντικτύπου.

Πίνακας 4.10: Πίνακας γινομένου κερδών και domain weightings για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Κέρδος Functionality Level 0 → Functionality Level 1 * Domain Weightings							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-1c	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-2b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DHW-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DHW-1b	0	0,118570302	0	0,1	0	0	0
DHW-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
V-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
V-6	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
L-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DE-1	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DE-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-2	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-3	0	0,173431565	0	0,2	0	0	0
E-11	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-12	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
EV-15	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
EV-16	0	0,15	0	0,2	0	0	0
EV-17	0	0	0	0,1	0	0	0,228571429
MC-13	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
MC-25	0	0,4	0	0	0	0	0
MC-30	0	0	0	0,2	0	0,2	0

Πίνακας 4.11: Πίνακας γινομένου σκορ του μέγιστου επιπέδου λειτουργικότητας κάθε υπηρεσίας και domain weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A

Max Functionality Levels * Domain Weightings							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	0,949992124	0	0,4	0,3	0,5	0,328404652	0
H-1c	0	0,752486512	0	0	0	0	0
H-2a	0,633328083	0	0,4	0	0	0	0
H-2b	0,633328083	1,128729768	0,4	0	0	0	0
H-3	0,316664041	0	0	0,1	0	0,985213956	0,342857143
DHW-1a	0,199588699	0,237140604	0	0,2	0	0	0
DHW-1b	0	0,355710905	0	0,2	0	0	0
DHW-3	0,099794349	0	0	0,1	0	0,206988633	0,342857143
C-1a	0,206426264	0	0,4	0,3	0,5	0,071359902	0
C-2a	0,137617509	0,245264632	0,4	0	0	0	0
C-3	0,068808755	0	0	0,1	0	0,214079707	0,342857143
C-4	0,137617509	0,245264632	0,6	0,3	0,25	0	0
V-1a	0,27585556	0	0,6	0,3	0,75	0	0
V-6	0	0	0	0	0,75	0,190722106	0,342857143
L-1a	0,08043849	0	0,4	0,2	0	0	0
DE-1	0,15	0	0,6	0,3	0,75	0	0
DE-4	0	0	0	0,1	0	0,1	0,342857143
E-2	0,145968172	0	0	0,1	0	0,302760152	0,342857143
E-3	0	0,520294694	0	0,2	0	0	0
E-11	0,145968172	0	0	0,1	0	0,302760152	0,342857143
E-12	0,437904515	0	0	0,1	0	0,302760152	0,342857143
EV-15	0	0	0	0,3	0	0	0
EV-16	0	0	0	0	0	0	0
EV-17	0	0	0	0	0	0	0
MC-13	0	0	0	1	0	1	1
MC-25	0,2	0,6	0	0,2	0	0	0
MC-30	0,4	0	0	0,6	0	0,2	0
Σ [W_{d,ic} * I_{max}(d,ic)]	5,419300322	4,284891748	4,2	5	3,5	3,805049413	3,685714286

Στο επόμενο βήμα, κάθε παράγοντας $w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}$ διαιρείται με τον παράγοντα $\sum_d^N (w_{d,ic} \cdot I_{d,ic}^{\max})$ του αντίστοιχου κριτηρίου αντικτύπου και προκύπτουν τα ανά υπηρεσία και ανά κριτήριο impact scores κάθε πιθανής μετάβασης. Τα impact scores της μετάβασης $0 \rightarrow 1$, φαίνεται στον Πίνακα 4.12

Πίνακας 4.12: Πίνακας impact scores ανά υπηρεσία και ανά κριτήριο για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A

(Κέρδος Functionality Level 0 → Functionality Level 1 * Domain Weightings) / Σ [Wd,ic * Imax (d,ic)]							
IMPACTS							
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
H-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-1c	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-2b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DHW-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DHW-1b	0	0,027671715	0	0,02	0	0	0
DHW-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
V-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
V-6	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
L-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DE-1	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DE-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-2	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-3	0	0,040475133	0	0,04	0	0	0
E-11	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-12	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
EV-15	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
EV-16	0	0,035006719	0	0,04	0	0	0
EV-17	0	0	0	0,02	0	0	0,062015504
MC-13	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
MC-25	0	0,09335125	0	0	0	0	0
MC-30	0	0	0	0,04	0	0,052561735	0

Στο επόμενο βήμα, πολλαπλασιάζονται τα impact scores με τα impact weightings του αντίστοιχου κριτηρίου και αθροίζονται οριζόντια, με αποτέλεσμα να προκύπτει η τελική συνεισφορά κάθε πιθανής μετάβασης στο συνολικό SRI του εξεταζόμενου κτιρίου.

Ο πίνακας των impact weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A που αξιοποιείται στα πλαίσια του παραδείγματος είναι ο παρακάτω, εξαιτίας του residential τύπου του κτιρίου και της τοποθεσίας της Ελλάδας στην κλιματική ζώνη της South Europe (Εικόνα 4.2), ενώ ακολούθως παρατίθεται ενδεικτικά και ο πίνακας των τελικών συνεισφορών στο συνολικό SRI για τη μετάβαση $0 \rightarrow 1$ (Πίνακας 4.13).

residential							
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

Εικόνα 4.2: Πίνακας των impact weightings για τη μέθοδο υπολογισμού A

Πίνακας 4.13: Πίνακας συνεισφορών στο συνολικό SRI για μετάβαση από το επίπεδο λειτουργικότητας 0 στο επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A

(Κέρδος Functionality Level 0 → Functionality Level 1 * Domain Weightings) / Σ [Wd,ic * Imax (d,ic)] * Impact Weightings								
IMPACTS								
Code	Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants	SR Ανά Αράση = Σ(Scores of Criteria)
H-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-1c	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-2b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
H-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DHW-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DHW-1b	0	0,009223905	0	0,001666667	0	0	0	0,010890572
DHW-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
C-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
V-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
V-6	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
L-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DE-1	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
DE-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-2	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-3	0	0,013491711	0	0,003333333	0	0	0	0,016825044
E-11	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
E-12	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
EV-15	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
EV-16	0	0,011668906	0	0,003333333	0	0	0	0,01500224
EV-17	0	0	0	0,001666667	0	0	0,005167959	0,006834625
MC-13	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible
MC-25	0	0,031117083	0	0	0	0	0	0,031117083
MC-30	0	0	0	0,003333333	0	0,008760289	0	0,012093623

Υστερα, πραγματοποιείται η κατηγοριοποίηση και κατάταξη των υπηρεσιών ανά τελικό επίπεδο λειτουργικότητας, όπως φαίνεται στις Εικόνες 4.3 – 4.6.

Code	Αύξηση SRI Functionality Level 0 → Functionality Level 1	Τελική Κατάταξη Level 1
H-1a	No Calculation Possible	No Rank Available
H-1c	No Calculation Possible	No Rank Available
H-2a	No Calculation Possible	No Rank Available
H-2b	No Calculation Possible	No Rank Available
H-3	No Calculation Possible	No Rank Available
DHW-1a	No Calculation Possible	No Rank Available
DHW-1b	0,010890572	5
DHW-3	No Calculation Possible	No Rank Available
C-1a	No Calculation Possible	No Rank Available
C-2a	No Calculation Possible	No Rank Available
C-3	No Calculation Possible	No Rank Available
C-4	No Calculation Possible	No Rank Available
V-1a	No Calculation Possible	No Rank Available
V-6	No Calculation Possible	No Rank Available
L-1a	No Calculation Possible	No Rank Available
DE-1	No Calculation Possible	No Rank Available
DE-4	No Calculation Possible	No Rank Available
E-2	No Calculation Possible	No Rank Available
E-3	0,016825044	2
E-11	No Calculation Possible	No Rank Available
E-12	No Calculation Possible	No Rank Available
EV-15	No Calculation Possible	No Rank Available
EV-16	0,01500224	3
EV-17	0,006834625	6
MC-13	No Calculation Possible	No Rank Available
MC-25	0,031117083	1
MC-30	0,012093623	4

Εικόνα 13: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 1 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Code	Αύξηση SRI Functionality Level 0 → Functionality Level 2	Αύξηση SRI Functionality Level 1 → Functionality Level 2	Τελική Κατάταξη Level 2
H-1a	No Calculation Possible	0,021326075	7
H-1c	No Calculation Possible	0,029268982	4
H-2a	No Calculation Possible	0,013707028	11
H-2b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
H-3	No Calculation Possible	0,002583979	16
DHW-1a	No Calculation Possible	0,013959675	10
DHW-1b	0,031005048	No Calculation Possible	2
DHW-3	No Calculation Possible	0,002583979	16
C-1a	No Calculation Possible	0,007619048	14
C-2a	No Calculation Possible	0,006084418	15
C-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
C-4	No Calculation Possible	0,014111017	9
V-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
V-6	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
L-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
DE-1	No Calculation Possible	0,009156762	13
DE-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
E-2	No Calculation Possible	0,002583979	16
E-3	0,030316756	No Calculation Possible	3
E-11	No Calculation Possible	0,002583979	16
E-12	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
EV-15	No Calculation Possible	0,001666667	20
EV-16	0,02278151	No Calculation Possible	5
EV-17	0,01330824	No Calculation Possible	12
MC-13	No Calculation Possible	0,016615586	8
MC-25	0,056159814	No Calculation Possible	1
MC-30	0,021577811	No Calculation Possible	6

Εικόνα 4.4: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 2 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Code	Αύξηση SRI Functionality Level 0 → Functionality Level 3	Αύξηση SRI Functionality Level 1 → Functionality Level 3	Αύξηση SRI Functionality Level 2 → Functionality Level 3	Τελική Κατάταξη Level 3
H-1a	No Calculation Possible	0,037377341	No Calculation Possible	1
H-1c	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
H-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
H-2b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
H-3	No Calculation Possible	0,005167959	No Calculation Possible	12
DHW-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
DHW-1b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
DHW-3	No Calculation Possible	0,005167959	No Calculation Possible	12
C-1a	No Calculation Possible	0,018495799	No Calculation Possible	8
C-2a	No Calculation Possible	0,018804284	No Calculation Possible	7
C-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,002583979	17
C-4	No Calculation Possible	0,028497551	No Calculation Possible	5
V-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,014415214	9
V-6	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,006760931	11
L-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,000824609	18
DE-1	No Calculation Possible	0,022281777	No Calculation Possible	6
DE-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
E-2	No Calculation Possible	0,005167959	No Calculation Possible	12
E-3	0,030316756	No Calculation Possible	No Calculation Possible	4
E-11	No Calculation Possible	0,005167959	No Calculation Possible	12
E-12	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,013703791	10
EV-15	No Calculation Possible	0,003333333	No Calculation Possible	16
EV-16	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
EV-17	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
MC-13	No Calculation Possible	0,033231173	No Calculation Possible	2
MC-25	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
MC-30	0,031062	No Calculation Possible	No Calculation Possible	3

Εικόνα 14: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 3 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Code	Αύξηση SRI Functionality Level 0 → Functionality Level 4	Αύξηση SRI Functionality Level 1 → Functionality Level 4	Αύξηση SRI Functionality Level 2 → Functionality Level 4	Αύξηση SRI Functionality Level 3 → Functionality Level 4	Τελική Κατάταξη Level 4
H-1a	No Calculation Possible	0,047116115	No Calculation Possible	No Calculation Possible	1
H-1c	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
H-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
H-2b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
H-3	No Calculation Possible	0,035603823	No Calculation Possible	No Calculation Possible	4
DHW-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
DHW-1b	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
DHW-3	No Calculation Possible	0,011367826	No Calculation Possible	No Calculation Possible	11
C-1a	No Calculation Possible	0,020611962	No Calculation Possible	No Calculation Possible	7
C-2a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
C-3	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,01050198	No Calculation Possible	12
C-4	No Calculation Possible	0,038418186	No Calculation Possible	No Calculation Possible	3
V-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,017243127	No Calculation Possible	8
V-6	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
L-1a	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
DE-1	No Calculation Possible	0,032202412	No Calculation Possible	No Calculation Possible	5
DE-4	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,003856739	13
E-2	No Calculation Possible	0,013465292	No Calculation Possible	No Calculation Possible	9
E-3	0,043808467	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	2
E-11	No Calculation Possible	0,013465292	No Calculation Possible	No Calculation Possible	9
E-12	No Calculation Possible	No Calculation Possible	0,02649027	No Calculation Possible	6
EV-15	No Calculation Possible	0,003333333	No Calculation Possible	No Calculation Possible	14
EV-16	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
EV-17	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
MC-13	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
MC-25	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available
MC-30	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Calculation Possible	No Rank Available

Εικόνα 15: Πίνακας κατάταξης υπηρεσιών για μεταβάσεις με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 4 για τη μέθοδο υπολογισμού A

Κλείνοντας το παράδειγμα της μεθόδου υπολογισμού A, υλοποιούνται οι 2 διαφορετικές εκδοχές του τελικού σταδίου.

Σε πρώτη φάση υλοποιείται η εκδοχή κατά την οποία κάθε επανάληψη ξεκινάει από την υψηλότερα καταταγμένη υπηρεσία με τελικό επίπεδο μετάβασης το 1 και ακολουθούν οι υπηρεσίες με τελικά επίπεδα μετάβασης 2, στη συνέχεια 3 και τέλος 4. Σε δεύτερη φάση, παρουσιάζεται η αντίστροφη εκδοχή, κατά την οποία κάθε επανάληψη ξεκινάει από τις υπηρεσίες με τελικό επίπεδο 4 προχωρώντας ακολούθως στις υπηρεσίες των επιπέδων 3, κατόπιν 2 και καταλήγοντας σε εκείνες με επίπεδο μετάβασης το 1.

Αναλυτικό Παράδειγμα: Εκδοχή ξεκινήματος από υψηλότερο μετέπειδο μετάβασης 1

Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 4.14) περιγράφεται και αιτιολογείται βήμα βήμα κάθε απόφαση που λαμβάνεται κατά την επιλογή των δράσεων για την ευφυή αναβάθμιση του κτιρίου του παραδείγματος. Στην πρώτη στήλη παρατίθεται ο αύξων αριθμός κάθε βήματος της μεθόδου, στη δεύτερη δηλώνεται το τελικό επίπεδο μετάβασης του εκάστοτε βήματος, όπως προκύπτει από την μέθοδο, στη συνέχεια παρατίθεται η επιλεγμένη δράση ανά βήμα, η οποία προκύπτει από την τελευταία στήλη, στην οποία αιτιολογείται αναλυτικά η πορεία μέχρι την τελική απόφαση. Στη στήλη της αιτιολογίας παρουσιάζονται με πράσινο χρώμα οι δράσεις που επιλέγονται σε κάθε βήμα, με κόκκινο χρώμα οι δράσεις που απορρίπτονται, καθώς έχουν επιλεγθεί ήδη νωρίτερα στη διαδικασία, ενώ με μωβ χρώμα δηλώνεται το γεγονός ότι οι πιθανές μεταβάσεις προς ένα συγκεκριμένο επίπεδο λειτουργικότητας έχουν εξαντληθεί.

Πίνακας 4.14: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την πρώτη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 1

Μέθοδος Επιλογής Δράσεων Από Το Επίπεδο 1			
Α/Α Βήματος	Τελικό Επίπεδο Μετάβασης	Επιλεγμένη Δράση	Αιτιολογία
1	1	MC-25	MC-25 Rank 1: F.L. 1
2	2	DHW-1b	MC-25 Rank 1 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε DHW-1b Rank 2: F.L. 2
3	3	H-1a	H-1a Rank 1: F.L. 3
4	4	E-3	H-1a Rank 1 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε E-3 Rank 2: F.L. 4
5	1	EV-16	E-3 Rank 2 F.L. 1, ήδη επιλέχθηκε EV-16 Rank 3: F.L. 1
6	2	H-1c	E-3 Rank 3 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε H-1c Rank 4: F.L. 2
7	3	MC-13	MC-13 Rank 2: F.L. 3
8	4	C-4	C-4 Rank 3: F.L. 4
9	1	MC-30	MC-30 Rank 4: F.L. 1
10	2	DHW-1a	EV-16 Rank 5 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε MC-30 Rank 6 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε H-1a Rank 7 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε MC-13 Rank 8 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε C-4 Rank 9 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε DHW-1a Rank 10: F.L. 2
11	3	DE-1	MC-30 Rank 3 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε E-3 Rank 4 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε C-4 Rank 5 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε DE-1 Rank 6: F.L. 3
12	4	H-3	H-3 Rank 4: F.L. 4
13	1	EV-17	DHW-1b Rank 5 F.L. 1, ήδη επιλέχθηκε EV-17 Rank 6: F.L. 1 Τέλος δράσεων F.L. 1
14	2	H-2a	H-2a Rank 11: F.L. 2
15	3	C-2a	C-2a Rank 7: F.L. 3
16	4	E-12	DE-1 Rank 5 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε E-12 Rank 6: F.L. 4

Πίνακας 4.15: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την πρώτη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 1 (Συνέχεια)

Μέθοδος Επιλογής Δράσεων Από Το Επίπεδο 1			
A/A Βήματος	Τελικό Επίπεδο Μετάβασης	Επιλεγμένη Δράση	Αιτιολογία
17	2	C-1a	EV-17 Rank 12 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε DE-1 Rank 13 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε C-1a Rank 14: F.L. 2
18	3	V-1a	C-1a Rank 8 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε V-1a Rank 9: F.L. 3
19	4	E-2 + E-11	C-1a Rank 7 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε V-1a Rank 8 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε E-2 Rank 9: F.L. 4 E-11 Rank 9: F.L. 4
20	2	DHW-3	C-2a Rank 15 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε H-3 Rank 16 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε E-2 Rank 16: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε E-11 Rank 16: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε DHW-3 Rank 16: F.L. 2
21	3	V-6	E-12 Rank 10 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε V-6 Rank 11 F.L. 3
22	4	C-3	DHW-3 Rank 11 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε C-3 Rank 12: F.L. 4
23	2	EV-15	EV-15 Rank 12: F.L. 2 Τέλος δράσεων F.L. 2
24	3	L-1a	H-3 Rank 12 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε DHW-3 Rank 12 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε E-2 Rank 12: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε E-11 Rank 12: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε EV-15 Rank 16: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε C-3 Rank 17: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε L-1a Rank 18: F.L. 3 Τέλος δράσεων F.L. 3
25	4	DE-4	DE-4 Rank 13: F.L. 4
26	4	-	EV-15 Rank 14: F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε Τέλος δράσεων F.L. 4

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, προκύπτουν και οι επόμενοι. Ο πίνακας 4.16 παρουσιάζει αναλυτικά τις επαναλήψεις της μεθόδου που πραγματοποιήθηκαν, τις δράσεις που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια κάθε βήματος της κάθε επανάληψης, καθώς και τις τιμές του συνολικού SRI έπειτα από την υλοποίηση κάθε δράσης, ξεκινώντας κάθε επανάληψη από το αρχικό SRI του εξεταζόμενου κτιρίου, όπως προέκυψε κατά το αρχικό στάδιο καθορισμού των χαρακτηριστικών του κτιρίου.

Πίνακας 4.16: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του παραδείγματος

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	41,1642%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-25	DHW-1b	H-1a	E-3
	44,2759%	47,3764%	51,1141%	55,4950%
2	EV-16	H-1c	MC-13	C-4
	42,6644%	45,5913%	48,9144%	52,7562%
3	MC-30	DHW-1a	DE-1	H-3
	42,3736%	43,7695%	45,9977%	49,5581%
4	EV-17	H-2a	C-2a	E-12
	41,8477%	43,2184%	45,0988%	47,7478%
5		C-1a	V-1a	E-2 + E-11
		41,9261%	43,3676%	46,0607%
6		DHW-3	V-6	C-3
		41,4226%	41,7559%	42,8061%
7		EV-15	L-1a	DE-4
		41,3309%	41,4133%	41,7990%

Ο πίνακας 4.17 παρουσιάζει τη συνεισφορά κάθε δράσης στην αύξηση του συνολικού SRI του κτιρίου, αφαιρώντας από τη βαθμολογία του νέου SRI που προκύπτει ύστερα από την προσθήκη κάθε δράσης την αμέσως προηγούμενη βαθμολογία πριν την προσθήκη της. Με άλλα λόγια, για μια επανάληψη με δράσεις σε κάθε επίπεδο λειτουργικότητας, από τη δράση με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 1 αφαιρείται το αρχικό SRI, από τη δράση με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 2 αφαιρείται εκείνο που προέκυψε από τη δράση με τελικό επίπεδο 1, από τη δράση με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 3 αφαιρείται εκείνο που προέκυψε από τη δράση με τελικό επίπεδο 2 και από τη δράση με τελικό επίπεδο λειτουργικότητας 4 αφαιρείται εκείνο που προέκυψε από τη δράση με τελικό επίπεδο 3.

Ο συγκεκριμένος πίνακας λειτουργεί ως επαλήθευση σε δυο διαφορετικά επίπεδα. Αφενός, επιβεβαιώνεται ότι η μεθοδολογία υπολογίζει με ακρίβεια την συνεισφορά κάθε μετάβασης στο συνολικό SRI, καθώς τα πρακτικά αποτελέσματά του ταυτίζονται απόλυτα με εκείνα των πινάκων συνεισφορών, όπως ενδεικτικά παρουσιάστηκε προηγουμένως στον Πίνακα 4.13 η μετάβαση 0 → 1. Αφετέρου, παρατηρώντας τις συνεισφορές των δράσεων κάθε επιπέδου λειτουργικότητας ανά στήλη, επαληθεύεται η επιλογή δράσεων κατά φθίνουσα σειρά συνεισφοράς και, συνεπώς, η φθίνουσα πορεία της ευφυούς αναβάθμισης από τις αποδοτικότερες προς τις λιγότερο αποδοτικές δράσεις. Μοναδική εξαίρεση, που παρατηρείται μεταξύ της τέταρτης και της πέμπτης επανάληψης για το επίπεδο λειτουργικότητας 4, συνιστά το ενδεχόμενο όπου ένα σύνολο δράσεων (δύο ή περισσότερων) συνεισφέρουν ισάξια στο SRI του κτιρίου, και συνεπώς επιλέγονται στο ίδιο βήμα, με αποτέλεσμα το άθροισμα των συνεισφορών τους να υπερβαίνει τη συνεισφορά κάποιου άλλου συνόλου δράσεων που επιλέχθηκε νωρίτερα, αρκεί το τελευταίο να περιέχει τουλάχιστον μία λιγότερη δράση από το πρώτο. Ωστόσο, είναι δεδομένο ότι η συνεισφορά κάθε δράσης μεμονωμένα από το σύνολο που επιλέχθηκε νωρίτερα θα είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του συνόλου που επιλέχθηκε σε μεταγενέστερη φάση.

Πίνακας 4.17: Πίνακας συνεισφορών δράσεων στο συνολικό SRI για την πρώτη εκδοχή του παραδείγματος

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Συνεισφορά SRI Ανά Δράση				
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-25	DHW-1b	H-1a	E-3
	3,1117%	3,1005%	3,7377%	4,3808%
2	EV-16	H-1c	MC-13	C-4
	1,5002%	2,9269%	3,3231%	3,8418%
3	MC-30	DHW-1a	DE-1	H-3
	1,2094%	1,3960%	2,2282%	3,5604%
4	EV-17	H-2a	C-2a	E-12
	0,6835%	1,3707%	1,8804%	2,6490%
5		C-1a	V-1a	E-2 + E-11
		0,7619%	1,4415%	2,6931%
6		DHW-3	V-6	C-3
		0,2584%	0,3333%	1,0502%
7		EV-15	L-1a	DE-4
		0,1667%	0,0825%	0,3857%

Τέλος, ούτως ώστε να επιτευχθεί ο στόχος του 65% SRI, εφόσον καμία τετράδα δράσεων (κυρίως η πρώτη) δεν βρέθηκε ικανή να τον καλύψει, είναι αντιληπτό ότι απαιτείται η προσθήκη δράσεων περαιτέρω εκείνων της πρώτης επανάληψης. Συνεπώς, επιλέγοντας δράσεις από τον πίνακα 4.17 των συνεισφορών των δράσεων στο συνολικό SRI, όπως ακριβώς επιλέχθηκαν με βάση το παρουσιαζόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο, προκύπτει ο τελικός συνδυασμός δράσεων που προτείνεται στο χρήστη, προκειμένου το εξεταζόμενο κτίριο να αποκτήσει το επιθυμητό SRI (Πίνακας 4.18). Με πράσινο χρώμα στη στήλη του συνολικού SRI τονίζεται το βήμα κατά το οποίο υπερβαίνεται ο στόχος του 65%, και επομένως η διαδικασία επιλογής δράσεων λήγει.

Πίνακας 4.18: Πίνακας τελικών επιλεγθεισών δράσεων για την πρώτη εκδοχή

Μέθοδος Επιλογής Δράσεων Από Το Επίπεδο 1			
A/A Βήματος	Επιλεγμένη Δράση	Συνεισφορά Δράσης	Συνολικό SRI
0	-	-	41,1642%
1	MC-25	3,1117%	44,2759%
2	DHW-1b	3,1005%	47,3764%
3	H-1a	3,7377%	51,1141%
4	E-3	4,3808%	55,4950%
5	EV-16	1,5002%	56,9952%
6	H-1c	2,9269%	59,9221%
7	MC-13	3,3231%	63,2452%
8	C-4	3,8418%	67,0870%

Αναλυτικό Παράδειγμα: Εκδοχή ξεκινήματος από υπηρεσία με τελικό επίπεδο μετάβασης 4

Ομοίως με την πρώτη εκδοχή, αλλά αυτή τη φορά ξεκινώντας από τις δράσεις με τελικό επίπεδο μετάβασης το 4 και καταλήγοντας σε δράσεις με τελικό επίπεδο μετάβασης το 1, προκύπτουν πάλι οι πίνακες βημάτων απόφασης (Πίνακες 4.19 & 4.20), δράσεων ανά επανάληψη (Πίνακας 4.21), συνεισφοράς δράσεων (Πίνακας 4.22) και τελικών επιλεχθεισών δράσεων (Πίνακας 4.23) για τη δεύτερη εκδοχή του αναλυτικού παραδείγματος.

Πίνακας 4.19: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την δεύτερη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 4

Μέθοδος Επιλογής Δράσεων Από Το Επίπεδο 4			
A/A Βήματος	Τελικό Επίπεδο Μετάβασης	Επιλεγμένη Δράση	Αιτιολογία
1	4	H-1a	H-1a Rank 1: F.L. 4
2	3	MC-13	H-1a Rank 1 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε MC-13 Rank 2: F.L. 3
3	2	MC-25	MC-25 Rank 1: F.L. 2
4	1	E-3	MC-25 Rank 1 F.L. 1, ήδη επιλέχθηκε E-3 Rank 2: F.L. 1
5	4	C-4	E-3 Rank 2 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε C-4 Rank 3: F.L. 4
6	3	MC-30	MC-30 Rank 3: F.L. 3
7	2	DHW-1b	DHW-1b Rank 2: F.L. 2
8	1	EV-16	EV-16 Rank 3: F.L. 1
9	4	H-3	H-3 Rank 4: F.L. 4
10	3	DE-1	E-3 Rank 4 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε C-4 Rank 5: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε DE-1 Rank 6: F.L. 3
11	2	H-1c	E-3 Rank 3 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε H-1c Rank 4: F.L. 2
12	1	EV-17	MC-30 Rank 4 F.L. 1, ήδη επιλέχθηκε DHW-1b Rank 5 F.L. 1, ήδη επιλέχθηκε EV-17 Rank 6: F.L. 1 Τέλος δράσεων F.L. 1
13	4	E-12	DE-1 Rank 5 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε E-12 Rank 6: F.L. 4
14	3	C-2a	C-2a Rank 7: F.L. 3
15	2	DHW-1a	EV-16 Rank 5 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε MC-30 Rank 6: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε H-1a Rank 7 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε MC-13 Rank 8: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε C-4 Rank 9: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε DHW-1a Rank 10: F.L. 2
16	4	C-1a	C-1a Rank 7: F.L. 4
17	3	V-1a	C-1a Rank 8 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε V-1a Rank 9: F.L. 3
18	2	H-2a	H-2a Rank 11: F.L. 2
19	4	E-2 + E-11	E-2 Rank 9: F.L. 4 E-11 Rank 9: F.L. 4

Πίνακας 4.20: Αναλυτικός πίνακας βημάτων απόφασης για την δεύτερη εκδοχή, του ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 4 (Συνέχεια)

Μέθοδος Επιλογής Δράσεων Από Το Επίπεδο 4			
A/A Βήματος	Τελικό Επίπεδο Μετάβασης	Επιλεγμένη Δράση	Αιτιολογία
20	3	V-6	E-12 Rank 10 F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε V-6 Rank 11: F.L. 3
21	2	DHW-3	EV-17 Rank 12 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε DE-1 Rank 13: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε C-1a Rank 14 F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε C-2a Rank 15: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε H-3 Rank 16: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε E-2 Rank 16: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε E-11 Rank 16: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε DHW-3 Rank 16: F.L. 2
22	4	C-3	DHW-3 Rank 11 F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε C-3 Rank 12: F.L. 4
23	3	EV-15	H-3 Rank 12: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε DHW-3 Rank 12: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε E-2 Rank 12: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε E-11 Rank 12: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε EV-15 Rank 16: F.L. 3
24	2	-	EV-15 Rank 20: F.L. 2, ήδη επιλέχθηκε Τέλος δράσεων F.L. 2
25	4	DE-4	DE-4 Rank 13: F.L. 4
26	3	L-1a	C-3 Rank 17: F.L. 3, ήδη επιλέχθηκε L-1a Rank 18: F.L. 3 Τέλος δράσεων F.L. 3
27	4	-	EV-15 Rank 14: F.L. 4, ήδη επιλέχθηκε Τέλος δράσεων F.L. 4

Πίνακας 4.21: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 1^α

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	41,1642%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	E-3	MC-25	MC-13	H-1a
	56,4974%	54,8149%	49,1989%	45,8758%
2	EV-16	DHW-1b	MC-30	C-4
	52,7129%	51,2127%	48,1122%	45,0060%
3	EV-17	H-1c	DE-1	H-3
	50,5631%	49,8796%	46,9527%	44,7246%
4		DHW-1a	C-2a	E-12
		47,0896%	45,6936%	43,8132%
5		H-2a	V-1a	C-1a
		46,0376%	44,6669%	43,2254%
6		DHW-3	V-6	E-2 + E-11
		44,7917%	44,5333%	43,8572%
7			EV-15	C-3
			42,5477%	42,2144%
8			L-1a	DE-4
			41,6323%	41,5499%

Πίνακας 4.22: Πίνακας συνεισφορών δράσεων στο συνολικό SRI για την δεύτερη εκδοχή του παραδείγματος

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Συνεισφορά SRI Ανά Δράση				
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	E-3	MC-25	MC-13	H-1a
	1,6825%	5,6160%	3,3231%	4,7116%
2	EV-16	DHW-1b	MC-30	C-4
	1,5002%	3,1005%	3,1062%	3,8418%
3	EV-17	H-1c	DE-1	H-3
	0,6835%	2,9269%	2,2282%	3,5604%
4		DHW-1a	C-2a	E-12
		1,3960%	1,8804%	2,6490%
5		H-2a	V-1a	C-1a
		1,3707%	1,4415%	2,0612%
6		DHW-3	V-6	E-2 + E-11
		0,2584%	0,6761%	2,6931%
7			EV-15	C-3
			0,3333%	1,0502%
8			L-1a	DE-4
			0,0825%	0,3857%

Πίνακας 4.23: Πίνακας τελικών επιλεγθεισών δράσεων για τη δεύτερη εκδοχή

Μέθοδος Επιλογής Δράσεων Από Το Επίπεδο 4			
A/A Βήματος	Επιλεγμένη Δράση	Συνεισφορά Δράσης	Συνολικό SRI
0	-	-	41,1642%
1	H-1a	4,7116%	45,8758%
2	MC-13	3,3231%	49,1989%
3	MC-25	5,6160%	54,8149%
4	E-3	1,6825%	56,4974%
5	C-4	3,8418%	60,3392%
6	MC-30	3,1062%	63,4454%
7	DHW-1b	3,1005%	66,5459%

Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων υπόλοιπων σεναρίων:

Για τα υπόλοιπα σενάρια, θα παρατεθούν μόνο οι τύποι των κτιρίων, οι τοποθεσίες τους, τα αρχικά επίπεδα λειτουργικότητας των ευφών υπηρεσιών τους, το αρχικό SRI και οι πίνακες των δράσεων που επιλέχθηκαν ανά επανάληψη για καθεμία από τις δυο εκδοχές που ελέγχθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας.

4.2.2 Σενάριο 1β: Κατοικήσιμο – Ελλάδα (Νότια Ευρώπη) – Μέθοδος Β:

Πίνακας 4.24: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 1β

Τρέχον συνολικό SRI		43,8084%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	3
Heating	H-1b	0
Heating	H-1c	2
Heating	H-1d	1
Heating	H-1f	3
Heating	H-2a	0
Heating	H-2b	1
Heating	H-2d	3
Heating	H-3	3
Heating	H-4	2
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	1
Domestic hot water	DHW-1d	0
Domestic hot water	DHW-2b	3
Domestic hot water	DHW-3	0
Cooling	C-1a	1
Cooling	C-1b	1
Cooling	C-1c	1
Cooling	C-1d	1
Cooling	C-1f	2
Cooling	C-1g	0
Cooling	C-2a	0
Cooling	C-2b	0
Cooling	C-3	2
Cooling	C-4	2
Ventilation	V-1a	0
Ventilation	V-1c	0
Ventilation	V-2c	1
Ventilation	V-2d	1
Ventilation	V-3	1
Ventilation	V-6	1
Lighting	L-1a	0
Lighting	L-2	0
Dynamic building envelope	DE-1	1
Dynamic building envelope	DE-2	0

Πίνακας 4.25: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 1β (Συνέχεια)

Τρέχον συνολικό SRI		43,8084%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Dynamic building envelope	DE-4	1
Electricity	E-2	0
Electricity	E-3	2
Electricity	E-4	0
Electricity	E-5	1
Electricity	E-8	0
Electricity	E-11	2
Electricity	E-12	1
Electric vehicle charging	EV-15	2
Electric vehicle charging	EV-16	0
Electric vehicle charging	EV-17	2
Monitoring and control	MC-3	0
Monitoring and control	MC-4	1
Monitoring and control	MC-9	0
Monitoring and control	MC-13	0
Monitoring and control	MC-25	1
Monitoring and control	MC-28	0
Monitoring and control	MC-29	1
Monitoring and control	MC-30	1

Πίνακας 4.26: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 1β

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	43,8084%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-4	MC-25	MC-13	H-2d
	45,2334%	47,5984%	49,7763%	52,6120%
2	E-5	E-3	H-1a	H-3
	44,6357%	45,9321%	47,9165%	50,3263%
3	MC-30	V-2c	H-1b	MC-29
	44,5715%	45,8674%	47,6851%	49,8364%
4	EV-16	DHW-1b	C-1b	C-4
	44,4645%	45,6490%	47,3708%	49,0543%
5	EV-17	H-1d	H-1f	E-12
	44,2650%	45,0422%	46,2658%	47,7947%
6	V-2d	E-4	DHW-1d	DE-1
	44,1876%	44,8357%	45,9360%	47,3978%
7		MC-9	MC-3	L-2
		44,4031%	45,4673%	46,8722%
8		DHW-1a	C-1a	E-2 + E-11
		44,4006%	45,3166%	47,1301%
9		H-2a	C-2a	DHW-2b
		44,3791%	45,1775%	46,0711%
10		H-1c	E-8	DHW-3
		44,1970%	44,8452%	45,6095%
11		V-1c + V-3	V-1a	C-3
		44,0341%	44,6820%	45,3768%
12		C-1f	V-6	H-4
		43,8928%	44,3626%	44,8136%
13		EV-15	C-1g	DE-4
		43,8926%	44,1584%	44,3913%
14			DE-2	C-1d
			43,8926%	43,8926%
15			L-1a	
			43,8413%	

Πίνακας 4.27: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 1β

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	43,8084%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	E-5	MC-25	MC-4	H-2d
	54,1114%	53,2840%	50,9190%	46,6441%
2	MC-30	E-3	MC-13	H-3
	50,4555%	49,6924%	48,3960%	46,2181%
3	EV-16	V-2c	H-1b	H-1a
	49,9513%	49,2951%	47,9992%	46,1815%
4	EV-17	DHW-1b	C-1b	MC-29
	49,3225%	48,8659%	47,6814%	45,9596%
5	V-2d	H-1d	H-1f	C-4
	47,8718%	47,4927%	46,7155%	45,4919%
6		MC-9	E-4	E-12
		47,1442%	46,5495%	45,3373%
7		DHW-1a	DHW-1d	DE-1
		46,9627%	46,3705%	45,2702%
8		H-2a	MC-3	L-2
		46,8482%	46,2775%	45,2133%
9		H-1c	C-2a	C-1a
		45,9957%	45,6071%	44,8088%
10		DHW-3	E-8	E-2 + E-11
		46,4563%	46,2701%	45,6219%
11		V-1c + V-3	V-1a	DHW-2b
		45,5757%	45,3500%	44,7020%
12		C-1f	V-6	C-3
		45,0574%	44,9730%	44,5032%
13		EV-15	C-1g	H-4
		44,6094%	44,5252%	44,2594%
14			DE-2	DE-4
			44,1254%	44,0412%
15			L-1a	C-1d
			43,8413%	43,8084%

4.2.3 Σενάριο 2α: Μη Κατοικήσιμο– Γαλλία (Δυτική Ευρώπη) – Μέθοδος Α:

Πίνακας 4.28: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 2^α

Τρέχον συνολικό SRI		42,4062%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	0
Heating	H-1c	1
Heating	H-2a	1
Heating	H-2b	2
Heating	H-3	2
Domestic hot water	DHW-1a	0
Domestic hot water	DHW-1b	2
Domestic hot water	DHW-3	0
Cooling	C-1a	2
Cooling	C-2a	0
Cooling	C-3	1
Cooling	C-4	3
Ventilation	V-1a	0
Ventilation	V-6	2
Lighting	L-1a	0
Dynamic building envelope	DE-1	0
Dynamic building envelope	DE-4	0
Electricity	E-2	0
Electricity	E-3	3
Electricity	E-11	0
Electricity	E-12	2
Electric vehicle charging	EV-15	3
Electric vehicle charging	EV-16	2
Electric vehicle charging	EV-17	0
Monitoring and control	MC-13	2
Monitoring and control	MC-25	2
Monitoring and control	MC-30	1

Πίνακας 4.29: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 2α

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	42,4062%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	C-2a	H-1a	H-2b	V-1a
	44,5524%	48,6052%	54,4024%	59,2441%
2	DHW-1a	H-1c	DE-1	H-3
	43,7131%	46,6117%	49,5730%	53,0791%
3	DHW-3	L-1a	MC-30	C-3
	43,3937%	45,1809%	47,1199%	49,2345%
4	EV-17	H-2a	MC-13	C-1a
	43,0896%	44,3541%	46,1129%	48,1980%
5	DE-4	E-2 + E-11	V-6	C-4
	42,9079%	44,3134%	45,3799%	46,3720%
6			E-12	E-3
			42,8505%	43,0744%
7				EV-15
				42,4062%

Πίνακας 4.30: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 2α

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	42,4062%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	V-1a	C-2a	H-2b	H-1a
	59,3911%	57,7772%	54,8311%	49,0339%
2	DHW-1a	H-1c	L-1a	DE-1
	52,6824%	51,3754%	48,4768%	46,3595%
3	DHW-3	EV-17	MC-30	H-3
	50,1371%	49,1496%	47,8513%	45,9123%
4	DE-4	H-2a	MC-13	C-3
	48,0457%	47,5440%	46,2795%	44,5207%
5		E-2 + E-11	V-6	C-1a
		46,9633%	45,5577%	44,4913%
6			E-12	C-4
			43,8426%	43,3982%
7				E-3
				42,6300%
8				EV-15
				42,4062%

4.2.4 Σενάριο 2β: Μη Κατοικήσιμο– Γαλλία (Δυτική Ευρώπη) – Μέθοδος Β:

Πίνακας 4.31 Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 2β

Τρέχον συνολικό SRI		40,1036%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	0
Heating	H-1b	2
Heating	H-1c	1
Heating	H-1d	0
Heating	H-1f	0
Heating	H-2a	1
Heating	H-2b	2
Heating	H-2d	0
Heating	H-3	2
Heating	H-4	3
Domestic hot water	DHW-1a	0
Domestic hot water	DHW-1b	2
Domestic hot water	DHW-1d	0
Domestic hot water	DHW-2b	1
Domestic hot water	DHW-3	0
Cooling	C-1a	2
Cooling	C-1b	0
Cooling	C-1c	2
Cooling	C-1d	0
Cooling	C-1f	1
Cooling	C-1g	2
Cooling	C-2a	0
Cooling	C-2b	2
Cooling	C-3	1
Cooling	C-4	3
Ventilation	V-1a	0
Ventilation	V-1c	1
Ventilation	V-2c	2
Ventilation	V-2d	1
Ventilation	V-3	0
Ventilation	V-6	2
Lighting	L-1a	0
Lighting	L-2	2
Dynamic building envelope	DE-1	0
Dynamic building envelope	DE-2	2

Πίνακας 4.32 Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 2β (Συνέχεια)

Τρέχον συνολικό SRI		40,1036%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Dynamic building envelope	DE-4	0
Electricity	E-2	0
Electricity	E-3	3
Electricity	E-4	1
Electricity	E-5	2
Electricity	E-8	2
Electricity	E-11	0
Electricity	E-12	2
Electric vehicle charging	EV-15	3
Electric vehicle charging	EV-16	2
Electric vehicle charging	EV-17	0
Monitoring and control	MC-3	2
Monitoring and control	MC-4	0
Monitoring and control	MC-9	1
Monitoring and control	MC-13	2
Monitoring and control	MC-25	2
Monitoring and control	MC-28	2
Monitoring and control	MC-29	0
Monitoring and control	MC-30	1

Πίνακας 4.33: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 2β

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	40,1036%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-4	H-1f + H-2d	H-1a	MC-29
	41,5641%	45,5034%	48,3028%	50,7390%
2	V-3	C-2a	H-2b	H-3
	41,2570%	42,5361%	45,1808%	47,4466%
3	V-1a	DHW-1a	C-1b	DE-1
	40,8085%	41,9735%	44,0783%	45,8616%
4	DHW-3	EV-17	H-1b	DHW-2b
	40,6899%	41,4953%	43,2692%	44,6662%
5	L-1a	DHW-1d	MC-13	C-3
	40,4931%	41,2577%	42,3822%	43,7657%
6	DE-4	H-1d	MC-3	C-2b
	40,4474%	41,0947%	42,1507%	43,5295%
7	E-2 + E-11	MC-9	C-1a	L-2
	40,6802%	41,3104%	42,1905%	43,3839%
8	C-1d	H-2a	MC-30	E-12
	40,2539%	40,7597%	41,5710%	42,0455%
9		V-2d	V-6	H-4 + C-4
		40,4555%	41,1651%	42,0670%
10		H-1c	C-1g	V-1c
		40,4273%	41,0415%	41,3810%
11		E-4	DHW-1b	E-3
		40,2899%	40,6903%	40,7924%
12		C-1f	E-8	EV-15
		40,2539%	40,4402%	40,4402%
13			DE-2	
			40,1878%	

Πίνακας 4.34: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 2β

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	40,1036%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	V-3	H-1f	MC-4	H-2d
	52,5462%	51,3928%	49,4232%	45,0416%
2	V-1a	C-2a	H-2b	H-1a
	47,8554%	47,1505%	45,8714%	43,2267%
3	DHW-3	DHW-1a	C-1b	MC-29
	46,3957%	45,8095%	44,6445%	42,5398%
4	L-1a	EV-17	H-1b	H-3
	45,3381%	44,9487%	44,1432%	42,3694%
5	DE-4	H-1d	DHW-1d	DE-1
	44,1411%	43,7973%	43,1500%	41,8870%
6	E-2 + E-11	MC-9	MC-13	DHW-2b
	43,8319%	43,2554%	42,6251%	41,5006%
7	C-1d	H-2a	MC-3	C-3
	43,1992%	43,0489%	42,5431%	41,4870%
8		MC-30	C-1a	C-2b
		42,7680%	42,3624%	41,4824%
9		V-2d	V-6	L-2
		42,3585%	42,0066%	41,2970%
10		H-1c	C-1g	E-12
		41,5159%	41,1923%	40,5781%
11		E-4	DHW-1b	H-4 + C-4
		41,5922%	41,4059%	41,0056%
12		C-1f	E-8	V-1c
		40,7798%	40,6294%	40,4431%
13			DE-2	E-3
			40,2899%	40,2057%
14				EV-15
				40,1036%

4.2.5 Σενάριο 3α: Μη Κατοικήσιμο – Ισλανδία (Βόρεια Ευρώπη) – Μέθοδος Α:

Πίνακας 4.35: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 3α

Τρέχον συνολικό SRI		25,9762%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	2
Heating	H-1c	0
Heating	H-2a	2
Heating	H-2b	0
Heating	H-3	0
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	0
Domestic hot water	DHW-3	2
Cooling	C-1a	0
Cooling	C-2a	2
Cooling	C-3	0
Cooling	C-4	0
Ventilation	V-1a	1
Ventilation	V-6	0
Lighting	L-1a	1
Dynamic building envelope	DE-1	2
Dynamic building envelope	DE-4	2
Electricity	E-2	2
Electricity	E-3	1
Electricity	E-11	3
Electricity	E-12	0
Electric vehicle charging	EV-15	0
Electric vehicle charging	EV-16	1
Electric vehicle charging	EV-17	1
Monitoring and control	MC-13	0
Monitoring and control	MC-25	1
Monitoring and control	MC-30	2

Πίνακας 4.36: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 3α

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	25,9762%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	H-2b	H-1c	MC-13	H-3
	30,9045%	37,9844%	43,9364%	51,0482%
2	V-6	C-4	C-1a	V-1a
	28,5064%	31,2856%	34,8793%	38,4390%
3	C-3	MC-25	C-2a	H-1a
	27,0476%	29,4477%	31,5656%	34,4499%
4	DHW-1b	L-1a	DE-1	E-12
	26,7496%	27,5603%	28,8774%	30,1289%
5	EV-15	EV-16	MC-30	DHW-3
	26,1429%	26,8597%	27,8262%	28,5471%
6		EV-17	DE-4 + E-2	E-3
		26,5930%	27,1098%	27,4509%
7				E-11
				26,2260%

Πίνακας 4.37: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 3α

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	25,9762%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	V-6	H-1c	H-2b	H-3
	56,0947%	53,5645%	46,4846%	33,0880%
2	C-1a	MC-25	MC-13	C-4
	41,8394%	40,3841%	37,9840%	32,0320%
3	C-3	DHW-1b	C-2a	V-1a
	34,8788%	33,8075%	31,6539%	29,5360%
4	E-12	L-1a	DE-1	H-1a
	31,2467%	30,9883%	30,1776%	28,8606%
5	EV-15	EV-16	MC-30	DHW-3
	28,5471%	28,3804%	27,6636%	26,6971%
6		EV-17	E-2	DE-4
		27,5233%	26,9065%	26,6481%
7				E-3
				26,3173%
8				E-11
				26,2260%

4.2.6 Σενάριο 3β: Μη Κατοικήσιμο – Ισλανδία (Βόρεια Ευρώπη) – Μέθοδος Β:

Πίνακας 4.38: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 3β

Τρέχον συνολικό SRI		30,3046%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	2
Heating	H-1b	1
Heating	H-1c	0
Heating	H-1d	2
Heating	H-1f	1
Heating	H-2a	2
Heating	H-2b	0
Heating	H-2d	1
Heating	H-3	0
Heating	H-4	1
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	0
Domestic hot water	DHW-1d	2
Domestic hot water	DHW-2b	0
Domestic hot water	DHW-3	2
Cooling	C-1a	0
Cooling	C-1b	2
Cooling	C-1c	0
Cooling	C-1d	2
Cooling	C-1f	0
Cooling	C-1g	1
Cooling	C-2a	2
Cooling	C-2b	1
Cooling	C-3	0
Cooling	C-4	0
Ventilation	V-1a	1
Ventilation	V-1c	2
Ventilation	V-2c	1
Ventilation	V-2d	2
Ventilation	V-3	2
Ventilation	V-6	0
Lighting	L-1a	1
Lighting	L-2	0
Dynamic building envelope	DE-1	2
Dynamic building envelope	DE-2	1

Πίνακας 4.39: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 3β (Συνέχεια)

Τρέχον συνολικό SRI		30,3046%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Dynamic building envelope	DE-4	2
Electricity	E-2	2
Electricity	E-3	1
Electricity	E-4	2
Electricity	E-5	1
Electricity	E-8	1
Electricity	E-11	3
Electricity	E-12	0
Electric vehicle charging	EV-15	0
Electric vehicle charging	EV-16	1
Electric vehicle charging	EV-17	1
Monitoring and control	MC-3	1
Monitoring and control	MC-4	2
Monitoring and control	MC-9	2
Monitoring and control	MC-13	0
Monitoring and control	MC-25	1
Monitoring and control	MC-28	1
Monitoring and control	MC-29	2
Monitoring and control	MC-30	2

Πίνακας 4.40: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 3β

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	30,3046%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	H-2b	MC-13	H-4	H-2d
	32,4552%	34,9498%	40,4808%	46,0237%
2	H-3	H-1f	V-6	C-4
	31,9675%	33,9359%	36,6970%	39,4229%
3	C-1a	MC-28	H-1b	L-2
	30,9482%	32,5618%	34,8440%	36,7206%
4	H-1c	MC-25	MC-3	C-3
	30,9334%	31,9836%	33,9974%	35,7485%
5	DHW-1b	V-2c	MC-4	C-2b
	30,7262%	31,4884%	32,9560%	34,6141%
6	C-1c	C-1g	V-1a	MC-29
	30,6793%	31,2682%	32,5656%	34,1900%
7	C-1f	DE-2	H-1a	DE-1
	30,5215%	30,9724%	32,1708%	33,2147%
8	E-12	DHW-2b	C-1b	DHW-3
	30,4908%	30,8903%	31,8688%	32,3301%
9	EV-15	L-1a	C-2a	DE-4
	30,3888%	30,7455%	31,7063%	32,1360%
10		EV-17	MC-30	E-2
		30,6534%	31,0532%	31,3773%
11		EV-16	DHW-1d	V-1c
		30,6298%	30,9672%	31,1943%
12		E-5	DHW-1a	E-3
		30,3994%	30,6747%	30,8294%
13		E-8	V-2d + V-3	E-11
		30,3046%	30,7588%	30,8966%
14			E-4	H-1d + C-1d
			30,3819%	30,3819%

Πίνακας 4.41: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 3β

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	30,3046%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	H-3	MC-13	H-2b	H-4
	46,3512%	44,6883%	42,1937%	36,2865%
2	C-1a	V-6	H-1f	H-2d
	41,9424%	41,2988%	39,4220%	35,8475%
3	H-1c	MC-28	H-1b	C-4
	37,5551%	36,9263%	35,3127%	33,0305%
4	C-3	MC-25	MC-3	L-2
	35,8731%	35,2451%	34,1949%	32,1811%
5	C-1c	DHW-1b	MC-4	C-2b
	34,6482%	34,2734%	33,4303%	31,9627%
6	C-1f	V-2c	V-1a	MC-29
	34,2055%	33,9886%	33,2264%	31,9290%
7	E-12	DE-2	C-1g	H-1a
	33,5719%	33,3856%	32,9347%	31,8654%
8	EV-15	DHW-2b	C-1b	DE-1
	32,8107%	32,7265%	32,3270%	31,3486%
9		L-1a	C-2a	DHW-3
		32,0835%	31,7268%	30,7659%
10		EV-17	MC-30	DE-4
		31,4829%	31,1341%	30,7343%
11		EV-16	DHW-1d	E-2
		31,2913%	30,9660%	30,6286%
12		E-5	DHW-1a	V-1c
		30,9018%	30,8069%	30,5317%
13		E-8	V-2d + V-3	E-3
		30,9135%	30,9135%	30,4593%
14			E-4	E-11
			30,5198%	30,4424%
15				H-1d + C-1d
				30,3046%

4.2.7 Σενάριο 4α: Κατοικήσιμο – Πολωνία (Βόρεια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Α:

Πίνακας 4.42: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 4α

Τρέχον συνολικό SRI		42,3626%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	3
Heating	H-1c	2
Heating	H-2a	0
Heating	H-2b	1
Heating	H-3	3
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	1
Domestic hot water	DHW-3	0
Cooling	C-1a	1
Cooling	C-2a	0
Cooling	C-3	2
Cooling	C-4	2
Ventilation	V-1a	0
Ventilation	V-6	1
Lighting	L-1a	0
Dynamic building envelope	DE-1	1
Dynamic building envelope	DE-4	1
Electricity	E-2	0
Electricity	E-3	2
Electricity	E-11	2
Electricity	E-12	1
Electric vehicle charging	EV-15	2
Electric vehicle charging	EV-16	0
Electric vehicle charging	EV-17	2
Monitoring and control	MC-13	0
Monitoring and control	MC-25	1
Monitoring and control	MC-30	1

Πίνακας 4.43: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 4α

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	42,3626%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-13	DHW-1b	H-2b	V-1a
	44,7869%	47,9134%	55,7923%	61,1950%
2	EV-16	H-2a	DE-1	H-3
	43,8721%	46,7160%	48,9740%	52,0940%
3	DHW-3	MC-25	V-6	E-12
	43,7678%	46,3442%	48,3813%	51,2545%
4	E-2	L-1a	MC-30	C-1a
	43,5297%	44,6985%	46,7147%	48,0401%
5	C-2a	DE-4	C-3 + E-11	E-3
	42,7594%	43,0178%	43,5346%	44,7072%
6			C-4 + EV-15	H-1a
			42,6959%	43,7210%

Πίνακας 4.44: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 4α

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	42,3626%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	EV-16	MC-13	H-2b	V-1a
	61,3275%	59,8180%	55,6441%	47,7652%
2	H-2a	DHW-1b	V-6	DE-1
	52,1982%	50,7763%	47,6497%	45,6127%
3	DHW-3	MC-25	MC-30	H-3
	51,4804%	50,0752%	47,4988%	45,4825%
4	C-2a	L-1a	E-2	E-12
	48,4853%	48,0885%	46,9197%	45,2358%
5			DE-4	C-1a
			44,2048%	43,6880%
6			C-3 + E-11	E-3
			44,0520%	43,5352%
7			EV-15	C-4
			43,6880%	43,5213%
8				H-1a
				43,3877%

4.2.8 Σενάριο 4β: Κατοικήσιμο – Πολωνία (Βόρεια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Β:

Πίνακας 4.45: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 4β

Τρέχον συνολικό SRI		36,5452%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	3
Heating	H-1b	0
Heating	H-1c	2
Heating	H-1d	1
Heating	H-1f	3
Heating	H-2a	0
Heating	H-2b	1
Heating	H-2d	3
Heating	H-3	3
Heating	H-4	2
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	1
Domestic hot water	DHW-1d	0
Domestic hot water	DHW-2b	3
Domestic hot water	DHW-3	0
Cooling	C-1a	1
Cooling	C-1b	1
Cooling	C-1c	1
Cooling	C-1d	1
Cooling	C-1f	2
Cooling	C-1g	0
Cooling	C-2a	0
Cooling	C-2b	0
Cooling	C-3	2
Cooling	C-4	2
Ventilation	V-1a	0
Ventilation	V-1c	0
Ventilation	V-2c	1
Ventilation	V-2d	1
Ventilation	V-3	1
Ventilation	V-6	1
Lighting	L-1a	0
Lighting	L-2	0
Dynamic building envelope	DE-1	1
Dynamic building envelope	DE-2	0

Πίνακας 4.46: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 4β (Συνέχεια)

Τρέχον συνολικό SRI		36,5452%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Dynamic building envelope	DE-4	1
Electricity	E-2	0
Electricity	E-3	2
Electricity	E-4	0
Electricity	E-5	1
Electricity	E-8	0
Electricity	E-11	2
Electricity	E-12	1
Electric vehicle charging	EV-15	2
Electric vehicle charging	EV-16	0
Electric vehicle charging	EV-17	2
Monitoring and control	MC-3	0
Monitoring and control	MC-4	1
Monitoring and control	MC-9	0
Monitoring and control	MC-13	0
Monitoring and control	MC-25	1
Monitoring and control	MC-28	0
Monitoring and control	MC-29	1
Monitoring and control	MC-30	1

Πίνακας 4.47: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 4β

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	36,5452%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-13	MC-28	MC-3	H-4
	37,9367%	40,8607%	44,2134%	47,4264%
2	MC-9	MC-4	H-2b	V-1a
	37,8385%	39,3143%	42,5568%	44,8812%
3	E-8	H-1b	DHW-1d	MC-29
	37,6862%	38,9569%	40,8789%	43,1316%
4	DHW-3	E-4	DHW-1b	H-3
	37,3600%	38,5010%	39,9881%	42,0498%
5	E-2	H-2a	V-6	L-2
	37,2295%	38,3589%	39,6196%	41,2484%
6	EV-16	MC-25	DE-1	E-12
	37,2014%	38,2719%	39,2860%	40,8777%
7	DE-2	V-2c	MC-30	H-2d
	36,9374%	37,7122%	38,5526%	39,8915%
8	L-1a	E-5	C-1b	V-1c
	36,8193%	37,4446%	38,2502%	38,9691%
9	C-2a	V-2d	C-1a	E-11
	36,7274%	37,1492%	37,7685%	38,3980%
10	C-1g + C-2b	H-1d	DHW-1a	DE-4
	36,5452%	36,9278%	37,5415%	38,1595%
11		V-3	C-3	DHW-2b
		36,7849%	36,9711%	37,5848%
12		C-1c + C-1d	C-4 + EV-15	E-3
		36,5452%	36,7136%	37,1999%
13				H-1a
				36,9278%

Πίνακας 4.48: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 4β

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	36,5452%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-3	MC-28	MC-13	H-4
	47,6513%	46,3531%	43,4291%	39,7582%
2	E-8	MC-9	H-2b	V-1a
	45,1919%	44,0509%	42,1121%	38,8696%
3	DHW-3	MC-4	H-1b	MC-29
	44,1830%	43,3682%	41,8925%	38,7979%
4	E-2	E-4	DHW-1d	H-3
	42,3542%	41,6699%	40,5288%	38,6069%
5	EV-16	H-2a	DHW-1b	L-2
	41,4467%	40,7905%	39,6611%	38,1741%
6	DE-2	MC-25	V-6	E-12
	40,8604%	40,4682%	39,3976%	38,1370%
7	L-1a	V-2c	MC-30	DE-1
	39,8995%	39,6254%	38,8506%	38,0102%
8	V-1c	E-5	C-1b	H-2d
	39,5546%	39,3150%	38,6897%	37,8841%
9	C-2a	H-1d	V-2d	E-11
	38,4009%	38,2187%	37,8362%	37,1747%
10	C-1g + C-2b	V-3	DHW-1a	C-1a
	38,0179%	38,0179%	37,7783%	37,1645%
11		C-1c + C-1d	C-3	DE-4
		37,3494%	37,3494%	37,1632%
12			C-4 + EV-15	DHW-2b
			37,3273%	37,1590%
13				E-3
				37,0315%
14				H-1a
				36,9278%

4.2.9 Σενάριο 5α: Κατοικήσιμο – Σλοβενία (Νότια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Α:

Πίνακας 4.49: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 5α

Τρέχον συνολικό SRI		32,2477%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	1
Heating	H-1c	0
Heating	H-2a	0
Heating	H-2b	1
Heating	H-3	2
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	2
Domestic hot water	DHW-3	1
Cooling	C-1a	0
Cooling	C-2a	1
Cooling	C-3	0
Cooling	C-4	1
Ventilation	V-1a	1
Ventilation	V-6	1
Lighting	L-1a	1
Dynamic building envelope	DE-1	0
Dynamic building envelope	DE-4	0
Electricity	E-2	3
Electricity	E-3	2
Electricity	E-11	0
Electricity	E-12	3
Electric vehicle charging	EV-15	1
Electric vehicle charging	EV-16	1
Electric vehicle charging	EV-17	1
Monitoring and control	MC-13	1
Monitoring and control	MC-25	0
Monitoring and control	MC-30	0

Πίνακας 4.50: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 5^α

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	32,2477%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-25	H-1c	C-4	C-1a
	35,4242%	39,3056%	44,6265%	49,0821%
2	E-11	MC-30	H-2b	DE-1
	34,1235%	36,2372%	41,1509%	45,0894%
3	C-3	H-2a	C-2a	H-1a
	33,5741%	35,6387%	39,2466%	42,7098%
4	DE-4	MC-13	V-1a	H-3
	32,7138%	34,3299%	36,9807%	39,1394%
5		V-6	L-1a	E-3
		33,1013%	33,7203%	35,8097%
6		EV-16	DHW-3	E-12
		33,0418%	33,5586%	35,3427%
7		EV-17	EV-15	E-2
		32,9032%	33,2365%	34,3364%

Πίνακας 4.51: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 5^α

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	32,2477%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	H-1c	MC-25	H-2b	C-4
	51,1295%	49,1888%	43,4744%	38,5607%
2	C-3	E-11	C-2a	C-1a
	43,7719%	42,4455%	40,3113%	36,7034%
3	H-2a	MC-30	MC-13	DE-1
	42,5645%	41,5322%	39,4185%	36,1862%
4	DE-4	V-6	V-1a	H-1a
	39,6814%	39,2153%	38,3617%	35,7109%
5		EV-16	L-1a	H-3
		35,8195%	35,0254%	34,4064%
6		EV-17	DHW-3	E-3
		35,5094%	34,8539%	34,3371%
7			EV-15	E-12
			34,3651%	34,0318%
8				E-2
				33,3476%

4.2.10 Σενάριο 5β: Κατοικήσιμο – Σλοβενία (Νότια - Ανατολική Ευρώπη) – Μέθοδος Β:

Πίνακας 4.52: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 5β

Τρέχον συνολικό SRI		35,8487%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Heating	H-1a	1
Heating	H-1b	1
Heating	H-1c	0
Heating	H-1d	1
Heating	H-1f	1
Heating	H-2a	0
Heating	H-2b	1
Heating	H-2d	1
Heating	H-3	2
Heating	H-4	1
Domestic hot water	DHW-1a	2
Domestic hot water	DHW-1b	2
Domestic hot water	DHW-1d	0
Domestic hot water	DHW-2b	1
Domestic hot water	DHW-3	1
Cooling	C-1a	0
Cooling	C-1b	1
Cooling	C-1c	1
Cooling	C-1d	2
Cooling	C-1f	0
Cooling	C-1g	1
Cooling	C-2a	1
Cooling	C-2b	3
Cooling	C-3	0
Cooling	C-4	1
Ventilation	V-1a	1
Ventilation	V-1c	2
Ventilation	V-2c	0
Ventilation	V-2d	2
Ventilation	V-3	2
Ventilation	V-6	1
Lighting	L-1a	1
Lighting	L-2	1
Dynamic building envelope	DE-1	0
Dynamic building envelope	DE-2	1

Πίνακας 4.53: Πίνακας επιπέδων λειτουργικότητας και συνολικού SRI για το σενάριο 5β (Συνέχεια)

Τρέχον συνολικό SRI		35,8487%
Domain	Code	Current Functionality Levels
Dynamic building envelope	DE-4	0
Electricity	E-2	3
Electricity	E-3	2
Electricity	E-4	2
Electricity	E-5	0
Electricity	E-8	1
Electricity	E-11	0
Electricity	E-12	3
Electric vehicle charging	EV-15	1
Electric vehicle charging	EV-16	1
Electric vehicle charging	EV-17	1
Monitoring and control	MC-3	1
Monitoring and control	MC-4	1
Monitoring and control	MC-9	2
Monitoring and control	MC-13	1
Monitoring and control	MC-25	0
Monitoring and control	MC-28	2
Monitoring and control	MC-29	1
Monitoring and control	MC-30	0

Πίνακας 4.54: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την πρώτη εκδοχή του σεναρίου 5β

Επανάληψη Από το Functionality Level 1				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	35,8487%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	MC-25	E-5	H-4	H-2d
	37,1495%	39,5070%	42,5028%	45,4091%
2	E-11	MC-4	C-4	C-1a
	36,9650%	38,3730%	40,6040%	42,7437%
3	C-3	V-2c	MC-13	MC-29
	36,6491%	37,9932%	40,1371%	42,2542%
4	MC-30	H-1f	MC-3	DE-1
	36,5947%	37,6505%	39,7077%	41,5030%
5	H-1c	H-2a	H-2b	H-1a
	36,3761%	37,2624%	39,2951%	41,0393%
6	C-1f	C-1g	H-1b	H-3
	36,2198%	36,9704%	38,6398%	40,1159%
7	DE-4	DHW-1d	C-2a	L-2
	36,1793%	36,7183%	38,2160%	39,5779%
8		V-1a	C-1b	E-12
		36,3838%	37,8035%	38,8178%
9		V-6	E-8	E-3
		36,3037%	37,2436%	38,0992%
10		DE-2	E-4	DHW-2b
		36,2997%	37,1553%	37,9732%
11		EV-17	DHW-3	E-2
		36,1975%	36,5700%	37,3032%
12		EV-16	L-1a	C-2b
		36,1739%	36,4630%	37,0280%
13		H-1d	DHW-1a + DHW-1b	EV-15
		36,1097%	36,5571%	36,7254%
14		C-1c	V-1c + V-2d + V-3	C-1d
		36,0343%	36,4450%	36,4450%

Πίνακας 4.55: Πίνακας δράσεων ανά επανάληψη και συνολικού SRI για την δεύτερη εκδοχή του σεναρίου 5β

Επανάληψη Από το Functionality Level 4				
Δράσεις και νέα συνολικά SRI				
Αρχικό SRI	35,8487%			
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	FUNCTIONALITY LEVEL 1	FUNCTIONALITY LEVEL 2	FUNCTIONALITY LEVEL 3	FUNCTIONALITY LEVEL 4
1	E-5	MC-25	MC-4	H-4
	45,7049%	44,4841%	42,1113%	39,2954%
2	E-11	V-2c	C-4	H-2d
	43,4464%	42,3301%	40,9860%	38,7550%
3	C-3	MC-30	MC-13	C-1a
	42,1002%	41,2999%	40,1323%	37,9884%
4	H-1c	H-1f	MC-3	MC-29
	41,6062%	41,0788%	40,0230%	37,9659%
5	C-1f	H-2a	H-2b	DE-1
	40,9342%	40,5630%	39,6767%	37,6440%
6	DE-4	C-1g	H-1b	H-1a
	40,3436%	40,0129%	39,2624%	37,5929%
7		DHW-1d	C-2a	H-3
		39,3614%	38,8225%	37,3248%
8		V-1a	C-1b	L-2
		39,1654%	38,6303%	37,2106%
9		DE-2	V-6	E-12
		38,2714%	37,8204%	36,8630%
10		EV-17	E-8	E-3
		37,9930%	37,6442%	36,7043%
11		EV-16	E-4	DHW-2b
		37,8475%	37,5222%	36,6666%
12		L-1a	DHW-3	E-2
		37,2321%	36,9544%	36,5819%
13		C-1c	H-1d	C-2b
		36,8603%	36,6747%	36,4137%
14			DHW-1a + DHW-1b	EV-15
			36,4644%	36,0171%
15			V-2d + V-3	V-1c
			36,2595%	35,9856%
16				C-1d
				35,8487%

Από τους πίνακες επιλεχθεισών δράσεων, προκύπτουν οι ακόλουθες δυο εικόνες (Εικόνες 4.7 και 4.8), οι οποίες προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων σχετικά με τις δυο εκδοχές του τελικού σταδίου της μεθοδολογίας, που παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Πιο συγκεκριμένα, σε κάθε εικόνα παρουσιάζονται τα συνολικά SRI που προκύπτουν ύστερα από την ολοκλήρωση κάθε επανάληψης, για κάθε εκδοχή που εξετάστηκε, για κάθε μέθοδο υπολογισμού του SRI και κάθε σενάριο που δημιουργήθηκε. Επιπροσθέτως, δηλώνεται και ποια εκδοχή προσέφερε το μεγαλύτερο SRI μεταξύ αντίστοιχων επαναλήψεων· με μπλε χρώμα η εκδοχή ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 1, με πράσινο η εκδοχή ξεκινήματος από το επίπεδο λειτουργικότητας 4, ενώ με κίτρινο η περίπτωση που οι αντίστοιχες επαναλήψεις αύξησαν εξίσου το SRI.

Σενάριο 1α				Σενάριο 2α			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4	Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	55,4950%	<	56,4974%	1	59,2441%	<	59,3911%
2	52,7562%	>	52,7129%	2	53,0791%	>	52,6824%
3	49,5581%	<	50,5631%	3	49,2345%	<	50,1371%
4	47,7478%	>	47,0896%	4	48,1980%	>	48,0457%
5	46,0607%	>	46,0376%	5	46,3720%	<	46,9633%
6	42,8061%	<	44,7917%	6	43,0744%	<	43,8426%
7	41,6323%	<	42,5477%	7	42,4062%	<	42,6300%
8	-	-	41,6323%	8	-	-	42,4062%

Σενάριο 3α				Σενάριο 4α			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4	Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	51,0482%	<	56,0947%	1	61,1950%	<	61,3275%
2	38,4390%	<	41,8394%	2	52,0940%	<	52,1982%
3	34,4499%	<	34,8788%	3	51,2545%	<	51,4804%
4	30,1289%	<	31,2467%	4	48,0401%	<	48,4853%
5	28,5471%	=	28,5471%	5	44,7072%	>	44,2048%
6	27,4509%	<	27,5233%	6	43,7210%	<	44,0520%
7	26,2260%	<	26,3173%	7	-	-	43,6880%
8	-	-	26,2260%	8	-	-	43,3877%

Σενάριο 5α			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	49,0821%	<	51,1295%
2	45,0894%	>	43,7719%
3	42,7098%	>	42,5645%
4	39,1394%	<	39,6814%
5	35,8097%	<	35,8195%
6	35,3427%	<	35,5094%
7	34,3364%	<	34,3651%
8	-	-	33,3476%

Εικόνα 16: Συγκενρωτικοί πίνακες σεναρίων για την μέθοδο υπολογισμού Α του SRI

Σενάριο 1β			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	52,6120%	<	54,1114%
2	50,3263%	<	50,4555%
3	49,8364%	<	49,9513%
4	49,0543%	<	49,3225%
5	47,7947%	<	47,8718%
6	47,3978%	>	47,1442%
7	46,8722%	<	46,9627%
8	47,1301%	>	46,8482%
9	46,0711%	>	45,9957%
10	45,6095%	<	46,4563%
11	45,3768%	<	45,5757%
12	44,8136%	<	45,0574%
13	44,3913%	<	44,6094%
14	43,8926%	<	44,1254%
15	43,8413%	=	43,8413%

Σενάριο 2β			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	50,7390%	<	52,5462%
2	47,4466%	<	47,8554%
3	45,8616%	<	46,3957%
4	44,6662%	<	45,3381%
5	43,7657%	<	44,1411%
6	43,5295%	<	43,8319%
7	43,3839%	>	43,1992%
8	42,0455%	<	42,7680%
9	42,0670%	<	42,3585%
10	41,3810%	<	41,5159%
11	40,7924%	<	41,5922%
12	40,4402%	<	40,7798%
13	40,1878%	<	40,2899%
14	-	-	40,1036%

Σενάριο 3β			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	46,0237%	<	46,3512%
2	39,4229%	<	41,9424%
3	36,7206%	<	37,5551%
4	35,7485%	<	35,8731%
5	34,6141%	<	34,6482%
6	34,1900%	<	34,2055%
7	33,2147%	<	33,5719%
8	32,3301%	<	32,8107%
9	32,1360%	>	32,0835%
10	31,3773%	<	31,4829%
11	31,1943%	<	31,2913%
12	30,8294%	<	30,9018%
13	30,8966%	<	30,9135%
14	30,3819%	<	30,5198%
15	-	-	30,3046%

Σενάριο 4β			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	47,4264%	<	47,6513%
2	44,8812%	<	45,1919%
3	43,1316%	<	44,1830%
4	42,0498%	<	42,3542%
5	41,2484%	<	41,4467%
6	40,8777%	>	40,8604%
7	39,8915%	<	39,8995%
8	38,9691%	<	39,5466%
9	38,3980%	<	38,4009%
10	38,1595%	>	38,0179%
11	37,5848%	>	37,3494%
12	37,1999%	<	37,3273%
13	36,9278%	<	37,0315%
14	-	-	36,9278%

Σενάριο 5β			
Επανάληψη Μεθόδου	Αποτελέσματα Από Functionality Level 1		Αποτελέσματα Από Functionality Level 4
1	45,4091%	<	45,7049%
2	42,7437%	<	43,4464%
3	42,2542%	>	42,1002%
4	41,5030%	<	41,6062%
5	41,0393%	>	40,9342%
6	40,1159%	<	40,3436%
7	39,5779%	>	39,3614%
8	38,8178%	<	39,1654%
9	38,0992%	<	38,2714%
10	37,9732%	<	37,9930%
11	37,3032%	<	37,8475%
12	37,0280%	<	37,2321%
13	36,7254%	<	36,8603%
14	36,4450%	<	36,4644%
15	-	-	36,2595%
16	-	-	35,8487%

Εικόνα 17: Συγκριτικοί πίνακες σεναρίων για την μέθοδο υπολογισμού Β του SRI

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κλείνοντας, ύστερα από ανάλυση των παραπάνω σεναρίων, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που ανέκυψαν για το μεθοδολογικό πλαίσιο υποστήριξης. Ιδιαίτερα κομβικό ρόλο, μεταξύ άλλων, για την εξαγωγή των συμπερασμάτων διαδραμάτισαν οι Εικόνες 4.7 και 4.8, οι οποίες ανέδειξαν εποπτικά και με απλό τρόπο τις συγκριτικές συνεισφορές κάθε εκδοχής του τελικού σεναρίου. Τα πορίσματα, λοιπόν, που προέκυψαν παρατίθενται ακολούθως:

1. Σε γενικές γραμμές, η εκδοχή όπου η επιλογή δράσεων αρχίζει από το επίπεδο λειτουργικότητας 4 οδηγεί σε μεγαλύτερα SRI στην πλειοψηφία των αντίστοιχων επαναλήψεων, συνεπώς, πράγματι προσφέρει αποδοτικότερη αναβάθμιση της ευφυΐας ενός κτιρίου από την εκδοχή αρχής από το επίπεδο λειτουργικότητας 1, όπως άλλωστε αναμενόταν κατά την ανάπτυξη της μεθοδολογίας.
Μάλιστα, ειδικά για τη μέθοδο υπολογισμού B, η συχνότητα επικράτησης της δεύτερης εκδοχής είναι ιδιαίτερα υψηλή (με ποσοστό άνω του 80% στα πέντε σενάρια που μελετήθηκαν), οπότε στη μέθοδο υπολογισμού B φαίνεται εντονότερα η αποδοτικότητα της δεύτερης εκδοχής του μεθοδολογικού πλαισίου.
Ένα ακόμα σημαντικό πόρισμα που εξάγεται είναι το γεγονός ότι στα σενάρια που εξετάστηκαν πάντα η πρώτη επανάληψη παρέχει υψηλότερο SRI ξεκινώντας από το επίπεδο 4. Επομένως, για μικρής κλίμακας αναβαθμίσεις είναι αρκετά πιθανό, βάσει των αποτελεσμάτων, να υπερτερεί η συγκεκριμένη εκδοχή έναντι εκείνης με εκκίνηση το επίπεδο 1, τόσο για τη μέθοδο A, όσο και για τη μέθοδο B υπολογισμού του SRI.
2. Επιπροσθέτως, όσον αφορά το κόστος της ευφυούς αναβάθμισης, όπου αναμενόταν να παρέχει καλύτερα αποτελέσματα η πρώτη εκδοχή, δεν προκύπτει με βάση τη συγκεκριμένη εργασία ασφαλές πόρισμα. Αυτό συμβαίνει για τον εξής λόγο.
Ο κανόνας είναι ότι τα ανώτερα επίπεδα λειτουργικότητας των υπηρεσιών επιβαρύνουν περισσότερο το κόστος της επένδυσης για τον ενδιαφερόμενο, οπότε για μια αναβάθμιση μέσω της δεύτερης εκδοχής είναι βέβαιο ότι τέτοια κόστη θα πραγματοποιηθούν. Ωστόσο, όπως φάνηκε χαρακτηριστικά στο αναλυτικό παράδειγμα του σεναρίου 1α, η δεύτερη εκδοχή, λόγω της ανωτερότητάς της σε επίπεδο αποδοτικότητας, έχει και την ικανότητα να φτάσει το SRI-στόχο με μικρότερο αριθμό δράσεων, εξοικονομώντας, κατά αυτόν τον τρόπο, πόρους από τον συνολικό αριθμό των δράσεων αναβάθμισης.
Επομένως, για να επιβεβαιωθεί το τελικό κόστος μιας επένδυσης απαιτείται πλήρης γνώση του κόστους όλων των επιμέρους αναβαθμίσεων. Ελλείψει τέτοιων αναλυτικών πινάκων ή έστω βιβλιογραφικής ανασκόπησης σχετικά με αυτό, η επιστημονικά θεμελιωμένη και βάσιμη εξαγωγή κάποιου συμπεράσματος κρίνεται αδύνατη.
Φυσικά, η δημιουργία αναλυτικών πινάκων κόστους θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο κάποιας μελλοντικής εργασίας και, μάλιστα, να οδηγήσει και σε περαιτέρω ανάπτυξη του μεθοδολογικού πλαισίου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσε να προσφέρεται στον χρήστη για κάθε εκδοχή, πέρα από τη λίστα των προτεινόμενων δράσεων αναβάθμισης, και μια εκτίμηση του συνολικού κόστους για την επίτευξη του SRI-στόχου.
Εναλλακτικά, η κατάταξη κάθε δράσης, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με βάση την ποσοστιαία συνεισφορά της στο συνολικό SRI ανά μονάδα κόστους, έναντι της ποσοστιαίας συνεισφοράς της, όπως αναπτύχθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας.
3. Επίσης, σχετικά με την αξία του αρχικού επιπέδου λειτουργικότητας των δράσεων στην κατάταξη τους πριν το τελικό στάδιο της μεθοδολογίας, τα συμπεράσματα που προέκυψαν κρίνονται αρκετά αξιόλογα. Το αναμενόμενο, δηλαδή ότι οι μεγάλες μεταβάσεις, όπως λόγω χάρη η $0 \rightarrow 4$, προσφέρουν μια αρκετά ικανοποιητική συνεισφορά στο συνολικό SRI και ως επακόλουθο μια σχετικά υψηλή κατάταξη για την αντίστοιχη υπηρεσία όντως ισχύει για αρκετές δράσεις. Παρ' όλα αυτά, παρατηρήθηκε σημαντικός αριθμός περιπτώσεων όπου υψηλές κατατάξεις, αλλά και την υψηλότερη (βλ. σενάριο 4β με τη δράση Η-4 στο επίπεδο

λειτουργικότητας 4), έλαβαν υπηρεσίες με μικρότερες μεταβάσεις και αντίστοιχα δράσεις με πολύ μεγάλες μεταβάσεις κατατάχθηκαν πολύ χαμηλά. Αποδεικνύεται, λοιπόν, ότι αν και το μέγεθος μιας μετάβασης επιδρά στην τελική κατάταξη της αντίστοιχης υπηρεσίας, ο σημαντικότερος παράγοντας είναι η ίδια η υπηρεσία και οι βαθμολογίες που της έχουν αποδοθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και, φυσικά, ο τύπος και η τοποθεσία του κτιρίου, τα οποία μεταβάλλουν σημαντικά τα domain weightings και, κατά συνέπεια, την τελική συνεισφορά των υπηρεσιών των τομέων.

4. Φυσικά, από τα πορίσματα αυτής της εργασίας δεν θα μπορούσε να λείπει το γεγονός ότι το SRI λειτουργεί προσθετικά, στο οποίο και βασίστηκε το μεθοδολογικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε. Αξιοποιώντας τον προσθετικό χαρακτήρα του, συνδυάζονται οι επιμέρους συνεισφορές στο συνολικό SRI κάθε μετάβασης που επιλέγεται στους επαναληπτικούς γύρους της μεθοδολογίας και προστίθενται μεταξύ τους, έως ότου καλυφθεί το SRI-στόχος.
5. Τέλος, μέσω της παρούσας εργασίας αναδείχτηκαν και ορισμένες πιθανές προεκτάσεις του μεθοδολογικού πλαισίου υποστήριξης. Καταρχάς, όπως αναφέρθηκε και στο συμπέρασμα 2, είναι δυνατή η συμπερίληψη του κόστους των δράσεων αναβάθμισης στο μεθοδολογικό πλαίσιο, προκειμένου να παρέχεται στον χρήστη σαφέστερη εικόνα του ύψους της επένδυσης που προϋποθέτει η προτεινόμενη λίστα δράσεων.
Επιπλέον, με βάση το εργαλείο excel που αναπτύχθηκε για την υλοποίηση του μεθοδολογικού πλαισίου, παρουσιάζεται η ευκαιρία για την ανάπτυξη περαιτέρω υπολογιστικών εργαλείων υποστήριξης του SRI.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Αναλυτική παρουσίαση του συνόλου των ευφώνων υπηρεσιών και των επιπέδων λειτουργικότητάς τους.

Technical domain	Smart-ready service	Functionality levels				
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Heating	Heating emission control	No automatic control	Central automatic control (e.g., central thermostat)	Individual room control (e.g., thermostatic valves, or electronic controller)	Individual room control with communication between controllers and to BACS	Individual room control with communication and occupancy detection
	Emission control for TABS (heating mode)	No automatic control	Central automatic control	Advanced central automatic control	Advanced central automatic control with intermittent operation and/or room temperature feedback control	-
	Control of distribution fluid temperature (supply or return air flow or water flow)	No automatic control	Outside temperature compensated control	Demand-based control	-	-
	Control of distribution pumps in networks	No automatic control	On/off control	Multi-stage control	Variable speed pump control (pump unit (internal) estimations)	Variable speed pump control (external demand signal)
	Thermal Energy Storage (TES) for building heating (excluding TABS)	Continuous storage operation	Time-scheduled storage operation	Load prediction-based storage operation	Heat storage capable of flexible control through grid signals (e.g., DSM)	-
	Heat generator control (all except heat pumps)	Constant temperature control	Variable temperature control depending on outdoor temperature	Variable temperature control depending on the load (e.g., depending on supply water temperature set point)	-	-
	Heat generator control (for heat pumps)	On/off control of heat generator	Multi-stage control of heat generator capacity depending on the load or demand (e.g., on/off of several compressors)	Variable control of heat generator capacity depending on the load or demand (e.g., hot gas bypass, inverter frequency control)	Variable control of heat generator capacity depending on the load AND external signals from grid	-
	Sequencing in case of different heat generators	Priorities only based on running time	Control according to fixed priority list e.g., based on rated energy efficiency	Control according to dynamic priority list (based on current energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators, e.g., solar, geothermal heat, cogeneration plant, fossil fuels)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions, capacity of generators AND external signals from grid)
	Report information regarding heating system performance	None	Central or remote reporting of current performance KPIs (e.g., temperatures, submetering energy usage)	Central or remote reporting of current performance KPIs and historical data	Central or remote reporting of performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Central or remote reporting of performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection
	Flexibility and grid interaction	No automatic control	Scheduled operation of heating system	Self-learning optimal control of heating system	Heating system capable of flexible control through grid signals (e.g., DSM)	Optimized control of heating system based on local predictions and grid signals (e.g., through model predictive control)
	Control of DHW storage charging	Automatic control on/off	Automatic control on/off and	Automatic control on/off and scheduled charging	Automatic charging control based on	-

Technical domain	Smart-ready service	Functionality levels				
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Domestic Hot Water (DHW)	(with direct electric heating or integrated electric heat pump)		scheduled charging enable	enable and multi-sensor storage management	local availability of renewables or information from electricity grid (DR, DSM)	
	Control of DHW storage charging (using hot water generation)	Automatic control on/off	Automatic control on/off and scheduled charging enable	Automatic on/off control, scheduled charging enable and demand-based supply temperature control or multi-sensor storage management	DHW production system capable of automatic charging control based on external signals (e.g., from district heating grid)	-
	Control of DHW storage charging (with solar collector and supplementary heat generation)	Manual selected control of solar energy or heat generation	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge and demand-oriented supply or multi-sensor storage management	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge, demand-oriented supply and return temperature control and multi-sensor storage management	-
	Sequencing in case of different DHW generators	Priorities only based on running time	Control according to fixed priority list e.g., based on rated energy efficiency	Control according to dynamic priority list (based on current energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators, e.g., solar, geothermal heat, cogeneration plant, fossil fuels)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions, capacity of generators AND external signals from grid)
	Report information regarding domestic hot water performance	None	Indication of actual values (e.g., temperatures, submetering energy usage)	Actual values and historical data	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection
Cooling	Cooling emission control	No automatic control	Central automatic control (e.g., central thermostat)	Individual room control (e.g., thermostatic valves, or electronic controller)	Individual room control with communication between controllers and to BACS	Individual room control with communication and occupancy detection
	Emission control for TABS (cooling mode)	No automatic control	Central automatic control	Advanced central automatic control	Advanced central automatic control with intermittent operation and/or room temperature feedback control	-
	Control of distribution network chilled water temperature (supply or return)	Constant temperature control	Outside temperature compensated control	Demand-based control	-	-
	Control of distribution pumps in networks	No automatic control	On/off control	Multi-stage control	Variable speed pump control (pump unit (internal) estimations)	Variable speed pump control (external demand signal)
	Interlock: avoiding simultaneous heating and cooling in the same room	No interlock	Partial interlock (minimising risk of simultaneous heating and cooling e.g., by sliding setpoints)	Total interlock (control system ensures no simultaneous heating and cooling can take place)	-	-
	Control of Thermal Energy Storage (TES) operation	Continuous storage operation	Time-scheduled storage operation	Load prediction-based storage operation	Cold storage capable of flexible control through grid signals (e.g., DSM)	-
	Cold storage capable of flexible control through	On/off control of cooling production	Multi-stage control of cooling production capacity	Variable control of cooling production capacity depending on the load or demand (e.g.,	Variable control of cooling production capacity depending on the load AND	-

Technical domain	Smart-ready service	Functionality levels				
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
	grid signals (e.g., DSM)		depending on the load or demand (e.g., on/off of several compressors)	hot gas bypass, inverter frequency control)	external signals from grid	
	Sequencing of different cooling generators	Priorities only based on running time	Fixed sequencing based on loads only e.g., depending on the generators' characteristics such as absorption chiller vs. centrifugal chiller	Dynamic priorities based on generator efficiency and characteristics (e.g., availability of free cooling)	Load prediction-based sequencing: the sequence is based on e.g., COP and available power of a device and the predicted required power	Sequencing based on dynamic priority list, including external signals from grid
	Report information regarding cooling system performance	None	Central or remote reporting of current performance KPIs (e.g., temperatures, submetering energy usage)	Central or remote reporting of current performance KPIs and historical data	Central or remote reporting of performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Central or remote reporting of performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection
	Flexibility and grid interaction	No automatic control	Scheduled operation of cooling system	Self-learning optimal control of cooling system	Cooling system capable of flexible control through grid signals (e.g., DSM)	Optimized control of cooling system based on local predictions and grid signals (e.g., through model predictive control)
Ventilation	Supply air flow control at the room level	No ventilation system or manual control	Clock control	Occupancy detection control	Central Demand Control based on air quality sensors (CO ₂ , VOC, humidity, etc.)	Local Demand Control based on air quality sensors (CO ₂ , VOC, etc.) with local flow from/to the zone regulated by dampers
	Air flow or pressure control at the air handler level	No automatic control: Continuously supplies of air flow for a maximum load of all rooms	On/off time control: Continuously supplies of air flow for a maximum load of all rooms during nominal occupancy time	Multi-stage control: To reduce the auxiliary energy demand of the fan	Automatic flow or pressure control without pressure reset: Load dependent supplies of air flow for the demand of all connected rooms	Automatic flow or pressure control with pressure reset: Load dependent supplies of air flow for the demand of all connected rooms (for variable air volume systems with VFD)
	Heat recovery control: prevention of overheating	Without overheating control	Modulate or bypass heat recovery based on sensors in air exhaust	Modulate or bypass heat recovery based on multiple room temperature sensors or predictive control	-	-
	Supply air temperature control at the air handling unit level	No automatic control	Constant setpoint: A control loop enables to control the supply air temperature, the setpoint is constant and can only be modified by a manual action	Variable set point with outdoor temperature compensation	Variable set point with load dependant compensation. A control loop enables to control the supply air temperature. The setpoint is defined as a function of the loads in the room	-
	Free cooling with mechanical ventilation system	No automatic control	Night cooling	Free cooling: air flows modulated during all periods of time to minimize the amount of mechanical cooling	H,x- directed control: The amount of outside air and recirculation air are modulated during all periods of time to minimize the amount of mechanical cooling. Calculation is performed on the	-

Technical domain	Smart-ready service	Functionality levels				
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Technical domain					basis of temperatures and humidity (enthalpy).	
	Reporting information regarding IAQ	None	Air quality sensors (e.g., CO ₂) and real time autonomous monitoring	Real time monitoring & historical information of IAQ available to occupants	Real time monitoring & historical information of IAQ available to occupants + warning on maintenance needs or occupant actions (e.g., window opening)	-
Lighting	Occupancy control for indoor lighting	Manual on/off switch	Manual on/off switch + additional sweeping extinction signal	Automatic detection (auto on/dimmed or auto off)	Automatic detection (manual on/dimmed or auto off)	-
	Control artificial lighting power based on daylight levels	Manual (central)	Manual (per room/zone)	Automatic switching	Automatic dimming	Automatic dimming including sense-based light control (during time intervals, dynamic and adapted lighting scenes are set, for example, in terms of illuminance level, different correlated colour temperature (CCT) and the possibility to change the light distribution within the space according to e.g., design, human needs, visual tasks)
Dynamic Building Envelope	Window solar shading control	No sun shading or only manual operation	Motorised operation with manual control	Motorised operation with automatic control based on sensor data	Combined light/blind/HVAC control	Predictive blind control (e.g., based on weather forecast)
	Window open/closed control combined with HVAC system	Manual operation or only fixed windows	Open/closed detection to shut down heating or cooling systems	Level 1 + Automised mechanical window opening based on room sensor data	Level 2 + Centralized coordination of operable windows, e.g., to control free natural night cooling	-
	Reporting information regarding performance of dynamic building envelope systems	No reporting	Position of each product & fault detection	Position of each product, fault detection & predictive maintenance	Position of each product, fault detection, predictive maintenance, real-time sensor data (wind, lux, temperature, etc.)	Position of each product, fault detection, predictive maintenance, real-time & historical sensor data (wind, lux, temperature, etc.)
Electricity	Reporting information regarding local electricity generation	None	Current generation data available	Actual values and historical data	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection
	Storage of (locally generated) electricity	None	On site storage of electricity (e.g., electric battery)	On site storage of energy (e.g., electric battery or thermal storage) with controller based on grid signals	On site storage of energy (e.g., electric battery or thermal storage) with controller optimising the use of locally generated electricity	On site storage of energy (e.g., electric battery or thermal storage) with controller optimising the use of locally generated electricity and possibility to feed back into the grid
	Optimizing self-consumption of	None	Scheduling electricity	Automated management of local electricity	Automated management of	-

Technical domain	Smart-ready service	Functionality levels				
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Technical domain	locally generated electricity		consumption (plug loads, white goods, etc.)	consumption based on current renewable energy availability	local electricity consumption based on current and predicted energy needs and renewable energy availability	
	Control of combined heat and power plant (CHP)	CHP control based on scheduled runtime management and/or current heat energy demand	CHP runtime control influenced by the fluctuating availability of RES; overproduction will be fed into the grid	CHP runtime control influenced by the fluctuating availability of RES and grid signals; dynamic charging and runtime control to optimise self-consumption of renewables	-	-
	Support of (micro)grid operation modes	None	Automated management of (building level) electricity consumption based on grid signals	Automated management of (building level) electricity consumption and electricity supply to neighbouring buildings (microgrid) or grid	Automated management of (building level) electricity consumption and supply, with potential to continue limited off-grid operation (island mode)	-
	Reporting information regarding energy storage	None	Current state of charge (SOC) data available	Actual values and historical data	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection
	Reporting information regarding electricity consumption	None	Reporting on current electricity consumption on building level	Real-time feedback or benchmarking on building level	Real time feedback or benchmarking on appliance level	Real time feedback or benchmarking on appliance level with automated personalized recommendations
Electric Vehicle Charging	EV Charging Capacity	Not present	Ducting (or simple power plug) available	0–9% of parking spaces has recharging points	10–50% of parking spaces has recharging point	> 50% of parking spaces has recharging point
	EV Charging Grid balancing	Not present (uncontrolled charging)	1–way controlled charging (e.g., including desired departure time and grid signals for optimisation)	2–way controlled charging (e.g., including desired departure time and grid signals for optimisation)	-	-
	EV charging information and connectivity	No information available	Reporting information on EV charging status to occupant	Reporting information on EV charging status to occupant AND automatic identification and authorisation of the driver to the charging station (ISO 15118 compliant)	-	-
Monitoring & Control	Run time management of HVAC systems	Manual setting	Runtime setting of heating and cooling plants following a predefined time schedule	Heating and cooling plant on/off control based on building loads	Heating and cooling plant on/off control based on predictive control or grid signals	-
	Detecting faults of technical building systems and providing support to the diagnosis of these faults	No central indication of detected faults and alarms	With central indication of detected faults and alarms for at least 2 relevant TBS	With central indication of detected faults and alarms for all relevant TBS	With central indication of detected faults and alarms for all relevant TBS, including diagnosing functions	-
	Occupancy detection: connected services	None	Occupancy detection for individual	Centralised occupant detection which feeds in to several TBS such as lighting and heating	-	-

Technical domain	Smart-ready service	Functionality levels				
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
			functions, e.g., lighting			
	Central reporting of TBS performance and energy use	None	Central or remote reporting of real time energy use per energy carrier	Central or remote reporting of real time energy use per energy carrier, combining TBS of at least 2 domains in one interface	Central or remote reporting of real time energy use per energy carrier, combining TBS of all main domains in one interface	-
	Smart Grid Integration	None - No harmonisation between grid and TBS; building is operated independently from the grid load	Demand side management possible for (some) individual TBS, but not coordinated over various domains	Coordinated demand side management of multiple TBS	-	-
	Reporting information regarding demand side management performance and operation	None	Reporting information on current DSM status, including managed energy flows	Reporting information on current historical and predicted DSM status, including managed energy flows	-	-
	Override of DSM control	No DSM control	DSM control without the possibility to override this control by the building user (occupant or facility manager)	Manual override and reactivation of DSM control by the building user	Scheduled override of DSM control (and reactivation) by the building user	Scheduled override of DSM control and reactivation with optimised control
	Single platform that allows automated control & coordination between TBS + optimisation of energy flow based on occupancy, weather and grid signals	None	Single platform that allows manual control of multiple TBS	Single platform that allows automated control & coordination between TBS	Single platform that allows automated control & coordination between TBS + optimisation of energy flow based on occupancy, weather and grid signals	-

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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

Aruta G, Ascione F, Bianco N, Iovane T, Mastellone M. Assessment of the Incentive Rate to Favor the Energy Retrofit of Public Buildings: A Comprehensive Approach for an Italian University Facility. *Energies*. 2023; 16(11):4483. <https://doi.org/10.3390/en16114483>

Apostolopoulos V., Giourka P., Martinopoulos G., Angelakoglou K., Kourtzanidis K., Nikolopoulos N. (2022). Smart readiness indicator evaluation and cost estimation of smart retrofitting scenarios – A comparative case–study in European residential buildings. *Sustainable Cities and Society*, 82, 103921.

Attoue N., Shahrour I., Younes R. (2018). Smart building: Use of the artificial neural network approach for indoor temperature forecasting. *Energies*, 11(2), 395.

BPIE – Buildings Performance Institute Europe. (2021). Deep Renovation: Shifting from Exception to Standard Practice in EU Policy. Available online: <https://www.bpie.eu/publication/deep-renovation-shifting-from-exception-to-standard-practice-in-eu-policy/> (accessed on 15 April 2023).

Commission Delegated Regulation (EU) 2020/2155 of 14 October 2020 supplementing Directive (EU) 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council by establishing an optional common European Union scheme for rating the smart readiness of buildings (Text with EEA relevance).

Commission Implementing Regulation (EU) 2020/2156 of 14 October 2020 detailing the technical modalities for the effective implementation of an optional common Union scheme for rating the smart readiness of buildings (Text with EEA relevance).

Directive 2018/844/EU of the European parliament and of the council of 30 may 2018 amending directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and directive 2012/27/EU on energy efficiency.

EIB – European Investment Bank. (2018). ELENA – Supporting investments in energy efficiency and sustainable transport. <http://www.eib.org/products/advising/elena/index.htm> (accessed on 2 June 2023).

European Commission. (2020). A Renovation Wave for Europe - Greening Our Buildings, Creating Jobs, Improving Lives. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662> (accessed on 14 April 2023).

European Commission. (2019a). The European Green Deal COM/2019/640 Final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions. Brussels, Belgium, 11 December 2019. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> (accessed on 14 April 2023).

Ghaffarianhoseini A., AlWaer H., Ghaffarianhoseini A., Clements-Croome D., Berardi U., Raahemifar K., Tookey J. (2018). Intelligent or smart cities and buildings: a critical exposition and a way forward. *Intelligent Buildings International*, 10, 122 – 129.

European Energy Efficiency Fund. (2018). European Energy Efficiency Fund <https://www.eeef.lu/objective-of-the-fund.html> (accessed on 2 June 2023).

Filippidou F., Jimenez Navarro J.P. (2019). Achieving the Cost-Effective Energy Transformation of Europe's Buildings: Combinations of Insulation and Heating & Cooling Technologies Renovations: Methods and Data. Joint Research Centre (JRC).

Hutton H. (2018). Renovation roadmap: Making Europe's homes fit for the 21st century, The Prince of Wales's Corporate Leaders Group. University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL), Cambridge, UK.

Janhunen E., Leskinen N., Junnila S. (2020). The economic viability of a progressive smart building system with power storage. *Sustainability*, 12(15), 5998.

Kim D, Yoon Y, Lee J, Mago PJ, Lee K, Cho H. Design and Implementation of Smart Buildings: A Review of Current Research Trend. *Energies*. 2022; 15(12):4278. <https://doi.org/10.3390/en15124278>

Lakatos E., Arsenopoulos A. (2019). Investigating EU financial instruments to tackle energy poverty in households: A SWOT analysis. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. 14(6), 235–253.

Märzinger T., Österreicher D. (2020). Extending the application of the smart readiness indicator—a methodology for the quantitative assessment of the load shifting potential of smart districts. *Energies*, 13(13), 3507.

To W.M., Lai L.S.L., Lam K.H., Chung A.W.L. (2018). Perceived importance of smart and sustainable building features from the users' perspective. *Smart Cities*, 1, 163–175.

Ramezani, B., da Silva, M. G., & Simoes, N. (2021). Application of smart readiness indicator for Mediterranean buildings in retrofitting actions. *Energy and Buildings*, 249, 111173.

Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 Establishing the Framework for Achieving Climate Neutrality and Amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law', 2021). 243.

Roccotelli M, Mangini AM. Advances on Smart Cities and Smart Buildings. *Applied Sciences*. 2022; 12(2):631. <https://doi.org/10.3390/app12020631>

Ruggieri G, Andreolli F, Zangheri P. A Policy Roadmap for the Energy Renovation of the Residential and Educational Building Stock in Italy. *Energies*. 2023; 16(3):1319. <https://doi.org/10.3390/en16031319>

Sonnleithner, Manfred. "New opportunities for increasing the renovation rate of buildings." *Architecture papers of the Faculty of Architecture and Design STU* 26.1 (2021): 2-9.

United Nations Environment Programme (2021). 2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.

Verbeke S., Aerts D., Reynders G., Ma Y., Waide P. (2020). Final report on the technical support to the development of a Smart Readiness Indicator for buildings. European Commission.

Vivian J., Chiodarelli U., Emmi G., Zarrella A. (2020). A sensitivity analysis on the heating and cooling energy flexibility of residential buildings. *Sustainable Cities and Society*, 52, 101815