



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



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

**Αξιολόγηση της Ετοιμότητας Διαφόρων Ευρωπαϊκών  
Χωρών για την Υιοθέτηση του Συστήματος Αξιολόγησης της  
Ευφυΐας του Κτιριακού Τομέα (SRI)**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεώργιος Μάξιμος, Α. Παλιάτσος

Επιβλέπων : Χρυσόστομος (Χάρης), Δούκας

Καθηγητής, Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2023



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

**Αξιολόγηση της Ετοιμότητας Διαφόρων Ευρωπαϊκών  
Χωρών για την Υιοθέτηση του Συστήματος Αξιολόγησης της  
Ευφυΐας του Κτιριακού Τομέα (SRI)**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεώργιος Μάξιμος, Α. Παλιάτσος

**Επιβλέπων :** Χρυσόστομος (Χάρης), Δούκας

Καθηγητής, Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 18<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2023.

.....  
Χάρης Δούκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

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

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

Αθήνα, Οκτώβριος 2023

.....  
Γεώργιος Μάξιμος, Α. Παλιάτσος

Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεώργιος Μάξιμος, Α. Παλιάτσος, 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

Ο Δείκτης Ετοιμότητας για Έξυπνα Κτίρια (Smart Readiness Indicator - SRI) έχει αναδειχθεί ως ένα μέσο αξιολόγησης των τεχνολογικών δυνατοτήτων και της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αυτή η εργασία στοχεύει να διεξάγει μια συγκριτική μελέτη της εφαρμογής του SRI σε κτίρια σε διάφορες χώρες.

Η έρευνα ξεκινά με τη θεμελίωση της θεωρητικής βάσης για το SRI και τη σημασία του στην προώθηση των αιεφόρων κτιρίων. Εξετάζει τα κύρια στοιχεία του SRI, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης ενέργειας, της αυτοματοποίησης, της άνεσης των χρηστών και της ανάλυσης δεδομένων, και τη σημασία τους στην αξιολόγηση της έτοιμης για έξυπνη χρήση των κτιρίων. Επιπλέον, η μελέτη ερευνά τους παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή του SRI σε κάθε χώρα.

Για να πραγματοποιηθεί η συγκριτική ανάλυση, αναπτύσσεται ένα πλαίσιο πολυκριτήριας ανάλυσης που ενσωματώνει μια σειρά ποσοτικών και ποιοτικών δεικτών. Οι επιλεγμένοι δείκτες περιλαμβάνουν περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές και τεχνολογικές πτυχές, επιτρέποντας μια ολιστική αξιολόγηση του SRI σε κτίρια. Συλλέγονται δεδομένα από εναλλακτικές χώρες που αντιπροσωπεύουν διάφορες γεωγραφικές περιοχές, διαφορετικές οικονομικές συνθήκες και διακριτά πολιτισμικά πλαίσια. Αυτό επιτρέπει περιεκτική σύγκριση της εφαρμογής του SRI σε κτίρια σε διάφορες εθνικές περιπτώσεις.

Τα ευρήματα της έρευνας παρέχουν σημαντικές εισηγήσεις για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της εφαρμογής του SRI σε κάθε χώρα, επισημαίνοντας τις βέλτιστες πρακτικές και τους τομείς που χρήζουν βελτίωσης. Η συγκριτική ανάλυση επιτρέπει την αναγνώριση των παραγόντων που συμβάλλουν στην επιτυχή υιοθέτηση του SRI, όπως οι υποστηρικτικές πολιτικές, τα οικονομικά κίνητρα, η τεχνολογική υποδομή και η ευαισθητοποίηση του κοινού. Επιπλέον, φωτίζει τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι χώρες με χαμηλούς βαθμούς εφαρμογής του SRI, διευκολύνοντας την κοινοποίηση γνώσεων και την ανταλλαγή πολιτικών μεταξύ των χωρών.

**Λέξεις κλειδιά:** Δείκτης Ετοιμότητας για Έξυπνα Κτίρια, Βιώσιμα Κτίρια, Πολυκριτήρια Ανάλυση, Ενεργειακή Απόδοση



## **Abstract**

The concept of Smart Readiness Indicator (SRI) has gained significant attention in the field of sustainable buildings, offering a comprehensive assessment of a building's technological capabilities and energy efficiency. This thesis aims to conduct a comprehensive comparative study of SRI implementation in buildings across different countries.

The research begins by establishing a solid theoretical foundation on SRI and its significance in promoting sustainable buildings. It explores the key components of SRI, including energy management, automation, occupant comfort, and data analytics, and their relevance in evaluating a building's smart readiness. Furthermore, the study investigates the contextual factors that influence SRI implementation, such as regulatory frameworks, technology adoption rates, and cultural factors, to provide a comprehensive understanding of the diverse country-specific challenges and opportunities.

To conduct the comparative analysis, a multicriteria evaluation framework is developed, integrating a range of quantitative and qualitative indicators. The selected indicators encompass environmental, economic, social, and technological aspects, enabling a holistic assessment of SRI in buildings. Data is collected from alternative countries representing diverse geographical regions, varying economic conditions, and distinct cultural contexts. This enables a robust and comprehensive comparison of SRI implementation in buildings across different national settings.

**Key words:** Smart Readiness Indicator, SRI, Sustainable Buildings, Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA, TOPSIS





## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π., κύριο Δούκα Χρυσόστομο, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα, κύριο Αρσενόπουλο Απόστολο, για την υποστήριξή του κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και ιδιαίτερα στον αδελφό μου, Ευάγγελο, για τη στήριξη, τη συμπαράσταση και τη συνεχή ενθάρρυνσή τους.



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	5
Abstract .....	7
Περιεχόμενα διαγραμμάτων .....	13
Περιεχόμενα πινάκων .....	14
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....	15
Κεφάλαιο 2: Μέθοδος εφαρμογής SRI.....	18
Κεφάλαιο 3: Προτεινόμενοι τρόποι εφαρμογής του SRI από την Ευρωπαϊκή Ένωση .....	26
3.1    Πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικές με το SRI.....	26
3.2    Μηχανισμοί χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την υποστήριξη του SRI.....	28
Κεφάλαιο 4: Βιβλιογραφική Επισκόπηση Πολυκριτήριας Αξιολόγησης .....	34
4.1    Φιλοσοφία Υποστήριξης Αποφάσεων Πολλαπλών Κριτηρίων .....	34
4.2    Συνεπής Οικογένεια Κριτηρίων .....	36
4.3    Τεχνικές Πολυκριτήριας Ανάλυσης.....	37
4.4    Πλεονεκτήματα χρήσης Πολυκριτήριας Ανάλυσης.....	38
4.5    Εφαρμογή Πολυκριτήριας Ανάλυσης σε άλλες μελέτες.....	40
Κεφάλαιο 5: Ορισμός του προβλήματος .....	42
5.1    Χώρες - Εναλλακτικές της μελέτης .....	42
5.2    Κριτήρια Αξιολόγησης.....	42
5.2.1    Ευαισθητοποίηση και αποδοχή του κοινού .....	43
5.2.2    Απασχόληση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	43
5.2.3    Κανονιστικός δείκτης για βιώσιμη ενέργεια (RISE: Regulatory Indicator for Sustainable Energy).....	44
5.2.4    Νομοθεσίες και κανονισμοί που σχετίζονται με το SRI.....	45
5.2.5    Εφαρμογή μεθόδου αξιολόγησης SRI μέχρι σήμερα .....	53
5.2.6    Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας .....	54

5.2.7	Μηχανισμοί χρηματοδότησης και προγράμματα που θα μπορούσαν ενδεχομένως να υποστηρίξουν το πρόγραμμα SRI .....	54
5.2.8	Πλήθος κτιρίων που κατασκευάστηκαν μετά το 1980 ως ποσοστό επί του συνολικού κτιριακού αποθέματος.....	54
5.2.9	Υποδομές .....	55
5.2.10	Συνολική κατανάλωση ενέργειας κτιρίων .....	55
5.2.11	Κατανάλωση ως ποσοστό του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος.....	55
5.2.12	Τεχνολογική καινοτομία (% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος).....	56
5.2.13	Ετοιμότητα ψηφιακού μετασχηματισμού .....	56
Κεφάλαιο 6: Μέθοδος Πολυκριτήριας Ανάλυσης.....		59
6.1	Η μέθοδος TOPSIS .....	59
6.2	Αποτελέσματα Πολυκριτήριας Ανάλυσης .....	62
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα .....		65
Βιβλιογραφία .....		67

## **Περιεχόμενα διαγραμμάτων**

Διάγραμμα 4.1: Διαδικασία Υποστήριξης Αποφάσεων Πολλαπλών Κριτηρίων [12] 35

Διάγραμμα 6.1: Αποτελέσματα TOPSIS .....63

## **Περιεχόμενα πινάκων**

Πίνακας 2.1 Μεθοδολογία SRI – Τεχνικοί Τομείς, Κριτήρια, Βασικές Λειτουργίες..	18
Πίνακας 3.1 Πρωτοβουλίες της ΕΕ που σχετίζονται με το SRI .....	27
Πίνακας 5.1: Πίνακας απόφασης .....	58
Πίνακας 6.1 Κατάταξη εναλλακτικών χωρών σύμφωνα με την TOPSIS .....	62

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για το Κλίμα (European Climate Law, Regulation 2021) [1], που εγκρίθηκε το 2021, θέτει το φιλόδοξο στόχο μείωσης των εκπομπών των αέριων του θερμοκηπίου (GHG: Green House Gases) κατά 55% έως το 2030 και επίτευξη κλιματικής ουδετερότητα έως το 2050 σύμφωνα με το όραμα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal vision, European Commission, 2019).

Η ανακαίνιση του κτιριακού τομέα είναι ένας βασικός παράγοντας για την απανθρακοποίηση του ενεργειακού συστήματος, καθώς και τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας και αύξηση της ευελιξίας του ηλεκτρικού δικτύου, διευκολύνοντας έτσι την περαιτέρω απορρόφηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

Για το σκοπό αυτό, ως μέρος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εισήγαγε το 2020 την Πρωτοβουλία «Renovation Wave» (European Commission, 2020) [2], η οποία περιλαμβάνει ένα σχέδιο δράσης για τη σημαντική αύξηση του ρυθμού ανακαίνισης κτιρίων έως το 2030, ενισχύοντας παράλληλα τη δημιουργία πράσινων και έξυπνων κτιρίων που συμβάλλουν στη βελτιωμένη ποιότητα ζωής.

Η ενσωμάτωση λύσεων βασισμένων σε τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, αποτελεί βασικό στοιχείο των έξυπνων κτιρίων, το οποίο διευκολύνει σημαντικά τη βελτιστοποίηση του αποδοτικού ενεργειακού ελέγχου των τεχνικών συστημάτων των κτιρίων. Επιπλέον, συμβάλλει στη δημιουργία πιο άνετων και αποδοτικών κτιρίων ικανά να προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών, ενώ παράλληλα παρέχει την απαραίτητη ενεργειακή ευελιξία στο δίκτυο ως μέρος της καθημερινής τους λειτουργίας. Η ευφυΐα συνδέεται με υψηλότερη εξοικονόμηση ενέργειας και ως εκ τούτου, θα πρέπει να συνδέεται με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες, τους διαφορετικούς τύπους κτιρίων και τις ειδικές ανάγκες των αστικών περιοχών. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το επίπεδο ευφυΐας ενός κτιρίου είναι μεταξύ των βασικών παραγόντων της βιωσιμότητας ενός κτιρίου και συνδέεται στενά με την ικανότητα ενός κτιρίου να προσαρμόζεται στη συνεχιζόμενη κλιματική αλλαγή. [3]

Ο όρος έξυπνο κτίριο αναφέρεται στην ικανότητα ενός κτιρίου ή των συστημάτων του να αισθάνονται, να ερμηνεύουν, να επικοινωνούν και να ανταποκρίνονται με αποτελεσματικό τρόπο στις μεταβαλλόμενες συνθήκες που σχετίζονται με τη

λειτουργία των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου, του εξωτερικού περιβάλλοντος (συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών δικτύων) καθώς και τις απαιτήσεις από τους ενοίκους του κτιρίου [3].

Με στόχο την ενίσχυση της υλοποίησης των Smart Ready Technologies (SRT) στα κτίρια και την επακόλουθη συνολική έξυπνη λειτουργία του κτιριακού τομέα, κυκλοφόρησε τελικά ένα ευρωπαϊκό σχέδιο για την αξιολόγηση της έξυπνης ετοιμότητας των κτιρίων που ονομάζεται «Έξυπνος Δείκτης Ετοιμότητας» (Smart Readiness Indicator ή SRI). Ο Έξυπνος Δείκτης Ετοιμότητας για κτίρια παρέχει πληροφορίες για την τεχνολογική ετοιμότητα των κτιρίων να αλληλοεπιδρούν με τους ενοίκους τους και τα ενεργειακά δίκτυα, καθώς και για τις δυνατότητές τους για αποτελεσματικότερη λειτουργία και βελτιωμένη απόδοση μέσω της χρήσης τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών.

Το πρόγραμμα SRI αποσκοπεί στην ευαισθητοποίηση σχετικά με τα οφέλη των έξυπνων κτιρίων από ενεργειακή άποψη και να προωθήσει τις επενδύσεις σε τεχνολογίες έξυπνων κτιρίων υποστηρίζοντας την υιοθέτηση της τεχνολογικής καινοτομίας στον κτιριακό τομέα.

Αυτή η έρευνα στοχεύει στο να πραγματοποιήσει μια συγκριτική μελέτη της εφαρμογής του SRI σε κτίρια σε διάφορες χώρες.

Η έρευνα ξεκινά με τη θεμελίωση της θεωρητικής βάσης του SRI και τη σημασία του στην προώθηση των βιώσιμων κτιρίων. Αναλύει τα βασικά συστατικά του SRI, όπως η διαχείριση ενέργειας, η αυτοματοποίηση, η άνεση των χρηστών και η ανάλυση δεδομένων, και τη σημασία τους στην αξιολόγηση της ετοιμότητας των κτιρίων για έξυπνη χρήση. Επιπλέον, η μελέτη εξετάζει τους παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή του SRI σε κάθε χώρα.

Για να επιτευχθεί αυτή η σύγκριση, αναπτύσσεται ένα πλαίσιο πολυκριτήριας ανάλυσης που συμπεριλαμβάνει μια σειρά δεικτών, είτε ποσοτικών είτε ποιοτικών. Αυτοί οι δείκτες καλύπτουν διάφορες πτυχές, όπως περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές και τεχνολογικές, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση του SRI σε κτίρια. Συγκεντρώνονται δεδομένα από διάφορες χώρες που αντιπροσωπεύουν διάφορες γεωγραφικές περιοχές, διαφορετικές οικονομικές συνθήκες και διαφορετικά



πολιτιστικά πλαίσια. Αυτό επιτρέπει μια πλήρη σύγκριση της εφαρμογής του SRI σε κτίρια σε διάφορες εθνικές περιπτώσεις.

Σε συμφωνία με τα παραπάνω, στο πρώτο κεφάλαιο της μελέτης γίνεται θεμελίωση της θεωρητικής βάσης για το SRI και τη σημασία του στην προώθηση των βιώσιμων κτιρίων. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η μέθοδος εφαρμογής και υπολογισμού του SRI. Έπειτα, γίνεται επισκόπηση των μεθόδων πολυκριτήριας ανάλυσης και ανάδειξη των πλεονεκτημάτων εφαρμογής τους. Ακόμη, παρουσιάζονται οι εναλλακτικές και τα κριτήρια αξιολόγησης που εφαρμόζονται στην παρούσα μελέτη. Καταλήγοντας, παρατίθενται τα αποτελέσματα της πολυκριτήριας ανάλυσης και εξάγονται συμπεράσματα.

## Κεφάλαιο 2: Μέθοδος εφαρμογής SRI

Η μεθοδολογία υπολογισμού του SRI έχει βασιστεί σε έναν κατάλογο «έξυπνων υπηρεσιών» που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ευφυΐα ενός κτιρίου με βάση τις λειτουργίες που μπορούν να προσφέρουν. Ενδεικτικά παραδείγματα έξυπνων υπηρεσιών περιλαμβάνουν τον έλεγχο εκπομπής θερμότητας, τον έλεγχο ψύξης, τον έλεγχο ροής του αέρα εξαερισμού και τον έλεγχο σκίασης των παραθύρων. Οι διαφορετικές λειτουργίες των υπηρεσιών έξυπνης ετοιμότητας αντιπροσωπεύουν διαφορετικά επίπεδα ευφυΐας και αναφέρονται ως «επίπεδα λειτουργικότητας». Για παράδειγμα, για την υπηρεσία «έλεγχος εκπομπής θερμότητας», τα επίπεδα λειτουργικότητας θα μπορούσαν να κυμαίνονται από το πρακτικά μη έξυπνο «χωρίς αυτόματο έλεγχο» έως τον πιο έξυπνο «ατομικό έλεγχο δωματίου με έλεγχο επικοινωνίας και παρουσίας». Οι υπηρεσίες έξυπνης ετοιμότητας ταξινομούνται σε εννέα «τεχνικούς τομείς» και παράγουν επτά τύπους επιπτώσεων που ονομάζονται «κριτήρια», τα οποία με τη σειρά τους διακρίνονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες που αντικατοπτρίζουν τους κύριους στόχους του SRI και αναφέρονται ως «βασικές λειτουργίες». Συνοπτικές πληροφορίες για τα παραπάνω παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1 Μεθοδολογία SRI – Τεχνικοί Τομείς, Κριτήρια, Βασικές Λειτουργίες

Τεχνικοί Τομείς	Κριτήρια	Βασικές Λειτουργίες
Θέρμανση	Ενεργειακή απόδοση	Ενεργειακή απόδοση και λειτουργία
Ψύξη	Συντήρηση και προστασία από βλάβες	
Ζεστό Νερό Χρήσης	Άνεση	Ανταπόκριση στις ανάγκες των ενοίκων
Αερισμός	Εξυπηρέτηση	
Φωτισμός	Υγεία, ευεξία και προσβασιμότητα	
Κτιριακό κέλυφος	Πληροφορίες στους ενοίκους	Ενεργειακή ευελιξία
Ηλεκτρισμός	Ενεργειακή ευελιξία και αποθήκευση ενέργειας	
Φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων		
Παρακολούθηση & Έλεγχος		

Για κάθε έξυπνη υπηρεσία ορίζονται διαφορετικά επίπεδα λειτουργικότητας όπου το καθένα αντιπροσωπεύει διαφορετικό βαθμό ευφυΐας. Ένα επίπεδο λειτουργικότητας 0 αναφέρεται σε μια εφαρμογή μη έξυπνης υπηρεσίας, ενώ το υψηλότερο επίπεδο υποδεικνύει μια προηγμένη λειτουργία, όπου ο έλεγχος γίνεται βάση τη ζήτηση.

Κάθε έξυπνη υπηρεσία μπορεί να έχει πολλές επιπτώσεις στους ενοίκους, στο ίδιο το κτίριο και στο δίκτυο, οι οποίες ομαδοποιούνται σύμφωνα με τα κριτήρια επιπτώσεων που αναφέρονται παραπάνω. Ωστόσο, ορισμένες υπηρεσίες μπορεί να μη σχετίζονται με ορισμένα κριτήρια και άλλες μπορεί να είναι αμοιβαία αποκλειόμενες.

### **1<sup>ο</sup> Βήμα**

Απαιτούνται γενικές πληροφορίες του κτιρίου που εστιάζουν στον τύπο του κτιρίου (οικιστικό/μη οικιστικό) και τη γεωγραφική τοποθεσία για την επιλογή των προεπιλεγμένων συντελεστών βαρών για την αξιολόγηση σε κάθε τομέα. Σε περίπτωση που ένα κτίριο βρίσκεται εκτός Ευρώπης, δεν υπάρχουν διαθέσιμοι προεπιλεγμένοι συντελεστές βάρους και ο αξιολογητής θα πρέπει να τους ορίσει χειροκίνητα.

### **2<sup>ο</sup> Βήμα**

Για να καταστεί πιο ευέλικτη η διαδικασία αξιολόγησης του τύπου του κτιρίου και των διαθέσιμων πόρων, προτείνονται τρεις μέθοδοι αξιολόγησης SRI: α) Μέθοδος Α. β) Μέθοδος Β. και γ) Μέθοδος Γ. Όλες οι μέθοδοι δομούνται με βάση τις ίδιες μεθοδολογικές συνιστώσες. Η Μέθοδος Α χρησιμοποιεί ένα απλουστευμένο σύνολο 27 έξυπνων υπηρεσιών και συνδέεται με λιγότερο χρονοβόρες διαδικασίες και περιορισμένη εξειδίκευση για τη διεξαγωγή της αξιολόγησης σε σύγκριση με τις άλλες δύο. Η μέθοδος Α είχε αρχικά προβλεφθεί να εφαρμοστεί σε υπάρχοντα κτίρια κατοικιών και μικρά μη οικιστικά κτίρια. Η μέθοδος Β περιλαμβάνει έναν λεπτομερή κατάλογο 54 έξυπνων υπηρεσιών και ως εκ τούτου, απαιτεί η αξιολόγηση να διενεργείται από εμπειρογνώμονες. Η πιο λεπτομερής μέθοδος Β προοριζόταν να χρησιμοποιηθεί σε νέα κτίρια (π.χ. μεγάλα κτίρια μη κατοικιών, μεγάλα κτίρια πολλαπλών οικογενειών κ.λπ.), με μεγαλύτερη πολυπλοκότητα από τη μέθοδο Α. Η μέθοδος Γ θεωρείται η πιο σύνθετη μέθοδο καθώς απαιτεί δεδομένα που λαμβάνονται απευθείας από έξυπνους μετρητές, και για το λόγο αυτό δεν έχουν εκδοθεί ακόμη ολοκληρωμένες και περιεκτικές προδιαγραφές σχετικά με την εφαρμογή της.

### **3<sup>ο</sup> Βήμα**

Στο πλαίσιο της περιγραφής των τεχνικών ιδιαιτεροτήτων ενός κτιρίου, ορισμένοι τεχνικοί τομείς μπορεί να μην είναι εφαρμόσιμοι. Ως αποτέλεσμα, ο αξιολογητής πρέπει να επιλέξει ποιοι τεχνικοί τομείς εφαρμόζονται στο κτίριο, ποιοι είναι απόντες αλλά υποχρεωτικοί ή απόντες και όχι υποχρεωτικοί. Με βάση αυτές τις επιλογές,

διαμορφώνεται μια προσαρμοσμένη λίστα τεχνικών τομέων με τις αντίστοιχες έξυπνες υπηρεσίες να περιλαμβάνονται.

#### **4<sup>ο</sup> Βήμα**

Προκειμένου να καθοριστούν οι υπηρεσίες σε κάθε τεχνικό τομέα που θα αξιολογηθούν για ένα συγκεκριμένο κτίριο, εφαρμόζεται μια διαδικασία ελέγχου. Σε περίπτωση που ορισμένες υπηρεσίες θεωρούνται μη εφαρμόσιμες ή ανεπιθύμητες, η συνολική βαθμολογία SRI υπολογίζεται ως ποσοστό της πραγματικής βαθμολογίας του κτιρίου επί της μέγιστης δυνατής βαθμολογίας του κτιρίου και όχι ως το θεωρητικό μέγιστο που θα είχε επιτευχθεί εάν όλες οι έξυπνες υπηρεσίες είχαν ενταχθεί στη διαδικασία αξιολόγησης.

#### **5<sup>ο</sup> Βήμα**

Συνολικά πέντε επίπεδα λειτουργικότητας είναι διαθέσιμα για έξυπνες υπηρεσίες (Επίπεδο 0–4). Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο λειτουργικότητας μιας έξυπνης υπηρεσίας, τόσο πιο προσοδοφόρα είναι τα αποτελέσματα στους χρήστες του κτιρίου ή στο δίκτυο σε σύγκριση με υπηρεσίες χαμηλότερου επιπέδου λειτουργικότητας. Μια βαθμολογία εντός του εύρους [0–3] αποδίδεται σε έξυπνες υπηρεσίες έναντι κάθε κριτηρίου επιπτώσεων, σε όλα τα επίπεδα λειτουργικότητας. Γενικά, αυτές οι βαθμολογίες καθορίζονται από έναν διαπιστευμένο αξιολογητή που είναι υπεύθυνος για τη διεξαγωγή της αξιολόγησης SRI σε ένα κτίριο. Ωστόσο, η ανάθεση των βαθμολογιών δεν θα πρέπει να αποτελεί θέμα εκτίμησης από μεμονωμένους αξιολογητές αλλά να ορίζεται με τρόπο που να διασφαλίζει την πλήρη εφαρμογή της αξιολόγησης SRI.

#### **6<sup>ο</sup> Βήμα**

Η προσέγγιση που χρησιμοποιείται για τη στάθμιση των βασικών λειτουργιών καθώς και των κριτηρίων είναι η μέθοδος «ίσης στάθμισης». Είναι η ίδια βασική μέθοδος που

χρησιμοποιείται για την αντιστοίχιση βαρών στους τεχνικούς τομείς έναντι κάθε κριτηρίου σε όλα τα επίπεδα λειτουργικότητας.

## 7<sup>ο</sup> Βήμα

Υπάρχουν τρεις διακριτές προσεγγίσεις για την εξαγωγή των συντελεστών στάθμισης των εννέα τεχνικών τομέων έναντι των προσδιορισμένων κριτηρίων αντίκτυπου:

1. «Σταθερή στάθμιση»: Αυτή η προσέγγιση ορίζει μια μέθοδο στάθμισης για τους τομείς, η οποία παρέχει σταθερές εκτιμώμενες επιπτώσεις των τεχνικών τομέων στη βαθμολογία κάθε κριτηρίου. Ακολουθώντας αυτή την προσέγγιση, τα βάρη των τεχνικών τομέων θα μπορούσαν να είναι διαφορετικά στα κριτήρια αντίκτυπου. Για παράδειγμα, ο τομέας θέρμανση μπορεί να αντιπροσωπεύει το 60% της βαθμολογίας που μπορεί να επιτευχθεί για την κατηγορία επιπτώσεων εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ για άλλες επιπτώσεις, όπως ευκολία ή άνεση, μπορεί να είναι χαμηλότερη, π.χ. 25%. Μία από τις κύριες συνέπειες μιας τέτοια προσέγγισης είναι η υποκειμενικότητα που συνεπάγεται, καθώς βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις προσωπικές εμπειρίες και γνώσεις των ειδικών χωρίς επιστημονικά στοιχεία να την υποστηρίζουν.

2. «Ίση στάθμιση»: Αυτή η προσέγγιση προβλέπει ίση κατανομή βαρών μεταξύ των εμπλεκόμενων τεχνικών τομέων και αποκλίνει από τη φιλοδοξία στάθμισης των τομέων σύμφωνα με τη σημασία τους στη συνολική βαθμολογία για ένα κριτήριο. Ακολουθώντας αυτήν την προσέγγιση, οι σταθμίσεις των τεχνικών τομέων θα μπορούσαν να διαφέρουν επίσης μεταξύ των κριτηρίων ωστόσο παραμένουν οι ίδιες ως προς την αξία σε κάθε κατηγορία επιπτώσεων. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η ιεραρχική προσέγγιση διατηρείται μεταξύ των τομέων και των υπηρεσιών που περιλαμβάνονται. Ως εκ τούτου, ένας τομέας με περισσότερες υπηρεσίες δε θα έχει υψηλότερο βάρος σε σύγκριση με έναν τομέα με λιγότερες υπηρεσίες. Η τιμή του συντελεστή στάθμισης προκύπτει διαιρώντας το υπόλοιπο βάρος για ένα δεδομένο κριτήριο με τον αριθμό των τομέων που σχετίζονται με το δεδομένο κριτήριο:

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

Όπου:

$WF_{ewd}$ : συντελεστής στάθμισης ενός τομέα με βάση τη μέθοδο «ίση στάθμιση»,

$RD$ : το πλήθος των τεχνικών τομέων

3. «Στάθμιση ενεργειακού ισοζυγίου»: Αυτή η προσέγγιση προσφέρει ένα σχέδιο στάθμισης για τους τεχνικούς τομείς που λαμβάνει υπόψη την εκτιμώμενη επίδραση των τομέων στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Συνήθως, ένα ενεργειακό ισοζύγιο επιτρέπει την εξαγωγή της σχετικής σημασίας διαφορετικών τομέων, λαμβάνοντας υπόψη τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά των κτιρίων, όπως οι τύποι κτιρίων και οι κλιματικές ζώνες τους με βάση την τοποθεσία τους. Όσον αφορά το κτιριακό πλαίσιο, έχει γίνει η διάκριση σε δύο είδη κτιρίων, με βάση τη σχετική νομοθεσία της ΕΕ: κτίρια κατοικιών και κτίρια μη κατοικιών. Αν και μια περαιτέρω ανάλυση κτιρίων που δεν κατοικούνται (π.χ. γραφεία, ξενοδοχεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα κ.λπ.) θα μπορούσε να προσθέσει τις γνώσεις που προέκυψαν από τη συνολική αξιολόγηση του SRI, μια τέτοια διάταξη δεν υποστηρίζεται επί του παρόντος από ποσοτικά δεδομένα και επομένως έχει θεωρηθεί ως εναλλακτική επιλογή. Ως προς το γεωγραφικό πλαίσιο, ορίζονται πέντε συγκεντρωτικές κλιματικές ζώνες: (α). Βόρεια Ευρώπη (Δανία, Φινλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία). (β). Δυτική Ευρώπη (Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Λιχτενστάιν, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο). (γ). Νότια Ευρώπη (Κύπρος, Ελλάδα, Ιταλία, Μάλτα, Πορτογαλία, Ισπανία). (δ). Βορειοανατολική Ευρώπη (Τσεχία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία, Σλοβακία)· και (ε). Νοτιοανατολική Ευρώπη (Βουλγαρία, Κροατία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Σλοβενία). Η στατιστική απεικόνιση των δεδομένων αποθέματος κτιρίου επιτρέπει την εξαγωγή προεπιλεγμένων συντελεστών στάθμισης με βάση την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

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

$WF_{ebd}$ : ο συντελεστής στάθμισης ενός τομέα με βάση τη μέθοδο «Ενεργειακό ισοζύγιο»,

$a_d$ : αντιπροσωπεύει τη σχετική σημασία ενός δεδομένου τεχνικού τομέα στο χρησιμοποιούμενο ενεργειακό ισοζύγιο. Εάν ο χρήστης της μεθοδολογίας επιθυμεί να χρησιμοποιήσει μη αυτόματα καθορισμένες τιμές για την παράμετρο, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθες εξισώσεις:

$$a_d = \frac{Q_d}{Q_{total}}$$

$$Q_{total} = Q_{heating} + Q_{Domestic\ Hot\ Water} + Q_{cooling} + Q_{ventilation} + Q_{lighting} + Q_{Renewables}$$

Όπου:

$Q_d$ : η πρωτογενής ενέργεια για τον υπό εξέταση τομέα,

$Q_{heating}$ : η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση χώρων,

$Q_{Domestic\ Hot\ Water}$ : η πρωτογενής ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης,

$Q_{cooling}$ : η πρωτογενής ενέργεια για ψύξη χώρου,

$Q_{ventilation}$ : η πρωτογενής ενέργεια για αερισμό,

$Q_{lighting}$ : η πρωτογενής ενέργεια για φωτισμό,

$Q_{Renewables}$ : η ανανεώσιμη ενέργεια που παράγεται επί τόπου.

## 8<sup>ο</sup> Βήμα

Πριν από τον υπολογισμό μιας μοναδικής βαθμολογίας για κάθε κριτήριο, πρέπει πρώτα να συγκεντρωθούν μεμονωμένες βαθμολογίες υπηρεσιών σε επίπεδο τεχνικού τομέα έναντι κάθε κριτηρίου. Οι αντίστοιχες βαθμολογίες των έξυπνων υπηρεσιών σε σχέση με κάθε κριτήριο υπολογίζονται με την εφαρμογή των ακόλουθων μαθηματικών εξισώσεων. Η συγκέντρωση των βαθμολογιών έξυπνης υπηρεσίας ετοιμότητας ακολουθεί την προσέγγιση ίσης στάθμισης, δηλαδή οι υπηρεσίες έξυπνης ετοιμότητας που περιλαμβάνονται σε έναν τεχνικό τομέα θεωρούνται εξίσου σημαντικές.

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

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

Όπου:

$d$ : ο τεχνικός τομέας,

$ic$ : το κριτήριο,

$N_d$ : ο συνολικός αριθμός υπηρεσιών στον τεχνικό 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 υψηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας  $S_{i,d}$ ,

$I_{ic}(FL(S_{i,d}))$ : η βαθμολογία της υπηρεσίας  $S_{i,d}$  για το κριτήριο  $ic$ , σύμφωνα με το επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας,

$I_{ic}(FL^{max}(S_{i,d}))$ : η βαθμολογία της υπηρεσίας  $S_{i,d}$  για το υψηλότερο επίπεδο λειτουργικότητάς της για το κριτήριο  $ic$ .

Η συνάθροιση των βαθμολογιών τεχνικού τομέα για να προκύψει μια ενιαία βαθμολογία βασίζεται στη σχετική σημασία του τομέα σε σχέση με κάθε κριτήριο και υλοποιείται μέσω της ακόλουθης εξίσωσης. Οι συντελεστές στάθμισης των τεχνικών τομέων έναντι των κριτηρίων προκύπτουν από το Βήμα 6.

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

Όπου:

$N$ : ο συνολικός αριθμός τεχνικών τομέων ,

$w_{d,ic}$  ο συντελεστής στάθμισης του τεχνικού τομέα  $d$  για το κριτήριο  $ic$ , εκφρασμένος ως ποσοστό.

## 9<sup>ο</sup> Βήμα

Στη συνέχεια, μια συνολική βαθμολογία υπολογίζεται σε επίπεδο βασικής λειτουργικότητας ως σταθμισμένο άθροισμα όλων των βαθμολογιών κριτηρίων, με βάση την προσέγγιση ίσης στάθμισης, ως εξής:

Όπου:

$P$  : ο συνολικός αριθμός των βασικών λειτουργιών,

$w_f$ : το βάρος της βασικής λειτουργικότητας  $f$ , με  $\sum w_f = 1$ ,

$SR_f$ : η βαθμολογία έξυπνης ετοιμότητας για βασική λειτουργικότητα  $f$ .



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

Ο δείκτης SRI εκφράζεται με βάση επτά τάξεις έξυπνης ετοιμότητας, ακολουθώντας μια φθίνουσα σειρά. Κάθε τάξη έξυπνης ετοιμότητας αντιστοιχεί σε μια σειρά συνολικών βαθμολογιών έξυπνης ετοιμότητας ως εξής: 90–100%, 80–90%, 65–80%, 50–65%, 35–50%, 20–35 %, < 20%.

Οι βαθμολογίες έξυπνης ετοιμότητας των τεχνικών τομέων για κάθε κριτήριο  $SR_{d,ic}$  θα μπορούσαν να υπολογιστούν, ακολουθώντας την εξίσωση:

$$SR_{d,ic} = \frac{I_{d,ic}}{I_{d,ic}^{max}} \cdot 100$$

Όπου:

$I_{d,ic}$ : η βαθμολογία του τομέα d για το κριτήριο ic,

$I_{d,ic}^{max}$ : η μέγιστη βαθμολογία του τομέα d για το κριτήριο ic . [3]

## **Κεφάλαιο 3: Προτεινόμενοι τρόποι εφαρμογής του SRI από την Ευρωπαϊκή Ένωση**

### **3.1 Προτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικές με το SRI**

Ο βασικός οδηγός για τη αποτελεσματική υλοποίηση του SRI είναι το επίπεδο ανάπτυξης που θα επιτευχθεί σε ένα εξεταζόμενο κτιριακό απόθεμα ως αποτέλεσμα της σχεδιασμένης διαδικασίας. Από αυτή την οπτική γωνία, η κύρια πρόκληση που προκύπτει έγκειται στον εντοπισμό συνδυασμών με άλλα σχήματα και πρωτοβουλίες που θα μπορούσαν να συνδράμουν στη δημιουργία σημαντικού όγκου αξιολογήσεων SRI. Ως εκ τούτου, ένα μεγάλο μέρος μιας επιτυχημένης διαδικασίας υλοποίησης SRI εμπίπτει στην επιλογή των βέλτιστων σημείων ενεργοποίησης που θα επέτρεπαν μια αξιολόγηση SRI, καθώς αυτά θα μπορούσαν να διευκολύνουν την SRI να αυξήσει το ποσοστό εξάπλωσής της σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τα πιο κοινά σημεία ενεργοποίησης SRI παρουσιάζονται παρακάτω [3].

1. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ΠΕΑ ή EPC
2. Μεγάλες ανακαινίσεις
3. Κατασκευή νέων οικοδομών
4. Αγορά ηλεκτρικού οχήματος
5. Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών
6. Επιθεωρήσεις HVAC
7. Άλλα (π.χ. σύνδεση με ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες)

Αρκετές υπάρχουσες ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες έχουν προταθεί ως δράσεις ενεργοποίησης που θα ενισχύσουν την υιοθέτηση της ιδέας του SRI, είτε ως συμπληρωματικές είτε ως τροφοδοσίας. Οι όροι συμπληρωματική και τροφοδοσίας χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν τη συνάφεια κάθε πρωτοβουλίας με το SRI, καθώς θα μπορούσε είτε να χρησιμοποιηθεί για να συμπληρώσει τις υφιστάμενες πρωτοβουλίες παρέχοντας περαιτέρω πληροφορίες στο χρήστη ή έχοντας τη δυνατότητα να αντλήσει ή να μεταφέρει πληροφορίες που βασίζονται σε δεδομένα.

Μερικές από τις πιο ευρέως γνωστές πρωτοβουλίες της ΕΕ που θα μπορούσαν να συνδυαστούν με τις αξιολογήσεις SRI συνοψίζονται στον Πίνακα 3.1, μαζί με μια σύντομη περιγραφή.

Πίνακας 3.1 Πρωτοβουλίες της ΕΕ που σχετίζονται με το SRI

Υφιστάμενες ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες	Περιγραφή	Επίπεδο ενσωμάτωσης	Ωριμότητα δράσης	Σύνδεση με τη δράση του SRI
EPC	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου και συστάσεις για οικονομικά αποδοτικές βελτιώσεις	Κράτος μέλος	Υψηλή	Τροφοδοσία: Τα δεδομένα από τα EPC θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδοσία της μεθόδου στάθμισης «ενεργειακό ισοζύγιο» SRI  Συμπληρωματική: Επισκέψεις στο χώρο επιθεώρησης για σκοπούς έκδοσης EPC θα μπορούσαν να συνδυαστούν με κοινές αξιολογήσεις SRI
Level(s)	Εθελοντικό εργαλείο προσανατολισμένο σε φορείς του ιδιωτικού τομέα που επιθυμούν να επιδείξουν την περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων τους και να τη συγκρίνουν με τις ευρύτερες προτεραιότητες αειφορίας σε επίπεδο ΕΕ χρησιμοποιώντας μια σειρά δεικτών	Κράτος μέλος	Χαμηλή	Συμπληρωματική: Η SRI θα μπορούσε να προσφέρει περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με την απόδοση του κτιρίου που σχετίζονται με περιβαλλοντικές επιπτώσεις
Building Renovation Passport (BRP)	Έγγραφο που περιγράφει έναν μακροπρόθεσμο (έως 15 ή 20 χρόνια) βήμα προς βήμα χάρτη πορείας ανακαίνισης για ένα συγκεκριμένο κτίριο, που προκύπτει από επιτόπιο ενεργειακό έλεγχο	Κράτος μέλος /Περιφερειακό επίπεδο	Χαμηλή	Συμπληρωματική: Το SRI θα μπορούσε να ενσωματωθεί ως επιπλέον στοιχείο στο BRP
Building Information Modelling (BIM)	Ψηφιακό εργαλείο που απευθύνεται στον κατασκευαστικό κλάδο, παρέχοντας ψηφιακή αναπαράσταση των χαρακτηριστικών ενός κτιρίου σε όλο τον κύκλο ζωής του	Ιδιωτικές επιχειρήσεις	Υψηλή	Συμπληρωματική: Το πλαίσιο BIM περιλαμβάνει επιτόπιες επισκέψεις για επιθεώρηση των κτιρίων και εξαγωγή δεδομένων, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το μοντέλο αξιολόγησης SRI
Broadband - ready level	Επίπεδο φυσικής υποδομής που επιτρέπει πρόσβαση	Κράτος μέλος	Χαμηλή	Συμπληρωματική: Η συνδεσιμότητα ενός κτιρίου στο διαδίκτυο αποτελεί πρόδρομο για πολλές τεχνολογίες έξυπνης

	στο διαδίκτυο υψηλής ταχύτητας			ετοιμότητας και θα μπορούσε να συνδεθεί με το SRI
Digital Building Logbooks (DBL)	Απλή περίληψη ενός νέου ή ανακαινισμένου κτιρίου με τον τρόπο που προβλέπεται να συντηρηθεί	Κράτος μέλος	Χαμηλή	Συμπληρωματική: Το SRI θα μπορούσε να ενσωματωθεί ως επιπλέον στοιχείο στο DBL

### 3.2 Μηχανισμοί χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την υποστήριξη του SRI

Η επένδυση σε έξυπνες τεχνολογίες διαχείρισης ενέργειας και η υλοποίησή τους μέσω συγκεκριμένων σχεδίων ανακαίνισης, είναι βασικός παράγοντας για την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων ενεργειακής απόδοσης, άρα υψηλότερη εξοικονόμηση ενέργειας και χαμηλότερο ενεργειακό κόστος. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να σχεδιαστούν καινοτόμα και αποκλειστικά χρηματοδοτικά μέσα και μηχανισμοί για την ευρύτερη προώθηση της εφαρμογής του SRI και την περαιτέρω εκμετάλλευση του δυναμικού για εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους εμπλεκόμενους τομείς δραστηριότητας. Ωστόσο, μέχρι πρόσφατα, δεν υπήρχαν μηχανισμοί χρηματοδότησης που να είχαν αναπτυχθεί για την ενσωμάτωση και την αντιμετώπιση της έννοιας του SRI στις διατάξεις τους.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε ότι περίπου 16-18 δισεκατομμύρια ευρώ δαπανήθηκαν για ενεργειακά αποδοτικές λύσεις σε κατοικίες, δημόσια και τριτογενή κτίρια κατά τη χρονική περίοδο 2014–2020, υπογραμμίζοντας έτσι τη σημασία των παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης στο κτιριακό απόθεμα ως αποτελεσματικό μέσο για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Ενώ η ΕΕ έχει αυξήσει το ποσό των διαθέσιμων δημόσιων πόρων για την ενεργειακή απόδοση, άλλα 260 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως θα χρειαστούν κατά την περίοδο 2021-2030 προκειμένου να επιτευχθούν οι τρέχοντες στόχοι της ΕΕ για το 2030 για το κλίμα και την ενέργεια [3].

Στο πλαίσιο αυτό, τα νέα χρηματοδοτικά μέσα που θα αναπτυχθούν, αναμένεται να επιτρέψουν την αποτελεσματική χρήση των δυνητικά διαθέσιμων πόρων για την εφαρμογή έξυπνων υπηρεσιών στα κτίρια, που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην αύξηση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης και ταυτόχρονα στη μείωση των

εκπομπών CO<sub>2</sub>. Τα προγράμματα αυτά θα συνδυάζουν δημόσια και ιδιωτική χρηματοδότηση για την υποστήριξη έξυπνων ενεργειακά αποδοτικών λειτουργιών, με στόχο συγκεκριμένους τομείς με υψηλές δυνατότητες, όπως ο τριτογενής, ο οικιακός και ο βιομηχανικός τομέας. Προς αυτή την κατεύθυνση, οι μηχανισμοί που μπορούν να εξεταστούν περιλαμβάνουν τη μικτή χρηματοδότηση με ευνοϊκούς όρους («μικτά» δάνεια με ευνοϊκούς όρους), τη χρηματοδοτική μίσθωση, τα μέσα επιμερισμού κινδύνου όπως τα συνδυασμένα μέσα ασφάλισης και εγγυήσεων, καθώς και μηχανισμούς με επίκεντρο τη συγκέντρωση. Αυτά τα χρηματοδοτικά μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εταιρείες κατασκευών και ενεργειακών υπηρεσιών που χρειάζονται χρηματοδότηση για την εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών και σχεδίων ενεργειακής απόδοσης.

Μια σύντομη περιγραφή των κύριων χρηματοδοτικών μέσων και προγραμμάτων που εφαρμόζονται στην Ευρώπη (με βάση τη δημόσια και ιδιωτική χρηματοδότηση) παρουσιάζεται παρακάτω:

### **Ταμείο Συνοχής (Cohesion Fund)**

Το Ταμείο Συνοχής της ΕΕ στην τελευταία προγραμματική του περίοδο 2021-2027, επικεντρώνεται στην εισαγωγή οικονομικών και κοινωνικών ανισοτήτων μεταξύ των χωρών της ΕΕ και στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Το ταμείο υποστηρίζει έργα που σχετίζονται με την ενέργεια και ωφελούν το περιβάλλον, όπως για παράδειγμα με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Μέρος του Ταμείου Συνοχής χρησιμοποιείται για την υλοποίηση της στρατηγικής της ενεργειακής ένωσης με τη βοήθεια του δικτύου Ενέργειας και Διαχειριστικών Αρχών.

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

Ο μηχανισμός «Συνδέοντας την Ευρώπη» είναι το χρηματοδοτικό μέσο της ΕΕ για την ενίσχυση της ενέργειας, των μεταφορών και των ψηφιακών υποδομών. Το 2018, η CEF ανανεώθηκε για να καλύψει τη χρονική περίοδο 2021-2027 με προϋπολογισμό 42,3 δισεκατομμυρίων ευρώ για τη στήριξη επενδύσεων σε δίκτυα υποδομής της ΕΕ που αφορούν την ενέργεια (8,7 δισεκατομμύρια ευρώ), τις μεταφορές (30,6 δισεκατομμύρια ευρώ) και τον ψηφιακό μετασχηματισμό (3 δισεκατομμύρια ευρώ). Αυτός ο προϋπολογισμός στηρίζεται σε αύξηση 47% σε σύγκριση με τον

προηγουμένως χορηγούμενο της περιόδου 2014-2020. Κάθε δύο χρόνια, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή καταρτίζει κατάλογο των έργων κοινού ενδιαφέροντος της ΕΕ (PCI) που ενδέχεται να υποβάλουν αίτηση για χρηματοδότηση από τη CEF [4].

### **Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (European Investment Bank EIB)**

Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων βοηθά στη χρηματοδότηση ενεργειακών έργων παρέχοντας δάνεια, μετοχές ή εγγυήσεις διαφορετικής κλίμακας στους επιλέξιμους οργανισμούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν φορείς τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα. Η χρηματοδότηση ξεκινά συνήθως από 25 εκατ. ευρώ, ωστόσο παραμένει ανοιχτή σε συγχρηματοδότηση από αντίστοιχους εθνικούς ενδιαμέσους φορείς. Όλα αυτά τα χρόνια, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων διαδραματίζει τον βασικό υποστηρικτικό ρόλο σε ένα ευρύ φάσμα δράσεων, συμπεριλαμβανομένων νέων κατασκευών ενοικίασης, μέτρων κοινωνικής ένταξης, καταπολέμησης της φτώχειας και ανακαινίσεων ενεργειακής απόδοσης κοινωνική στέγαση, σε πολλές χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ιρλανδία, τη Γαλλία, το Βέλγιο και την Ολλανδία. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για χρηματοδότηση ώθησε την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων να επεκτείνει την κάλυψή της, έχοντας αρχίσει να επενδύει σε χώρες όπως η Μάλτα, η Πολωνία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ιρλανδία [5]. Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, μαζί με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, εγκαινίασε τον Ευρωπαϊκό Επενδυτικό Συμβουλευτικό Κόμβο ως μέρος του Επενδυτικού Σχεδίου για την Ευρώπη. Ο κόμβος λειτουργεί ως ένα ενιαίο σημείο πρόσβασης που παρέχει συμβουλές και εμπειρογνωμοσύνη σχετικά με τη διοίκηση και την ανάπτυξη έργων σε ολόκληρη την ΕΕ. Τον Νοέμβριο του 2019, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων υιοθέτησε μια νέα και πιο φιλόδοξη πολιτική δανεισμού ενέργειας που στόχευε στη σταδιακή κατάργηση παραδοσιακών έργων ενέργειας από ορυκτά καύσιμα έως το 2021.

### **Πρόγραμμα ELENA**

Το ELENA είναι ένα πρόγραμμα τεχνικής βοήθειας που διαχειρίζεται η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, το οποίο παρέχει επιχορηγήσεις για τη διευκόλυνση της ανάπτυξης επενδύσεων μεγάλης κλίμακας βιώσιμης ενέργειας σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Από το 2015 και μετά, ο ιδιωτικός τομέας περιλαμβάνεται στη λίστα των δικαιούχων του προγράμματος, με βάση την περαιτέρω τόνωση της υλοποίησης επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης, στο ίδιο λειτουργικό σύστημα σε

συνδυασμό με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τηλεθέρμανση. Συνήθως, επενδυτικά έργα που θεωρούνται επιλέξιμα για ένταξη στο πρόγραμμα ELENA είναι αυτά άνω των 30 εκατ. ευρώ με περίοδο υλοποίησης τριών ετών για την ενεργειακή απόδοση και τετραετίας για αστικές συγκοινωνίες και κινητικότητα. Η υποστήριξη του ELENA δεν περιορίζεται μόνο στη διεξαγωγή μελετών σκοπιμότητας και αγοράς, αλλά επεκτείνεται σε τεχνικά στοιχεία όπως οι ενεργειακοί έλεγχοι και η προετοιμασία της διαδικασίας διαγωνισμού. Η στήριξη αυτή αποτιμάται οικονομικά στο 90% του συνολικού τεχνικού κόστους, ενώ το υπόλοιπο 10% της συγχρηματοδότησης εξαρτάται από τον τελικό δικαιούχο που πρέπει να εξασφαλιστεί. Κατά τη χρονική περίοδο 2018-2021, το πρόγραμμα ELENA προσέφερε υποστήριξη σε ανακαινίσεις ενεργειακής απόδοσης και επενδύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε 286 κτίρια συνολικού προϋπολογισμού 2,7 εκατ. Ευρώ [6].

### **InvestEU**

Αποτελεί τον διάδοχο του Ευρωπαϊκού Ταμείου Στρατηγικών Επενδύσεων (ΕΤΣΕ), μιας κοινής πρωτοβουλίας μεταξύ της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων και του Ευρωπαϊκού Ταμείου Επενδύσεων και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία ίσχυε έως το 2020 και είχε ως στόχο την 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 φέρει κάτω από την ίδια στέγη το ΕΤΣΕ και 13 άλλα χρηματοδοτικά μέσα της ΕΕ και σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες εκτιμήσεις, στοχεύει να προκαλέσει περισσότερες από 650 δισ. ευρώ σε πρόσθετες επενδύσεις κατά τη χρονική περίοδο 2021-2027 [7].

### **Ευρωπαϊκό Ταμείο Ενεργειακής Απόδοσης (European Energy Efficiency Fund EEEF)**

Αυτό το κονδύλιο απευθύνεται σε δημόσιες αρχές σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο ή σε δημόσιους/ιδιωτικούς οργανισμούς που ενεργούν για λογαριασμό τους και έχει σχεδιαστεί για την υποστήριξη της υλοποίησης επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της παροχής μικρής κλίμακας χρηματοδότησης (έως 5 εκατ. ευρώ) με βάση σχετικά με την τεχνική του μετοχικού κεφαλαίου (Ευρωπαϊκό Ταμείο Ενεργειακής Απόδοσης 2018). Παρά τη σημαντική χαμηλότερη χρηματοδοτική

συνεισφορά του Ευρωπαϊκού Ταμείου Ενεργειακής Απόδοσης σε σύγκριση με αυτές άλλων ευρωπαϊκών μηχανισμών χρηματοδότησης, ανοίγει το δρόμο για να ενταχθούν και να επωφεληθούν οι μικροί πάροχοι κατοικιών που δεν είναι επιλέξιμοι για προγράμματα μεγαλύτερης κλίμακας της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων. Το αμοιβαίο κεφάλαιο συνεισφέρει στα επενδυτικά έργα με μια πολυεπίπεδη δομή κινδύνου/απόδοσης, δίνοντας έμφαση σε μια στοχευμένη εταιρική σχέση ιδιωτικού-δημόσιου τομέα που μπορεί να περιορίσει αυτόν τον κίνδυνο στο ελάχιστο επίπεδο [8] [9].

### **Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)**

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) στοχεύει στη μείωση των οικονομικών, κοινωνικών και εδαφικών ανισοτήτων μεταξύ των περιφερειών της ΕΕ, μέσω της υποστήριξης επενδύσεων σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο. Τρεις από τους τομείς προτεραιότητας του ΕΤΠΑ για την περίοδο 2021-2027 που επικεντρώνονται στο μέτωπο της ενεργειακής απόδοσης και, επομένως, θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν τις διατάξεις της έννοιας «έξυπνη» είναι να γίνει η Ευρώπη και οι περιφέρειές της: (α) πιο ανταγωνιστική και πιο έξυπνη, μέσω της καινοτομίας και της υποστήριξης των μικρομεσαίων επιχειρήσεων, καθώς και της ψηφιοποίησης και της ψηφιακής συνδεσιμότητας, (β) πιο πράσινο, χαμηλών εκπομπών άνθρακα και ελαστικό, (γ) πιο κοντά στους πολίτες, υποστηρίζοντας την τοπική ανάπτυξη και τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη σε ολόκληρη την ΕΕ. Ένα ελάχιστο ποσοστό της χρηματοδότησης του ΕΤΠΑ πρέπει να διοχετεύεται σε έργα χαμηλών εκπομπών άνθρακα σε περιφέρειες: 20% για πιο ανεπτυγμένες περιφέρειες, 15% για περιφέρειες μετάβασης και 12% για λιγότερο ανεπτυγμένες περιφέρειες [10].

### **Σχέδιο ανάκαμψης της ΕΕ**

Το σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας είναι το βασικό εργαλείο του NextGenerationEU, του σχεδίου της ΕΕ για να βγει πιο δυνατή από την πανδημία COVID-19. Διαρθρώνεται 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. Το σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας θα βοηθήσει την ΕΕ να επιτύχει τον στόχο της για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 [11].



Ωστόσο, παρά τους πολυάριθμους διαθέσιμους μηχανισμούς χρηματοδότησης που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση, η επένδυση προς την ενσωμάτωση της έννοιας της ευφυΐας και συνεπώς του συστήματος αξιολόγησης SRI στο σύνολό του, παραμένει μια πρόκληση για τις χώρες και όλους τους εμπλεκόμενους φορείς που ενδιαφέρονται να εκτέλεση αυτών των έργων.

## Κεφάλαιο 4: Βιβλιογραφική Επισκόπηση Πολυκριτήριας Αξιολόγησης

### 4.1 Φιλοσοφία Υποστήριξης Αποφάσεων Πολλαπλών Κριτηρίων

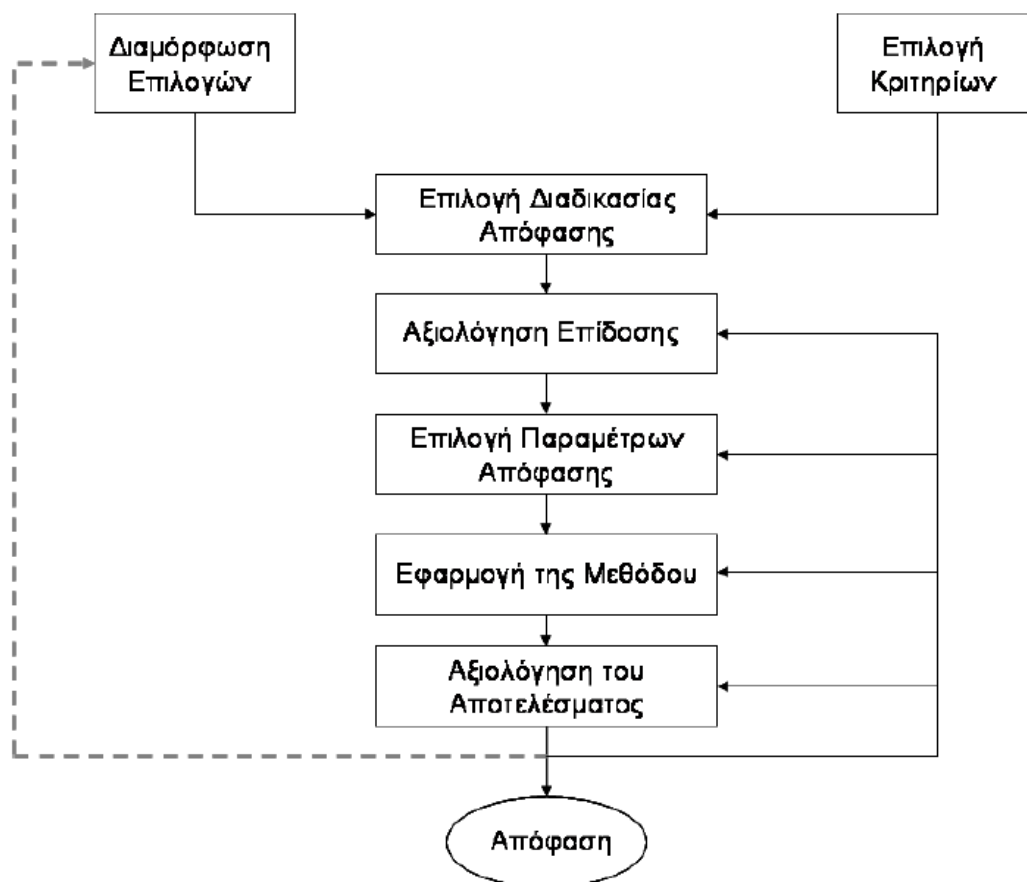
Οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις που βασίζονται σε Πολυκριτήρια Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΠΣΥΑ) εμπεριέχουν ποικίλα κριτήρια κατά την διαδικασία ενίσχυσης αποφάσεων στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής. Αυτές οι προσεγγίσεις προσφέρουν μια εναλλακτική λύση σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους οικονομικής ανάλυσης. Οι ΠΣΥΑ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διακρίνουν εναλλακτικές λύσεις και να καθορίσουν ιδανικά ένα σύνολο βέλτιστων επιλογών, με τρόπο ώστε να μην υπάρχει άλλη επιλογή που να είναι εξίσου αποτελεσματική σε όλα τα κριτήρια που έχουν τεθεί. Κατά τη διαδικασία αυτής της αξιολόγησης, μπορούν να συμπεριληφθούν εκτιμήσεις που αφορούν κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές πτυχές.

Συνεπώς, οι μέθοδοι ΠΣΥΑ εξυπηρετούν την προσδιορισμό των ανταλλαγών, των οφελών και των συμβιβασμών σε πολύπλοκα προβλήματα πολιτικής και σχεδιασμού.

Επιπλέον, τα ΠΣΥΑ μπορούν να παρουσιάζουν ευρεία ποικιλία από απλές προσεγγίσεις που απαιτούν ελάχιστες πληροφορίες μέχρι πολύπλοκες μαθηματικές τεχνικές προγραμματισμού, για τις οποίες απαιτείται εκτεταμένη πληροφόρηση σχετικά με κάθε παράμετρο και τις προτιμήσεις των ατόμων που λαμβάνουν τις αποφάσεις. Ωστόσο, τα προβλήματα πολλαπλών κριτηρίων διακρίνονται από ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν:

- Πεπερασμένους αριθμούς εναλλακτικών λύσεων, οι οποίες μπορούν να επεξεργαστούν, να δοθούν προτεραιότητες, να επιλεγούν, ή/ και να ταξινομηθούν.
- Αριθμούς ιδιοτήτων που εξαρτώνται από τη φύση του προβλήματος.
- Σύνολα μονάδων συγκεκριμένων για τη μέτρηση κάθε ιδιότητας.
- Δυνατότητα για το χαρακτηρισμό ανάλογης σπουδαιότητας κάθε ιδιότητας, μέσω μιας κλίμακας.
- Ένα σχήμα μητρώων, όπου οι στήλες δείχνουν τις ιδιότητες στο συγκεκριμένο πρόβλημα και οι σειρές τις ανταγωνιστικές εναλλακτικές λύσεις.

Ο αποφασίζων πρέπει να καθορίσει εάν θα επιλέξει ποσοτικά μετρήσιμα ή μη-ποσοτικά μετρήσιμα πολλαπλά κριτήρια. Οι στόχοι συνήθως διέπονται από αντιφατικές απαιτήσεις, επομένως η τελική απόφαση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα και απαιτεί ένα συμβιβασμό. Συνήθως, σε αυτή τη διαδικασία εμπλέκονται διάφορες ομάδες αποφασιζόντων. Κάθε ομάδα χαρακτηρίζεται από διαφορετικά κριτήρια και απόψεις, τα οποία πρέπει να επιλυθούν εντός ενός πλαισίου κατανόησης και αμοιβαίου συμβιβασμού. Η διαδικασία πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων απεικονίζεται στο Σχήμα 4-1.



Διάγραμμα 4.1: Διαδικασία Υποστήριξης Αποφάσεων Πολλαπλών Κριτηρίων [12]

Η υποστήριξη αποφάσεων με μεθόδους ΠΣΥΑ, όπως και η υποστήριξη αποφάσεων γενικότερα, είναι μία επαναλαμβανόμενη διαδικασία. Σε κάθε επανάληψη, το μοντέλο υποστήριξης αποφάσεων αναθεωρείται ως προς την καταλληλότητα και την πληρότητά του, έως ότου καμία άλλη βελτίωση στο μοντέλο δεν είναι αναγκαία προτού ληφθεί μία σαφής πορεία δράσης.

## 4.2 Συνεπής Οικογένεια Κριτηρίων

Κατά το στάδιο του προσδιορισμού και της οργάνωσης των Πολυκριτήριων Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων (ΠΣΥΑ), η ουσιαστική προσπάθεια επικεντρώνεται στον εντοπισμό των παραγόντων που επηρεάζουν τη διαδικασία υποστήριξης της λήψης αποφάσεων. Αυτό ουσιαστικά αντιστοιχεί στον καθορισμό των κριτηρίων, στα οποία θα βασιστεί η αξιολόγηση των διαφορετικών εναλλακτικών επιλογών. Καθένα από αυτά τα κριτήρια συντελεί τον ρόλο ενός εργαλείου που χρησιμοποιείται για να προβεί σε σύγκριση και αξιολόγηση των διαφορετικών εναλλακτικών. Καθώς το κριτήριο χρησιμοποιείται για αυτόν τον σκοπό, πρέπει να παρέχει μια σαφή και κατανοητή έννοια, προκειμένου να είναι αποτελεσματικό στη διαδικασία αξιολόγησης.

Έστω ότι το σύνολο  $A$  των εναλλακτικών. Ένα κριτήριο ορίζεται ως μια απεικόνιση  $g$  από το σύνολο των  $A$  των εναλλακτικών σε ένα σύνολο  $B$  το οποίο είναι εφοδιασμένο με μια διάταξη, δηλαδή ορίζονται δυο σχέσεις, η προτίμηση ( $>$ ) και η ισοδυναμία ( $=$ ) στο  $B$ . Η ( $>$ ) είναι αντισυμμετρική και μεταβατική (αν  $a > b$  και  $b > a \Rightarrow a = b$ ,  $\forall a, b \in B$  και αν  $a > b$  και  $b > c \Rightarrow a > c$ ,  $\forall a, b, c \in B$ ). Η ( $=$ ) είναι συμμετρική ( $a = b \Rightarrow b = a$ ,  $\forall a, b \in B$ ) και μεταβατική. Επίσης, η διάταξη είναι πλήρης, δηλαδή αν  $a, b \in B$  θα είναι είτε  $a > b$ , είτε  $b > a$ , είτε  $a = b$ . Άρα, ένα κριτήριο είναι η απεικόνιση

$$g: A \xrightarrow{g(a)} B, \text{ όπου } a \in A.$$

Η  $g(a)$  λέγεται η επίδοση της εναλλακτικής  $a$  στο κριτήριο  $g$ . Κοινώς, το σύνολο  $B$  λέγεται η κλίμακα μέτρησης του κριτηρίου  $g$ . Για την ανάλυση, υποθέτουμε ότι τα κριτήρια ορίζονται έτσι που μεγαλύτερες επιδόσεις σε αυτά είναι προτιμότερες.

Σύμφωνα με τις σχέσεις ( $>$ ) και η ( $=$ ) θα πρέπει για δυο εναλλακτικές  $a$  και  $b$  και για το κριτήριο  $g$  να ισχύει:

- αν  $g(a) > g(b) \Leftrightarrow a > b$ , η  $a$  προτιμάται της  $b$  στο κριτήριο  $g$  και
- αν  $g(a) = g(b) \Leftrightarrow a \sim b$ , η  $a$  είναι αδιάφορη της  $b$  στο κριτήριο  $g$ .

Το σύνολο των κριτηρίων  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  θα πρέπει να αποτελεί μια συνεπή οικογένεια κριτηρίων δηλαδή να ικανοποιεί τις ιδιότητες:

- *Μονοτονία:* Το σύνολο των κριτηρίων θεωρείται ότι υπακούει στην ιδιότητα της μονοτονίας εάν και μόνο εάν:  
για κάθε ζεύγος εναλλακτικών δραστηριοτήτων  $x$  και  $x'$  για τις οποίες υπάρχει κριτήριο  $g_j$ , έτσι ώστε  $g_j(x) > g_j(x')$  για κάθε  $g_i \neq g_j$  και  $g_i(x) = g_i(x')$ , τότε αληθεύει το συμπέρασμα ότι η  $x$  προτιμάται της  $x'$ .
- *Επάρκεια:* Ένα σύνολο κριτηρίων λέγεται ότι είναι επαρκές αν και μόνον αν για κάθε ζεύγος εναλλακτικών  $x$  και  $x'$  για τις οποίες  $g_i(x) = g_i(x')$  για κάθε κριτήριο  $g_i, i=1,2,\dots,n$ , τότε αληθεύει το συμπέρασμα ότι η  $x$  είναι ισοδύναμη της  $x'$ . Αν για κάθε κριτήριο  $g_i$  ισχύει  $g_i(x) = g_i(x')$  αλλά η  $x$  δεν είναι ισοδύναμη της  $x'$ , τότε αυτό αποδεικνύει ότι το σύνολο των εξεταζόμενων κριτηρίων δεν επαρκεί για τη σωστή ανάλυση των εναλλακτικών του συνόλου  $A$  και κάποιο ή κάποια επιπλέον κριτήρια είναι αναγκαία.
- *Μη πλεονασμός:* Ο πλεονασμός προκύπτει αν υπάρχουν περισσότερα από ένα κριτήρια, τα οποία μετράνε τον ίδιο παράγοντα ή εκφράζουν την ίδια έννοια. Εάν η διαγραφή ενός οποιουδήποτε κριτηρίου από το σύνολο των εξεταζόμενων κριτηρίων ανατρέψει κάποια από τις παραπάνω δύο βασικές ιδιότητες, τότε θεωρείται ότι το σύνολο των κριτηρίων δεν είναι πλεονασματικό.

### 4.3 Τεχνικές Πολυκριτήριας Ανάλυσης

Οι τεχνικές Πολυκριτήριας Ανάλυσης σε διακριτά προβλήματα απόφασης χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- *Θεωρία Αξίας (Multi Attribute Utility Theory – MAUT):* Πρόκειται για την «Αμερικάνικη Σχολή» στην πολυκριτήρια ανάλυση που στοχεύει ακριβώς στην κατασκευή ενός συστήματος αξίας το οποίο προκύπτει από τη σύνθεση των προτιμήσεων/ αξιών των ληπτών αποφάσεων σε ότι αφορά τα κριτήρια. Στη βιβλιογραφία συναντάται και σαν «θεωρία χρησιμότητας».
- *Θεωρία Σχέσεων Υπεροχής (Outranking Relations Theory):* Πρόκειται για την «Γαλλική ή Ευρωπαϊκή Σχολή» στην πολυκριτήρια ανάλυση και στοχεύει στην αντιμετώπιση του προβλήματος της μη-συγκρισιμότητας μεταξύ των

εναλλακτικών. Οι μέθοδοι ELECTRE και PROMETHEE είναι οι δημοφιλέστερες τεχνικές σχέσεων υπεροχής. Επιπλέον, η μέθοδος TOPSIS (the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) αναπτύχθηκε σαν άλλη μία εναλλακτική μέθοδος σε αυτή την κατηγορία.

- *Αναλυτική-Συνθετική Προσέγγιση (preference disaggregation approach).* Προσανατολίζεται στην ανάπτυξη ενός γενικού μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση αποφάσεων που λαμβάνει ο αποφασίζων, ώστε να καθοριστεί το κατάλληλο υπόδειγμα σύνθεσης των κριτηρίων, το οποίο ανταποκρίνεται στο σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Πρόκειται ουσιαστικά για την ακριβώς αντίθετη διαδικασία από αυτή στην Θεωρία Αξίας [13].

#### **4.4 Πλεονεκτήματα χρήσης Πολυκριτήριας Ανάλυσης**

Η Πολυκριτήρια Ανάλυση είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων που βοηθά άτομα ή οργανισμούς να αξιολογήσουν και να συγκρίνουν διάφορες εναλλακτικές ή επιλογές βάσει πολλαπλών κριτηρίων ή παραγόντων. Ακόμη, παρέχει μια δομημένη και συστηματική προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων, προσφέροντας μια σειρά πλεονεκτημάτων που μπορούν να οδηγήσουν σε πιο ενημερωμένες, διαφανείς και συμπεριλαμβανόμενες αποφάσεις. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα πλεονεκτήματα της χρήσης πολυκριτήριας ανάλυσης:

*Ολοκληρωμένη αξιολόγηση:* Η πολυκριτήρια ανάλυση επιτρέπει μια ολοκληρωμένη και συνολική αξιολόγηση των εναλλακτικών, λαμβάνοντας υπόψη παράλληλα πολλά κριτήρια. Δίνει τη δυνατότητα στους λήπτες αποφάσεων να λάβουν υπόψη διάφορες διαστάσεις, όπως κόστος, εφικτότητα, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κοινωνικές πτυχές και πολλά άλλα, ανάλογα με τα συγκεκριμένα πλαίσια. Αυτό οδηγεί σε μια πιο λεπτομερή κατανόηση των επιλογών και των επιπτώσεών τους.

*Αντικειμενική λήψη αποφάσεων:* Η πολυκριτήρια ανάλυση παρέχει μια δομημένη και συστηματική προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων, μειώνοντας την επίδραση προσωπικών προκαταλήψεων ή υποκειμενικών κρίσεων. Με τον καθορισμό και την αξιολόγηση των κριτηρίων με διαφανή τρόπο, η πολυκριτήρια ανάλυση προάγει την

αντικειμενικότητα και βοηθά να διασφαλιστεί ότι οι αποφάσεις βασίζονται σε λογική και αντικειμενική ανάλυση, παρά σε ατομικές προτιμήσεις.

*Διαφάνεια και συμμετοχή των ενδιαφερομένων:* Η πολυκριτήρια ανάλυση προωθεί τη διαφάνεια στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να συμμετάσχουν στον καθορισμό των κριτηρίων και των αξιών τους, συμβάλλοντας έτσι σε μια πιο συμμετοχική και συμπεριληπτική διαδικασία λήψης αποφάσεων. Αυτή η συμμετοχή συμβάλλει στην αίσθηση ιδιοκτησίας μεταξύ των ενδιαφερομένων και αυξάνει τη συνολική αποδοχή και νομιμοποίηση της απόφασης.

*Ευελιξία και προσαρμοστικότητα:* Η πολυκριτήρια ανάλυση προσφέρει ευελιξία για να λάβει υπόψη διάφορα κριτήρια και τη σχετική τους σημασία, επιτρέποντας στους λήπτες αποφάσεων να προσαρμόσουν την ανάλυση στις συγκεκριμένες ανάγκες τους. Η πολυκριτήρια ανάλυση μπορεί να αντιμετωπίσει τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά κριτήρια, καθιστώντας την κατάλληλη για μια ευρεία γκάμα εφαρμογών σε διάφορους τομείς.

*Ανάλυση των ανταλλαγών:* Η πολυκριτήρια ανάλυση επιτρέπει στους λήπτες αποφάσεων να αξιολογήσουν ανοιχτά τις ανταλλαγές μεταξύ διαφορετικών κριτηρίων. Βοηθά στον εντοπισμό καταστάσεων όπου η βελτίωση ενός κριτηρίου μπορεί να οδηγήσει σε επιδείνωση σε ένα άλλο. Με τον κβαντικό και οπτικοποιημένο τρόπο αυτών των ανταλλαγών, η πολυκριτήρια ανάλυση υποστηρίζει την ενημερωμένη λήψη αποφάσεων και βοηθά στην εύρεση ισορροπημένων λύσεων που λαμβάνουν υπόψη τους ανταγωνιστικούς στόχους.

*Ανάλυση ευαισθησίας:* Η πολυκριτήρια ανάλυση επιτρέπει την ανάλυση ευαισθησίας, η οποία βοηθά να αξιολογηθεί η ανθεκτικότητα της απόφασης όταν υπάρχει αβεβαιότητα ή ποικιλία στα κριτήρια ή την αξία τους. Με τη συστηματική εξέταση διαφορετικών σεναρίων ή υποθέσεων, οι λήπτες αποφάσεων μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα το δυναμικό αποτέλεσμα των αλλαγών και να λάβουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις που λαμβάνουν υπόψη τις αβεβαιότητες.

*Συνέπεια και επαναληψιμότητα:* Η πολυκριτήρια ανάλυση παρέχει ένα συνεκτικό πλαίσιο για την αξιολόγηση των εναλλακτικών, διασφαλίζοντας ότι τα ίδια κριτήρια και αξιολογήσεις εφαρμόζονται συνεπώς για διάφορες επιλογές. Αυτή η συνέπεια διευκολύνει τη σύγκριση και την επαναληψιμότητα, επιτρέποντας την επανεκτίμηση

αποφάσεων ή τη σύγκριση νέων εναλλακτικών στο μέλλον χρησιμοποιώντας τα ίδια κριτήρια και μεθοδολογία.

#### **4.5 Εφαρμογή Πολυκριτήριας Ανάλυσης σε άλλες μελέτες**

Πολλές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει την Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων (MCDA) στον τομέα της ενέργειας για να υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και να αξιολογήσουν διαφορετικά θέματα.

Για παράδειγμα, οι Νεοφύτου κ.α. [14] χρησιμοποίησαν την Πολυκριτήρια Ανάλυση για την αξιολόγηση της ετοιμότητας ορισμένων ευρωπαϊκών χωρών για μια βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικά, πολιτικά/ρυθμιστικά, οικονομικά και τεχνολογικά κριτήρια.

Οι Violeta Motuzienė κ. α. [15] εφάρμοσαν τη Πολυκριτήρια Ανάλυση στη μελέτη τους σχετικά με τις βελτιώσεις στον σχεδιασμό ενεργειακά αποδοτικών κατοικιών που οδηγούν σε αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις φάσεις κατασκευής και κατεδάφισης, δημιουργώντας έτσι την ανάγκη για πιο προσεκτική διερεύνηση της χρήσης δομικών υλικών. Η προσέγγιση που παρουσιάστηκε βασίζεται σε ένα σύνθετο σύστημα κριτηρίων που επιτρέπει την εκτέλεση ολοκληρωμένης αξιολόγησης των εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού. Αυτό το άρθρο παρουσιάζει μια μελέτη περίπτωσης που επεξηγεί την προτεινόμενη προσέγγιση. Στη μελέτη αυτή εκτιμήθηκαν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τριών εναλλακτικών τύπων περιβλημάτων (τοιχοποιία, κορμός και ξύλινο πλαίσιο) μιας ενεργειακά αποδοτικής μονοκατοικίας, προσδιορίζοντας ταυτόχρονα την πιο ορθολογική εναλλακτική σύμφωνα με τα εξεταζόμενα κριτήρια (μείωση δαπανών, μη ανανεώσιμη πρωτογενής ενέργεια, αέρια του θερμοκηπίου και καταστροφή του στρώματος του όζοντος).

Ακόμη μία μελέτη στην οποία χρησιμοποιήθηκε η Πολυκριτήρια Ανάλυση είναι αυτή των Νεοφύτου κ. α. [16] προκειμένου να υποστηρίξει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στην Ελλάδα, στο σχεδιασμό πολιτικών ενεργειακής απόδοσης μέσω της επιλογής των πιο αποτελεσματικών μέτρων, προς τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η εκτίμηση επιπτώσεων των μέτρων ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις μακροοικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις τους. Η αξιολόγηση βασίστηκε σε ένα αρκετά μεγάλο αριθμό μέτρων ενεργειακής απόδοσης, τόσο στον τομέα των κτιρίων



όσο και στον τομέα των μεταφορών. Η ανάλυση αναπτύσσει τρία οφέλη ενεργειακής απόδοσης, που προέρχονται από ενεργειακά μοντέλα και ανάλυση εισροών-εκροών, καθώς και από τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας και την τεχνική σκοπιμότητα κάθε μέτρου.

Οι Σαρμάς κ. α. [17] χρησιμοποίησαν την Πολυκριτήρια Ανάλυση στην μελέτη τους για την ενσωμάτωση οικονομικών στοιχείων και δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ τομέων, σε συνδυασμό με τεχνικές στατιστικής ανάλυσης και αφθονία δεδομένων, με σκοπό τη συμβολή στην οικοδόμηση της απαραίτητης εμπιστοσύνης της αγοράς σε έργα ενεργειακής απόδοσης.

Αυτά είναι μόνο μερικά παραδείγματα μελετών εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιήσουν πολυκριτήρια ανάλυση. Η πολυκριτήρια ανάλυση επιτρέπει την αξιολόγηση πολλαπλών παραμέτρων και κριτηρίων, βοηθώντας έτσι στην καλύτερη λήψη αποφάσεων για την εξοικονόμηση ενέργειας.

## **Κεφάλαιο 5: Ορισμός του προβλήματος**

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στην έρευνα και ανάλυση του βαθμού ετοιμότητας συγκεκριμένων χωρών να δεχθούν και να υιοθετήσουν το ευρωπαϊκό σχέδιο για την αξιολόγηση της έξυπνης ετοιμότητας των κτιρίων που ονομάζεται «Έξυπνος Δείκτης Ετοιμότητας» (Smart Readiness Indicator ή SRI).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το πρόγραμμα SRI αποσκοπεί στην ευαισθητοποίηση σχετικά με τα οφέλη των έξυπνων κτιρίων από ενεργειακή άποψη και να προωθήσει τις επενδύσεις σε τεχνολογίες έξυπνων κτιρίων υποστηρίζοντας την υιοθέτηση της τεχνολογικής καινοτομίας στον κτιριακό τομέα.

Οι χώρες που επιλέχθηκαν να μελετηθούν είναι οι ακόλουθες: Ελλάδα, Ισπανία, Τσεχία, Λετονία, Βουλγαρία, Ρουμανία και Κροατία.

Η αξιολόγηση των προαναφερθέντων χωρών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της Πολυκριτήριας Ανάλυσης όπου οι χώρες αποτέλεσαν τις εναλλακτικές λύσεις.

Τα κριτήρια που επιλέχθηκαν για την αξιολόγηση των χωρών, καθώς και η βαθμολογία που αντιστοιχεί σε κάθε χώρα για τα διάφορα κριτήρια παρουσιάζονται παρακάτω.

### **5.1 Χώρες - Εναλλακτικές της μελέτης**

Επτά χώρες επιλέχθηκαν να αξιολογηθούν για το επίπεδο ετοιμότητας τους να υιοθετήσουν το σύστημα αξιολόγησης SRI. Οι χώρες αυτές είναι η Ελλάδα, η Ισπανία, η Τσεχία, η Λετονία, η Βουλγαρία, η Ρουμανία και η Κροατία. Αυτή η επιλογή βασίστηκε στην ποικιλία των παραμέτρων που επηρεάζουν την ικανότητά τους να υποδεχθούν επενδύσεις, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών, πολιτικών, κοινωνικών και τεχνολογικών παραμέτρων που αντιμετωπίζουν. Οι παραπάνω χώρες αποτέλεσαν τις εναλλακτικές λύσεις της Πολυκριτήριας Ανάλυσης.

### **5.2 Κριτήρια Αξιολόγησης**

Το πολυκριτήριο σύστημα αξιολόγησης, που προτείνεται για την αξιολόγηση της ετοιμότητας των χωρών, βασίζεται σε τέσσερις πυλώνες: κοινωνικός, πολιτικός, οικονομικός και τεχνολογικός.

### 5.2.1 Ευαισθητοποίηση και αποδοχή του κοινού

Πρόκειται για ένα ποιοτικό κριτήριο με κλίμακα [0-100] οι τιμές του οποίου προκύπτουν από το Ευρωβαρόμετρο [18]. Αυτό το κριτήριο συνυπολογίζει την ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα που αφορούν την επένδυση της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων η οποία συνεπάγεται και την υιοθέτηση μέτρων όπως ο Έξυπνος Δείκτης Ετοιμότητας SRI.

### 5.2.2 Απασχόληση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ο οργανισμός EurObserv'ER, χρησιμοποιεί μια προσέγγιση μοντελοποίησης για την εκτίμηση της απασχόλησης που προέρχεται από επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές, λειτουργία και δραστηριότητες συντήρησης καθώς και παραγωγή και εμπορία εξοπλισμού και πρώτης ύλης βιομάζας. Οι εκτιμήσεις θέσεων εργασίας και κύκλου εργασιών του Eurobserv'ER βασίζονται σε αξιολόγηση της οικονομικής δραστηριότητας του κάθε τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που καλύπτεται, ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται σε ισοδύναμο πλήρους απασχόλησης.

Συνολικά, περίπου 1,51 εκατομμύρια άτομα στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι άμεσα ή έμμεσα απασχολούμενοι στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό αντιπροσωπεύει μια ακαθάριστη αύξηση 67.000 θέσεων εργασίας (+4,6%) μεταξύ 2017 και 2018.

- 20 από τα 28 κράτη μέλη είτε αυξήθηκαν είτε διατήρησαν τις θέσεις εργασίας τους στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Οι 5 κορυφαίες χώρες όσον αφορά την απασχόληση είναι: Γερμανία (263.700 θέσεις εργασίας, 17% όλων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της ΕΕ απασχόληση), Ισπανία (167.100 θέσεις εργασίας, 11%), Γαλλία (151.600 θέσεις εργασίας, 10%), το Ηνωμένο Βασίλειο (131.900 θέσεις εργασίας, 9%) και η Ιταλία (121.400 θέσεις εργασίας, 8%).
- Η μεγαλύτερη αύξηση της απασχόλησης σημειώθηκε στη Βουλγαρία (+18.400 νέες θέσεις εργασίας, ίσο με +81%), Αυστρία (+14.900, ίσο με +62%) και Πολωνία (+11.900 θέσεις εργασίας, ίσο με +16%). Παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες απώλειες στη Γερμανία (-27.000 θέσεις εργασίας, ίσο με -9%), στην Ιταλία (-8.500, -7%) και τη Φινλανδία (-3.400 θέσεις εργασίας, ίσο με -7%) [19].

### 5.2.3 Κανονιστικός δείκτης για βιώσιμη ενέργεια (RISE: Regulatory Indicator for Sustainable Energy)

Ο δείκτης RISE πρόκειται για ένα πίνακα αποτελεσμάτων πολιτικής της Παγκόσμιας Τράπεζας με στόχο να βοηθήσει τις κυβερνήσεις να αξιολογήσουν εάν έχουν πολιτικό και κανονιστικό πλαίσιο για την προώθηση της βιώσιμης ενέργειας, αξιολογώντας μέσω αυτού τις ρυθμιστικές επιδόσεις των χωρών σχετικά με την πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια, την ενεργειακή απόδοση αλλά και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. [20]

Ο δείκτης αυτός, αποτελεί κριτήριο οφέλους. Ωστόσο, δεν ανακτήθηκε βιβλιογραφικά για τη Λετονία, καθώς δεν υπήρχαν ποσοτικά στοιχεία. Προκειμένου να επιτευχθεί μια προσέγγιση της τιμής αυτού του κριτηρίου για τη Λετονία, συλλέχθηκαν ποιοτικές πληροφορίες μέσα από τη βιβλιογραφία.

Η Λετονία έχει θεσπίσει ένα ρυθμιστικό πλαίσιο για τη στήριξη της ενεργειακής μετάβασης και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το ρυθμιστικό πλαίσιο περιλαμβάνει διάφορους νόμους, κανονισμούς και πολιτικές που παρέχουν ένα νομικό και διοικητικό πλαίσιο για την ανάπτυξη, την ενσωμάτωση και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη χώρα. Πιο συγκεκριμένα, στη Λετονία υφίστανται:

- Νόμος για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Η Λετονία έχει θεσπίσει νόμο που ρυθμίζει την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας και καθορίζει δικαιώματα, υποχρεώσεις, και διαδικασίες [21].
- Εγγυημένες σταθερές τιμές τροφοδοσίας και ασφάλιστρα [22].
- Σχέδια υποστήριξης και κίνητρα: Υπάρχουν προγράμματα επιδοτήσεων, επιχορηγήσεων, και δημοπρασιών για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές [23].
- Σύνδεση στο Δίκτυο και Κατανομή Προτεραιότητας: Ορίζονται κανόνες για τη σύνδεση και δίνεται προτεραιότητα στη διανομή ανανεώσιμης ενέργειας [24].
- Εγγυήσεις προέλευσης και στατιστικές: Υπάρχει σύστημα εγγυήσεων προέλευσης και δημοσιεύονται στατιστικές για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [25].
- Κανονισμοί ενεργειακής απόδοσης: Εφαρμόζονται κανονισμοί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε κτίρια, βιομηχανίες και μεταφορές [26].

#### **5.2.4 Νομοθεσίες και κανονισμοί που σχετίζονται με το SRI**

Πρόκειται για ένα ποσοτικό κριτήριο οι τιμές του οποίου προκύπτουν ως το πλήθος των νομοθεσιών κάθε εναλλακτικής χώρας που σχετίζονται με τις SRI, (πρωτογενείς και δευτερογενείς νομοθετικές πράξεις, τομεακοί και περιφερειακοί κανονισμοί, κανόνες κ.λπ.).

##### ***Ελλάδα:***

1. Το άρθρο 70 παράγραφος 1 του ν. 4602/2019 που αποτελεί διάδοχο του άρθρου 8 παράγραφος 1 του ν. 4122/2013, τονίζει ότι από την 1η Ιανουαρίου 2021, όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις σχεδόν μηδενικής ενέργειας κτιρίων, ενώ για τα νέα Κτίρια κρατικής και δημόσιας ιδιοκτησίας που προορίζονται για υπηρεσίες στέγασης, η αντίστοιχη υποχρέωση τέθηκε σε ισχύ το 2019.
2. Ο νόμος 4122/2013 μεταφέρει την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και θέτει ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται σε μεγάλο βαθμό. Προβλέπει επίσης μέτρα, προγράμματα χρηματοδότησης και άλλα μέσα για τη στήριξη της αύξησης της ενεργειακής απόδοσης τόσο στα νέα όσο και στα υπάρχοντα κτίρια.
3. Το άρθρο 10 παράγραφος 3 του ν. 3851/2010 επιβάλλει κατώτατο όριο 60% των αναγκών ζεστού νερού που πρέπει να καλύπτονται από ηλιακά θερμικά συστήματα σε ετήσια βάση. Επιπλέον, αναφέρει ότι, από τις 31 Δεκεμβρίου 2019, όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να καλύπτουν την πρωτογενή τους κατανάλωση ενέργειας χρησιμοποιώντας συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπαραγωγής θερμότητας και συστήματα τηλεθέρμανσης, καθώς και αντλίες θερμότητας. Για τα νέα κτίρια που παρέχουν δημόσιες υπηρεσίες, η υποχρέωση αυτή τέθηκε σε ισχύ το 2014.

##### ***Ισπανία:***

1. Το Πρόγραμμα Βοηθειών σε μοναδικά έργα για τοπικές οντότητες που προωθούν τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Πρόγραμμα DUS EELL) έχει αναπτυχθεί για εκμετάλλευση από δήμους (ή ομάδες δήμων) με λιγότερους από 20.000 κατοίκους που ανήκουν στην ίδια

αυτόνομη περιφέρεια ή πόλη , με στόχο τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> μέσω ειδικών δράσεων έργων. Οι δράσεις αυτές χρηματοδοτούνται κατά κύριο λόγο από πόρους του ERDF και το πεδίο εφαρμογής τους εμπίπτει στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων, οι οποίοι ομαδοποιούνται στους ακόλουθους: (α) βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των κτιρίων, τις υποδομές και τις δημόσιες υπηρεσίες, (β) βιώσιμη αστική κινητικότητα, και (γ) χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας σε δημόσια κτίρια και υποδομές.

2. Ο νόμος 15/2012, της 27ης Δεκεμβρίου, για φορολογικά μέτρα για την ενεργειακή βιωσιμότητα, που ισχύει από το 2013, σκοπεύει να προωθήσει τη λογική και την αποδοτική χρήση της ενέργειας μέσω της θέσπισης φορολογικών μέτρων που αποσκοπούν στη αμφίδρομη επικοινωνία με τους τελικούς χρήστες. Αυτό θα λειτουργήσει ως σημείο τόνωσης για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, ενώ ταυτόχρονα, για να διασφαλιστεί ότι οι εθνικές πολιτικές είναι σύμφωνες με τις βασικές αρχές που διέπουν τη δημοσιονομική, ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική της ΕΕ.
3. Το Πρόγραμμα Βοήθειας για δράσεις ενεργειακής αποκατάστασης σε υφιστάμενα κτίρια (PREE) απευθύνεται στις Αυτόνομες Κοινότητες ως άμεσους δικαιούχους τους, ευθύνη των οποίων είναι η περαιτέρω διανομή των ενισχύσεων στους τελικούς αποδέκτες. Ρυθμίζεται από το Βασιλικό Διάταγμα 737/2020 και σκοπεύει να ενισχύσει το υπάρχον κτιριακό απόθεμα από άποψη βιωσιμότητας, μέσω δράσεων τόσο στο κέλυφος του κτιρίου όσο και στα λειτουργικά συστήματα (π.χ. θερμικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις φωτισμού), δίνοντας συνέχεια στα προηγούμενα προγράμματα, PAREER - CRECE και PAREER II.
4. Το Οικολογικό Σχέδιο Δημοσίων Προμηθειών της Γενικής Κρατικής Διοίκησης (2018-2025) επικεντρώνεται στους φορείς της Δημόσιας Διοίκησης και αναδεικνύει την περιβαλλοντική πτυχή της έννοιας της βιωσιμότητας, καθώς επιδιώκει να εξασφαλίσει την απόκτηση αγαθών, έργων και υπηρεσιών με το λιγότερο δυνατό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ρητρών στις δημόσιες συμβάσεις, καθώς και την προώθηση της Ισπανικής Στρατηγικής για την Κυκλική Οικονομία.
5. Ενεργειακοί έλεγχοι και συστήματα διαχείρισης. Με βάση το Βασιλικό Διάταγμα 56/2016, όπου μεταφέρεται το άρθρο 8 της EED, οι μεγάλες

βιομηχανικές εταιρείες (ή όμιλοι εταιρειών) υποχρεούνται να διενεργούν ενεργειακούς ελέγχους κάθε 4 χρόνια, στις εγκαταστάσεις τους που βρίσκονται στην Ισπανία και καλύπτουν τουλάχιστον το 85% της τελικής ενεργειακής τους χρήσης.

### ***Τσεχία:***

1. Ο νόμος για τη διαχείριση της ενέργειας (406/2000)<sup>32</sup> εγκρίθηκε από το Κοινοβούλιο το 2000 και εφαρμόστηκε το 2001. Μετά από τροποποίηση το 2006, ο νόμος καθόρισε πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση της παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, της μεταφοράς, της διανομής και της χρήσης, του προγραμματισμού των ενεργειακών απαιτήσεων, τις υποχρεώσεις του ενεργειακού ελέγχου, την πιστοποίηση των ενεργειακών ελεγκτών, το πρόγραμμα ενεργειακής επισήμανσης, την ενεργειακή απόδοση κτιρίων και την επιθεώρηση λεβήτων και κλιματιστικών μονάδων.
2. Το Διάταγμα για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (264/2020)<sup>33</sup> είναι ένα πρακτικά νέο Διάταγμα για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, που εγκρίθηκε με τον αριθμό 264/2020 Συντ. και τέθηκε σε ισχύ την 1η Σεπτεμβρίου 2020. Το Διάταγμα ήταν το αποτέλεσμα μακράς και πολυμήχανης προσπάθειας μιας ομάδας εργασίας που συγκροτήθηκε για το σκοπό αυτό, αποτελούμενη από το Υπουργείο Βιομηχανίας και Εμπορίου και μέλη του Συμβουλίου που συνέβαλαν στην όλη διαδικασία μέσω της Ευκαιρίας για Κτίρια. Το διάταγμα περιλαμβάνει μεθοδολογικές προσαρμογές και διευκρινίσεις σχετικά με τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης, αξιολόγηση σκοπιμότητας συστημάτων παροχής εναλλακτικής ενέργειας από τεχνική, οικονομική και οικολογική άποψη, καθώς και προτεινόμενα μέτρα. Τροποποιεί επίσης την προοπτική του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης προκειμένου να παρέχει πιο ξεκάθαρα και φιλικά προς τον χρήστη αποτελέσματα. Το Διάταγμα, μαζί με την εισαγωγή του νέου πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για τα κτίρια, ουσιαστικά ενσωματώνει τα κύρια στοιχεία της μεταφερθείσας ευρωπαϊκής οδηγίας EPBD.
3. Οι εθνικές απαιτήσεις για επιθεωρητές ενέργειας (Διάταγμα για τους ενεργειακούς επιθεωρητές, 4/2020)<sup>34</sup> μπορούν να προσεγγιστούν ως επέκταση του νόμου αριθ. 406/2000, δεδομένου ότι ο πρώτος ενσωματώνει και εφαρμόζει

τις τροποποιήσεις που εισήγαγε ο τελευταίος στον τομέα της ενέργειας. Ο νόμος εισάγει τροποποιήσεις στο σύστημα εκπαίδευσης, προκειμένου να γίνει πιο αποτελεσματικό και να διασφαλιστεί υψηλότερο επίπεδο εμπειρογνομosύνης μεταξύ των ειδικών στον τομέα της ενέργειας. Αυτό προβλέπεται, δίνοντας τη δυνατότητα επιλογής των θεμάτων για τις δράσεις κατάρτισης και της μορφής τους. Επιπλέον, ο νόμος αριθ. 406/2000 εναρμονίζει τις συνθήκες της αγοράς που αφορούν εμπειρογνώμονες στον τομέα της ενέργειας, δεδομένου ότι παρέχει σαφή διάκριση μεταξύ φυσικών και νομικών προσώπων (που ενεργούν ως ενεργειακοί επιθεωρητές), όσον αφορά τις υπηρεσίες που μπορούν να υλοποιηθούν. Σύμφωνα με τη νέα νομοθεσία, ένα νομικό πρόσωπο που επιθυμεί να προσφέρει υπηρεσίες εμπειρογνομόνων στον τομέα της ενέργειας, πρέπει να είναι κάτοχος πιστοποιητικού που έχει εκδοθεί από το Υπουργείο Βιομηχανίας και Εμπορίου.

4. Το Εθνικό πρότυπο ČSN 730540 (Θερμική προστασία κτιρίων)<sup>35</sup> είναι το κύριο τσέχικο πρότυπο στον τομέα των απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Ορίζει συντελεστές μεταφοράς θερμότητας και διάφορες άλλες παραμέτρους.

#### ***Λετονία:***

1. Οι κατηγορίες ενεργειακής πιστοποίησης και ενεργειακής απόδοσης (EP) κτιρίων κατοικιών εισήχθησαν το 2013. Τον Απρίλιο του 2021 οι τιμές ενεργειακής απόδοσης αναδιατυπώθηκαν με βάση (α) την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση (κατηγορίες A+, A-F) και (β) την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από μη ανανεώσιμες πηγές (κατηγορίες A+, A-G).
2. Η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε πολυκατοικίες επικεντρώνεται στην εφαρμογή μέτρων για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε πολυκατοικίες έχει χωριστεί σε τρεις χωριστές περιόδους προγραμματισμού μέχρι στιγμής, και συγκεκριμένα: (α). την προγραμματική περίοδο 2007-2013 όπου 741 πολυκατοικίες και 55 ανακαινίστηκαν κοινωνικές πολυκατοικίες, (β). την προγραμματική περίοδο 2014-2020 όπου σχεδόν 1.000 πολυκατοικίες πρόκειται να ανακαινιστούν έως το τέλος του 2023 και (γ). την περίοδο προγραμματισμού 2021-2027 όπου θα συνεχιστεί αυτό το μέτρο πολιτικής.



Αυτά τα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης σε πολυκατοικίες συγχρηματοδοτούνται από το ΕΤΠΑ στο πλαίσιο των Εθνικών Επιχειρησιακών Προγραμμάτων (ΕΟΠ).

3. Το πρόγραμμα ενημέρωσης "Let's Live Warmer" είναι ένα πρόγραμμα που περιλαμβάνει μια σειρά από ποικίλες δράσεις αφιερωμένη στην αύξηση των κινήτρων των ιδιοκτητών των κατοικιών να προχωρήσουν στην ανακαίνιση των διαμερισμάτων τους, ενώ παράλληλα μοιράζονται τις βέλτιστες πρακτικές τους. Ο κύριος στόχος του προγράμματος είναι να διασφαλίσει ότι όλες οι πληροφορίες σχετικά με την ανακαίνιση κατοικιών είναι ευρέως διαθέσιμες.
4. Το εθνικό πρότυπο κατασκευής LBN002-19 «Θερμοτεχνική για κελύφη κτιρίων» είναι ένα νέο πρότυπο που στοχεύει στην εξάλειψη της χρήσης αναποτελεσματικών δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου, ενσωματώνοντας τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης σε kWh ανά m<sup>2</sup> ετησίως, τόσο για νέα όσο και για ανακαινισμένα κτίρια. Αυτό το Πρότυπο έχει αναπτυχθεί για να αντικαταστήσει το προηγούμενο ομώνυμο που ίσχυε έως τις 31.12.2019.
5. Το τρέχον καθεστώς υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης (EEO) εισήχθη τον Μάιο του 2017 και περιλαμβάνει επί του παρόντος μικρό αριθμό προμηθευτών ενέργειας στη Λετονία, ο οποίος, αν και αναμένεται να διευρυνθεί προκειμένου να συμπεριλάβει προμηθευτές καυσίμων για τις μεταφορές, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια. Ως αποτέλεσμα, η υποχρεωτική εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικών μέτρων, τόσο για τους προμηθευτές όσο και για τους τελικούς πελάτες καλύπτει μόνο μικρό αριθμό οικονομικών φορέων. Από το 2018 η κυβέρνηση επέκτεινε την κάλυψη της EEO για να συμπεριλάβει προμηθευτές θερμικής ενέργειας (Ευρωπαϊκή Τράπεζα Ανασυγκρότησης και Ανάπτυξης και Γραμματεία της Ενεργειακής Κοινότητας, 2019). Από αυτό, προστέθηκαν έξι προμηθευτές θερμότητας κατά την παράδοση του EEO. Ως δευτερεύουσα σημείωση, αναφέρεται ότι στη Λετονία, περισσότερο από το 70% της συνολικής θερμότητας που καταναλώνεται παρέχεται κεντρικά, με τη χώρα να κατατάσσεται τρίτη στα στατιστικά στοιχεία της ΕΕ για κτίρια που χρησιμοποιούν τηλεθέρμανση.

### ***Βουλγαρία:***

1. Η Ενεργειακή Δράση (C(2021) 3460 final) συνιστά την ανάπτυξη έξυπνων μετρητών και έξυπνων δικτύων για καλύτερη συνδεσιμότητα, ευαισθητοποίηση και διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας των τελικών πελατών. Σε περίπτωση που η έξυπνη μέτρηση είναι οικονομικά βιώσιμη, η Ρυθμιστική Επιτροπή Ενέργειας και Υδάτων καταρτίζει χρονοδιαγράμματα για την εισαγωγή έξυπνων συστημάτων μέτρησης.
2. Ο νόμος για την ενεργειακή απόδοση (Energy Efficiency Act, 2021) υποχρεώνει τους προμηθευτές ενέργειας να παρέχουν στους πελάτες τους λεπτομερή δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας τους τελευταίους 24 μήνες, όταν χρησιμοποιούνται έξυπνα συστήματα μέτρησης. Κατά την εγκατάσταση της εμπορικής έξυπνης μέτρησης, ο αρμόδιος διαχειριστής του δικτύου παρέχει στους τελικούς πελάτες κατάλληλες συμβουλές και πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες αυτών των συσκευών για τη μέτρηση της κατανάλωσης και τη διαχείριση ενέργειας. Οι προμηθευτές ενέργειας και οι ιδιοκτήτες εξοπλισμού μπορούν να παρέχουν στους πελάτες έξυπνα συστήματα μέτρησης και ελέγχου ή άλλες τεχνικές λύσεις με τη μορφή ενεργειακής υπηρεσίας, παρέχοντας έτσι στους πελάτες δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον, ο νόμος δημιουργεί προϋποθέσεις για να δώσει κίνητρα στους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων μεταφοράς και διανομής να παρέχουν υπηρεσίες στους τελικούς πελάτες που επιτρέπουν την εφαρμογή μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης κατά την εισαγωγή έξυπνων δικτύων, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος και τα οφέλη που συνδέονται με κάθε μέτρο. Επιπλέον, διασφαλίζεται ότι τόσο τα εμπορικά έξυπνα συστήματα μέτρησης όσο και η μετάδοση δεδομένων είναι ασφαλή, διασφαλίζοντας την προστασία των δεδομένων και το απόρρητο.
3. Το διάταγμα Νο. 15 της 28<sup>ης</sup> Ιουλίου 2005 σχετικά με τους τεχνικούς κανόνες και τα πρότυπα για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία χώρων και εξοπλισμού παραγωγής, μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας (Υπουργείο Οικονομίας, Ενέργειας και Τουρισμού, 2010) ορίζει ότι οι προδιαγραφές σχεδιασμού και οι όροι αναφοράς περιλαμβάνουν, μαζί με τις βασικές τεχνολογικές, λειτουργικές και τεχνικές απαιτήσεις, τα μέσα μέτρησης του καυσίμου και της ενέργειας που καταναλώνεται στο κτίριο,

συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων συστημάτων μέτρησης, των συστημάτων παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας και των τυποποιημένων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας.

4. Το διάταγμα αριθ. RD-02-20-3 της 9<sup>ης</sup> Νοεμβρίου 2022 σχετικά με τις τεχνικές απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων [21] είναι ο πιο πρόσφατος και θεμελιώδης κανονισμός για την εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών έχοντας μεγάλη σημασία και πεδίο εφαρμογής για νέα και υφιστάμενα κτίρια. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν ρητά κανονιστικά κείμενα για την εφαρμογή και την αξιολόγηση έξυπνων τεχνικών εργαλείων, τεχνολογιών, κριτηρίων και δεικτών. Πρόκειται για μια σοβαρή παράλειψη, δεδομένων των κειμένων που ορίζονται στο προαναφερθέν Διάταγμα Νο. 15, και θα πρέπει να επιλυθεί στο άμεσο μέλλον με την ενημέρωση του Διατάγματος. Επιπλέον, ο ορισμός του «αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίου» που περιλαμβάνεται στο Διάταγμα δημιουργεί ασάφεια, καθώς δηλώνει ότι πρόκειται για «προϊόντα, λογισμικό και συστήματα μηχανικής για αυτόματο έλεγχο, παρακολούθηση και βελτιστοποίηση, ανθρώπινη παρέμβαση και διαχείριση για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, οικονομική και ασφαλής λειτουργία εξοπλισμού κτιριακών συστημάτων». Το περιεχόμενο αυτού του ορισμού καθιστά εύλογο να υποθέσουμε ότι οι τεχνικές απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων περιέχουν στοιχεία και τεχνολογίες ειδικά για έξυπνα συστήματα.
5. Το διάταγμα αριθ. E-RD-04-2 της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2022 σχετικά με τον έλεγχο ενεργειακής απόδοσης, την πιστοποίηση και την αξιολόγηση της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια ρυθμίζει την έκδοση πιστοποιητικών σε κτίρια κατοικιών και μη σε σχέση με την κατηγορία κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας που καθορίζεται από το ενεργειακό πιστοποιητικό. Τα μη οικιστικά κτίρια διαφοροποιούνται ανάλογα με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε εννέα διαφορετικούς τύπους. Οι διατάξεις του Διατάγματος που αφορούν τη βάση δεδομένων, τακτικές επιθεωρήσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης με λέβητες ζεστού νερού άνω των 20 kW, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων ελέγχου παροχής θερμότητας και αντλιών κυκλοφορίας, καθώς και εγκαταστάσεων κλιματισμού με ονομαστική ισχύ άνω των 12 kW θα πρέπει να πραγματοποιούνται όταν τα υπό εξέταση κτίρια είναι σε λειτουργία. Το διάταγμα παρέχει υπόδειγμα ενεργειακού πιστοποιητικού για διαφορετικούς τύπους κτιρίων. Το ενεργειακό πιστοποιητικό που χρησιμοποιήθηκε μέχρι

στιγμής αντικατοπτρίζει μόνο την παρουσία/απουσία συστήματος αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίου. Είναι προφανές ότι αυτή η αξιολόγηση είναι γενική και έχει μόνο στατιστική αξία, χωρίς να ποσοτικοποιεί την επίδραση όλων των διαθέσιμων συστημάτων (λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση τους) στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό υποδεικνύει επίσης τα προβλεπόμενα μέτρα ενεργειακής απόδοσης μετά τον έλεγχο, τα οποία επίσης αξιολογούνται οικονομικά κατά την περίοδο απόσβεσης.

### ***Ρουμανία:***

1. Η κύρια νομοθεσία για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στη Ρουμανία είναι ο νόμος 372/200547 σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, με τις μεταγενέστερες τροποποιήσεις και συμπληρώσεις του, ο οποίος ενσωματώνει στην εθνική νομοθεσία την οδηγία EPBD και περιλαμβάνει επίσης τους στόχους που αναφέρονται στην εθνική Μακροπρόθεσμη Στρατηγική Ανακαίνισης (LTRS). Σύμφωνα με αυτόν τον νόμο, από την 1η Ιανουαρίου 2021, όλες οι νέες κατασκευές πρέπει να είναι NZEB ή να έχουν το χαμηλότερο δυνατό επίπεδο κατανάλωσης ενέργειας. Το Υπουργείο Ανάπτυξης, Δημοσίων Έργων και Διοίκησης είναι η αρμόδια αρχή για την εφαρμογή της ρουμάνικης οδηγίας για την EPBD και για τη συλλογή των στοιχείων για τα κτίρια. Ο αρμόδιος φορέας για τη διενέργεια ελέγχων ποιότητας είναι η Κρατική Επιθεώρηση Κατασκευών.
2. Η ρουμανική νομοθεσία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων ενημερώθηκε σημαντικά με τις συμπληρώσεις που έφερε ο Νόμος 101/2020. Το σύνολο των μέτρων αποσκοπεί στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, λαμβάνοντας υπόψη μεταβλητές όπως οι περιβαλλοντικές συνθήκες, οι απαιτήσεις άνεσης εσωτερικού χώρου, τα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και το κόστος. Ο στόχος που έχει τεθεί για το 2050 είναι να έχουμε κοινότητες με βελτιωμένη αστική εμφάνιση, νέα κτίρια και θερμικά μετασκευασμένα παλαιότερα κτίρια, συνοδευόμενα από πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης.
3. Άλλα μέτρα που αποσκοπούν στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων περιλαμβάνονται στο νέο νόμο 130/2022 που τροποποιεί και συμπληρώνει τον νόμο αριθ. 121/2014 για την ενεργειακή απόδοση, σύμφωνα

με τον οποίο οι κεντρικές και τοπικές δημόσιες αρχές και οι φορείς περιφερειακής ανάπτυξης αναμένεται να χρησιμοποιήσουν τα μέσα που προτείνει η πρωτοβουλία έξυπνης χρηματοδότησης για έξυπνα κτίρια, με κύριο σκοπό τη διευκόλυνση των επενδύσεων σε έργα που αυξάνουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων χρησιμοποιώντας ευρωπαϊκές επιχορηγήσεις ως οικονομική εγγύηση.

### ***Κροατία:***

1. Ο οικοδομικός νόμος ο οποίος πρόκειται για τεχνικό κανονισμό για την ενεργειακή οικονομία και διατήρηση θερμότητας στα κτίρια. Με το νόμο αυτό προτάθηκε το διάταγμα για την ένταξη των ελεγκτών σχεδιασμού και λήφθηκε απόφαση για τον καθορισμό των σχετικών βαρών για αρχιτεκτονικές, μηχανικές και συναφείς συμβουλευτικές υπηρεσίες στον τομέα των κατασκευών και του φυσικού σχεδιασμού.
2. Ο νόμος για την ενεργειακή απόδοση ο οποίος παρουσιάζει το υποχρεωτικό περιεχόμενο και τη μορφή των σχεδίων οικοδομικών εργασιών προκειμένου να υλοποιηθεί η απόφαση για την υιοθέτηση της Μακροπρόθεσμης Στρατηγικής για την Ανασυγκρότηση του Εθνικού Κτιριακού Αποθέματος έως το 2050.
3. Νόμος για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και σχετικοί κανονισμοί όπως ο τεχνικός κανονισμός συστημάτων εξαερισμού, μερικού κλιματισμού και κλιματισμού κτιρίων.
4. Ο νόμος για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τη συμπαραγωγή υψηλής απόδοσης αφορά απλές και λοιπές οικοδομικές εργασίες.
5. Ο νόμος Χωροταξίας ως τεχνικός κανονισμός για συστήματα προστασίας από τις επιπτώσεις κεραυνών σε οικοδομικές εργασίες.

### **5.2.5 Εφαρμογή μεθόδου αξιολόγησης SRI μέχρι σήμερα**

Η διαθεσιμότητα και το επίπεδο εφαρμογής SRI μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των χωρών. Ορισμένες χώρες έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο στην εφαρμογή του SRI, ενώ άλλες βρίσκονται στα αρχικά στάδια της υιοθέτησής του.

Κατόπιν βιβλιογραφικής αναζήτησης [3], συμπληρώθηκε η βαθμολογία κάθε χώρας στο συγκεκριμένο κριτήριο η οποία προέκυψε ως (0) αν δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα η μέθοδος SRI και ως (1) αν έχει εφαρμοστεί.

### **5.2.6 Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας**

Τα δεδομένα ελήφθησαν από την ‘World Data Bank’ 2020 [22], η οποία παρουσιάζει μια εκτεταμένη ποικιλία βαθμολογιών ανά πυλώνα για κάθε χώρα. Η ευκολία δραστηριοποίησης κατατάσσει τη γραφειοκρατία και αποτελεί ποιοτικό κριτήριο. Αντιπροσωπεύει την κατάταξη μιας χώρας με βάση το πόσο εύκολο είναι για τους ανθρώπους να ξεκινήσουν, να λειτουργήσουν και να επεκτείνουν μια επιχείρηση στη χώρα.

Η Παγκόσμια Τράπεζα δημοσιεύει έκθεση κατάταξης 190 χωρών έναντι δώδεκα τομέων επιχειρηματικής ρύθμισης, συμπεριλαμβανομένης της έναρξης μιας επιχείρησης, την διαχείριση οικοδομικών αδειών, την πληρωμή φόρων, την επιβολή συμβάσεων, και ούτω καθεξής, με τη μέτρηση των διαδικασιών, των χρόνων και του κόστους. Οι κατατάξεις ερμηνεύονται ως τιμές του κριτηρίου.

### **5.2.7 Μηχανισμοί χρηματοδότησης και προγράμματα που θα μπορούσαν ενδεχομένως να υποστηρίξουν το πρόγραμμα SRI**

Το κριτήριο αυτό αποτελεί ένα ποσοτικό κριτήριο οι τιμές του οποίου προκύπτουν ως το πλήθος των πηγών χρηματοδότησης και μέσωσ υποστήριξης που στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια ή στην παροχή τεχνικής βοήθειας και μπορούν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν για τη διεξαγωγή αξιολογήσεων SRI ή την εφαρμογή ορισμένων λύσεων που αυξάνουν την έξυπνη ετοιμότητα των κτιρίων.

### **5.2.8 Πλήθος κτιρίων που κατασκευάστηκαν μετά το 1980 ως ποσοστό επί του συνολικού κτιριακού αποθέματος**

Το ποσοτικό αυτό κριτήριο αφορά το πλήθος των κτιρίων που κατασκευάστηκαν μετά το 1980 για κάθε εναλλακτική χώρα συγκριτικά με το σύνολο του κτιριακού της αποθέματος [29]. Μέσω του κριτηρίου αυτού καταδεικνύεται ο βαθμός στον οποίο το

κτιριακό απόθεμα κάθε χώρας είναι έτοιμο να δεχτεί έξυπνες λύσεις, καθώς μεγάλα σε ηλικία κτίρια επιδέχονται πιο δύσκολα βελτιώσεις.

### **5.2.9 Υποδομές**

Η χρήση της υποδομής κάθε χώρας ως κριτηρίου για την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων στο πλαίσιο του Έξυπνου Δείκτη Ετοιμότητας (SRI) αποτελεί σημαντική πληροφορία. Η αξιολόγηση της υποδομής κάθε χώρας παρέχει πληροφορίες για την ετοιμότητα και την ικανότητά τους να υποστηρίξουν την εφαρμογή και την υιοθέτηση έξυπνων τεχνολογιών στα κτίρια.

Οι τιμές αυτού του ποσοτικού κριτηρίου απεικονίζουν τον βαθμό στον οποίο βασικοί, τεχνολογικοί, επιστημονικοί και ανθρώπινοι πόροι καλύπτουν τις ανάγκες των επιχειρήσεων σύμφωνα με το IMD World Competitiveness Booklet 2022 [30].

### **5.2.10 Συνολική κατανάλωση ενέργειας κτιρίων**

Το ποσοτικό κριτήριο αυτό παρουσιάζει την συνολική κατανάλωση ενέργειας κτιρίου ανά τετραγωνικό μέτρο για τις εναλλακτικές χώρες [25]. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο είναι ένας δείκτης που αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου σε σχέση με το μέγεθός του και επιτρέπει την αξιολόγηση της απόδοσης διαφορετικών κτιρίων και τη σύγκρισή τους ως προς την κατανάλωση θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και ηλεκτρικών συσκευών, και τη σύγκρισή της με άλλα κτίρια ή πρότυπα.

Επιπλέον, μέσω αυτού του κριτηρίου γίνεται σύγκριση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο του κτιρίου με τα πρότυπα και τους κανονισμούς που έχουν τεθεί από εθνικούς ή διεθνείς οργανισμούς.

### **5.2.11 Κατανάλωση ως ποσοστό του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος**

Αυτό το κριτήριο δείχνει τη μέση επίδοση κάθε χώρας ως προς τα επίπεδα κατανάλωσης των νοικοκυριών ως ποσοστό του ΑΕΠ [26]. Αυτό το ποσοστό είναι ένας δείκτης που παρέχει μια εικόνα του ποσοστού της ενεργειακής κατανάλωσης των

νοικοκυριών σε σχέση με τη συνολική οικονομική δραστηριότητα μιας χώρας, όπως μετριέται από το ΑΕΠ.

Αυτός ο δείκτης παρέχει πληροφορίες για την ενεργειακή εξάρτηση των νοικοκυριών και τη σχέση ανάμεσα στην κατανάλωση ενέργειας και το οικονομικό επίπεδο μιας χώρας. Αυξημένα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας των νοικοκυριών ως ποσοστό του ΑΕΠ μπορεί να υποδεικνύουν υψηλή ενεργειακή ζήτηση και δυνητική ανάγκη για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κατοικιών.

### **5.2.12 Τεχνολογική καινοτομία (% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος)**

Αυτό το κριτήριο δείχνει τη μέση επίδοση κάθε χώρας ως προς την έκταση και την αποδοτικότητα σε αποδοτικές υποδομές και η ικανότητα προώθησης καινοτόμων δραστηριοτήτων, μέσω επενδύσεων σε Έρευνα και Ανάπτυξη, προσαρμοσμένη στις νέες τεχνολογίες [26]. Αντιπροσωπεύει την προσπάθεια και τον όγκο των πόρων που διατίθενται για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και καινοτόμων ιδεών σε μια οικονομία.

Η τεχνολογική καινοτομία ως ποσοστό του ΑΕΠ παρέχει μια μέτρηση για την ένταση της έρευνας και ανάπτυξης σε σχέση με την οικονομική δραστηριότητα μιας χώρας. Αυξημένα ποσοστά υποδεικνύουν υψηλά επίπεδα τεχνολογικής καινοτομίας και επενδύσεων σε έρευνα και ανάπτυξη, που μπορεί να έχουν θετικές επιδράσεις στην ανταγωνιστικότητα, την ανάπτυξη και την καινοτομία της οικονομίας.

### **5.2.13 Ετοιμότητα ψηφιακού μετασχηματισμού**

Πρόκειται για ποσοτικό κριτήριο που περιγράφει το επίπεδο ετοιμότητας κάθε χώρας για την εκμετάλλευση του ψηφιακού μετασχηματισμού [33]. Η ετοιμότητα μιας χώρας για τον ψηφιακό μετασχηματισμό μπορεί να αξιολογηθεί με βάση την ψηφιακή υποδομή και συνδεσιμότητα όπως η προσβασιμότητα και η ποιότητα των ψηφιακών υποδομών, τα δίκτυα ευρυζωνικής σύνδεσης, η κάλυψη κινητής τηλεφωνίας και η ψηφιακή συνδεσιμότητα, η διαθεσιμότητα τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT) και η διασύνδεση των συσκευών. Επίσης, το κριτήριο αυτό συνυπολογίζει το επίπεδο κατάρτισης του πληθυσμού και την εξοικείωσή του με τις ψηφιακές



τεχνολογίες, την ψηφιακή γνωστική ικανότητα, την εκπαίδευση και την κατάρτιση που παρέχεται για την αποτελεσματική χρήση των ψηφιακών εργαλείων και υπηρεσιών.

Επιπλέον, το κριτήριο αυτό λαμβάνει υπόψιν την προώθηση και την υποστήριξη πρωτοβουλιών που προωθούν τον ψηφιακό μετασχηματισμό, όπως επιχειρηματικές ευκαιρίες για την ανάπτυξη καινοτόμων ψηφιακών επιχειρήσεων, προγράμματα επιμόρφωσης και υποστήριξης για τη μετάβαση σε ψηφιακές τεχνολογίες.

Από τα παραπάνω προέκυψε ο πίνακας με τις συμπληρωμένες τιμές των εναλλακτικών χωρών για τα κριτήρια αξιολόγησης.

Πίνακας 5.1: Πίνακας απόφασης

Κριτήρια αξιολόγησης	Κοινωνικά		Πολιτικά			Οικονομικά		Τεχνολογικά					
	Ευαισθητοποίηση και αποδοχή του κοινού [0-100]	Απασχόληση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειες	Κανονιστικός δείκτης για βιώσιμη ενέργεια – RISE [0-100]	Νομοθεσίες και κανονισμοί που σχετίζονται με το SRI	Εφαρμογή μεθόδου αξιολόγησης SRI μέχρι σήμερα [0=Όχι, 1=Ναι]	Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας [190-1]	Μηχανισμοί χρηματοδότησης και προγράμματα που θα μπορούσαν ενδεχομένως να υποστηρίξουν το πρόγραμμα SRI	Πλήθος κτιρίων που κατασκευάστηκαν μετά το 1980 ως ποσοστό επί του συνολικού κτιριακού αποθέματος	Υποδομές	Συνολική κατανάλωση ενέργειας κτιρίων [kWh/m2]	Κατανάλωση ως ποσοστό του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος	Τεχνολογική καινοτομία (% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος)	Ετοιμότητα ψηφιακού μετασχηματισμού
Εναλλακτικές-Χώρες													
Ελλάδα	89	26900	83	3	0	79	4	55.4	47.7	210	71.23	1.5	43.36
Ισπανία	93	167100	88	5	0	31	4	43	62.81	150	53.08	1.41	69.98
Τσεχία	75	39100	83	4	1	41	4	52.9	59.28	270	45.89	1.99	67.82
Λετονία	80	34100	85	5	0	19	4	69.3	51.95	280	60.63	0.71	65.27
Βουλγαρία	76	41100	83	5	0	61	1	47.2	32.78	140	62.14	0.85	51.59
Ρουμανία	69	55300	85	3	1	55	6	70.3	35.62	245	65.79	0.47	50.81
Κροατία	90	25500	77	5	1	51	12	63	39.85	170	60.69	1.25	51.97

## Κεφάλαιο 6: Μέθοδος Πολυκριτήριας Ανάλυσης

### 6.1 Η μέθοδος TOPSIS

Η μέθοδος πολυκριτήριας ανάλυσης Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) αναπτύχθηκε ως εναλλακτική στην οικογένεια μεθόδων ELECTRE, και είναι μία μέθοδος σύνθεσης αντιστάθμισης, η οποία βασίζεται στην αρχή ότι η επιλεχθείσα δράση πρέπει να φέρει τη μικρότερη γεωμετρική απόσταση από την θετική ιδεατή λύση και τη μεγαλύτερη γεωμετρική απόσταση από την αρνητική.

Η μέθοδος TOPSIS περιλαμβάνει την διαμόρφωση και κανονικοποίηση του πίνακα απόφασης (εναλλακτικές x κριτήρια), τον υπολογισμό του σταθμισμένου πίνακα απόφασης, τον προσδιορισμό της θετικής και της αρνητικής ιδεατής λύσης, για την εύρεση μίας τελικής κατάταξης. Στην πορεία η TOPSIS επεκτάθηκε από μέσω της εισαγωγής μίας τριγωνικής μεθόδου για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ δύο τριγωνικών ασαφών αριθμών, διαμορφώνοντας έτσι τη μέθοδο Fuzzy TOPSIS, η οποία επεκτάθηκε περαιτέρω για να διαχειρίζεται διαφορετικούς τύπους δεδομένων.

Η TOPSIS χαρακτηρίζεται από μία συμπαγή λογική που αναπαριστά τη λογική της ατομικής επιλογής, ενώ ταυτόχρονα θεωρεί τόσο την ιδεατή όσο και την αντί-ιδεατή λύση, και χρησιμοποιεί μία συστηματική, ξεκάθαρη και εύκολα προγραμματιζόμενη υπολογιστική διεργασία. Μακριά από τις μεθόδους διμερών συγκρίσεων, επιτρέπει επίσης την αξιολόγηση μεγάλου αριθμού εναλλακτικών έναντι μεγάλου αριθμού κριτηρίων. Τέλος, χαρακτηρίζεται από διαθεσιμότητα πολλαπλών μεθοδολογικών επεκτάσεων στο ασαφές περιβάλλον [13].

Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος TOPSIS αναλύεται σε έξι ξεχωριστά βήματα:

#### 1. Σχεδίαση του πίνακα απόφασης (εναλλακτικές/κριτήρια)

$$\text{Decision Matrix} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \hline A_1 & e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ \hline A_2 & e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline A_m & e_{m1} & e_{m2} & \dots & e_{mn} \\ \hline \end{array}$$

όπου  $A_1, A_2, \dots, A_m$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$  είναι οι εναλλακτικές,  $C_1, C_2, \dots, C_n$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ , είναι τα κριτήρια και  $e_{ij}$  είναι η επίδοση της εναλλακτικής  $A_i$  έναντι του κριτηρίου  $C_j$ .

## 2. Υπολογισμός του κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης

Για τον υπολογισμό του κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης  $R$ , κάθε στοιχείο του υπολογίζεται ως εξής:

$$r_{ij} = \frac{e_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m e_{ij}^2}}$$

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

## 3. Υπολογισμός του σταθμισμένου κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης

Για τον υπολογισμό του σταθμισμένου κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης  $P$ , ο κανονικοποιημένος πίνακας απόφασης  $R$  πολλαπλασιάζεται με τα επίσης κανονικοποιημένα βάρη των κριτηρίων.

$$P_{ij} = w_{j_{\text{norm}}} \times r_{ij}$$

Όπου  $r_{ij}$  αναπαριστά τη σταθμισμένη κανονικοποιημένη αξία της κάθε εναλλακτικής έναντι του αντίστοιχου κριτηρίου στον πίνακα  $R$ ,

$$w_{j_{\text{norm}}} = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^n W_j}, j = 1, 2, \dots, n, \sum_{j=1}^n w_{j_{\text{norm}}} = 1$$

Το διάνυσμα βαρών  $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  αποτελείται από τα επιμέρους αρχικά βάρη  $w_j$  για κάθε κριτήριο  $C_j$ .

## 4. Προσδιορισμός διανυσμάτων θετικής ( $P^+$ ) & αρνητικής ( $P^-$ ) ιδεατής λύσης

Για να υπολογιστούν τα διανύσματα που αναπαριστούν την υποθετική θετική ιδεατή λύση  $P^+$  (κριτήρια θετικής επίδρασης) και την υποθετική αρνητική ιδεατή λύση  $P^-$  (κριτήρια αρνητικής επίδρασης):

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

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

Υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ιδεατές λύσεις για κάθε κριτήριο:

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

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

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

Για περαιτέρω διευκρίνιση, όταν ένα πρόβλημα διαθέτει κριτήρια οφέλους ( $J$ ), η μέγιστη τιμή  $p_{ij}$  αντιπροσωπεύει τη θετική ιδανική λύση, δηλαδή την εναλλακτική που μεγιστοποιεί το όφελος για κάθε κριτήριο, και η ελάχιστη  $p_{ij}$  αντιπροσωπεύει την αρνητική ιδανική λύση, δηλαδή την εναλλακτική που ελαχιστοποιεί το όφελος για τον καθένα κριτήριο. Με παρόμοιο τρόπο, όταν ένα πρόβλημα διαθέτει κριτήρια κόστους ( $J'$ ), το ελάχιστο  $p_{ij}$  αντιπροσωπεύει τη θετική ιδανική λύση, δηλαδή την εναλλακτική που ελαχιστοποιεί το κόστος για κάθε κριτήριο και το μέγιστο  $p_{ij}$  αντιπροσωπεύει την αρνητική ιδανική λύση, δηλαδή την εναλλακτική που μεγιστοποιεί το κόστος για κάθε κριτήριο.

## 5. Υπολογισμός αποστάσεων

Υπολογίζεται η απόσταση κάθε εναλλακτικής από την θετική ιδεατή λύση:

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

και από την αρνητική ιδεατή λύση:

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

## 6. Υπολογισμός σχετικής εγγύτητας

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

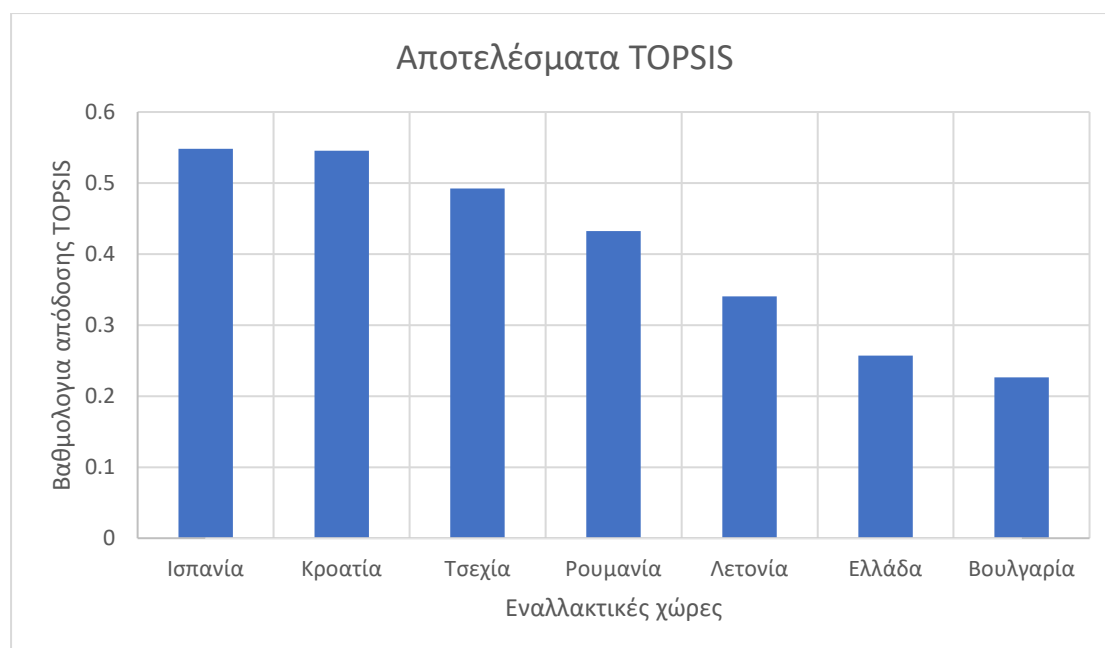
$$D_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

### 6.2 Αποτελέσματα Πολυκριτήριας Ανάλυσης

Έπειτα από τη συλλογή όλων των σχετικών πληροφοριών, τα δεδομένα τροφοδοτούνται στο πολυκριτηριακό μοντέλο για να παραχθούν ποσοτικά αποτελέσματα. Ο υπολογισμός της τελικής κατάταξης για κάθε χώρα σχετικά με την ετοιμότητά της για την εφαρμογή του Δείκτης Ετοιμότητας για Έξυπνα Κτίρια (Smart Readiness Indicator - SRI), έγινε χρησιμοποιώντας τη Μέθοδο TOPSIS.

Πίνακας 6.1 Κατάταξη εναλλακτικών χωρών σύμφωνα με την TOPSIS

Εναλλακτικές Χώρες	Βαθμολογία TOPSIS	Κατάταξη
Ισπανία	0.548063193	1
Κροατία	0.545711965	2
Τσεχία	0.492418575	3
Ρουμανία	0.432379246	4
Λετονία	0.340638808	5
Ελλάδα	0.257007688	6
Βουλγαρία	0.226531591	7



Διάγραμμα 6.1: Αποτελέσματα TOPSIS

Από τα αποτελέσματα της πολυκριτήριας ανάλυσης, η Ισπανία ξεχωρίζει ως η χώρα με την υψηλότερη ετοιμότητα για την εφαρμογή του SRI. Αυτό συνεπάγεται ότι η Ισπανία έχει λάβει σημαντικά μέτρα και έχει αναπτύξει τις απαραίτητες υποδομές και πολιτικές προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του SRI.

Ακολουθούν στις πρώτες θέσεις η Κροατία και η Τσεχία, που επίσης εμφανίζουν υψηλή ετοιμότητα στον τομέα αυτό. Αυτό υποδηλώνει τη δέσμευση αυτών των χωρών για την ανάπτυξη σύμφωνα με τις αρχές του SRI.

Στις μεσαίες θέσεις της κατάταξης βρίσκονται η Ρουμανία και η Λετονία, που ενδεχομένως έχουν λάβει ορισμένα μέτρα για τη βελτίωση της ετοιμότητάς τους, αλλά εξακολουθούν να χρειάζονται περαιτέρω προσπάθειες.

Αντίθετα, η Ελλάδα βρίσκεται στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης, μαζί με την γειτονική Βουλγαρία. Αυτό υποδηλώνει ότι οι δύο αυτές χώρες είναι αναγκαίο να λάβουν άμεσα πιο δραστικές αποφάσεις προκειμένου να είναι έτοιμες σε μεγαλύτερο βαθμό για την εφαρμογή του SRI.

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που ορισμένες χώρες φαίνεται να ξεχωρίζουν ως προς την ετοιμότητά τους, η συνολική ετοιμότητα όλων των χωρών φαίνεται να κυμαίνεται κοντά στο 0.5. Αυτό συνεπάγεται ότι, γενικά, οι ευρωπαϊκές χώρες που

μελετήθηκαν είναι ακόμα στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της ετοιμότητάς τους για το SRI, και καμία χώρα δεν ξεχωρίζει σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αυτό υποδεικνύει την ανάγκη για συνεχείς προσπάθειες και επενδύσεις προκειμένου να επιτευχθεί μια βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη σε όλη την Ευρώπη.

Ο υψηλότερος συντελεστής ετοιμότητας που επιδεικνύει η Ισπανία παρουσιάζει την προσέγγιση της χώρας προς την έξυπνη και βιώσιμη ανάπτυξη του τομέα των κτιρίων. Αυτό σημαίνει ότι η Ισπανία έχει επιτύχει την αποτελεσματική υλοποίηση μέτρων που στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την ένταξη έξυπνων τεχνολογιών και τη δημιουργία βιώσιμων κτιρίων. Τα κτίρια αυτά προσφέρουν άνεση και ποιότητα ζωής στους χρήστες, δημιουργώντας ένα περιβάλλον που συνδυάζει την άνεση με την προστασία του περιβάλλοντος.

Η συνολική αξιολόγηση αυτή αναδεικνύει την ηγετική θέση της Ισπανίας στον τομέα της έξυπνης ετοιμότητας των κτιρίων και τονίζει τη δέσμευσή της στην αειφορία και την τεχνολογική καινοτομία στον κτιριακό τομέα.

Με τη συνεχή προσπάθεια για τη βελτίωση της ετοιμότητας των κτιρίων, η Ισπανία μπορεί να αποτελέσει πρότυπο για την υπόλοιπη Ευρώπη, ώστε να διδάξει το δρόμο προς την αειφόρο ανάπτυξη και την έξυπνη χρήση ενέργειας στα κτίρια. Αυτό, σε συνδυασμό με την τήρηση των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο και έξυπνη κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια, θα συνεισφέρει σημαντικά στην προσπάθεια μείωσης του αντίκτυπου της κλιματικής αλλαγής και τη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης και ευημερούσας κοινωνίας στην Ευρώπη.



## Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Η μεθοδολογία SRI εξετάζει πτυχές που σχετίζονται με την ταξινόμηση των κτιρίων από άποψη ευφυΐας ανοίγοντας επίσης το δρόμο για συστήματα πιστοποίησης κτιρίων με βάση το SRI. Στο πλαίσιο αυτό, η ενσωμάτωση μέτρων ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύονται από έξυπνες ανακαινίσεις σε κτίρια θα μπορούσαν να αυξήσουν περαιτέρω την εξοικονόμηση ενέργειας. Ωστόσο, τα έξυπνα συστήματα κτιρίων πρέπει να αποδεικνύουν τα πλεονεκτήματά τους όσον αφορά επενδυτικό κόστος, επιτυγχάνοντας την επιθυμητή ευφυΐα και ενεργειακή απόδοση με ελκυστικούς χρόνους απόσβεσης. Επομένως, περαιτέρω έρευνα σε αυτό το πεδίο θα πρέπει να καθορίσει τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των διαφόρων έξυπνων τεχνολογιών σε κάθε χώρα σχετικά με τη μετασκευή κτιρίων, σύμφωνα με την τυπολογία του κτιρίου ή το έτος κατασκευής. Θα πρέπει επίσης να διεξαχθεί περαιτέρω έρευνα σχετικά με την επίδραση που μπορεί να έχουν τα βάρη δεικτών που καθορίζονται από τον χρήστη στο SRI, λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του κτιρίου. Τέλος, ο αντίκτυπος της έξυπνης μετασκευής στη εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω.

Η πολυκριτήρια μέθοδος αξιολόγησης της ετοιμότητας για την εφαρμογή του Smart Readiness Indicator (SRI) αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την κατανόηση και τη βελτίωση της έξυπνης ετοιμότητας των κτιρίων για κάθε χώρα. Μέσω αυτής της αξιολόγησης, μπορούν να αναδειχθούν οι προκλήσεις, οι ευκαιρίες και οι βέλτιστες πρακτικές που σχετίζονται με την έξυπνη διαχείριση και τη βιωσιμότητα των κτιρίων στη χώρα.

Με τη βοήθεια της πολυκριτήριας ανάλυσης, πραγματοποιείται αξιολόγηση πολλών παραγόντων για την ετοιμότητα των κτιρίων κάθε χώρας. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν την ύπαρξη και την αποτελεσματικότητα της νομοθεσίας και των πολιτικών που στοχεύουν στην ενεργειακή απόδοση και την έξυπνη τεχνολογία των κτιρίων, τις υποδομές που είναι απαραίτητες για τη σύνδεση και τη λειτουργία των έξυπνων συσκευών και αισθητήρων, την ενεργειακή απόδοση και τις βελτιστοποιημένες τεχνολογίες στα κτίρια, καθώς και την οικονομική και κοινωνική πτυχή της αποδοχής και υιοθέτησης της έξυπνης τεχνολογίας από το κοινό.

Από την πολυκριτήρια ανάλυση που διενεργήθηκε, η Ισπανία αναδεικνύεται ως η πρώτη χώρα με την υψηλότερη ετοιμότητα για την εφαρμογή του SRI. Ακολουθούν στη δεύτερη και τρίτη θέση η Κροατία και η Τσεχία αντίστοιχα.

Χαρακτηριστική είναι η θέση της Ελλάδας, η οποία βρίσκεται στο κάτω μέρος της κλίμακας, δείχνοντας χαμηλή ετοιμότητα στον τομέα αυτόν.

Ο υψηλός συντελεστής ετοιμότητας που παρατηρείται για την Ισπανία αποτελεί απόδειξη της προοδευτικής της προσέγγισης προς την έξυπνη και βιώσιμη ανάπτυξη του κτιριακού τομέα. Η χώρα αυτή έχει επιτύχει αποτελεσματικά τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την ενσωμάτωση έξυπνων τεχνολογιών και την δημιουργία βιώσιμων κτιρίων που προσφέρουν ανέσεις και υψηλή ποιότητα ζωής στους κατοίκους τους.

Συνολικά, αυτή η αξιολόγηση αναδεικνύει τη ηγετική θέση της Ισπανίας στον κτιριακό τομέα και την αφοσίωσή της στην προώθηση της αειφορίας και της τεχνολογικής καινοτομίας.

## Βιβλιογραφία

- [1] Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, «ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2021/1119 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ,» Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2021.
- [2] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Κύμα ανακαινίσεων για την Ευρώπη – οικολογικά κτίρια, θέσεις εργασίας καλύτερη ζωή,» Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020.
- [3] Apostolis Arsenopoulos, Angel Nikolaev, Dimitris Stratakos, «D2.1 – SRI CURRENT LANDSCAPE REPORT AND STAKEHOLDER ENGAGEMENT PLAN,» 2023.
- [4] Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, «ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2021/1153 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ,» Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2021.
- [5] E. Lakatos, A. Arsenopoulos,, «Investigating EU financial instruments to tackle energy poverty,» 2019.
- [6] European Investment Bank, «Solutions for energy efficiency 10 years of European Local Energy Assistance (ELENA),» 2019.
- [7] Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, «ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2021/523 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 24ης Μαρτίου 2021 για τη θέσπιση του προγράμματος InvestEU και την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) 2015/1017,» Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2021.
- [8] European Commission, «Mid-term evaluation of the European Energy Efficiency Fund,» 2013.
- [9] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «ΕΚΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ Σχετικά με την υλοποίηση του

Ευρωπαϊκού Ενεργειακού Προγράμματος Ανάκαμψης και του Ευρωπαϊκού Ταμείου Ενεργειακής Απόδοσης,» 2016.

[10] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2021/1058 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 24ης Ιουνίου 2021 για το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και το Ταμείο Συνοχής,» 2021.

[11] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «B ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2021/241 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 12ης Φεβρουαρίου 2021 για τη θέσπιση του μηχανισμού ανάκαμψης και ανθεκτικότητας,» 2021.

[12] J., Climaco, «Multicriteria Analysis,» Springer-Verlag, New York, 1997.

[13] Χ. Δούκας, Ι. Ψαρράς, «ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ,» ΕΣΑΔ ΕΜΠ.

[14] Η. Neofytou, Α. Nikas, Η. Doukas, «Sustainable energy transition readiness: A multicriteria assessment index,» *ELSEVIER: Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020.

[15] Violeta Motuzienė, Artur Rogoža, Vilūnė Lapinskienė, Tatjana Vilutienė, «Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multi-criteria analysis: a case study,» *ELSEVIER*, 2015.

[16] Hera Neofytou, Yannis Sarafidis, Nikolaos Gkonis, Sebastian Mirasgedis, Dimitris Askounis, «Energy Efficiency contribution to sustainable development: A multi-criteria approach in Greece,» *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 2020.

[17] Elissaios Sarmas, Vangelis Marinakis, Haris Doukas, «A data-driven multicriteria decision making tool for assessing investments in energy efficiency,» *Operational Research*, 2022.

[18] European Commission, «Standard Eurobarometer 98 Winter 2022 2023,» 2023.

- [19] EUROBSERV'ER, «THE STATE OF RENEWABLE ENERGIES IN EUROPE,» 2019.
- [20] The World Bank, «RISE 2022,» 2022.
- [21] «Rescoop.eu,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.rescoop.eu/policy/latvia-rec-cec-definitions>.
- [22] A. Timoseva, «RENEWABLE ENERGY POLICY: A COMPARATIVE CASE STUDY OF LATVIA AND SWEDEN,» Uppsala, 2019.
- [23] «enerCEE.net,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.enercee.net/countries/latvia/support-schemes>.
- [24] Edoardo Binda Zane, Dierk Bauknecht, Robert Brückmann, «Integration of electricity from renewables to the electricity grid and to the electricity market – RES-INTEGRATION,» 2012.
- [25] «AST,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ast.lv/en/content/guarantees-origin>.
- [26] T. P. o. t. R. o. Latvia, «Energy Efficiency Law,» 2016.
- [27] Βουλγάριο Υπουργείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και Δημοσίων Έργων, «RD-02-20-3,» 2022.
- [28] «DataBank World Development Indicators,» The World Bank, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.
- [29] Apostolos Arsenopoulos, Vangelis Marinakis, Konstantinos Koasidis, Andriana Stavrakaki, John Psarras, «Assessing Resilience to Energy Poverty in Europe through a Multi-Criteria Analysis Framework,» 2020.
- [30] I. W. C. Center, «IMD World Competitiveness Booklet 2022,» 2022.

[31] U. Berardi, «A cross-country comparison of the building energy consumptions and their trends,» 2015.

[32] «The Global Economy,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.theglobaleconomy.com/rankings/consumption\\_GDP/](https://www.theglobaleconomy.com/rankings/consumption_GDP/).

[33] IMD WORLD COMPETITIVENESS CENTER, «IMD WORLD DIGITAL COMPETITIVENESS RANKING 2022,» 2022.

[34] The World Bank, «The World Bank,» 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>.