

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΠΟΡΙΣΜΑ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΘΕΜΑ:

Smart Readiness Indicator (SRI)

**ΕΥΦΥΗΣ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ: ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ
ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ**

ΜΟΝΙΜΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2024-2028)

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΜΑΙΟΣ 2026

ΣΥΝΤΑΞΗ ΠΟΡΙΣΜΑΤΟΣ

Το παρόν πόρισμα με θέμα:

«Smart Readiness Indicator (SRI) – Ευφυής Ετοιμότητα Κτιρίων: Από την Ευρωπαϊκή Πολιτική στην Ελληνική Πραγματικότητα»

εκπονήθηκε στο πλαίσιο της **Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας του ΤΕΕ/ΤΚΜ**, από την ακόλουθη Ομάδα Εργασίας.

Μέλη Ομάδας Εργασίας

- **Γκιόκας Γεώργιος**, Φυσικός, Επιμελητής της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας
- **Κεράνη Λεμονιά**, Μηχανολόγος Μηχανικός, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας
- **Ναβροζίδης Σάββας**, Μηχανολόγος Μηχανικός, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας
- **Πολύζος Χρήστος**, Μηχανολόγος Μηχανικός, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας
- **Τσικούρας Χρήστος**, Πολιτικός Μηχανικός, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας και της Διοικούσας Επιτροπής ΤΕΕ/ΤΚΜ
- **Χατζάκης Νικόλαος**, Μηχανολόγος Μηχανικός, Πρόεδρος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας
- **Χατζηκωνσταντινίδης Κωνσταντίνος**, Μηχανολόγος Μηχανικός, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας και της Κεντρικής Αντιπροσωπείας ΤΕΕ, Συντονιστής της Ομάδας Εργασίας

Η Ομάδα Εργασίας ανέλαβε τη διερεύνηση, τεχνική τεκμηρίωση και σύνθεση των ζητημάτων που αφορούν τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων, με στόχο την αποτύπωση του ευρωπαϊκού θεσμικού και τεχνικού πλαισίου, την ανάλυση της μεθοδολογίας υπολογισμού και αξιολόγησης του δείκτη, καθώς και την εξέταση των προϋποθέσεων και δυνατοτήτων εφαρμογής του στην ελληνική πραγματικότητα.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	5
1.1 Σκοπός και αντικείμενο της ομάδας εργασίας	7
1.2 Πλαίσιο σύστασης (ΤΕΕ/ΤΚΜ – Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας).....	9
1.3 Μεθοδολογία εκπόνησης του πορίσματος	11
2. Πλαίσιο για την ενέργεια στα κτίρια	14
2.1 Ο ρόλος του κτιριακού τομέα στην ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές	15
2.2 Έξυπνη πόλη και κτίρια	19
2.3 Η Οδηγία EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)	23
2.4 Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)	30
3. Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων (SRI)	40
3.1 Έννοια και σκοπός του SRI	41
3.2 Βασικές λειτουργίες του SRI	44
3.2.1 Ενεργειακή απόδοση και λειτουργία του κτιρίου	45
3.2.2 Προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών.....	46
3.2.3 Αλληλεπίδραση με το δίκτυο και ενεργειακή ευελιξία	47
3.3 Σχέση SRI με ΠΕΑ.....	49
3.4 Οφέλη για χρήστες και αγορά	51
4. Μεθοδολογία υπολογισμού του SRI.....	54
4.1 Γενική αρχιτεκτονική της μεθόδου	54
4.2 Μεθοδολογίες αξιολόγησης	56
4.2.1 Μέθοδος Α (Simplified Method).....	58
4.2.2 Μέθοδος Β (Detailed Method)	59
4.2.3 Εναλλακτικές και μελλοντικές προσεγγίσεις αξιολόγησης	60
4.2.4 Συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων.....	61
4.3 Υπηρεσίες ευφυούς ετοιμότητας	62
4.4 Τεχνικοί τομείς (Technical Domains).....	63
4.5 Κριτήρια αντικτύπου (Impact Criteria)	70
4.6 Βασικές λειτουργίες κλειδιά	72
4.7 Συντελεστές στάθμισης (Weighting factors).....	74
4.7.1 Απόδοση συντελεστών στάθμισης στους τεχνικούς τομείς.....	77

4.7.2. Απόδοση συντελεστών στάθμισης στα κριτήρια αντικτύπου.....	81
4.8 Υπολογισμός δείκτη SRI	83
5. Διαδικασία αξιολόγησης και SRI audits	88
5.1 Αρχές αξιολόγησης.....	88
5.2 Ορισμός βημάτων επιτόπιου ελέγχου SRI με βάση μεθοδολογίες ενεργειακού ελέγχου	89
5.3 Βήματα ελέγχου και αξιολόγησης SRI	92
5.4 Συλλογή δεδομένων και τεκμηρίωση	96
5.5 Πρότυπα και κατευθυντήριες οδηγίες	97
6. Εφαρμογή του SRI σε ευρωπαϊκό επίπεδο.....	99
6.1 Εξέλιξη και ανάπτυξη του SRI	99
6.2 Φάση δοκιμών (testing phase)	101
6.3 Ευρωπαϊκά έργα και εργαλεία	102
6.4 Στάδια εφαρμογής SRI	104
7. Εφαρμογή του SRI στην Ελλάδα	106
7.1 Ιδιαιτερότητες του ελληνικού κτιριακού αποθέματος.....	106
7.2 Θεσμικό και κανονιστικό πλαίσιο	107
7.3 Προσαρμογή της μεθοδολογίας SRI στην Ελλάδα	111
7.4 Δοκιμαστική φάση του SRI στην Ελλάδα.....	113
8. Φορείς και αξιολογητές SRI	115
8.1 Πιθανοί αξιολογητές (SRI auditors)	116
8.2 Απαιτούμενα προσόντα και δεξιότητες.....	118
8.3 Εκπαίδευση και πιστοποίηση	119
8.4 Διασφάλιση ποιότητας αξιολογήσεων	121
9. Εργαλεία και υποστηρικτικά μέσα SRI.....	123
9.1 Excel EE- SRI Calculation sheet.....	123
9.2 Implementation tools της EE	125
10. Συμπεράσματα.....	130
10.1 Συνολική αποτίμηση του SRI	130
10.2 Προτάσεις για την Ελλάδα	132
10.3 Μελλοντικές κατευθύνσεις.....	135
Βιβλιογραφία	138

1. Εισαγωγή

Ο κτιριακός τομέας βρίσκεται σήμερα στο επίκεντρο της ευρωπαϊκής και εθνικής συζήτησης για την ενεργειακή μετάβαση, την απανθρακοποίηση της οικονομίας και τον ψηφιακό μετασχηματισμό του δομημένου περιβάλλοντος. Η σημασία του είναι κομβική, καθώς τα κτίρια εξακολουθούν να αντιπροσωπεύουν πολύ μεγάλο μέρος της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης και των ενεργειακά συνδεδεμένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα κτίρια αντιστοιχούν περίπου στο 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και στο 36% των σχετικών εκπομπών, ενώ παράλληλα ένα πολύ μεγάλο μέρος του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος παραμένει ενεργειακά ανεπαρκές και τεχνολογικά παρωχημένο. Η πραγματικότητα αυτή καθιστά σαφές ότι οι στόχοι της κλιματικής ουδετερότητας δεν μπορούν να επιτευχθούν χωρίς βαθιές και συστηματικές παρεμβάσεις στα κτίρια, τόσο στο επίπεδο της ενεργειακής τους απόδοσης όσο και στο επίπεδο της λειτουργικής, τεχνολογικής και ψηφιακής τους ωριμότητας [1].

Η ανάγκη αυτή εντάθηκε ακόμη περισσότερο υπό το πρίσμα της ευρωπαϊκής στρατηγικής για το 2030 και το 2050, της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, της «Renovation Wave», αλλά και της πρόσφατης αναδιατύπωσης της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD) [2], [3]. Στο νέο αυτό πλαίσιο, το κτίριο δεν αντιμετωπίζεται πλέον μόνο ως παθητικός καταναλωτής ενέργειας, αλλά ως ενεργό στοιχείο του ενεργειακού συστήματος, ικανό να αλληλεπιδρά με τους χρήστες του, να ανταποκρίνεται σε σήματα του δικτύου, να αξιοποιεί αυτοματισμούς, να υποστηρίζει την ενεργειακή ευελιξία και να συμβάλλει στη συνολική αποδοτικότητα και ανθεκτικότητα του συστήματος. Η μετάβαση αυτή από το «ενεργειακά αποδοτικό» στο «έξυπνο και ευέλικτο» κτίριο αποτελεί ουσιώδη μετατόπιση παραδείγματος για την ευρωπαϊκή πολιτική κτιρίων.

Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων (Smart Readiness Indicator – SRI), ο οποίος θεσπίστηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως εργαλείο αποτίμησης της ικανότητας ενός κτιρίου να χρησιμοποιεί ευφυείς τεχνολογίες και συστήματα αυτοματισμού με τρόπο που να βελτιώνει την ενεργειακή του απόδοση, να προσαρμόζει τη λειτουργία του στις ανάγκες των χρηστών και να ενισχύει την αλληλεπίδρασή του με το ενεργειακό δίκτυο. Ο SRI δεν υποκαθιστά τα υφιστάμενα εργαλεία αποτίμησης, όπως το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, αλλά τα συμπληρώνει, εισάγοντας μια νέα διάσταση αξιολόγησης που αφορά την «ευφυή» λειτουργία του κτιρίου, δηλαδή την ικανότητά του να αισθάνεται, να επικοινωνεί, να ελέγχει, να βελτιστοποιεί και να ανταποκρίνεται δυναμικά σε μεταβαλλόμενες συνθήκες [4].

Η εισαγωγή του SRI συνδέεται άμεσα με την αναγνώριση ότι η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τα παθητικά χαρακτηριστικά του κελύφους ή από τον βαθμό απόδοσης των Η/Μ εγκαταστάσεων, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες που βρίσκονται εντός του κτιρίου οργανώνονται, ελέγχονται και συνεργάζονται μεταξύ τους. Με άλλα λόγια, το ζήτημα δεν είναι μόνο πόση ενέργεια καταναλώνει ένα κτίριο, αλλά και κατά πόσο είναι σε θέση να τη διαχειριστεί ευφυώς, να προσφέρει υψηλότερα επίπεδα άνεσης, υγείας, πληροφόρησης και ευκολίας στους χρήστες, και ταυτόχρονα να λειτουργεί ως στοιχείο ευελιξίας σε ένα δίκτυο με ολοένα αυξανόμενη διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για τον λόγο αυτό, ο SRI αντιμετωπίζεται πλέον όχι απλώς ως ένας ακόμη τεχνικός δείκτης, αλλά ως ένα εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού για το μέλλον του κτιριακού τομέα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ο SRI αναπτύσσεται σε μια περίοδο κατά την οποία η Ευρώπη επιδιώκει να συνδυάσει τρεις μεγάλες μεταβάσεις: την ενεργειακή μετάβαση, την ψηφιακή μετάβαση και τη μετάβαση προς ένα πιο ανθεκτικό και κλιματικά ουδέτερο δομημένο περιβάλλον. Στο σημείο τομής αυτών των μεταβάσεων βρίσκονται τα σύγχρονα κτίρια, τα οποία οφείλουν πλέον να είναι όχι μόνο ενεργειακά αποδοτικά, αλλά και ικανά να διαχειρίζονται δεδομένα, να υποστηρίζουν αυτοματισμούς, να ενσωματώνουν έξυπνες υπηρεσίες και να λειτουργούν με όρους προσαρμοστικότητας. Η ευφυής ετοιμότητα, επομένως, δεν αποτελεί μια θεωρητική ή δευτερεύουσα ιδιότητα, αλλά μία από τις βασικές συνιστώσες του σύγχρονου κτιρίου χαμηλών εκπομπών.

Για την Ελλάδα, το θέμα αποκτά ακόμη μεγαλύτερη βαρύτητα. Το ελληνικό κτιριακό απόθεμα χαρακτηρίζεται από μεγάλη ηλικία, υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, περιορισμένη διείσδυση αυτοματισμών και έντονες διαφοροποιήσεις ανά χρήση, κλιματική ζώνη και τεχνολογικό εξοπλισμό. Παράλληλα, η εφαρμογή του SRI στην ελληνική πραγματικότητα δεν μπορεί να γίνει με τρόπο μηχανιστικό ή απολύτως αντιγραφικό σε σχέση με άλλα ευρωπαϊκά περιβάλλοντα, καθώς απαιτεί προσαρμογή στις εγχώριες κλιματικές, τεχνικές, κανονιστικές και επαγγελματικές συνθήκες. Η ανάγκη αυτή αναδείχθηκε και κατά τη φάση δοκιμών του δείκτη στα κράτη μέλη, στο πλαίσιο της οποίας εξετάστηκε η πρακτική εφαρμογή του σε διαφορετικά εθνικά περιβάλλοντα και διαπιστώθηκε ότι ζητήματα όπως οι συντελεστές βαρύτητας, οι τεχνικοί τομείς, οι τυπολογίες κτιρίων και η επάρκεια των διαθέσιμων δεδομένων απαιτούν ειδικότερη επεξεργασία σε εθνικό επίπεδο.

Από αυτή την άποψη, η συζήτηση για τον SRI στην Ελλάδα δεν αφορά μόνο ένα νέο υπολογιστικό ή πιστοποιητικό εργαλείο. Αφορά ευρύτερα τον τρόπο με τον οποίο η χώρα θα προσεγγίσει την επόμενη γενιά πολιτικών για τα κτίρια: αν δηλαδή θα παραμείνει σε ένα σχήμα που αποτιμά κυρίως την ενεργειακή κατανάλωση ή αν θα κινηθεί προς ένα πιο σύνθετο μοντέλο, στο οποίο η ενεργειακή απόδοση, η ευφυής

λειτουργικότητα, η άνεση, η ευελιξία και η διαλειτουργικότητα θα αντιμετωπίζονται ως αλληλένδετες παράμετροι. Σε αυτό ακριβώς το πλαίσιο εντάσσεται η παρούσα πρωτοβουλία της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας του ΤΕΕ/TKM, η οποία επιχειρεί να μεταφέρει τη σχετική ευρωπαϊκή συζήτηση στο επίπεδο της ελληνικής τεχνικής και κανονιστικής πραγματικότητας, με όρους τεκμηριωμένους, εφαρμόσιμους και θεσμικά χρήσιμους.

Το παρόν πόρισμα φιλοδοξεί να συμβάλει σε αυτή τη μετάβαση μέσα από μια συστηματική προσέγγιση του SRI, η οποία ξεκινά από το ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο και την ανάλυση της μεθοδολογίας του, προχωρά στην ερμηνεία των τεχνικών και λειτουργικών του διαστάσεων και καταλήγει στην επεξεργασία προτάσεων για την εφαρμογή του στην ελληνική πραγματικότητα. Η λογική που ακολουθείται είναι σκόπιμα κλιμακωτή: από το γενικότερο πλαίσιο της ενεργειακής και ψηφιακής μετάβασης των κτιρίων, προς τη συγκεκριμένη αποτύπωση του αντικειμένου της Ομάδας Εργασίας και, στη συνέχεια, προς τα ειδικότερα ζητήματα μεθοδολογίας, εφαρμογής, επιθεώρησης και πολιτικής αξιοποίησης του δείκτη.

1.1 Σκοπός και αντικείμενο της ομάδας εργασίας

Η Ομάδα Εργασίας του ΤΕΕ/Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας με τίτλο «Ευφυής Ετοιμότητα Κτιρίων: Από την Ευρωπαϊκή Πολιτική στην Ελληνική Πραγματικότητα» συγκροτήθηκε στο πλαίσιο της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας, με σκοπό να διερευνήσει σε βάθος το περιεχόμενο, τη μεθοδολογία, τις δυνατότητες και τις προϋποθέσεις εφαρμογής του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων στην Ελλάδα. Σύμφωνα με την εγκεκριμένη πρόταση συγκρότησής της, βασικός σκοπός της Ομάδας είναι η πλήρης τεχνική και κανονιστική αποτύπωση του SRI, όπως αυτός έχει διαμορφωθεί και θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς και η εστίαση στην ανάλυση της μεθοδολογίας υπολογισμού του, των κριτηρίων αξιολόγησης και των τρόπων εφαρμογής του στην ελληνική πραγματικότητα. Η ίδια πρόταση επισημαίνει ότι η εργασία αυτή πρέπει να αποτελέσει τη βάση για στρατηγικές προτάσεις που θα συμβάλουν στην εφαρμογή του δείκτη στο ελληνικό κτιριακό απόθεμα και θα προετοιμάσουν το έδαφος για τη μελλοντική του υιοθέτηση σε εθνικό επίπεδο.

Με βάση τα παραπάνω, ο σκοπός της Ομάδας Εργασίας δεν εξαντλείται στην απλή περιγραφή ενός ευρωπαϊκού θεσμικού εργαλείου. Αντιθέτως, έχει χαρακτήρα ουσιαστικά μεταφραστικό και επιτελικό: επιδιώκει να μεταφέρει μια ευρωπαϊκή πολιτική και μια σύνθετη τεχνική μεθοδολογία στο πεδίο των ελληνικών εφαρμογών, εξετάζοντας τα σημεία στα οποία απαιτείται προσαρμογή, ερμηνεία ή εξειδίκευση. Η εργασία της Ομάδας τοποθετείται, επομένως, στο κρίσιμο μεταίχμιο ανάμεσα στην ευρωπαϊκή στρατηγική για τα έξυπνα κτίρια και στις πραγματικές δυνατότητες υλοποίησής της στην Ελλάδα, όπου το κανονιστικό πλαίσιο, η δομή του κτιριακού

αποθέματος, η τεχνική ωριμότητα των κτιρίων και οι διαθέσιμες επαγγελματικές υποδομές παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Το αντικείμενο της Ομάδας Εργασίας ορίζεται ως η ανάλυση και η προσαρμογή του δείκτη SRI στην ελληνική πραγματικότητα. Ειδικότερα, η Ομάδα καλείται να εξετάσει τον SRI ως εργαλείο υπολογισμού της ευφυσής ετοιμότητας των κτιρίων, όπως έχει εισαχθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και όπως προγραμματίζεται να εφαρμοστεί στα κράτη μέλη τα επόμενα χρόνια. Στο πλαίσιο αυτό, προβλέπεται η μελέτη των σχετικών ευρωπαϊκών οδηγιών και κανονιστικών πράξεων, με στόχο την εις βάθος κατανόηση της μεθοδολογίας υπολογισμού του δείκτη, των επιμέρους τεχνικών τομέων, των κριτηρίων αξιολόγησης και των συντελεστών στάθμισης που τον συγκροτούν.

Ιδιαίτερη βαρύτητα αποδίδεται, επίσης, στη συστηματική ανάλυση του ευρωπαϊκού πλαισίου SRI και των επιπτώσεών του για τα κράτη μέλη, στην ανάδειξη των ωφελειών από την εφαρμογή του για την ενεργειακή αποδοτικότητα, τη χρηστικότητα και τη βιωσιμότητα των κτιρίων, καθώς και στη συγκριτική αποτίμηση των μεθόδων εφαρμογής του δείκτη. Η πρόβλεψη αυτή είναι σημαντική, διότι αναγνωρίζει ότι ο SRI δεν είναι ένα μονοδιάστατο εργαλείο «βαθμολόγησης», αλλά ένας σύνθετος μηχανισμός που επηρεάζει τον σχεδιασμό πολιτικών, τη λειτουργία της αγοράς τεχνικών υπηρεσιών, τη διαμόρφωση νέων επαγγελματικών ρόλων και, τελικά, τον τρόπο με τον οποίο αξιολογούμε το ίδιο το κτίριο ως τεχνολογικό και ενεργειακό σύστημα.

Πέραν της θεωρητικής και κανονιστικής αποτύπωσης, το αντικείμενο της Ομάδας έχει σαφή πρακτικό και εφαρμοσμένο προσανατολισμό. Η πρόταση συγκρότησης προβλέπει ότι θα εξεταστεί η δυνατότητα προσαρμογής των weighting factors στις ελληνικές συνθήκες, λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως το κλίμα, οι τύποι κτιρίων και τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, ενώ παράλληλα θα μελετηθούν σενάρια αρχικής εφαρμογής του δείκτη στην Ελλάδα, με πιθανή προτεραιότητα σε δημόσια κτίρια, σχολεία, νοσοκομεία και κτίρια του τριτογενούς τομέα. Η επιλογή αυτή υποδηλώνει μια μεθοδολογικά ώριμη προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία η μετάβαση προς την εφαρμογή του SRI δεν μπορεί να είναι άμεση και οριζόντια, αλλά χρειάζεται φάσεις, πιλοτικά πεδία και σαφώς ιεραρχημένες κατηγορίες προτεραιότητας.

Σημαντικό μέρος του αντικειμένου της Ομάδας αφορά ακόμη το ανθρώπινο και θεσμικό υπόβαθρο που απαιτεί η μελλοντική εφαρμογή του SRI, όπως η πρόταση για καθορισμό πλαισίου για την πιστοποίηση και εκπαίδευση επιθεωρητών SRI, καθώς και η διαμόρφωση των αναγκαίων υποδομών για την παρακολούθηση του δείκτη. Το στοιχείο αυτό είναι καίριο, διότι αναγνωρίζει ότι η επιτυχής εφαρμογή οποιουδήποτε συστήματος αξιολόγησης δεν εξαρτάται μόνο από την τεχνική αρτιότητα της μεθοδολογίας, αλλά και από τη δυνατότητα να υποστηριχθεί οργανωτικά, θεσμικά

και επαγγελματικά. Με άλλα λόγια, ο SRI προϋποθέτει όχι μόνο κανόνες υπολογισμού, αλλά και κατάλληλα εκπαιδευμένους αξιολογητές, διοικητικά εργαλεία, πλατφόρμες καταγραφής και ένα ελάχιστο επίπεδο λειτουργικής τυποποίησης.

Η συγκυρία μέσα στην οποία συγκροτείται η Ομάδα Εργασίας είναι εξίσου ουσιώδης. Επισημαίνεται ότι ο SRI έχει εισαχθεί ως εργαλείο αξιολόγησης της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της λειτουργικότητάς τους, ενώ η φάση δοκιμών του δείκτη στα κράτη μέλη είχε ως ορίζοντα ολοκλήρωσης το τέλος του 2025. Επιπλέον, σημειώνεται ότι η Ελλάδα αναμένεται να υποβάλει σχετικό report στην ΕΕ για την προσαρμογή του δείκτη στις εγχώριες συνθήκες, έχοντας εφαρμόσει τον SRI σε έναν εύλογο αριθμό κτιρίων με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η Ομάδα Εργασίας συγκροτείται, επομένως, σε ένα χρονικό σημείο κατά το οποίο η ευρωπαϊκή συζήτηση έχει ήδη αποκτήσει επαρκή τεχνική ωριμότητα, αλλά η εθνική ενσωμάτωση βρίσκεται ακόμη στο στάδιο της διαμόρφωσης. Αυτό προσδίδει στο έργο της ιδιαίτερη σημασία, καθώς μπορεί να λειτουργήσει ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα στη δοκιμαστική φάση και σε μια ενδεχόμενη επόμενη φάση ευρύτερης θεσμικής εφαρμογής.

Συνοψίζοντας, ο σκοπός και το αντικείμενο της Ομάδας Εργασίας μπορούν να αποδοθούν ως μια συγκροτημένη προσπάθεια τεχνικής, κανονιστικής και στρατηγικής επεξεργασίας του SRI για την Ελλάδα. Πρόκειται για μια προσπάθεια που επιδιώκει: αφενός να ερμηνεύσει και να τεκμηριώσει σε βάθος ένα ευρωπαϊκό εργαλείο με σαφώς αυξανόμενη σημασία για το μέλλον του κτιριακού τομέα και, αφετέρου, να προτείνει τις προϋποθέσεις εκείνες υπό τις οποίες το εργαλείο αυτό θα μπορούσε να ενταχθεί παραγωγικά στην ελληνική πραγματικότητα. Με αυτή την έννοια, το έργο της Ομάδας δεν είναι μόνο περιγραφικό ή θεωρητικό, αλλά βαθύτατα προπαρασκευαστικό: οργανώνει τη γνώση, αναδεικνύει τα κρίσιμα ζητήματα εφαρμογής και διαμορφώνει ένα πλαίσιο αναφοράς για τη μελλοντική εθνική συζήτηση σχετικά με την ευφυή ετοιμότητα των κτιρίων.

1.2 Πλαίσιο σύστασης (ΤΕΕ/TKM – Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας)

Η παρούσα Ομάδα Εργασίας συγκροτήθηκε στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του ΤΕΕ/TKM, και ειδικότερα υπό την εποπτεία της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας. Η σύστασή της εντάσσεται στη στρατηγική του ΤΕΕ/TKM για την ενεργή συμμετοχή του τεχνικού κόσμου στη διαμόρφωση πολιτικών που αφορούν την ενεργειακή μετάβαση, τη βιωσιμότητα του δομημένου περιβάλλοντος και την ενσωμάτωση καινοτόμων τεχνολογιών στον κτιριακό τομέα.

Η ανάγκη δημιουργίας της Ομάδας Εργασίας προέκυψε από τη διαπιστωμένη έλλειψη συστηματικής και συγκροτημένης προσέγγισης του Δείκτη Ευφυούς

Ετοιμότητας Κτιρίων (SRI) σε εθνικό επίπεδο, σε συνδυασμό με τη δυναμική που αναπτύσσεται σε ευρωπαϊκό επίπεδο ως προς τη μελλοντική θεσμοθέτηση και εφαρμογή του. Στο πλαίσιο αυτό, το ΤΕΕ/TKM, ως θεσμοθετημένος τεχνικός σύμβουλος της Πολιτείας, ανέλαβε την πρωτοβουλία να διερευνήσει το αντικείμενο σε βάθος, αξιοποιώντας την τεχνογνωσία των μελών του και τη συμβολή ειδικών επιστημόνων και επαγγελματιών.

Η Ομάδα Εργασίας συγκροτήθηκε με απόφαση της Διοικούσας Επιτροπής του ΤΕΕ/TKM και λειτουργεί υπό τον συντονισμό της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας, η οποία έχει ως αποστολή την παρακολούθηση των εξελίξεων στον ενεργειακό τομέα, την υποβολή προτάσεων πολιτικής και την τεχνική τεκμηρίωση ζητημάτων που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση, την εξοικονόμηση ενέργειας και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η σύνθεση της Ομάδας Εργασίας είναι διεπιστημονική, αντανakλώντας τη σύνθετη φύση του αντικειμένου του SRI, το οποίο συνδυάζει τεχνικές, ενεργειακές, ψηφιακές και λειτουργικές παραμέτρους. Συμμετέχουν μηχανικοί διαφόρων ειδικοτήτων (ενδεικτικά: μηχανολόγοι, ηλεκτρολόγοι, πολιτικοί μηχανικοί, αρχιτέκτονες), καθώς και επιστήμονες με εξειδίκευση σε θέματα ενεργειακής πολιτικής, ενεργειακών συστημάτων, αυτοματισμών, διαχείρισης κτιρίων και ψηφιακών τεχνολογιών.

Στο σημείο αυτό παρατίθεται αλφαβητικά η σύνθεση της Ομάδας Εργασίας:

- **Μέλη Ομάδας Εργασίας:**
 - Γκιόκας Γεώργιος, Επιμελητής
 - Κεράνη Λεμονιά, ΜΜ
 - Ναβροζίδης Σάββας, ΜΜ
 - Πολύζος Χρήστος, ΜΜ
 - Τσικούρας Χρήστος, ΠΜ
 - Χατζάκης Νικόλαος, ΜΜ
 - Χατζηκωνσταντινίδης Κωνσταντίνος, ΜΜ

- **Συντονιστής Ομάδας Εργασίας:**
 - Χατζηκωνσταντινίδης Κωνσταντίνος, ΜΜ

Η λειτουργία της Ομάδας βασίστηκε στη συνεργασία μεταξύ των μελών, στην ανταλλαγή τεχνογνωσίας και στην αξιοποίηση τόσο της διεθνούς βιβλιογραφίας όσο και των διαθέσιμων δεδομένων από την ευρωπαϊκή εμπειρία εφαρμογής του δείκτη. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη διασύνδεση της θεωρητικής ανάλυσης με τις πρακτικές ανάγκες της ελληνικής αγοράς και των επαγγελματιών του τεχνικού κλάδου.

Η σύσταση της Ομάδας Εργασίας εντάσσεται, τέλος, σε μια ευρύτερη προσπάθεια του ΤΕΕ/TKM να συμβάλει ενεργά στον σχεδιασμό της επόμενης ημέρας για τον

κτιριακό τομέα στην Ελλάδα, αναδεικνύοντας τον ρόλο των έξυπνων τεχνολογιών και της ψηφιοποίησης ως βασικών μοχλών για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, της λειτουργικότητας και της βιωσιμότητας των κτιρίων.

1.3 Μεθοδολογία εκπόνησης του πορίσματος

Η εκπόνηση του παρόντος πορίσματος βασίστηκε σε μια πολυεπίπεδη μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία συνδυάζει τη βιβλιογραφική ανάλυση, τη μελέτη του θεσμικού πλαισίου, τη συγκριτική αξιολόγηση υφιστάμενων εργαλείων και τη σύνθεση τεχνικών προτάσεων προσαρμοσμένων στην ελληνική πραγματικότητα.

Σε πρώτο επίπεδο, πραγματοποιήθηκε εκτενής ανασκόπηση της διεθνούς και ευρωπαϊκής βιβλιογραφίας σχετικά με τον Δείκτη SRI, με έμφαση:

- στο θεσμικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EPBD και συναφή κανονιστικά κείμενα),
- στη μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη,
- στα τεχνικά πεδία και τα κριτήρια αξιολόγησης,
- στις εφαρμογές και δοκιμές του SRI σε κράτη μέλη.

Παράλληλα, αξιοποιήθηκαν επιστημονικά άρθρα και ερευνητικά έργα, τα οποία εξετάζουν τόσο τη θεωρητική θεμελίωση όσο και την πρακτική εφαρμογή του δείκτη σε διαφορετικά κτιριακά περιβάλλοντα. Η ανάλυση αυτή επέτρεψε την κατανόηση των δυνατοτήτων αλλά και των περιορισμών του SRI, ιδίως σε σχέση με τη μεταφορά του σε διαφορετικά εθνικά πλαίσια.

Σε δεύτερο επίπεδο, πραγματοποιήθηκε συστηματική μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα, με έμφαση:

- στα χαρακτηριστικά του ελληνικού κτιριακού αποθέματος,
- στο ισχύον θεσμικό πλαίσιο (ΚΕΝΑΚ, ΠΕΑ κ.λπ.),
- στο επίπεδο διείσδυσης ευφυών τεχνολογιών και αυτοματισμών,
- στις επαγγελματικές πρακτικές ενεργειακής επιθεώρησης και διαχείρισης κτιρίων.

Η φάση αυτή ήταν κρίσιμη, καθώς ανέδειξε τις ιδιαιτερότητες της ελληνικής πραγματικότητας και τις πιθανές ασυμβατότητες ή προσαρμογές που απαιτούνται για την εφαρμογή του SRI.

Σε τρίτο επίπεδο, η Ομάδα Εργασίας προχώρησε σε:

- συγκριτική ανάλυση μεταξύ SRI και υφιστάμενων εργαλείων,

- αξιολόγηση των τεχνικών παραμέτρων του δείκτη (technical domains, impact criteria, weighting factors),
- Διαδικασία αξιολόγησης SRI και κατευθυντήριες γραμμές.

Η ανάλυση αυτή οδήγησε στη διαμόρφωση τεκμηριωμένων συμπερασμάτων σχετικά με τη συμπληρωματικότητα των εργαλείων, καθώς και με τον ρόλο του SRI ως μηχανισμού ποιοτικής αναβάθμισης του κτιριακού τομέα.

Τέλος, σε τέταρτο επίπεδο, πραγματοποιήθηκε σύνθεση των ευρημάτων και διατύπωση προτάσεων πολιτικής και εφαρμογής, οι οποίες αφορούν:

- την προσαρμογή της μεθοδολογίας SRI στην ελληνική πραγματικότητα,
- τη σταδιακή εισαγωγή του δείκτη,
- την εκπαίδευση και πιστοποίηση επιθεωρητών,
- τη διασύνδεση με υφιστάμενα εργαλεία και πολιτικές.

Δομή του κειμένου

Το παρόν πόρισμα οργανώνεται σε δέκα βασικά κεφάλαια, τα οποία ακολουθούν μια κλιμακωτή λογική ανάλυσης, ξεκινώντας από το γενικό πλαίσιο και καταλήγοντας σε εξειδικευμένα τεχνικά ζητήματα και προτάσεις εφαρμογής.

Στο **Κεφάλαιο 1 (Εισαγωγή)** παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο του αντικειμένου, ο σκοπός και το αντικείμενο της Ομάδας Εργασίας, το πλαίσιο σύστασής της και η μεθοδολογία εκπόνησης του πορίσματος.

Στο **Κεφάλαιο 2 (Πλαίσιο για την ενέργεια στα κτίρια)** αναλύεται ο ρόλος του κτιριακού τομέα στην ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές, εξετάζεται η έννοια της έξυπνης πόλης και των έξυπνων κτιρίων, παρουσιάζεται η Οδηγία EPBD, οι στόχοι απανθρακοποίησης έως το 2050, το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), καθώς και η συμβολή της ψηφιοποίησης στην ενεργειακή μετάβαση των κτιρίων.

Στο **Κεφάλαιο 3 (Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων – SRI)** παρουσιάζεται η έννοια και ο σκοπός του δείκτη, αναλύονται οι βασικές λειτουργίες του, εξετάζεται η σχέση του με το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), καθώς και τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή του για τους χρήστες και την αγορά.

Στο **Κεφάλαιο 4 (Μεθοδολογία υπολογισμού του SRI)** αναπτύσσεται αναλυτικά η τεχνική βάση του δείκτη, συμπεριλαμβανομένης της γενικής αρχιτεκτονικής της μεθόδου, των τεχνικών τομέων, των κριτηρίων αντικτύπου, των επιμέρους υπηρεσιών, των επιπέδων λειτουργικότητας, των συντελεστών βαρύτητας, καθώς και των μεθοδολογιών αξιολόγησης και υπολογισμού του τελικού δείκτη.

Στο **Κεφάλαιο 5 (Διαδικασία αξιολόγησης και SRI audits)** περιγράφονται οι αρχές αξιολόγησης, τα βήματα της επιτόπιας επιθεώρησης, η διαδικασία συλλογής δεδομένων και τεκμηρίωσης, καθώς και τα σχετικά πρότυπα και κατευθυντήριες οδηγίες.

Στο **Κεφάλαιο 6 (Εφαρμογή του SRI σε ευρωπαϊκό επίπεδο)** εξετάζεται η εξέλιξη και ανάπτυξη του δείκτη, η φάση δοκιμών σε επίπεδο κρατών-μελών, τα ευρωπαϊκά έργα και εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί, καθώς και οι προοπτικές υποχρεωτικής εφαρμογής του.

Στο **Κεφάλαιο 7 (Εφαρμογή του SRI στην ελληνική πραγματικότητα)** αναλύονται οι ιδιαιτερότητες του ελληνικού κτιριακού αποθέματος, το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, η ανάγκη προσαρμογής της μεθοδολογίας, τα αποτελέσματα της φάσης testing στην Ελλάδα, καθώς και οι βασικές προκλήσεις και ευκαιρίες.

Στο **Κεφάλαιο 8 (Φορείς και αξιολογητές SRI)** εξετάζονται οι πιθανοί αξιολογητές, τα απαιτούμενα προσόντα και δεξιότητες, τα ζητήματα εκπαίδευσης και πιστοποίησης, καθώς και οι μηχανισμοί διασφάλισης ποιότητας των αξιολογήσεων.

Στο **Κεφάλαιο 9 (Εργαλεία και υποστηρικτικά μέσα SRI)** παρουσιάζονται τα διαθέσιμα εργαλεία υπολογισμού, όπως το επίσημο υπολογιστικό φύλλο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και τα λοιπά implementation tools που υποστηρίζουν την εφαρμογή του δείκτη.

Τέλος, στο **Κεφάλαιο 10 (Συμπεράσματα)** συνοψίζονται τα βασικά ευρήματα της εργασίας, διατυπώνονται προτάσεις για την εφαρμογή του SRI στην Ελλάδα και αναδεικνύονται οι μελλοντικές κατευθύνσεις.

Η εργασία ολοκληρώνεται με το Κεφάλαιο της Βιβλιογραφίας, όπου καταγράφονται οι πηγές που αξιοποιήθηκαν για την τεκμηρίωση του πορίσματος.

2. Πλαίσιο για την ενέργεια στα κτίρια

Η κλιματική αλλαγή έχει αναδειχθεί ως μία από τις μεγαλύτερες και πιο σύνθετες προκλήσεις της σύγχρονης εποχής, με τα ακραία καιρικά φαινόμενα να αυξάνονται τόσο σε συχνότητα όσο και σε ένταση, επηρεάζοντας όλες τις χώρες χωρίς εξαίρεση και δημιουργώντας σημαντικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Η παγκόσμια ανταπόκριση απέναντι σε αυτή την κρίση κορυφώθηκε με τη Συμφωνία των Παρισίων (2015), όπου οι κυβερνήσεις συμφώνησαν να περιορίσουν την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2°C (με στόχο τον περιορισμό στους 1,5°C) και δεσμεύτηκαν σε εθνικούς στόχους μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου [5]. Η συμφωνία αυτή αποτέλεσε σημείο καμπής για την παγκόσμια ενεργειακή πολιτική, θέτοντας τις βάσεις για τη μετάβαση σε ένα νέο, χαμηλών εκπομπών ενεργειακό μοντέλο.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ανέλαβε ηγετικό ρόλο στην προσπάθεια αυτή, υιοθετώντας φιλόδοξους και δεσμευτικούς στόχους, όπως η μείωση των εκπομπών κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 και η επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Οι αρχικοί στόχοι «20-20-20» της ΕΕ (20% μείωση εκπομπών, 20% συμμετοχή ΑΠΕ και 20% βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας έως το 2020) έχουν ήδη επιτευχθεί, επιβεβαιώνοντας τη συνεπή πορεία της Ένωσης προς μια βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση [6]. Ωστόσο, η μετάβαση προς τους νέους, αυστηρότερους στόχους απαιτεί πλέον βαθύτερες και πιο δομικές αλλαγές σε όλους τους τομείς της οικονομίας, με ιδιαίτερη έμφαση σε εκείνους που εμφανίζουν υψηλή ενεργειακή ένταση, όπως ο κτιριακός τομέας.

Παράλληλα, η ενεργειακή κρίση που εκδηλώθηκε την περίοδο 2021–2022, με αποκορύφωμα την εκτίναξη των τιμών ενέργειας λόγω του πολέμου στην Ουκρανία, ανέδειξε με ιδιαίτερα έντονο τρόπο την ευαλωτότητα του υφιστάμενου ενεργειακού μοντέλου. Οι τιμές του φυσικού αερίου και του πετρελαίου αυξήθηκαν σε πρωτοφανή επίπεδα, οδηγώντας σε υψηλό πληθωρισμό, ενίσχυση της ενεργειακής φτώχειας και επιβράδυνση της οικονομικής δραστηριότητας. Η εξέλιξη αυτή κατέστησε σαφές ότι η ενεργειακή πολιτική δεν αποτελεί μόνο περιβαλλοντικό ζήτημα, αλλά και ζήτημα ενεργειακής ασφάλειας, οικονομικής σταθερότητας και κοινωνικής συνοχής.

Υπό το πρίσμα αυτό, καθίσταται αναγκαία η επιτάχυνση της απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και η ενίσχυση της μετάβασης προς καθαρότερες, βιώσιμες και, όπου είναι δυνατόν, εγχώριες πηγές ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), που υιοθετήθηκε το 2019, αποτελεί τον βασικό στρατηγικό οδικό χάρτη της ΕΕ προς μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία έως το 2050. Στο πλαίσιο αυτό, περιλαμβάνεται ένα ευρύ φάσμα πολιτικών και πρωτοβουλιών, όπως η αύξηση της συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), η βελτίωση της

ενεργειακής αποδοτικότητας, καθώς και η εφαρμογή της στρατηγικής «Κύμα Ανακαινίσεων» (Renovation Wave) στον κτιριακό τομέα.

Η στρατηγική αυτή στοχεύει στον διπλασιασμό του ρυθμού ενεργειακών ανακαινίσεων των κτιρίων, με σκοπό τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των χρηστών και την τόνωση της οικονομικής δραστηριότητας. Ήδη το μερίδιο των ΑΠΕ παρουσιάζει σημαντική αύξηση, καθώς το 2024 εκτιμάται ότι το 25% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ προήλθε από ανανεώσιμες πηγές, ποσοστό υπερδιπλάσιο σε σχέση με το 2005, ενώ ο νέος στόχος για το 2030 έχει τεθεί στο 42,5%. Η μετάβαση αυτή συμβάλλει όχι μόνο στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), αλλά και στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας της Ευρώπης, περιορίζοντας την εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα και την έκθεση σε διακυμάνσεις των διεθνών τιμών ενέργειας [2].

2.1 Ο ρόλος του κτιριακού τομέα στην ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές

Ο κτιριακός τομέας διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της ενεργειακής και κλιματικής στρατηγικής, καθώς τα κτίρια συγκαταλέγονται στους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα κτίρια (κατοικίες και υπηρεσίες) ευθύνονται για περίπου το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ αντίστοιχα υψηλό είναι το ποσοστό και στην Ελλάδα, όπου εκτιμάται ότι ο κτιριακός τομέας αντιπροσωπεύει το 43% [7]. Το σημαντικό αυτό μερίδιο καταδεικνύει ότι οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακής αναβάθμισης στον κτιριακό τομέα μπορούν να έχουν καθοριστικό αντίκτυπο στη μείωση της συνολικής ενεργειακής ζήτησης και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

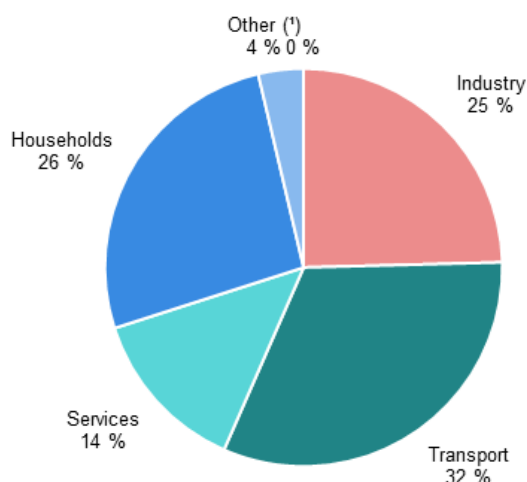
Στην Ελλάδα, τα κτίρια ευθύνονται για περίπου το ένα τρίτο των εκπομπών CO₂ και για το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σημασία τους στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο. Σύμφωνα με διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία, το ελληνικό κτιριακό απόθεμα περιλαμβάνει περίπου 6,4 εκατομμύρια κτίρια κατοικιών, εκ των οποίων το 65% κατοικείται μόνιμα. Η δομή του οικιστικού αποθέματος χαρακτηρίζεται κυρίως από πολυώροφες πολυκατοικίες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 49% του συνόλου, ενώ οι μονοκατοικίες και οι διώροφες πολυκατοικίες αντιστοιχούν σε ποσοστά της τάξης του 34% και 17% αντίστοιχα.

Επιπλέον, το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων (περίπου 49%) χρησιμοποιείται αποκλειστικά για κατοικία, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό (περίπου 8%) παρουσιάζει μικτή χρήση. Από την άποψη της κατανομής, τα νοικοκυριά καταλαμβάνουν περίπου το 83,7% του συνολικού αριθμού των κτιρίων ή περίπου το 72% της συνολικής

επιφάνειας, γεγονός που αναδεικνύει τον καθοριστικό τους ρόλο στην επίτευξη ουσιαστικών αποτελεσμάτων στον τομέα της ενεργειακής εξοικονόμησης [8].

Final energy consumption by sector, EU, 2023

(% of total, based on terajoules)



(*) International aviation and maritime bunkers are excluded from category Final energy consumption for transport.

Source: Eurostat (online data code: nrg_bal_s)

eurostat 

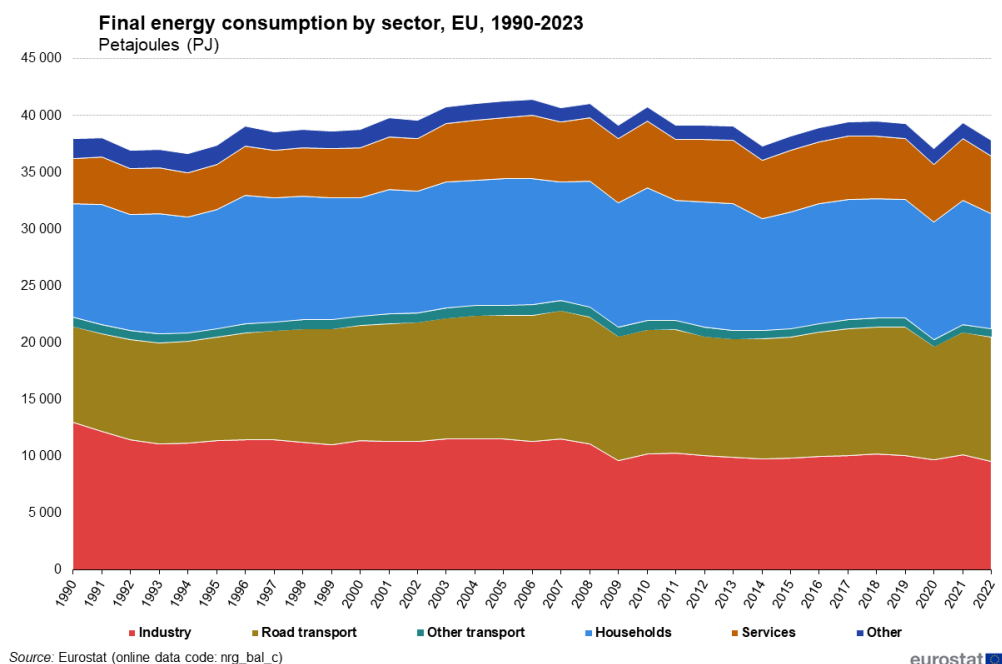
Εικόνα 2.1.1: Τελική ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ε.Ε., 2023

Η τελική κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.1.2, παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές κατά την περίοδο 1990–2023. Οι τομείς των κατοικιών και των υπηρεσιών διατηρούν σταθερά υψηλό μερίδιο, γεγονός που υπογραμμίζει τη διαχρονική σημασία τους στον ενεργειακό ισολογισμό. Στις κατοικίες, παρατηρείται σχετική σταθερότητα έως το 2010 και στη συνέχεια σταδιακή μείωση, η οποία συνδέεται τόσο με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων όσο και με αλλαγές στη συμπεριφορά των χρηστών.

Αντίστοιχα, στον τομέα των υπηρεσιών, η κατανάλωση αυξάνεται έως το 2010, αντανakλώντας την ανάπτυξη του τριτογενούς τομέα, και στη συνέχεια παρουσιάζει τάση σταθεροποίησης ή ελαφράς μείωσης. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η πτώση που καταγράφηκε το 2020, κατά την περίοδο της πανδημίας COVID-19, λόγω των περιοριστικών μέτρων και της μείωσης της οικονομικής δραστηριότητας. Η εξέλιξη αυτή ανέδειξε την ευαισθησία των ενεργειακών συστημάτων σε εξωτερικούς παράγοντες και την ανάγκη ενίσχυσης της ευελιξίας τους.

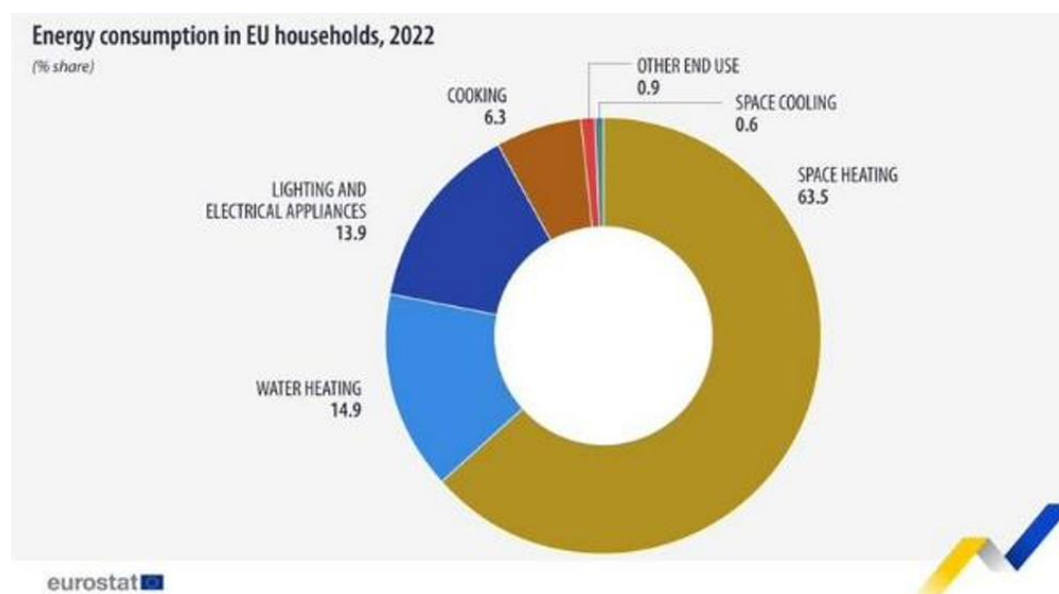
Παρά τη γενική τάση μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα τα τελευταία χρόνια, εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτίωσης,

γεγονός που καθιστά αναγκαία τη συνέχιση και εντατικοποίηση των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης.



Εικόνα 2.1.2: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ε.Ε., 1990-2023

Όπως αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.1.3, η τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ κατανέμεται σε διαφορετικούς τομείς, με τον οικιακό τομέα να αντιπροσωπεύει περίπου το 27% της συνολικής κατανάλωσης. Παράλληλα, ποσοστό περίπου 13% αφορά τον τομέα των υπηρεσιών, το 25% τη βιομηχανία, ενώ ο τομέας των μεταφορών συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μερίδιο, περίπου 31%. Η σημαντική συμμετοχή των νοικοκυριών αναδεικνύει την ανάγκη εστίασης σε πολιτικές και μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας στον οικιακό τομέα.



Εικόνα 2.1.3: Κατανάλωσης ενέργειας εντός κατοικίας

Από την ίδια εικόνα καθίσταται σαφές ότι η θέρμανση καλύπτει το 63,5% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε μια κατοικία, γεγονός που υποδεικνύει ότι η ενεργειακή αναβάθμιση του κελύφους και των συστημάτων θέρμανσης αποτελεί βασική προτεραιότητα [9].

Η υψηλή κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα συνδέεται άμεσα με τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, εκτιμάται ότι περίπου το 75% των κτιρίων είναι ενεργειακά μη αποδοτικά και χρήζουν ανακαίνισης. Η Ελλάδα αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση, καθώς διαθέτει έναν από τους πιο γερασμένους κτιριακούς στόλους στην ΕΕ, με πάνω από τα μισά κτίρια να έχουν κατασκευαστεί πριν από την εφαρμογή της πρώτης νομοθεσίας θερμομόνωσης (1979), παρουσιάζοντας σημαντικές ελλείψεις σε μόνωση, κουφώματα και σύγχρονα Η/Μ συστήματα [10].

Ως αποτέλεσμα, η πλειονότητα των ελληνικών κτιρίων κατατάσσεται στις χαμηλότερες ενεργειακές κατηγορίες (Ε έως Η) σύμφωνα με το ΠΕΑς, γεγονός που επιβεβαιώνει την ανάγκη για εκτεταμένες ενεργειακές παρεμβάσεις. Η χαμηλή ενεργειακή απόδοση συνεπάγεται αυξημένες ανάγκες για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, επιβαρύνοντας οικονομικά τους χρήστες και ενισχύοντας τις εκπομπές CO₂.

Η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων αναγνωρίζεται πλέον ως άμεση προτεραιότητα πολιτικής. Μέσω στοχευμένων παρεμβάσεων – όπως η θερμομόνωση του κελύφους, η αντικατάσταση κουφωμάτων, η αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, καθώς και η ενσωμάτωση «έξυπνων» τεχνολογιών διαχείρισης – ένα υφιστάμενο κτίριο μπορεί να μετατραπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικό και λειτουργικά αναβαθμισμένο σύστημα. Τα οφέλη των παρεμβάσεων αυτών είναι πολλαπλά, καθώς περιλαμβάνουν τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και του λειτουργικού κόστους, τη βελτίωση της θερμικής άνεσης και των συνθηκών διαβίωσης, καθώς και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος [11].

Επιπλέον, οι ενεργειακές ανακαινίσεις συνδέονται άμεσα με την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας. Νοικοκυριά που κατοικούν σε ενεργειακά αποδοτικότερα κτίρια δαπανούν μικρότερο ποσοστό του εισοδήματός τους για θέρμανση και ψύξη, γεγονός που συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ιδίως για τα οικονομικά ευάλωτα στρώματα [12]. Παράλληλα, η ενίσχυση των επενδύσεων στον τομέα των ανακαινίσεων δημιουργεί σημαντικές ευκαιρίες οικονομικής ανάπτυξης, καθώς ενεργοποιεί την οικοδομική δραστηριότητα, τη βιομηχανία δομικών υλικών και τον τομέα των ενεργειακών τεχνολογιών.

Συνοψίζοντας, ο κτιριακός τομέας αποτελεί ταυτόχρονα πρόκληση και ευκαιρία. Από τη μία πλευρά, η υφιστάμενη κατάσταση του κτιριακού αποθέματος δυσχεραίνει την επίτευξη των ενεργειακών και κλιματικών στόχων. Από την άλλη, οι επενδύσεις στον τομέα αυτό εμφανίζουν υψηλή αποδοτικότητα κόστους-οφέλους και μπορούν να

συμβάλουν ουσιαστικά στη βελτίωση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών συνθηκών. Η δημιουργία ενός βιώσιμου, αποδοτικού και «έξυπνου» κτιριακού αποθέματος έως το 2050 δεν αποτελεί απλώς τεχνική επιλογή, αλλά στρατηγική αναγκαιότητα και βασικό πυλώνα για ένα βιώσιμο και ανθεκτικό μέλλον. Αυτή η κατάσταση δεν περιορίζεται μόνο σε μεμονωμένα κτίρια αλλά επεκτείνεται σε επίπεδο πόλεων και δικτύου και απαιτεί την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών οι οποίες θα οδηγήσουν στην μετάβαση από τις συμβατικές πόλεις στις ευφυείς πόλεις και στα έξυπνα κτίρια που τις αποτελούν.

2.2 Έξυπνη πόλη και κτίρια

Μεγάλο μέρος του πληθυσμού κατοικεί πλέον σε αστικά κέντρα, ποσοστό το οποίο πλησιάζει το 75% και συνεχώς αυξάνεται [13]. Το φαινόμενο αυτό της αστικοποίησης μεταβάλλει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οργανώνονται, λειτουργούν και αναπτύσσονται οι σύγχρονες πόλεις, ενώ ταυτόχρονα επιβαρύνει σημαντικά το αστικό περιβάλλον. Η συνεχής συγκέντρωση πληθυσμού, δραστηριοτήτων, υπηρεσιών και μετακινήσεων εντός των πόλεων οδηγεί σε αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις, μεγαλύτερη κατανάλωση φυσικών πόρων, εντονότερη επιβάρυνση των υποδομών και ενίσχυση προβλημάτων όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η αστική θερμική νησίδα, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής.

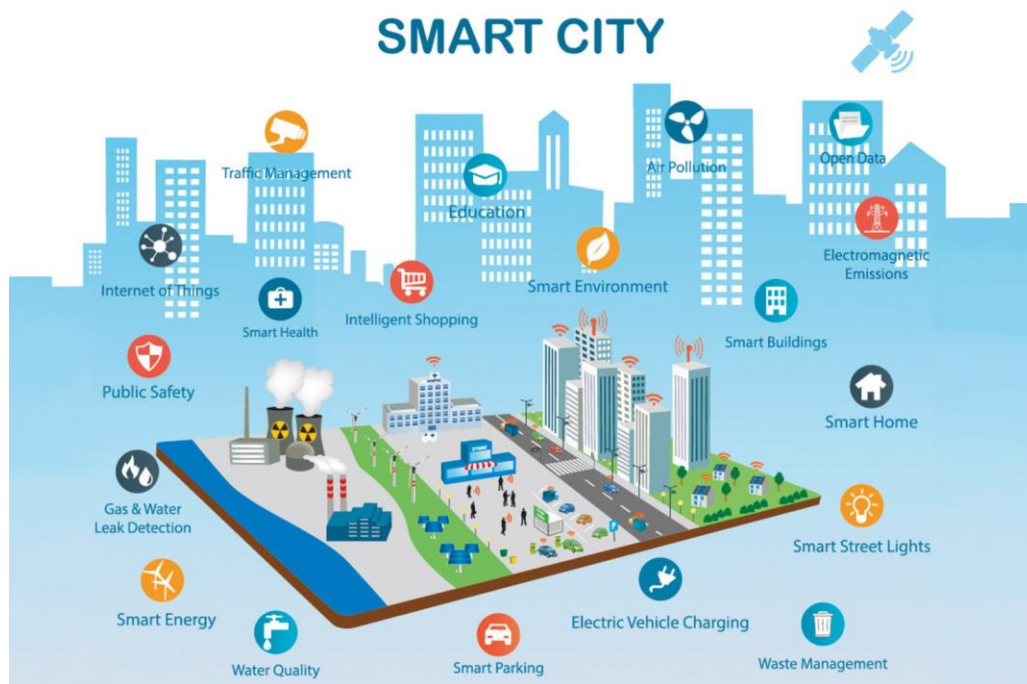
Υπό αυτές τις συνθήκες, τα σύγχρονα αστικά κέντρα οφείλουν να εξελιχθούν σε περιβάλλοντα περισσότερο βιώσιμα, λειτουργικά και προσαρμοστικά, ικανά να εξυπηρετούν αποτελεσματικά τις ανάγκες των κατοίκων τους, διατηρώντας παράλληλα χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η σύγχρονη πόλη δεν μπορεί πλέον να αντιμετωπίζεται μόνο ως χώρος συγκέντρωσης κτιρίων, δικτύων και δραστηριοτήτων, αλλά ως ένα δυναμικό σύστημα στο οποίο η ενέργεια, η κινητικότητα, οι υποδομές, οι υπηρεσίες και η καθημερινή ζωή των πολιτών πρέπει να αλληλεπιδρούν με τρόπο αποδοτικό, ευφυή και βιώσιμο. Η ανάγκη αυτή ικανοποιείται μέσω της σταδιακής μετάβασης των συμβατικών πόλεων σε έξυπνες ή ευφυείς πόλεις.

Η έννοια της έξυπνης πόλης αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1990 και από τότε άρχισε να βρίσκει εφαρμογή σε αρκετές πόλεις παγκοσμίως, με τον αριθμό τους να αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά στο μέλλον [14]. Αρχικά, η έννοια αυτή συνδέθηκε κυρίως με τη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών στον αστικό χώρο. Σταδιακά, όμως, το περιεχόμενό της διευρύνθηκε και σήμερα αναφέρεται σε ένα πολύ πιο σύνθετο αναπτυξιακό και λειτουργικό πρότυπο, που περιλαμβάνει όχι μόνο τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, αλλά και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, την ορθολογική διαχείριση των πόρων, τη βιώσιμη κινητικότητα, τη διασυνδεδεμένη λειτουργία των υποδομών και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής.

Η έννοια της έξυπνης πόλης αναφέρεται, επομένως, σε πόλεις οι οποίες στοχεύουν στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και στην ευδαιμονία των κατοίκων, των επιχειρήσεων και των οργανισμών τους με τη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών και ψηφιακά ενεργοποιημένων υπηρεσιών, με τελικό στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής [15]. Η χρήση νέων τεχνολογιών και έξυπνων υπηρεσιών δεν περιορίζεται μόνο σε ζητήματα διαχείρισης πληροφοριών ή αστικών δικτύων, αλλά επεκτείνεται και σε τομείς όπως η ενεργειακή διαχείριση, ο δημόσιος φωτισμός, οι μεταφορές, η παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, η διαχείριση αποβλήτων, η ύδρευση, η ασφάλεια και η εξυπηρέτηση των πολιτών. Με αυτόν τον τρόπο, η έξυπνη πόλη μετατρέπεται σε ένα περιβάλλον που αξιοποιεί τα δεδομένα και την τεχνολογία για να λειτουργεί πιο αποδοτικά και να ανταποκρίνεται αποτελεσματικότερα στις ανάγκες του πληθυσμού της.

Η χρήση νέων τεχνολογιών και έξυπνων υπηρεσιών συμβάλλει επίσης στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην καλύτερη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων, στη μείωση της ρύπανσης και στη βελτίωση της ενεργειακής χρήσης των έξυπνων κτιρίων που απαρτίζουν μια έξυπνη πόλη. Η ενεργειακή διάσταση είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς οι πόλεις συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και των σχετικών εκπομπών. Κατά συνέπεια, η ευφυής διαχείριση της αστικής ενέργειας, η αξιοποίηση αποκεντρωμένων μορφών παραγωγής, η μεγαλύτερη ευελιξία των τοπικών δικτύων και η ενσωμάτωση κτιρίων που αλληλεπιδρούν ενεργά με τα συστήματα ενέργειας αποτελούν βασικές συνιστώσες της σύγχρονης αστικής στρατηγικής.

Η μετάβαση στις έξυπνες πόλεις είναι, επομένως, κομβικό σημείο για την ανάπτυξη των μεγαλουπόλεων και των σύγχρονων αστικών κέντρων. Δεν αφορά μόνο την τεχνολογική αναβάθμιση των πόλεων, αλλά και την αλλαγή του τρόπου με τον οποίο σχεδιάζονται, λειτουργούν και προσαρμόζονται στις μελλοντικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές απαιτήσεις. Μια έξυπνη πόλη οφείλει να είναι ενεργειακά αποδοτική, περιβαλλοντικά βιώσιμη, κοινωνικά συμπεριληπτική και τεχνολογικά διασυνδεδεμένη, με βασικό προσανατολισμό τη βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών και την ενίσχυση της αστικής ανθεκτικότητας.



Εικόνα 2.2.1: Έξυπνη πόλη

Στο πλαίσιο αυτό, τα έξυπνα κτίρια αποτελούν αναπόσπαστο και θεμελιώδες κομμάτι των ευφυών πόλεων. Η έννοια της έξυπνης πόλης δεν μπορεί να αναπτυχθεί ουσιαστικά χωρίς την παράλληλη εξέλιξη του ίδιου του κτιριακού αποθέματος, καθώς τα κτίρια είναι οι βασικές μονάδες όπου κατοικούν, εργάζονται και δραστηριοποιούνται οι πολίτες, ενώ συγχρόνως αποτελούν κόμβους κατανάλωσης, διαχείρισης και, increasingly, παραγωγής ενέργειας. Επομένως, η ευφυΐα σε επίπεδο πόλης προϋποθέτει, σε σημαντικό βαθμό, την ύπαρξη ευφυΐας και σε επίπεδο κτιρίου.

Ως ευφύες-έξυπνο κτίριο ορίζεται το κτίριο που αξιοποιεί τεχνολογίες πληροφοριών, επικοινωνιών, ηλεκτρονικών συστημάτων και αυτοματισμών προκειμένου να προσαρμόζει τη λειτουργία του στις εκάστοτε συνθήκες και ανάγκες. Η ευφυΐα ενός κτιρίου αναφέρεται στην ικανότητά του να επικοινωνεί, να ανταποκρίνεται και να αλληλεπιδρά στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες των τεχνικών συστημάτων του, των εσωτερικών και εξωτερικών συνθηκών και του δικτύου, βελτιώνοντας έτσι τόσο τις συνθήκες διαβίωσης των ενοίκων όσο και την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου [16]. Η έννοια αυτή δεν περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο τύπο κτιρίου· αντίθετα, μπορεί να αφορά κτίρια κατοικίας, κτίρια γραφείων, εκπαιδευτικά κτίρια, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, εμπορικά κέντρα ή οποιοδήποτε άλλο κτίριο, ανεξαρτήτως χρήσης, εφόσον αυτό διαθέτει ή μπορεί να ενσωματώσει τεχνολογίες που του επιτρέπουν να λειτουργεί με μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα και αποδοτικότητα.

Η λειτουργία του έξυπνου κτιρίου χαρακτηρίζεται από τη χρήση αισθητήρων για τη συνεχή παρακολούθηση των συνθηκών του κτιρίου και της απόδοσής του. Η συλλογή δεδομένων από το εσωτερικό περιβάλλον, τα τεχνικά συστήματα και τις εξωτερικές

συνθήκες επιτρέπει στο κτίριο να έχει μία διαρκή «εικόνα» της κατάστασής του, όπως για παράδειγμα της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της ποιότητας του αέρα, της στάθμης φωτισμού, της παρουσίας χρηστών, της κατανάλωσης ενέργειας ή ακόμη και της λειτουργικής κατάστασης συγκεκριμένων εγκαταστάσεων. Η ανάλυση των δεδομένων αυτών οδηγεί στη λήψη αποφάσεων, όπως η ρύθμιση του φωτισμού ή των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, και στην εκτέλεσή τους μέσω των συστημάτων αυτοματισμών.

Με τον τρόπο αυτό, το κτίριο παύει να λειτουργεί στατικά και αποκτά δυνατότητες προσαρμογής και βελτιστοποίησης σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, μπορεί να ρυθμίζει την παροχή θέρμανσης ανάλογα με την πραγματική χρήση των χώρων, να ενεργοποιεί ή να μειώνει τον τεχνητό φωτισμό ανάλογα με τη φυσική φωτεινότητα, να παρακολουθεί την κατανάλωση και να ειδοποιεί για αποκλίσεις ή δυσλειτουργίες, να συντονίζει τη λειτουργία επιμέρους συστημάτων ώστε να αποφεύγεται η ενεργειακή σπατάλη, ή ακόμη και να ανταποκρίνεται σε εξωτερικά σήματα από το δίκτυο με σκοπό τη συμμετοχή σε σχήματα ενεργειακής ευελιξίας.

Ταυτόχρονα, το ευφυές κτίριο επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με το κτίριο μέσω εφαρμογών και διαφόρων συσκευών, όπως τα κινητά τηλέφωνα, παρέχοντας δυνατότητες διαχείρισης των λειτουργιών του κτιρίου αλλά και άμεση πληροφόρηση για τις συνθήκες λειτουργίας του, την κατανάλωση ενέργειας, την ενεργειακή και περιβαλλοντική του απόδοση. Η διάσταση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς αναδεικνύει ότι η ευφυΐα ενός κτιρίου δεν συνδέεται μόνο με την τεχνολογία καθεαυτή, αλλά και με τη σχέση του με τον τελικό χρήστη. Ένα κτίριο είναι πραγματικά «έξυπνο» όταν δεν περιορίζεται στο να εκτελεί αυτοματοποιημένες εντολές, αλλά όταν μπορεί να εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες των χρηστών του, να παρέχει πληροφόρηση, να ενισχύει την άνεση, την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα, και να διευκολύνει την ενεργή συμμετοχή του χρήστη στη διαχείριση της ενέργειας.

Συνεπώς, το έξυπνο κτίριο δεν είναι απλώς ένα τεχνικά εξοπλισμένο κτίριο, αλλά ένα κτίριο που ενσωματώνει μια διαφορετική λογική λειτουργίας. Πρόκειται για ένα κτίριο που συνδυάζει δεδομένα, ελέγχους, αυτοματισμούς και διασυνδεδεμένα συστήματα με τρόπο ώστε να προσφέρει καλύτερη ενεργειακή επίδοση, υψηλότερη ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος και μεγαλύτερη λειτουργική προσαρμοστικότητα. Η αξία του, επομένως, έγκειται τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στη συνολικότερη αναβάθμιση της εμπειρίας του χρήστη και στη βελτίωση της σχέσης του κτιρίου με το ευρύτερο ενεργειακό και αστικό σύστημα.

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι η έννοια της έξυπνης πόλης και η έννοια του έξυπνου κτιρίου είναι άρρηκτα συνδεδεμένες. Η ευφυής πόλη συγκροτείται μέσα από ένα πλήθος επιμέρους ευφυών συστημάτων, με τα κτίρια να αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες της. Αντίστροφα, τα έξυπνα κτίρια αντλούν μέρος της

αξίας τους από τη δυνατότητα ένταξής τους σε ένα ευρύτερο ψηφιακά και ενεργειακά διασυνδεδεμένο αστικό περιβάλλον. Η αλληλεπίδραση αυτή καθιστά αναγκαία την ύπαρξη μεθόδων και εργαλείων που να μπορούν να αποτιμήσουν όχι μόνο την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου, αλλά και τον βαθμό ευφυούς ετοιμότητάς του, δηλαδή την ικανότητά του να αξιοποιεί τεχνολογίες, να ανταποκρίνεται στους χρήστες και να αλληλεπιδρά με το δίκτυο.

Ακριβώς σε αυτό το σημείο αποκτά ιδιαίτερη σημασία το ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και ειδικότερα η Οδηγία EPBD, η οποία επιχειρεί να ενσωματώσει τη διάσταση της ευφυΐας και της ψηφιακής λειτουργίας στον σχεδιασμό των πολιτικών για τον κτιριακό τομέα. Η σταδιακή μετάβαση από το «συμβατικό» στο «έξυπνο» κτίριο δεν αποτελεί πλέον απλώς τεχνολογική επιλογή, αλλά αναπόσπαστο μέρος της ευρωπαϊκής στρατηγικής για ένα βιώσιμο, αποδοτικό και κλιματικά ουδέτερο δομημένο περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, στο επόμενο υποκεφάλαιο εξετάζεται αναλυτικότερα η Οδηγία EPBD, η οποία συνιστά το βασικό θεσμικό υπόβαθρο μέσα στο οποίο αναπτύχθηκε και ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων.

2.3 Η Οδηγία EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)

Η EPBD (Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων) αποτελεί μία από τις κύριες ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών CO₂ από τον κτιριακό τομέα. Πρόκειται για το βασικό νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα κτίρια, καθώς καθορίζει τις απαιτήσεις, τις κατευθύνσεις και τα μέσα πολιτικής μέσω των οποίων τα κράτη μέλη οφείλουν να βελτιώνουν την ενεργειακή επίδοση του κτιριακού τους αποθέματος. Σκοπός της είναι η ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα κτίρια της ΕΕ, μέσω συγκεκριμένων πολιτικών και στρατηγικών που συνεισφέρουν στην κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 [12].

Η σημασία της EPBD καθίσταται ιδιαίτερα εμφανής αν ληφθεί υπόψη ότι ο κτιριακός τομέας καταλαμβάνει κεντρική θέση στο ευρωπαϊκό ενεργειακό και κλιματικό ισοζύγιο. Στο αναδιατυπωμένο κείμενο της οδηγίας του 2024 επισημαίνεται ρητά ότι τα κτίρια ευθύνονται για το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ένωση και για το 36% των σχετιζόμενων με την ενέργεια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ το 75% των κτιρίων της Ένωσης εξακολουθεί να έχει χαμηλή ενεργειακή απόδοση. Το γεγονός αυτό εξηγεί γιατί η πολιτική για τα κτίρια θεωρείται πλέον κομβικός πυλώνας της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, του “Fit for 55”, του REPowerEU και συνολικά της πορείας προς κλιματική ουδετερότητα [3], [19].

Σημαντικές αλλαγές λαμβάνουν χώρα στα δεδομένα της Ευρώπης που αφορούν τις ενεργειακές πολιτικές εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και συναρτήσεως της

ενεργειακής κρίσης. Μια ευρωπαϊκή οδηγία που στοχεύει τη μείωση των εκπομπών CO₂ και την προώθηση των ΑΠΕ, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει την οικονομική ανάπτυξη μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων στην Ε.Ε είναι η EPBD. Η EPBD είναι μια ευρωπαϊκή οδηγία που στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ε.Ε. Οι κύριοι στόχοι της EPBD μεταξύ άλλων είναι η εξής:

- Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης
- Ελάχιστες Απαιτήσεις Ενέργειας
- Ενεργειακά Πιστοποιητικά
- Στρατηγικές Ανακαίνισης
- Ενεργειακή Επίδοση και Δεδομένα [17]

Οι στόχοι αυτοί αποτυπώνουν τη φιλοσοφία της οδηγίας σε όλη τη διαχρονική της εξέλιξη. Η EPBD δεν αντιμετωπίζει το κτίριο μόνο ως ένα κατασκευαστικό αντικείμενο που πρέπει να πληροί ελάχιστες τεχνικές απαιτήσεις, αλλά ως μέρος ενός ευρύτερου ενεργειακού, περιβαλλοντικού και κοινωνικού συστήματος. Για τον λόγο αυτό, η οδηγία συνδέει την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων με τη μείωση των εκπομπών, την προστασία των καταναλωτών από την ενεργειακή φτώχεια, τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, την αξιοποίηση των ΑΠΕ, την ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και την προώθηση της τεχνολογικής καινοτομίας. Ήδη από τις νεότερες διατυπώσεις της, η EPBD αναγνωρίζει ότι η πορεία προς την απανθρακοποίηση του κτιριακού τομέα δεν μπορεί να επιτευχθεί μόνο με μεμονωμένα μέτρα εξοικονόμησης, αλλά απαιτεί ολοκληρωμένα εθνικά σχέδια, σαφή ενδιάμεσα ορόσημα και διασύνδεση με την ψηφιοποίηση και την ευφυή λειτουργία των κτιρίων.

Μία σημαντική περίοδος για την Ευρώπη ήταν στις 15 Δεκεμβρίου 2021 όπου η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε την πρότασή της για την αναθεώρηση του EPBD:

- "Τα κτίρια είναι μία από τις μεγαλύτερες πηγές κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη. Η ενίσχυση της ενεργειακής τους απόδοσης θα μειώσει τις εκπομπές, θα αντιμετωπίσει την ενεργειακή φτώχεια, θα μειώσει την ευπάθεια των ανθρώπων στις τιμές της ενέργειας και θα υποστηρίξει την οικονομική ανάκαμψη και τη δημιουργία θέσεων εργασίας. Η στρατηγική Renovation Wave (MEMO) που παρουσιάστηκε τον Οκτώβριο του 2020 καθόρισε μέτρα με στόχο τουλάχιστον τον διπλασιασμό του ετήσιου ποσοστού ενεργειακής ανακαίνισης έως το 2030.

Ωστόσο η Ε.Ε αποφάσισε να αναθεωρήσει ξανά την EPBD, δημοσιεύοντας την ανανεωμένη έκδοσή της τον Μάιο του 2024. Η EPBD αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο αυτής της Στρατηγικής. Αναβαθμίζει το υπάρχον ρυθμιστικό πλαίσιο ώστε να αντικατοπτρίζει υψηλότερες φιλοδοξίες και πιο πιεστικές ανάγκες σε κλιματική και

κοινωνική δράση, παρέχοντας παράλληλα στα κράτη μέλη την απαιτούμενη ευελιξία για να ληφθούν υπόψη οι διαφορές στο κτιριακό απόθεμα σε όλη την Ευρώπη» [18]



Εικόνα 2.3.1: Χρονολογική εξέλιξη της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων

Πράγματι, η EPBD εξελίχθηκε σε διαδοχικά στάδια, τα οποία αντανακλούν τη σταδιακή αυστηροποίηση της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής για τα κτίρια. Η πρώτη έκδοση της EPBD εγκρίθηκε στις 16 Δεκεμβρίου 2002, με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ. Η αρχική αυτή οδηγία είχε ιστορική σημασία, καθώς αποτέλεσε το πρώτο συνεκτικό ενωσιακό πλαίσιο που εισήγαγε υποχρεώσεις σχετικά με τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων, την ενεργειακή πιστοποίηση και τις επιθεωρήσεις συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. Με άλλα λόγια, η EPBD του 2002 έθεσε τα θεμέλια για την ενοποίηση της ενεργειακής πολιτικής κτιρίων στην ΕΕ και για τη δημιουργία των βασικών εργαλείων που παραμένουν έως σήμερα κεντρικά, όπως το ΠΕΑ [20].

Το 2010, η οδηγία αναδιατυπώθηκε με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ, η οποία ενίσχυσε σημαντικά το υφιστάμενο πλαίσιο. Η νέα αυτή εκδοχή έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB), προωθώντας βελτιωμένες πολιτικές για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και προβλέποντας ότι όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει σταδιακά να πληρούν πολύ υψηλές απαιτήσεις ενεργειακής επίδοσης. Παράλληλα, η οδηγία αυτή ενίσχυσε την αξιοπιστία των εθνικών συστημάτων ενεργειακής πιστοποίησης και των επιθεωρήσεων, εισάγοντας πιο σαφές πλαίσιο εφαρμογής για τα κράτη μέλη. Από τη φάση αυτή και μετά, η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων δεν αντιμετωπίζεται απλώς ως θέμα κανονιστικής συμμόρφωσης, αλλά ως κεντρικός άξονας της συνολικής ευρωπαϊκής ενεργειακής στρατηγικής [21].

Έπειτα, το 2016 προτάθηκε μια περαιτέρω αναθεώρηση της οδηγίας με το έγγραφο COM/2016/0765, που στόχευε στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μέσω οικονομικά βιώσιμων ανακαινίσεων των κτιρίων και στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας. Η λογική της αναθεώρησης αυτής αποτυπώθηκε τελικά στην Οδηγία (ΕΕ) 2018/844, η οποία τροποποίησε την οδηγία 2010/31/ΕΕ και την οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Η αναθεώρηση του 2018 ήταν εξαιρετικά σημαντική, γιατί μετέφερε το κέντρο βάρους από τη μεμονωμένη ενεργειακή βελτίωση νέων κυρίως κτιρίων σε μια πιο ολοκληρωμένη στρατηγική για τον υφιστάμενο κτιριακό στόλο, τις ανακαινίσεις, την ψηφιοποίηση και τις “έξυπνες” τεχνολογίες. Στην αιτιολογική της βάση, η οδηγία 2018/844 συνδέει ρητά τις πολιτικές ανακαίνισης με τους στόχους του 2030, 2040 και 2050, υπογραμμίζοντας την ανάγκη ύπαρξης μακροπρόθεσμων στρατηγικών ανακαίνισης και οικονομικά αποδοτικής μετατροπής του κτιριακού δυναμικού σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης και απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές απόθεμα [22].

Η Οδηγία 2018/844 έχει ιδιαίτερη σημασία και για έναν ακόμη λόγο: είναι η πρώτη εκδοχή της EPBD που εισάγει ρητά τη διάσταση της “ευφυούς ετοιμότητας” των κτιρίων. Στο κείμενό της επισημαίνεται ότι η ψηφιοποίηση του ενεργειακού συστήματος, τα ευφυή δίκτυα και τα “smart ready” κτίρια δημιουργούν νέες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, καλύτερης πληροφόρησης των καταναλωτών και αποδοτικότερης διαχείρισης του δικτύου. Στο ίδιο πλαίσιο, αναφέρεται ρητά ότι ο δείκτης ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων θα πρέπει να χρησιμοποιείται για να μετρά την ικανότητα των κτιρίων να χρησιμοποιούν τεχνολογίες των πληροφοριών και των επικοινωνιών και ηλεκτρονικά συστήματα ώστε να προσαρμόζουν τη λειτουργία τους στις ανάγκες των ενοίκων και του δικτύου και να βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση και τις συνολικές επιδόσεις των κτιρίων. Επιπλέον, η οδηγία του 2018 επισημαίνει ότι ο SRI θα πρέπει να αυξήσει την ευαισθητοποίηση των ιδιοκτητών και των ενοίκων ως προς την αξία του αυτοματισμού κτιρίων και της ηλεκτρονικής παρακολούθησης των τεχνικών συστημάτων κτιρίων και ότι η χρήση του συστήματος αυτού είναι προαιρετική για τα κράτη μέλη.

Η εισαγωγή του SRI στην αναθεώρηση του 2018 δεν ήταν τυχαία. Αποτελεί το αποτέλεσμα της μετάβασης από μια λογική που έβλεπε το κτίριο κυρίως ως “καταναλωτή” ενέργειας σε μια νέα αντίληψη που το αντιμετωπίζει ως ενεργό, προσαρμοστικό και ψηφιακά διασυνδεδεμένο στοιχείο του ενεργειακού συστήματος. Με στόχο την ανάδειξη των δυνατοτήτων των έξυπνων τεχνολογιών και την προώθηση της ενσωμάτωσής τους στα κτίρια, η αναθεωρημένη εκδοχή της EPBD εισήγαγε τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας, μια κοινή πρωτοβουλία της ΕΕ για την αξιολόγηση της «ευφυούς» ετοιμότητας των κτιρίων. Ο δείκτης SRI εισήχθη στην αναθεώρηση του 2018 της EPBD, στοχεύοντας στη δημιουργία ενός ενιαίου συστήματος αξιολόγησης της ευφυΐας των κτιρίων στην ΕΕ. Ο SRI μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην αξιολόγηση της επίδρασης των έξυπνων τεχνολογιών στην ενεργειακή ευελιξία των κτιρίων, υποστηρίζοντας παράλληλα τη λήψη αποφάσεων και τον σχεδιασμό δράσεων για έναν πιο έξυπνο και βιώσιμο μετασχηματισμό του κτιριακού τομέα στην ΕΕ.

Η θεσμική εξειδίκευση του SRI ακολούθησε το 2020, με τον Κατ’ Εξουσιοδότηση Κανονισμό (ΕΕ) 2020/2155 της Επιτροπής, ο οποίος συμπλήρωσε την οδηγία 2010/31/ΕΕ με τη θέσπιση προαιρετικού κοινού συστήματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων. Στον κανονισμό αυτό ορίζεται ότι η οδηγία 2010/31/ΕΕ έχει δύο συμπληρωματικούς στόχους: αφενός την επιτάχυνση της ανακαίνισης των υφιστάμενων κτιρίων έως το 2050 και αφετέρου τη στήριξη του εκσυγχρονισμού όλων των κτιρίων με τη χρήση έξυπνων τεχνολογιών. Ο κανονισμός θεσπίζει κοινό ορισμό του δείκτη και κοινή μεθοδολογία υπολογισμού του, αναφέροντας ρητά ότι ο SRI σχεδιάστηκε για να συμπληρώνει και όχι να αντικαθιστά τα υφιστάμενα εργαλεία όπως τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης. Παράλληλα, προβλέπει ότι ο δείκτης θα πρέπει να είναι διαθέσιμος για υφιστάμενα κτίρια και νέα έργα, ότι η αξιολόγηση για την έκδοση πιστοποιητικού θα πρέπει να διενεργείται από ειδικευμένους ή διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες, και ότι τα κράτη μέλη μπορούν, αν το επιθυμούν, να συνδέσουν ή να ενσωματώσουν το σύστημα SRI στα εθνικά τους συστήματα πιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης [23].

Η σημασία του Κανονισμού 2020/2155 είναι ιδιαίτερα μεγάλη, διότι δίνει στην ευφυή ετοιμότητα συγκεκριμένο περιεχόμενο. Σύμφωνα με το κείμενό του, ο δείκτης ευφυούς ετοιμότητας καθιστά δυνατή την αξιολόγηση ενός κτιρίου ως προς την ικανότητά του να προσαρμόζει τη λειτουργία του στις ανάγκες των ενοίκων και του δικτύου και να βελτιώνει την ενεργειακή του απόδοση και τις συνολικές επιδόσεις κατά τη χρήση. Επιπλέον, ορίζει ότι η ευφυής ετοιμότητα ενός κτιρίου προσδιορίζεται με βάση την αξιολόγηση των “έτοιμων για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσιών”, του επιπέδου λειτουργίας τους, των τεχνικών τομέων, των κριτηρίων αντικτύπου και προκαθορισμένων συντελεστών στάθμισης, ενώ η συνολική βαθμολογία εκφράζεται ως ποσοστό, δηλαδή ως λόγος της πραγματικής προς τη μέγιστη δυνητική ευφυή

ετοιμότητα του κτιρίου. Με τον τρόπο αυτό, η EPBD δεν περιορίζεται πλέον στην ενεργειακή κατανάλωση, αλλά εισάγει και θεσμικά τη διάσταση της προσαρμοστικότητας, της συνδεσιμότητας, της διαλειτουργικότητας και της ενεργειακής ευελιξίας.

Το επόμενο μεγάλο βήμα συντελέστηκε με την αναδιατυπωμένη Οδηγία (ΕΕ) 2024/1275, η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 28 Μαΐου 2024. Η νέα αυτή έκδοση της EPBD δεν αποτελεί απλώς μια ακόμη τροποποίηση, αλλά μια συνολική αναδιατύπωση του πλαισίου, προκειμένου να εναρμονιστεί πλήρως με τη Συμφωνία των Παρισίων, την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, το Ευρωπαϊκό Κλιματικό Νομοθέτημα και το “Fit for 55”. Η οδηγία του 2024 συνδέει ευθέως την πολιτική για τα κτίρια με το κύμα ανακαινίσεων, την ενεργειακή ασφάλεια, τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη διάσταση του κύκλου ζωής των κτιρίων, καθώς και με την ανάγκη μετατροπής του ευρωπαϊκού κτιριακού αποθέματος σε κτιριακό απόθεμα μηδενικών εκπομπών έως το 2050 [3].

Η αναθεωρημένη αυτή Οδηγία βάζει την Ευρώπη σε πορεία προς την επίτευξη ενός κτιριακού αποθέματος απαλλαγμένου από άνθρακα έως το 2050, ενθαρρύνοντας τις ανακαινίσεις σε όλα τα κράτη μέλη, με έμφαση στα κτίρια με τη χαμηλότερη ενεργειακή απόδοση. Επικαιροποιεί το ισχύον ρυθμιστικό πλαίσιο, που είχε συμφωνηθεί το 2018, ώστε να αντανakλά υψηλότερους κλιματικούς στόχους και να συνδυάζει κοινωνική δράση, ενώ παράλληλα παρέχει στα κράτη μέλη την αναγκαία ευελιξία για να προσαρμόσουν τις πολιτικές τους στις διαφορετικές ανάγκες των κτιρίων σε όλη την Ευρώπη. Τα κράτη μέλη θα υιοθετήσουν εθνικά σχέδια για τα κτίρια κατοικιών, προκειμένου να μειώσουν την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να μειωθεί η μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά 16% μέχρι το 2030 και κατά 20-22% μέχρι το 2035. Τα εθνικά μέτρα που θα εφαρμοστούν θα πρέπει να διασφαλίζουν ότι τουλάχιστον το 55% της μείωσης στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας θα επιτευχθεί εντός αυτών των χρονικών ορίων. Για τα μη κατοικήσιμα κτίρια, η αναθεωρημένη οδηγία προβλέπει τη σταδιακή εφαρμογή προτύπων ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης. Τα κτίρια με τη χαμηλότερη ενεργειακή απόδοση θα πρέπει να ανακαινιστούν, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσής τους κατά 16% έως το 2030 και κατά 26% έως το 2033. Αυτή η διαδικασία θα συμβάλλει στην αναβάθμιση των κτιρίων με τις χειρότερες επιδόσεις σε ενεργειακή αποδοτικότητα.

Η αναθεωρημένη οδηγία θεσπίζει ακόμη τα κτίρια μηδενικών εκπομπών ως το νέο πρότυπο για όλα τα νέα κτίρια. Η σημασία της διάταξης αυτής είναι καθοριστική, καθώς η ευρωπαϊκή πολιτική μετακινείται πλέον από το πρότυπο των κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στο ακόμη πιο απαιτητικό πρότυπο των κτιρίων μηδενικών εκπομπών. Παράλληλα, η οδηγία ενσωματώνει για πρώτη φορά με πιο εμφανή τρόπο τη διάσταση των εκπομπών καθ' όλο τον κύκλο ζωής του κτιρίου,

αναγνωρίζοντας ότι η απανθρακοποίηση του κτιριακού αποθέματος δεν αφορά μόνο τις λειτουργικές εκπομπές, αλλά και τις ενσωματωμένες εκπομπές των υλικών και των κατασκευών. Το στοιχείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι διευρύνει την έννοια της απόδοσης του κτιρίου από το στενό ενεργειακό επίπεδο σε ένα ευρύτερο περιβαλλοντικό και κυκλικό πλαίσιο.

Η νέα EPBD δίνει επίσης μεγάλη βαρύτητα στην προοδευτική κατάργηση των ορυκτών καυσίμων για θέρμανση, στην ανάπτυξη ηλιακών τεχνολογιών, στην τοποθέτηση κατάλληλων ηλιακών εγκαταστάσεων στα νέα και σε επιλεγμένα υφιστάμενα κτίρια, στην ενίσχυση της ηλεκτροκίνησης μέσω υποδομών φόρτισης, στην εξυπνότερη διαχείριση της ενέργειας και στη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος. Παράλληλα, προβλέπει εθνικά σχέδια ανακαίνισης κτιρίων, βάσεις δεδομένων για την ενεργειακή απόδοση, one-stop shops για τη στήριξη ιδιοκτητών και επιχειρήσεων, διαβατήρια ανακαίνισης, καθώς και μεγαλύτερη αξιοπιστία και συγκρισιμότητα των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης.

Ιδιαίτερα σημαντικό για το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι ότι η αναδιατυπωμένη οδηγία του 2024 όχι μόνο διατηρεί τον SRI, αλλά τον ενσωματώνει ακόμη πιο καθαρά στο νέο ευρωπαϊκό πλαίσιο. Στα αιτιολογικά της επισημαίνεται ότι ο δείκτης ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων θα πρέπει να χρησιμοποιείται για να μετρά την ικανότητα των κτιρίων να χρησιμοποιούν τεχνολογίες των πληροφοριών και των επικοινωνιών και ηλεκτρονικά συστήματα ώστε να προσαρμόζουν τη λειτουργία τους στις ανάγκες των ενοίκων και του δικτύου και να βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση και τις συνολικές επιδόσεις των κτιρίων. Τονίζεται ακόμη ότι ο SRI είναι ιδιαίτερα επωφελής για τα μεγάλα κτίρια με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, ενώ η χρήση του παραμένει προαιρετική για τα κράτη μέλη ως προς τα υπόλοιπα κτίρια. Στο ίδιο πνεύμα, η οδηγία του 2024 συνδέει πλέον τον SRI με τη γενικότερη ψηφιοποίηση των κτιρίων, με την αξιοποίηση δεδομένων και ακόμη και με την ύπαρξη ψηφιακών διδύμων (digital twins), όπου αυτά είναι διαθέσιμα.

Παράλληλα, όπως αποτυπώνεται και στη χρονολογική εξέλιξη της EPBD (Εικόνα 2.3.1), η αναδιατυπωμένη οδηγία του 2024 συνοδεύεται από ένα σαφές και δεσμευτικό χρονοδιάγραμμα εφαρμογής σε επίπεδο κρατών μελών, το οποίο εκτείνεται έως τα τέλη της δεκαετίας. Συγκεκριμένα, την 1η Ιανουαρίου 2025 προβλεπόταν η μεταφορά σε εθνικό επίπεδο διατάξεων που σχετίζονται, μεταξύ άλλων, με τη σταδιακή κατάργηση των οικονομικών κινήτρων για την εγκατάσταση λεβήτων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, σηματοδοτώντας μια σαφή κατεύθυνση απεξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα. Στη συνέχεια, έως το τέλος του 2025, τα κράτη μέλη υπέβαλαν τα προσχέδια των εθνικών σχεδίων ανακαίνισης κτιρίων, τα οποία αποτελούν βασικό εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού για τη μετάβαση σε ένα κτιριακό απόθεμα υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Η πλήρης

ενσωμάτωση της οδηγίας στο εθνικό δίκαιο αναμένεται να ολοκληρωθεί έως τον Μάιο του 2026, ενώ έως το τέλος του ίδιου έτους προβλέπεται η υποβολή των τελικών εθνικών σχεδίων ανακαίνισης. Τα σχέδια αυτά θα περιλαμβάνουν συγκεκριμένα μέτρα, ενδιάμεσα ορόσημα και ποσοτικούς στόχους, διασφαλίζοντας τη συστηματική παρακολούθηση της προόδου και την ευθυγράμμιση με τους ευρωπαϊκούς στόχους απανθρακοποίησης.

Με βάση τα παραπάνω, καθίσταται σαφές ότι ο SRI δεν προέκυψε ως ένα απομονωμένο εργαλείο, αλλά ως φυσική εξέλιξη της ίδιας της λογικής της EPBD. Η αρχική EPBD του 2002 έθεσε τις βάσεις της ενεργειακής αξιολόγησης των κτιρίων [20]. Η αναδιατύπωση του 2010 ενίσχυσε τις απαιτήσεις και εισήγαγε τη λογική των nZEB [21]. Η τροποποίηση του 2018, υπό την πίεση της ενεργειακής μετάβασης και της ψηφιοποίησης, εισήγαγε για πρώτη φορά θεσμικά την ανάγκη να αποτιμηθεί όχι μόνο η κατανάλωση ενέργειας, αλλά και η ικανότητα του κτιρίου να λειτουργεί έξυπνα, προσαρμοστικά και διασυνδεδεμένα [22]. Ο Κανονισμός του 2020 εξειδίκευσε αυτή τη νέα έννοια σε μεθοδολογία και σύστημα αξιολόγησης [23]. Τέλος, η EPBD του 2024 επιβεβαίωσε ότι η ευφυής ετοιμότητα αποτελεί πλέον συστατικό στοιχείο του σύγχρονου ευρωπαϊκού οράματος για τα κτίρια, μαζί με την ενεργειακή αποδοτικότητα, τις ανακαινίσεις, τα κτίρια μηδενικών εκπομπών, την ενσωμάτωση ΑΠΕ και την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος [3].

Επομένως, η εξέταση της EPBD είναι απολύτως αναγκαία για την κατανόηση του SRI. Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας δεν αποτελεί ένα παράλληλο ή ανεξάρτητο σχήμα αξιολόγησης, αλλά ένα εργαλείο που γεννήθηκε μέσα από την εξέλιξη της ίδιας της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Αποτελεί, ουσιαστικά, τη θεσμική απάντηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην ανάγκη να περάσουμε από το “ενεργειακά αποδοτικό κτίριο” στο “ενεργειακά αποδοτικό, ψηφιακά διασυνδεδεμένο και λειτουργικά ευφυές κτίριο”.

2.4 Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) αποτελεί το βασικό στρατηγικό πλαίσιο της Ελλάδας για την άσκηση πολιτικής στους τομείς της ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής κατά την τρέχουσα δεκαετία, με ορίζοντα το 2030 και μακροπρόθεσμη προοπτική έως το 2050. Στη σημερινή του μορφή, το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ κυρώθηκε με την απόφαση υπ’ αριθμ. 3 του Κυβερνητικού Συμβουλίου Οικονομικής Πολιτικής και δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ Β’ 6983/19.12.2024, αποτελώντας το επίσημο, επικαιροποιημένο στρατηγικό σχέδιο της χώρας για τα θέματα της ενέργειας και του κλίματος. Στο ίδιο το ΦΕΚ επισημαίνεται ότι το ΕΣΕΚ αποτελεί έναν αναλυτικό οδικό χάρτη για την επίτευξη συγκεκριμένων ενεργειακών και κλιματικών στόχων έως το 2030 και μακροπρόθεσμα έως το 2050.

Η θέση του ΕΣΕΚ στο εθνικό και ευρωπαϊκό θεσμικό σύστημα είναι κομβική. Δεν πρόκειται απλώς για ένα κείμενο προγραμματισμού ή για μια γενική διακήρυξη προθέσεων, αλλά για το εργαλείο μέσω του οποίου η Ελλάδα εξειδικεύει τη συμβολή της στους κοινούς ευρωπαϊκούς στόχους για την κλιματική ουδετερότητα, την ενεργειακή ασφάλεια, τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας και την ενίσχυση της καινοτομίας και της ανταγωνιστικότητας. Το ίδιο το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ αναφέρει ρητά ότι η παρούσα έκδοση αποτελεί την επικαιροποίηση του τελευταίου κοινοποιημένου ενοποιημένου ΕΣΕΚ της Ελληνικής Δημοκρατίας, στο πλαίσιο του Κανονισμού (ΕΕ) 2018/1999 για τη διακυβέρνηση της Ενεργειακής Ένωσης και της Δράσης για το Κλίμα.

Η στρατηγική σημασία του ΕΣΕΚ αναδεικνύεται ήδη από την εισαγωγή του κειμένου του, όπου τονίζεται ότι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μέσω μιας στρατηγικής που οδηγεί καταρχάς σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030 σε σχέση με το 1990 και τελικά σε καθαρές μηδενικές εκπομπές έως το 2050 αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο πλαίσιο αυτό, κάθε εθνικό σχέδιο δεν αποτυπώνει απλώς το «τι» πρέπει να επιτευχθεί, αλλά κυρίως το «πώς» ένα κράτος μέλος θα συμβάλει στην κοινή ευρωπαϊκή προσπάθεια, λαμβάνοντας υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά της χώρας του, όπως η διάρθρωση των καταναλώσεων, η σύνθεση του ενεργειακού μείγματος, το δυναμικό ΑΠΕ, οι γεωγραφικές συνθήκες και οι κλιματικές ιδιαιτερότητες.

Το ΕΣΕΚ, επομένως, λειτουργεί ως ο κεντρικός μηχανισμός εθνικού συντονισμού της ενεργειακής μετάβασης. Στην πράξη, διαμορφώνει ένα συνεκτικό πλαίσιο που συνδέει την κλιματική πολιτική με τις επενδύσεις, την τεχνολογική αναβάθμιση, τις υποδομές, τον χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό, τη βιομηχανία, τις μεταφορές, την αγροτική παραγωγή, την ενεργειακή ασφάλεια και, φυσικά, τον κτιριακό τομέα. Για τον λόγο αυτό, το ΕΣΕΚ δεν έχει μόνο ενεργειακή ή περιβαλλοντική διάσταση, αλλά και ισχυρή αναπτυξιακή, κοινωνική και θεσμική σημασία. Το ίδιο το κείμενο του αναθεωρημένου σχεδίου σημειώνει ότι το ΕΣΕΚ αποτελεί ένα πλήρως επικαιροποιημένο αναπτυξιακό σχέδιο για την ελληνική κοινωνία και οικονομία, με προεκτάσεις σε κάθε νοικοκυριό, κάθε επιχείρηση και κάθε τομέα δραστηριότητας.

Το ΕΣΕΚ αποτελεί το στρατηγικό πλαίσιο της Ελλάδας για την προώθηση μιας βιώσιμης, ενεργειακά αποδοτικής και κλιματικά ουδέτερης πολιτικής. Το σχέδιο συντάχθηκε σε πλήρη ευθυγράμμιση με τις ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές και τις δεσμεύσεις της Συμφωνίας του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή. Περιλαμβάνει σαφείς στόχους, δράσεις και μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την αύξηση της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και την προώθηση μιας «πράσινης» και

βιώσιμης οικονομίας. Παράλληλα, το ΕΣΕΚ αναδεικνύει τις αναπτυξιακές δυνατότητες της χώρας στους τομείς της ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής, καθορίζοντας την εθνική πολιτική για την επόμενη δεκαετία και λαμβάνοντας υπόψη τις συστάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης.

Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι η αναθεωρημένη εκδοχή του ΕΣΕΚ είναι πιο φιλόδοξη από το προηγούμενο σχέδιο του 2019, καθώς ενσωματώνει τόσο τις συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής όσο και τις αυξημένες απαιτήσεις του Ευρωπαϊκού Κλιματικού Νόμου, του εθνικού Κλιματικού Νόμου και της ευρύτερης ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια και το κλίμα. Το ίδιο το ΦΕΚ αναφέρει ότι η ανάγκη αναθεώρησης του ΕΣΕΚ συνδέεται με την υποχρέωση επικαιροποίησής του, την ενσωμάτωση των συστάσεων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Εθνικού Κλιματικού Νόμου, καθώς και με την ανάγκη μεγαλύτερης μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030 και μηδενισμού τους μακροπρόθεσμα έως το 2050.

Το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ θέτει ακόμη πιο φιλόδοξους εθνικούς στόχους για την ενέργεια και το κλίμα έως το 2030, σε σύγκριση τόσο με το αρχικό σχέδιο του 2019 όσο και με τους στόχους που έχει θέσει η ΕΕ. Οι στόχοι αυτοί είναι μετρήσιμοι, κοστολογημένοι και συνοδεύονται από ενδιάμεσες φάσεις παρακολούθησης της προόδου. Οι φάσεις αυτές εξαρτώνται από την επιτυχή εφαρμογή μιας σειράς πολιτικών μέτρων που περιλαμβάνουν τα εξής: τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την ενίσχυση της συμμετοχής των ΑΠΕ, τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, τη σταδιακή απολιγνιτοποίηση, την προώθηση της ηλεκτροκίνησης και την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας.

Στο επίπεδο των ποσοτικών δεσμεύσεων, το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ προβλέπει ότι η Ελλάδα μπορεί να πετύχει μείωση καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 58% έως το 2030, ποσοστό υψηλότερο από τον ενωσιακό στόχο του -55%. Για το 2040, ο στόχος μπορεί να φθάσει το -80%, ενώ για το 2050 το αναθεωρημένο σενάριο προσεγγίζει το -98%, πλησιάζοντας οριακά τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας. Αυτές οι προβλέψεις αποτυπώνουν όχι μόνο την αύξηση της φιλοδοξίας αλλά και την επιδίωξη της χώρας να ακολουθήσει μια πιο επιταχυνόμενη πορεία μετάβασης σε σχέση με το προηγούμενο εθνικό σχέδιο.

Παράλληλα, το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ θέτει ιδιαίτερα υψηλούς στόχους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στον Πίνακα-ΕΣ 2 του ΕΣΕΚ, ο οποίος παρατίθεται στη συνέχεια ως Πίνακας 2.4.1 προβλέπεται ότι το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στο 43,0% το 2030, στο 60,6% το 2035 και στο 95,8% το 2050. Για τον ηλεκτρισμό, η διείσδυση των ΑΠΕ προβλέπεται να φθάσει το 75,7% το 2030 και να υπερβεί πρακτικά το 100% σε όρους ισοζυγίου τις επόμενες δεκαετίες, γεγονός που αναδεικνύει τον κεντρικό ρόλο της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ στην απανθρακοποίηση του συνολικού ενεργειακού συστήματος. Ιδιαίτερης

σημασίας για το αντικείμενό μας είναι και ο δείκτης που αφορά τα κτίρια: το ΕΣΕΚ προβλέπει ότι το μερίδιο των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιριακού τομέα θα ανέλθει στο 72,2% το 2030, στο 86,0% το 2035 και στο 95,1% το 2050 [24].

ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΣΤΟΧΩΝ	Έτος 2030		Έτος 2035	Έτος 2040	Έτος 2050	
	Στόχος ΕΕ	Πρόβλεψη ΕΣΕΚ	Πρόβλεψη Ε-ΣΕΚ	Πρόβλεψη ΕΣΕΚ	Στόχος ΕΕ	Πρόβλεψη Ε-ΣΕΚ
Μείωση εκπομπών ΑτΘ έναντι 1990* (με LULUCF)	-55,%	-58%	-69%	-80%	-100%	-98%
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας**	42,5%	43,0%	60,6%	77,2%		95,8%
ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού***	69,0%	75,7%	96,2%	102,8%	100,0%	100,8%
ΑΠΕ στη θέρμανση και ψύξη**		52,6%	60,6%	75,2%		84,1%
ΑΠΕ στα κτήρια**	49,0%	72,2%	86,0%	93,3%		95,1%
ΑΠΕ στη βιομηχανία**		34,0%	43,0%	57,3%		65,8%
ΑΠΕ στις μεταφορές**	29,0%	13,4%	43,2%	69,0%		96,1%
Προηγμένα βιοκαύσιμα + RFNBO (% καυσίμων μεταφορών)**	5,5%	4,6%	11,2%	14,2%		13,2%
RFNBO (% καυσίμων μεταφορών)**	1,0%	0,9%	5,4%	11,5%		30,9%
SAF (Sustainable Aviation Fuel) βιολογικής προέλευσης		5,0%	16,2%	25,3%		38,0%
SAF (Sustainable Aviation Fuel) μη βιολογικής προέλευσης	6%	1,0%	4,1%	8,1%		43,9%
Τελική κατανάλωση ενέργειας (ktoe)	14,6	15,2	14,1	13,4		12,2
Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας (ktoe)	17,1	17,8	16,8	16,3		16,9

Πίνακας 2.4.1: Ποσοτικοποίηση στόχων ΕΣΕΚ και δεικτών. [24]

Η ανάδειξη του κτιριακού τομέα ως βασικού πεδίου παρέμβασης είναι απολύτως συμβατή με τη συνολική λογική του ΕΣΕΚ. Στο ίδιο το κείμενο του σχεδίου υπογραμμίζεται ότι έως το 2035 το ΕΣΕΚ επιδιώκει σχεδόν να μηδενιστούν οι εκπομπές CO₂ από την παραγωγή ενέργειας, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να συμβάλει αποφασιστικά στη μείωση των εκπομπών στους τομείς των μεταφορών και των κτιρίων μέσω του εξηλεκτρισμού. Η παραδοχή αυτή είναι κρίσιμη, διότι αναδεικνύει ότι η απανθρακοποίηση των κτιρίων δεν εξαρτάται μόνο από τις παθητικές παρεμβάσεις ή την ενεργειακή αναβάθμιση του κελύφους, αλλά και από τη ριζική αλλαγή του ενεργειακού τους προφίλ, με αυξημένη χρήση ηλεκτρισμού, αντλιών θερμότητας, ηλιοθερμικών, αυτοπαραγωγής και τεχνολογιών διαχείρισης.

Στον πυρήνα αυτής της στρατηγικής βρίσκεται η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ περιλαμβάνει ξεχωριστή ενότητα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο σύνολο των τομέων και ειδικότερα στον κτιριακό τομέα, καθώς και ειδικές προβλέψεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας. Από τη δομή και μόνο του σχεδίου είναι σαφές ότι ο κτιριακός τομέας αντιμετωπίζεται ως αυτόνομο και κρίσιμο πεδίο πολιτικής, τόσο στο επίπεδο των στόχων όσο και στο επίπεδο των μέτρων και της χρηματοδότησης. Το ίδιο το ΕΣΕΚ αφιερώνει ειδικές ενότητες τόσο στη «Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτηριακό τομέα» όσο και στη «Μακροπρόθεσμη στρατηγική ανακαίνισης του εθνικού κτηριακού αποθέματος», γεγονός που αποτυπώνει τη βαρύτητα του ζητήματος.

Ωστόσο, εκτός από τους στόχους που θέτει το ΕΣΕΚ, υπάρχουν και πρόσθετες δράσεις και μέτρα που λαμβάνονται σε εθνικό επίπεδο, τα οποία είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την επίτευξη των φιλόδοξων αυτών στόχων με συνέπεια και αποτελεσματικότητα. Οι δράσεις αυτές σχετίζονται με πυλώνες όπως η πράσινη μετάβαση στην ενέργεια, η προώθηση επενδύσεων για τις ΑΠΕ, η ενίσχυση των ενεργειακών κοινοτήτων και η ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων, μέσω προγραμμάτων όπως το «Εξοικονομώ» και συναφών μηχανισμών στήριξης. Η λογική αυτή συνδέεται και με την ανάγκη επιτάχυνσης των παρεμβάσεων στο υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα, το οποίο αποτελεί το βασικό πεδίο όπου μπορεί να επιτευχθεί άμεσα και μετρήσιμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. [25]

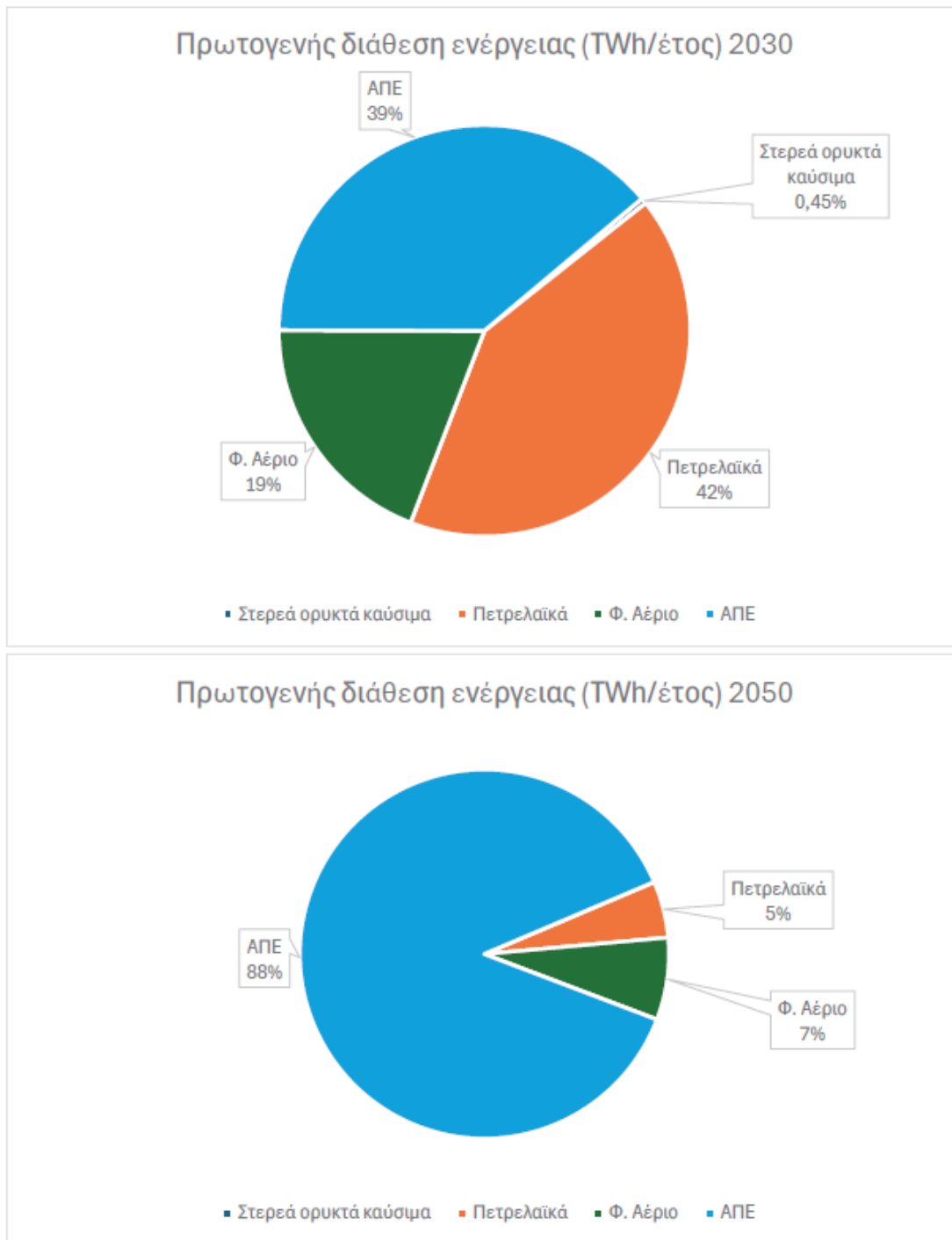
Το ΕΣΕΚ ενσωματώνει επίσης τη Μακροχρόνια Στρατηγική για το 2050, η οποία λειτουργεί ως οδηγός για τα ζητήματα που αφορούν το κλίμα και την ενέργεια και συνδέει τις βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες παρεμβάσεις με τον τελικό στόχο της κλιματικής ουδετερότητας. Με την έννοια αυτή, το ΕΣΕΚ δεν πρέπει να διαβαστεί ως ένα αυτόνομο σχέδιο για το 2030 αποκομμένο από τη μακροπρόθεσμη πορεία της χώρας, αλλά ως ενδιάμεσος, επιχειρησιακός και πολιτικός μηχανισμός που οργανώνει τα απαραίτητα βήματα προς το 2050.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μεθοδολογική προσέγγιση του αναθεωρημένου ΕΣΕΚ. Το σχέδιο βασίστηκε στο ενεργειακό μοντέλο TIMES του

Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας και σε εξειδικευμένο μοντέλο προσομοίωσης της λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος του ΕΜΠ, με βασική αρχή την ελαχιστοποίηση του κόστους της ενεργειακής μετάβασης για το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Το ίδιο το ΕΣΕΚ παρουσιάζει μια ιεράρχηση τεχνολογιών μετάβασης, ξεκινώντας από την εξοικονόμηση ενέργειας και την άμεση χρήση ΑΠΕ, συνεχίζοντας με τον εξηλεκτρισμό και φθάνοντας έως πιο σύνθετες και ακριβές επιλογές, όπως το πράσινο υδρογόνο και τα συνθετικά καύσιμα και το CCUS (Δέσμευση, Χρήση και Αποθήκευση Άνθρακα). Η λογική αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία για τον κτιριακό τομέα, διότι υποδηλώνει ότι η εξοικονόμηση ενέργειας, οι ανακαινίσεις και οι ώριμες τεχνολογίες διαχείρισης πρέπει να αποτελούν την πρώτη γραμμή παρέμβασης.

Στο ΕΣΕΚ περιλαμβάνονται επίσης μέτρα που ενισχύουν στρατηγικές προτεραιότητες, όπως η επιτάχυνση της ηλεκτρικής διασύνδεσης των νησιών, η ενίσχυση των ενεργειακών διασυνδέσεων, η ανάπτυξη στρατηγικών έργων αποθήκευσης ενέργειας, η ψηφιοποίηση των δικτύων και η προώθηση νέων τεχνολογιών, καθώς και η σύζευξη τελικών τομέων για τη βέλτιστη αξιοποίηση της ενέργειας. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη, διότι το νέο ενεργειακό σύστημα που περιγράφεται στο ΕΣΕΚ δεν βασίζεται μόνο στην παραγωγή καθαρής ενέργειας, αλλά και στη δυνατότητα του συστήματος να τη διαχειρίζεται, να την αποθηκεύει, να την κατανέμει και να προσαρμόζει τη ζήτηση. Σε αυτό ακριβώς το σημείο εμφανίζεται και η σημασία των έξυπνων δικτύων, των έξυπνων μετρητών και των ευέλικτων τελικών καταναλωτών.

Η μεταβολή αυτή του ενεργειακού μίγματος αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.4.2, όπου παρουσιάζεται η προβλεπόμενη εξέλιξη της πρωτογενούς διάθεσης ενέργειας για τα έτη 2030 και 2050 σύμφωνα με το ΕΣΕΚ. Παρατηρείται η σταδιακή αλλά σαφής μετάβαση από ένα ενεργειακό σύστημα με σημαντική συμμετοχή ορυκτών καυσίμων σε ένα σύστημα όπου κυριαρχούν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, οι οποίες εκτιμάται ότι θα καλύπτουν τη συντριπτική πλειονότητα της ενεργειακής ζήτησης έως το 2050, επιβεβαιώνοντας τον στρατηγικό προσανατολισμό του ΕΣΕΚ προς την πλήρη απανθρακοποίηση [24].



Εικόνα 2.4.2: Πρωτογενής διάθεση ενέργειας για τα έτη 2030 - 2050 (TWh/έτος) [24].

Ένας επιπλέον στόχος του ΕΣΕΚ είναι η ενεργειακή ανακαίνιση του συνολικού εμβαδού των θερμικών ζωνών των κτιρίων, δίνοντας έμφαση στην ανακαίνιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος. Στο ίδιο το σχέδιο υπογραμμίζεται ότι κατά την πρώτη περίοδο της μετάβασης (2025–2030) συνεχίζεται η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων μέσω μονώσεων, ενεργειακά αποδοτικών συσκευών, αντλιών θερμότητας και συστημάτων αυτοπαραγωγής ΑΠΕ, ενώ για τα προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας επιδιώκεται η βελτιστοποίηση της σχέσης κόστους–

οφέλους με εστίαση στις κλιματικές ζώνες Γ και Δ και σε κτίρια υψηλού βαθμού χρήσης. Παράλληλα, κατά τη δεύτερη περίοδο (2030–2040) αναμένεται θεαματική αύξηση του εξηλεκτρισμού της θέρμανσης κτιρίων μέσω αντλιών θερμότητας, σε συνάρτηση και με τη σταδιακή εγκατάλειψη των συμβατικών συστημάτων καύσης.

Αυτό αναμένεται να επιτύχει σημαντικά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας, να μειώσει το κόστος για τους πολίτες και να βελτιώσει τις συνθήκες άνεσης και ασφάλειας στα κτίρια. Σε αυτό το πλαίσιο, το ΕΣΕΚ δεν βλέπει τις ενεργειακές παρεμβάσεις στα κτίρια μόνο ως περιβαλλοντικό εργαλείο, αλλά και ως κοινωνική πολιτική, καθώς τις συνδέει ρητά με την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας. Η ειδική ενότητα του σχεδίου για την ενεργειακή ένδεια επιβεβαιώνει ότι η ενεργειακή μετάβαση δεν μπορεί να είναι επιτυχής εάν δεν διασφαλίζει ταυτόχρονα κοινωνική συνοχή και δίκαιη κατανομή των οφελών.

Εξίσου σημαντική είναι η διάσταση της ψηφιοποίησης, η οποία διατρέχει εγκάρσια το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ. Στο κεφάλαιο για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και τον ρόλο του ενεργού καταναλωτή, το σχέδιο τονίζει ότι η ενεργή συμμετοχή της κατανάλωσης στην αγορά ενέργειας μέσω της απόκρισης ζήτησης απαιτεί την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών. Παράλληλα, επισημαίνεται ότι οι έξυπνοι μετρητές θα επιτρέψουν την ολοκλήρωση της ψηφιοποίησης του δικτύου, μέσω αυξημένων τεχνικών δυνατοτήτων συλλογής και αξιοποίησης δεδομένων, ενώ αποτελούν προαπαιτούμενο για την εφαρμογή σχημάτων αυτοκατανάλωσης, ταυτοχρονισμένου συμψηφισμού και απόκρισης ζήτησης. Το ΕΣΕΚ αναφέρει μάλιστα ότι ο ΔΕΔΔΗΕ σχεδιάζει να έχουν όλοι οι καταναλωτές έξυπνο μετρητή έως το 2030, ενώ παρουσιάζει ήδη στοιχεία διεύθυνσης και προβλεπόμενους ρυθμούς εγκατάστασης για την περίοδο 2024–2030.

Η πρόβλεψη αυτή αποκτά ιδιαίτερο βάρος για τον κτιριακό τομέα, καθώς οι έξυπνοι μετρητές, η ψηφιοποίηση του δικτύου και τα σχήματα απόκρισης ζήτησης δεν αφορούν μόνο το σύστημα ηλεκτρισμού σε μακροεπίπεδο, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο τα ίδια τα κτίρια θα λειτουργούν στο μέλλον. Ένα κτίριο που μπορεί να παρακολουθεί, να διαχειρίζεται και να προσαρμόζει τα φορτία του, να υποστηρίζει αυτοπαραγωγή, να ενσωματώνει αποθήκευση, να αλληλεπιδρά με τα σήματα του δικτύου και να συμμετέχει σε ευέλικτες ενεργειακές αγορές βρίσκεται σαφώς πιο κοντά στο πρότυπο του ευφυούς κτιρίου. Με αυτή την έννοια, η ψηφιοποίηση που προβλέπει το ΕΣΕΚ προετοιμάζει αντικειμενικά το έδαφος για την ευρύτερη ανάπτυξη των έξυπνων κτιρίων.

Το όραμα του ΕΣΕΚ περιλαμβάνει επίσης αστικές βιοκλιματικές αναπλάσεις και την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, οι οποίες βασίζονται στην αυξημένη χρήση καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών και προηγμένων πληροφοριακών συστημάτων. Οι έξυπνες και βιώσιμες πόλεις αποτελούν κρίσιμο άξονα για την προώθηση της βιωσιμότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, αναδεικνύοντας τον κεντρικό ρόλο

των αστικών περιοχών στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής [26]. Το ίδιο το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ αφιερώνει ειδική ενότητα στις «Αστικές βιοκλιματικές αναπλάσεις και τις έξυπνες πόλεις», επισημαίνοντας ότι οι πόλεις μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή πολιτικών και μέτρων απέναντι στην κλιματική αλλαγή, καθώς είναι οι χώροι όπου συναντώνται τοπικές δράσεις, εθνικές στρατηγικές και διεθνείς δεσμεύσεις για τον μετριασμό της. Επιπλέον, στο ίδιο κεφάλαιο αναφέρεται ότι τα μοντέλα έξυπνων και αειφόρων πόλεων, ενσωματώνοντας τεχνολογίες καθαρής ενέργειας και προηγμένες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνίας, θα αποτελέσουν βασικό άξονα της αναδιάρθρωσης του ενεργειακού τομέα.

Ακόμη πιο συγκεκριμένα, το ΕΣΕΚ επισημαίνει ότι με τη χρήση «ευφυών» μέσων σε επίπεδο πόλεων βελτιώνονται οι συνθήκες ζωής, προσελκύονται επενδύσεις και αυξάνονται οι αξίες ακινήτων, ενώ οι έξυπνοι μετρητές και τα έξυπνα δίκτυα συμβάλλουν στην παρακολούθηση και διαχείριση μεγάλων όγκων πληροφορίας, βοηθώντας σημαντικά στην ορθολογική χρήση ενέργειας από τους τελικούς καταναλωτές. Σε συνδυασμό με τον μηχανισμό απόκρισης ζήτησης και τις ενεργειακές κοινότητες, το σχέδιο θεωρεί ότι θα ενισχυθεί ο ρόλος των πόλεων και των πολιτών στη μετάβαση και τελικά στην αναδιάρθρωση του ενεργειακού τομέα.

Η παραπάνω στόχευση έχει άμεση συνάφεια με τη συζήτηση για τα έξυπνα κτίρια. Οι έξυπνες πόλεις δεν συγκροτούνται αφηρημένα, αλλά μέσα από ένα πλήθος επιμέρους τεχνικών, ενεργειακών και ψηφιακών υποδομών, με τα κτίρια να αποτελούν έναν από τους βασικότερους κόμβους αυτής της μετάβασης. Εάν το ΕΣΕΚ προωθεί πόλεις με καθαρές ενεργειακές τεχνολογίες, έξυπνα δίκτυα, έξυπνους μετρητές, απόκριση ζήτησης, αυτοκατανάλωση, αποθήκευση και ενεργές τοπικές κοινότητες, τότε στην πράξη περιγράφει ένα περιβάλλον όπου τα κτίρια οφείλουν να καταστούν περισσότερο διασυνδεδεμένα, προσαρμοστικά και ευφυή.

Από αυτή την άποψη, αν και το ΕΣΕΚ δεν αναπτύσσει ρητά και εκτενώς τον Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων, δημιουργεί σαφώς το πολιτικό και λειτουργικό πλαίσιο μέσα στο οποίο ο SRI αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Η ενεργειακή ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος, η αύξηση της διείσδυσης ΑΠΕ στα κτίρια, η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών, η προώθηση της απόκρισης ζήτησης, η ενσωμάτωση αυτοπαραγωγής, η στροφή στον εξηλεκτρισμό, η ανάπτυξη έξυπνων πόλεων και η γενικότερη ψηφιοποίηση του ενεργειακού συστήματος συνιστούν ακριβώς τις συνθήκες μέσα στις οποίες αναδεικνύεται η ανάγκη αξιολόγησης της «ευφυούς ετοιμότητας» των κτιρίων. Με άλλα λόγια, το ΕΣΕΚ προωθεί τις προϋποθέσεις για κτίρια που δεν θα είναι απλώς πιο ενεργειακά αποδοτικά, αλλά και περισσότερο ικανά να αλληλεπιδρούν με τους χρήστες, με τα δίκτυα και με το ευρύτερο ενεργειακό σύστημα.

Συνεπώς, η σύνδεση του ΕΣΕΚ με τα έξυπνα κτίρια και τον SRI είναι ουσιαστική, ακόμη και όταν δεν διατυπώνεται άμεσα. Το ΕΣΕΚ περιγράφει τον ελληνικό οδικό χάρτη για την απανθρακοποίηση, την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ψηφιοποίηση. Ο SRI, από την άλλη πλευρά, αποτελεί το ειδικότερο ευρωπαϊκό εργαλείο μέσω του οποίου μπορεί να αποτιμηθεί ο βαθμός στον οποίο ένα κτίριο είναι έτοιμο να ανταποκριθεί σε αυτό το νέο περιβάλλον. Έτσι, όσο η Ελλάδα προχωρά στην εφαρμογή του ΕΣΕΚ, τόσο πιο αναγκαία καθίσταται και η ύπαρξη κατάλληλων εργαλείων αξιολόγησης της ευφυούς λειτουργίας των κτιρίων. Υπό αυτή την έννοια, το ΕΣΕΚ δεν αποτελεί απλώς το εθνικό υπόβαθρο της ενεργειακής μετάβασης, αλλά και ένα ευρύτερο στρατηγικό πλαίσιο μέσα στο οποίο η εφαρμογή του SRI μπορεί μελλοντικά να αποκτήσει ουσιαστικό ρόλο για την ελληνική πραγματικότητα.

3. Ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων (SRI)

Η ενεργειακή μετάβαση του κτιριακού τομέα στην Ευρώπη δεν εξαντλείται πλέον μόνο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω παθητικών παρεμβάσεων, θερμομονωτικών βελτιώσεων ή αποδοτικότερων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Στο σύγχρονο ευρωπαϊκό πλαίσιο, η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων συνδέεται ολοένα και περισσότερο με την ικανότητά τους να λειτουργούν με ευφυή τρόπο, να αξιοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες, να επικοινωνούν με τους χρήστες και τα ενεργειακά δίκτυα και να προσαρμόζουν τη λειτουργία τους σε μεταβαλλόμενες συνθήκες. Στο πλαίσιο αυτό αναδύθηκε ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων, ως ένα νέο ευρωπαϊκό εργαλείο αξιολόγησης του βαθμού «ευφυΐας» ενός κτιρίου.

Η εμφάνιση του SRI δεν ήταν μια αποσπασματική πρωτοβουλία, αλλά το αποτέλεσμα μιας σταδιακής μετατόπισης της ευρωπαϊκής πολιτικής από την παραδοσιακή θεώρηση της ενεργειακής απόδοσης προς μια ευρύτερη αντίληψη, στην οποία το κτίριο αντιμετωπίζεται ως ενεργός, προσαρμοστικός και διασυνδεδεμένος κόμβος του ενεργειακού συστήματος. Η αναθεωρημένη Οδηγία 2018/844/ΕΕ, η οποία τροποποίησε την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, εισήγαγε για πρώτη φορά ρητά την έννοια του SRI, αναγνωρίζοντας ότι η πραγματική συμβολή των κτιρίων στην ενεργειακή μετάβαση εξαρτάται όχι μόνο από τα στατικά τεχνικά τους χαρακτηριστικά, αλλά και από τη δυναμική, ψηφιακά υποστηριζόμενη λειτουργία τους [10], [18].

Η ανάγκη για την ανάπτυξη του δείκτη αυτού συνδέεται άμεσα με το γεγονός ότι τα κτίρια αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους τομείς κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και, ταυτόχρονα, ένα από τα μεγαλύτερα πεδία όπου μπορούν να αναπτυχθούν τεχνολογίες εξοικονόμησης, αυτοματισμού και ευελιξίας. Στο τεχνικό υπόβαθρο του SRI, επισημαίνεται ότι οι έξυπνες τεχνολογίες στα κτίρια μπορούν, με οικονομικά αποδοτικό τρόπο, να συμβάλουν στη δημιουργία υγιεινότερων και πιο άνετων κτιρίων, με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα, ενώ παράλληλα διευκολύνουν την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα μελλοντικά ενεργειακά συστήματα [27].

Από αυτή την οπτική, ο SRI δεν είναι απλώς ένα ακόμη τεχνικό εργαλείο ή μία συμπληρωματική ένδειξη. Αποτελεί μια νέα γλώσσα αποτίμησης της κτιριακής απόδοσης, η οποία έρχεται να καλύψει ένα κενό που δεν μπορούσε να καλυφθεί επαρκώς από τα υφιστάμενα εργαλεία, όπως το ΠΕΑ. Το ΠΕΑ αποτυπώνει κυρίως τη θεωρητική ή υπολογιστική ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου υπό τυποποιημένες συνθήκες, ενώ ο SRI στοχεύει να αποτιμήσει σε ποιον βαθμό το κτίριο είναι τεχνολογικά έτοιμο να λειτουργήσει ευφυώς, να αξιοποιήσει προηγμένα

συστήματα ελέγχου και να ανταποκριθεί αποτελεσματικά στις απαιτήσεις τόσο των χρηστών όσο και του ενεργειακού συστήματος.

Συνεπώς, η εισαγωγή του SRI αντανάκλα μια βαθύτερη μεταβολή στην ευρωπαϊκή θεώρηση των κτιρίων. Τα κτίρια δεν αντιμετωπίζονται πλέον ως παθητικοί καταναλωτές ενέργειας, αλλά ως ευφυείς ενεργειακές υποδομές, ικανές να συμμετέχουν στην απόκριση ζήτησης, στη διαχείριση φορτίων, στην καλύτερη αξιοποίηση της τοπικής παραγωγής από ΑΠΕ, στη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος και στη συνεχή προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών. Ο SRI είναι, επομένως, ένα εργαλείο που αναγνωρίζει και μετρά αυτήν ακριβώς τη μετάβαση.

3.1 Έννοια και σκοπός του SRI

Στα πλαίσια της συνεχιζόμενης προσπάθειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης να προάγει την ενεργειακή αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα στον τομέα των κτιρίων, εκδόθηκε το 2018 η αναθεωρημένη οδηγία 2018/844/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Η οδηγία αυτή εισάγει για πρώτη φορά την έννοια του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας κτιρίων SRI ως ένα εργαλείο υποστήριξης για την ενεργειακή αποδοτικότητα, την ενεργειακή ευελιξία και την ψηφιοποίηση του δομημένου περιβάλλοντος [22]. Ο SRI χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της «ευφυΐας» ενός κτιρίου, δηλαδή της ικανότητάς του να χρησιμοποιεί τεχνολογίες πληροφοριών, επικοινωνιών και αυτοματισμών για τη βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης, τη βέλτιστη προσαρμογή της λειτουργίας του στις ανάγκες των χρηστών και του δικτύου. Η χρήση αυτών των τεχνολογιών συμβάλλει στην απανθρακοποίηση του κτιριακού τομέα, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει πιο άνετες εσωτερικές συνθήκες στο εκάστοτε κτίριο, βελτιώνοντας συνολικά τις συνθήκες διαβίωσης των χρηστών. Η εφαρμογή του SRI αποσκοπεί στην ευαισθητοποίηση των ιδιοκτητών και των ενοίκων ως προς τη χρήση τεχνολογιών αυτοματισμών και την εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από αυτές [4]. Ο SRI αναμένεται να ενταχθεί στη νομοθεσία των κρατών μελών της Ε.Ε. τα επόμενα χρόνια. Στόχος της Ε.Ε. για τον SRI είναι να αποτελέσει το πρώτο κοινό και αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση της ευφυΐας των κτιρίων. Η εφαρμογή του θα λειτουργήσει ως κίνητρο για την ενσωμάτωση έξυπνων τεχνολογιών στο κτιριακό απόθεμα των κρατών μελών της Ε.Ε., καθιστώντας ευκολότερη την αναγνώριση της πρόσθετης εμπορικής αξίας των ευφυώς έτοιμων κτιρίων και οδηγώντας έτσι σε νέες επενδύσεις στην ανακαίνιση και στην ανέγερση βιώσιμων, έξυπνων και ανθεκτικών κτιρίων [28].

Σε επίπεδο επίσημης ευρωπαϊκής τεχνικής τεκμηρίωσης, ο SRI ορίζεται ως το εργαλείο εκείνο που αξιολογεί την τεχνολογική ετοιμότητα ενός κτιρίου να αλληλεπιδρά με τους χρήστες του, να αλληλεπιδρά με τα συνδεδεμένα ενεργειακά

δίκτυα και να λειτουργεί πιο αποδοτικά. Το στοιχείο αυτό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο, διότι δείχνει ότι ο SRI δεν περιορίζεται σε μια απλή καταγραφή του βαθμού εγκατάστασης αυτοματισμών, αλλά επιχειρεί να αποδώσει με συστηματικό τρόπο τη δυνατότητα του κτιρίου να επιτυγχάνει ενεργειακή βελτιστοποίηση, λειτουργική προσαρμογή και ενεργειακή ευελιξία.

Στην ουσία του, ο SRI αποσκοπεί στην ανάδειξη της προστιθέμενης αξίας της «έξυπνης» κτιριακής λειτουργίας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επισημαίνει ότι ο δείκτης αυτός αποβλέπει στο να καταστήσει πιο απτό και ορατό το όφελος των ευφυών τεχνολογιών για τους χρήστες των κτιρίων, τους ιδιοκτήτες, τους ενοίκους και τους παρόχους σχετικών υπηρεσιών. Έτσι, δεν λειτουργεί μόνο ως εργαλείο τεχνικής αποτίμησης, αλλά και ως εργαλείο πληροφόρησης, κινητοποίησης και ενεργοποίησης της αγοράς. Με τον τρόπο αυτό, ενισχύει τη ζήτηση για έξυπνες λύσεις στον κτιριακό τομέα και στηρίζει τη διάδοση της τεχνολογικής καινοτομίας στις κατασκευές και στις ανακαινίσεις.

Ιδιαίτερη σημασία έχει και ο τρόπος με τον οποίο ορίζεται η ίδια η «ευφυΐα» ενός κτιρίου. Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό τεχνικό πλαίσιο, η ευφυΐα ενός κτιρίου αναφέρεται στην ικανότητα του ίδιου του κτιρίου ή των τεχνικών συστημάτων του να αντιλαμβάνονται, να ερμηνεύουν, να επικοινωνούν και να ανταποκρίνονται ενεργά και αποδοτικά σε μεταβαλλόμενες συνθήκες, οι οποίες σχετίζονται είτε με τη λειτουργία των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου, είτε με το εξωτερικό περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών δικτύων, είτε με τις απαιτήσεις των ενοίκων και χρηστών. Ο ορισμός αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός, διότι απομακρύνει τη συζήτηση από μια στενή προσέγγιση που θα συνέδεε την «ευφυΐα» αποκλειστικά με την ύπαρξη ορισμένων συσκευών ή λογισμικών, και τη μεταφέρει σε μια λειτουργική προσέγγιση, όπου η ουσία βρίσκεται στην ικανότητα προσαρμοστικής και αποδοτικής απόκρισης [27].

Αυτό σημαίνει ότι ένα κτίριο θεωρείται περισσότερο «ευφυές» όχι απλώς επειδή διαθέτει σύγχρονο εξοπλισμό, αλλά επειδή ο εξοπλισμός αυτός μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του κτιρίου. Για παράδειγμα, δεν αρκεί η ύπαρξη ενός συστήματος θέρμανσης ή φωτισμού με βασικό έλεγχο. Το κρίσιμο ερώτημα είναι εάν το σύστημα αυτό μπορεί να συλλέγει πληροφορίες, να επεξεργάζεται δεδομένα, να αντιδρά σε πραγματικές συνθήκες χρήσης, να περιορίζει σπατάλες, να βελτιώνει το εσωτερικό περιβάλλον και να υποστηρίζει ενεργειακή ευελιξία. Ο SRI, επομένως, μετατοπίζει την προσοχή από τη στατική περιγραφή των εγκαταστάσεων στη δυναμική αποτίμηση της λειτουργικής νοημοσύνης του κτιρίου.

Ένα ακόμη θεμελιώδες χαρακτηριστικό του SRI είναι ότι πρόκειται για ένα τεχνολογικά ουδέτερο εργαλείο. Η ίδια η ευρωπαϊκή μεθοδολογία τονίζει ότι ο δείκτης δημιουργεί ίσους όρους ανταγωνισμού για τους φορείς της αγοράς, αξιολογώντας τις λειτουργικές δυνατότητες και όχι επιβάλλοντας συγκεκριμένες

τεχνολογικές λύσεις. Η επιλογή αυτή είναι κρίσιμη, γιατί επιτρέπει στο πλαίσιο του SRI να εξελίσσεται διαρκώς και να ενσωματώνει την καινοτομία χωρίς να δεσμεύεται από συγκεκριμένα προϊόντα ή κλειστές τεχνολογικές αρχιτεκτονικές. Με τον τρόπο αυτό, ο δείκτης μπορεί να παραμείνει επίκαιρος σε ένα περιβάλλον όπου οι τεχνολογίες αυτοματισμού, επικοινωνιών, αισθητήρων, ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας μεταβάλλονται διαρκώς.

Ο SRI βασίζεται σε μια πολυκριτηριακή μεθοδολογία, μέσω της οποίας αξιολογούνται οι τεχνολογικές δυνατότητες του κτιρίου ως προς τη θέρμανση, την ψύξη, τον αερισμό, το ζεστό νερό χρήσης, τον φωτισμό, τον ηλεκτρισμό, τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, το δυναμικά μεταβαλλόμενο κέλυφος και την παρακολούθηση και τον έλεγχο από τους χρήστες, που αποτελούν τους εννέα τεχνικούς τομείς του δείκτη και σχετίζονται με την ενεργειακή διαχείριση και την αλληλεπίδραση με τους χρήστες και το δίκτυο [29]. Κάθε τομέας αξιολογείται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων αντικτύπου, ενώ τα αποτελέσματα αποδίδονται με τρόπο που εκφράζει πόσο κοντά βρίσκεται το κτίριο στη μέγιστη δυνατή «ευφυή ετοιμότητα» που θα μπορούσε να επιτύχει.

Ένας από τους σημαντικότερους σκοπούς του SRI είναι επίσης η ενίσχυση της λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων. Η ευρωπαϊκή τεκμηρίωση επισημαίνει ότι ο δείκτης έχει σχεδιαστεί ώστε να παρέχει στους ιδιοκτήτες, στους διαχειριστές, στους επενδυτές και στους χρήστες πληροφορίες για τις «έξυπνες» υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει ένα κτίριο, αλλά και για τις πιθανές βελτιώσεις που θα μπορούσαν να αυξήσουν το επίπεδο ευφυούς ετοιμότητάς του. Επομένως, ο SRI μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο στήριξης επενδυτικών αποφάσεων, τόσο σε υφιστάμενα κτίρια που εξετάζουν παρεμβάσεις αναβάθμισης, όσο και σε νέα κτίρια που σχεδιάζονται με υψηλότερο επίπεδο ψηφιακής και ενεργειακής ετοιμότητας.

Αυτό αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα στο σημερινό περιβάλλον, όπου η αγορά ακινήτων και ο κατασκευαστικός κλάδος στρέφονται σταδιακά όχι μόνο προς «αποδοτικά» αλλά και προς «έξυπνα» κτίρια. Ένα κτίριο που διαθέτει προηγμένες δυνατότητες ελέγχου, παρακολούθησης, απόκρισης και διασύνδεσης μπορεί να προσφέρει χαμηλότερα λειτουργικά κόστη, υψηλότερο επίπεδο άνεσης, καλύτερο εσωτερικό περιβάλλον, ευκολότερη συντήρηση και μεγαλύτερη συμβατότητα με τις μελλοντικές απαιτήσεις της αγοράς ενέργειας. Υπό αυτή την έννοια, ο SRI συνδέεται και με την οικονομική διάσταση της αξίας του ακινήτου, καθώς συμβάλλει στην αναγνώριση και αποτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών που μέχρι πρότινος ήταν δύσκολο να περιγραφούν με ενιαίο και συγκρίσιμο τρόπο.

Επιπλέον, ο SRI εντάσσεται σε μια ευρύτερη ευρωπαϊκή επιδίωξη διατομεακής σύνδεσης μεταξύ ενέργειας, κτιρίων και ψηφιακών τεχνολογιών. Το Final Report της ΕΕ αναφέρει ότι ο δείκτης βρίσκεται επίσης εντός του πλαισίου ενίσχυσης των συνεργειών ανάμεσα στην πολιτική ενέργειας, τον κτιριακό τομέα και άλλους τομείς

πολιτικής, ιδιαίτερα στον χώρο των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών, συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη ενσωμάτωση των κτιρίων στα ενεργειακά συστήματα και στις αγορές του μέλλοντος. Αυτό σημαίνει ότι ο SRI δεν είναι απλώς ένα εργαλείο πιστοποίησης κτιρίων, αλλά και ένα εργαλείο στρατηγικής μετάβασης προς ένα πιο ευφύες, ευέλικτο και διασυνδεδεμένο ενεργειακό οικοσύστημα [27].

Αξίζει ακόμη να σημειωθεί ότι ο SRI δεν αξιολογεί άμεσα την ίδια την κατανάλωση ενέργειας, όπως συμβαίνει με το ΠΕΑ, αλλά αποτιμά το επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας του κτιρίου να ανταποκριθεί στις μελλοντικές ενεργειακές, ψηφιακές και λειτουργικές απαιτήσεις. Λειτουργεί, επομένως, συμπληρωματικά και όχι ανταγωνιστικά προς άλλα εργαλεία ενεργειακής αξιολόγησης. Αυτή η διάκριση είναι ουσιώδης: το ΠΕΑ απαντά κυρίως στο ερώτημα «πόσο ενεργειακά αποδοτικό είναι το κτίριο σήμερα υπό ορισμένες παραδοχές», ενώ ο SRI απαντά στο ερώτημα «πόσο έτοιμο είναι το κτίριο να λειτουργήσει έξυπνα, αποδοτικά, προσαρμοστικά και διασυνδεδεμένα». Και τα δύο ερωτήματα είναι κρίσιμα, αλλά αφορούν διαφορετικές διαστάσεις της σύγχρονης κτιριακής απόδοσης.

Συνολικά, ο SRI μπορεί να θεωρηθεί ως το πρώτο οργανωμένο ευρωπαϊκό βήμα για τη συστηματική μέτρηση της ευφύους λειτουργικής ικανότητας των κτιρίων. Η ύπαρξή του ανταποκρίνεται στις ανάγκες μιας εποχής όπου η ενεργειακή απόδοση, η ψηφιοποίηση, η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, η ευελιξία φορτίων, η αυτοματοποίηση και η αλληλεπίδραση με το δίκτυο παύουν να είναι διακριτά πεδία και συνενώνονται σε ένα ενιαίο πλαίσιο αξιολόγησης της σύγχρονης κτιριακής επίδοσης.

3.2 Βασικές λειτουργίες του SRI

Η μεθοδολογική και κανονιστική λογική του SRI οργανώνεται γύρω από τρεις βασικές λειτουργίες, οι οποίες αποτυπώνουν και τον πυρήνα της έννοιας της «ευφύους ετοιμότητας» ενός κτιρίου. Οι λειτουργίες αυτές απορρέουν άμεσα από το αναθεωρημένο πλαίσιο της EPBD και έχουν χρησιμοποιηθεί ως θεμελιώδης αρχή για τον σχεδιασμό του καταλόγου υπηρεσιών, των κριτηρίων αξιολόγησης και της συνολικής δομής του δείκτη. Οι τρεις βασικές λειτουργίες είναι: α) η ικανότητα του κτιρίου να βελτιώνει την ενεργειακή του απόδοση και λειτουργία, β) η ικανότητα να προσαρμόζει τον τρόπο λειτουργίας του στις ανάγκες των χρηστών και γ) η ευελιξία της συνολικής ηλεκτρικής ζήτησης του κτιρίου σε σχέση με το δίκτυο.

Οι τρεις αυτές λειτουργίες δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλά αλληλοσυμπληρώνονται και αλληλοενισχύονται. Αποτελούν τις τρεις διαφορετικές αλλά αλληλένδετες όψεις της σύγχρονης «ευφυίας» ενός κτιρίου: αφενός τη βελτιστοποίηση της ίδιας της λειτουργίας του, αφετέρου την προσαρμογή του στις ανάγκες του ανθρώπου και, τέλος, την ένταξή του στο ευρύτερο ενεργειακό

περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, ο SRI αποφεύγει μια μονοδιάστατη προσέγγιση και αντιμετωπίζει την ευφυή ετοιμότητα ως σύνθετο φαινόμενο που έχει τεχνική, λειτουργική, ανθρωποκεντρική και συστημική διάσταση.



Εικόνα 3.2.1: Οι τρεις λειτουργίες-κλειδιά του SRI

3.2.1 Ενεργειακή απόδοση και λειτουργία του κτιρίου

Η πρώτη βασική λειτουργία του SRI αφορά την ικανότητα του κτιρίου να διατηρεί ή να βελτιώνει την ενεργειακή του απόδοση και τη συνολική λειτουργία του μέσω της προσαρμογής της κατανάλωσης ενέργειας. Η λειτουργία αυτή είναι ίσως η πιο άμεσα συνδεδεμένη με το παραδοσιακό πεδίο της ενεργειακής πολιτικής, αλλά στον SRI αποκτά πιο δυναμικό και εξελιγμένο περιεχόμενο. Δεν αφορά απλώς τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας ως στατικό χαρακτηριστικό, αλλά την ικανότητα του κτιρίου να διαχειρίζεται ενεργά και αποδοτικά τη χρήση της ενέργειας, αξιοποιώντας τεχνολογίες ελέγχου, αισθητήρες, αλγορίθμους και πληροφοριακά συστήματα.

Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι το κτίριο μπορεί να επιτυγχάνει εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτιωμένου ελέγχου της θέρμανσης, της ψύξης, του αερισμού, του φωτισμού, του ζεστού νερού χρήσης ή άλλων τεχνικών συστημάτων, προσαρμόζοντας τη λειτουργία τους στις πραγματικές ανάγκες και αποφεύγοντας περιττές καταναλώσεις. Για παράδειγμα, ένα σύστημα θέρμανσης που λειτουργεί με βάση σταθερές χειροκίνητες ρυθμίσεις έχει σαφώς μικρότερη «ευφυή» ικανότητα από ένα σύστημα που ρυθμίζει αυτόματα τη λειτουργία του ανάλογα με την παρουσία χρηστών, τις εξωτερικές συνθήκες ή το ιστορικό χρήσης. Αντίστοιχα, ένα σύστημα φωτισμού που μπορεί να προσαρμόζει αυτόματα την έντασή του ανάλογα με τη φυσική φωτεινότητα του χώρου συμβάλλει περισσότερο στην ενεργειακή απόδοση από ένα σύστημα απλής χειροκίνητης ενεργοποίησης.

Επιπλέον, τα έξυπνα κτίρια ενσωματώνουν προηγμένες λύσεις βασισμένες στις ΤΠΕ, οι οποίες βελτιστοποιούν τον ενεργειακά αποδοτικό έλεγχο των τεχνικών συστημάτων και μειώνουν την ενεργειακή κατανάλωση και τον ανθρακικό αντίκτυπο του κτιρίου. Με αυτή τη θεώρηση, η ενεργειακή απόδοση στον SRI δεν αποτιμάται μόνο ως αποτέλεσμα φυσικών χαρακτηριστικών του κελύφους ή του εξοπλισμού, αλλά ως αποτέλεσμα «έξυπνης» λειτουργικής διαχείρισης.

Η λειτουργία αυτή συνδέεται επίσης με την καλύτερη συντήρηση και την πρόβλεψη σφαλμάτων. Στην ευρωπαϊκή μεθοδολογία, η «maintenance and fault prediction»

αναγνωρίζεται ως επιμέρους διάσταση που σχετίζεται με τη λειτουργία του κτιρίου, καθώς τα ευφυή συστήματα μπορούν να εντοπίζουν δυσλειτουργίες, να προλαμβάνουν βλάβες και να βελτιώνουν τη συνολική απόδοση των εγκαταστάσεων μέσω έγκαιρης διάγνωσης και επέμβασης. Έτσι, η ενεργειακή απόδοση δεν νοείται μόνο ως στιγμιαίο ενεργειακό αποτέλεσμα, αλλά και ως σταθερή διατήρηση της βέλτιστης λειτουργίας σε βάθος χρόνου.

Επιπλέον, η πρώτη αυτή λειτουργία περιλαμβάνει και την ικανότητα αξιοποίησης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Το Final Report της ΕΕ αναφέρει ότι η προσαρμογή της ενεργειακής κατανάλωσης μπορεί να γίνεται, μεταξύ άλλων, μέσω της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Συνεπώς, η ευφυής λειτουργία ενός κτιρίου συνδέεται και με τη δυνατότητα καλύτερης ενσωμάτωσης της τοπικής παραγωγής, της αυτοκατανάλωσης, της αποθήκευσης ή της βελτιστοποιημένης χρήσης ηλεκτρισμού από καθαρότερες πηγές.

Υπό αυτή την έννοια, η πρώτη βασική λειτουργία του SRI αποτελεί το σημείο όπου η παραδοσιακή ενεργειακή απόδοση συναντά την ψηφιακή διαχείριση. Δεν αρκεί το κτίριο να είναι θεωρητικά αποδοτικό· πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργεί έξυπνα, να προσαρμόζεται και να διατηρεί τη βέλτιστη λειτουργία του σε πραγματικές, μεταβαλλόμενες συνθήκες.

3.2.2 Προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών

Η δεύτερη βασική λειτουργία του SRI αφορά την ικανότητα του κτιρίου να προσαρμόζει τον τρόπο λειτουργίας του στις ανάγκες των χρηστών και των ενοίκων. Η λειτουργία αυτή αναδεικνύει τον έντονα ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα του δείκτη. Ένα κτίριο δεν θεωρείται ευφυές μόνο επειδή εξοικονομεί ενέργεια ή επειδή αλληλεπιδρά με το δίκτυο, αλλά και επειδή είναι σε θέση να ανταποκρίνεται κατάλληλα στις πραγματικές απαιτήσεις των ανθρώπων που το χρησιμοποιούν.

Η διάσταση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι στο παρελθόν πολλές ενεργειακές προσεγγίσεις περιορίζονταν σε μια σχεδόν τεχνοκρατική λογική μείωσης της κατανάλωσης, χωρίς να δίνουν επαρκή έμφαση στην εμπειρία του χρήστη. Αντίθετα, ο SRI ενσωματώνει ρητά την ανάγκη το κτίριο να προσαρμόζει τη λειτουργία του στις ανάγκες του ενοίκου, με έμφαση στη φιλικότητα προς τον χρήστη, στη διατήρηση υγιών συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος και στην ικανότητα πληροφόρησης σχετικά με τη χρήση ενέργειας.

Στην πράξη, η λειτουργία αυτή συνδέεται με πλήθος παραμέτρων: θερμική άνεση, οπτική άνεση, ποιότητα αέρα, ακουστικό περιβάλλον, ευκολία χειρισμού των συστημάτων, διαθεσιμότητα πληροφόρησης, ακόμη και η απλούστευση της καθημερινής χρήσης του κτιρίου. Ένα «έξυπνο» κτίριο, επομένως, δεν είναι απλώς εκείνο που καταναλώνει λιγότερη ενέργεια, αλλά εκείνο που μπορεί να βελτιώνει τη

συνολική εμπειρία κατοίκησης ή εργασίας, διατηρώντας κατάλληλες εσωτερικές συνθήκες και διευκολύνοντας τον χρήστη στην αλληλεπίδρασή του με τα τεχνικά συστήματα.

Η ευρωπαϊκή μεθοδολογία επιβεβαιώνει αυτή την προσέγγιση μέσα από τα επιμέρους κριτήρια αντικτύπου, όπως η άνεση, η ευκολία, η υγεία και ευεξία, καθώς και η παροχή πληροφοριών στους χρήστες. Μια μετάβαση προς «έξυπνότερα» κτίρια μπορεί να επιφέρει πολλαπλά οφέλη στους χρήστες, όπως καλύτερη ενεργειακή απόδοση, βελτιωμένη υγεία και ευεξία, μεγαλύτερη άνεση και περισσότερη ευκολία. Αυτή η επισήμανση είναι κρίσιμη, γιατί δείχνει ότι η έννοια της ευφυούς ετοιμότητας δεν ταυτίζεται με έναν στενό τεχνολογικό εκσυγχρονισμό, αλλά με μια συνολική αναβάθμιση της σχέσης ανθρώπου-κτιρίου.

Ακόμη, η λειτουργία αυτή σχετίζεται άμεσα με τη δυνατότητα του κτιρίου να παρέχει κατανοητές πληροφορίες στον χρήστη για τη λειτουργία του, τη χρήση ενέργειας και τις επιδόσεις του. Η ενημέρωση των χρηστών δεν είναι δευτερεύον ζήτημα, αλλά αποτελεί βασικό συστατικό της ευφυούς λειτουργίας. Ένας χρήστης που γνωρίζει πώς λειτουργεί το κτίριο, ποιες καταναλώσεις πραγματοποιούνται, ποιες είναι οι συνθήκες λειτουργίας και ποια είναι τα περιθώρια βελτίωσης, είναι σε καλύτερη θέση να αξιοποιήσει ενεργά τις δυνατότητες του ίδιου του κτιρίου. Έτσι, η «ευφυΐα» δεν εντοπίζεται μόνο στα τεχνικά συστήματα αλλά και στη διαφάνεια και στην ποιότητα της πληροφόρησης που αυτά μπορούν να προσφέρουν.

Η προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών, συνεπώς, μετατρέπει τον SRI σε εργαλείο που δεν υπηρετεί μόνο την ενεργειακή πολιτική αλλά και την ποιότητα ζωής. Το «έξυπνο» κτίριο, με βάση αυτή τη δεύτερη λειτουργία, είναι εκείνο που μπορεί να εξισορροπεί αποδοτικότητα και άνεση, τεχνολογία και ανθρωποκεντρικότητα, λειτουργικό έλεγχο και πραγματική χρηστικότητα.

3.2.3 Αλληλεπίδραση με το δίκτυο και ενεργειακή ευελιξία

Η τρίτη βασική λειτουργία του SRI αφορά την ικανότητα του κτιρίου να αλληλεπιδρά με το ενεργειακό δίκτυο και γενικότερα τη συμβολή του στην ενεργειακή ευελιξία. Πρόκειται ίσως για την πιο καινοτόμα και στρατηγικά κρίσιμη διάσταση του δείκτη, καθώς συνδέει το μεμονωμένο κτίριο με το ευρύτερο ενεργειακό σύστημα. Η λειτουργία αυτή αντανακλά το γεγονός ότι το μελλοντικό ενεργειακό σύστημα της Ευρώπης θα περιλαμβάνει μεγαλύτερη διείσδυση ΑΠΕ, περισσότερη αποκεντρωμένη παραγωγή, υψηλότερη μεταβλητότητα στην προσφορά και, κατά συνέπεια, μεγαλύτερη ανάγκη για ευέλικτη, ευφυή και αποκεντρωμένη διαχείριση της ζήτησης.

Στο πλαίσιο αυτό, το κτίριο δεν είναι πλέον ένας αδιάφορος τελικός καταναλωτής, αλλά μπορεί να λειτουργεί ως φορέας ευελιξίας. Η ευρωπαϊκή μεθοδολογία αναφέρει ρητά ότι μία από τις τρεις βασικές λειτουργίες του SRI είναι η ευελιξία της

συνολικής ηλεκτρικής ζήτησης του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητάς του να συμμετέχει σε ενεργό ή παθητική, ρητή ή άρρητη απόκριση ζήτησης, σε σχέση με το δίκτυο, για παράδειγμα μέσω δυνατοτήτων ευελιξίας και μετατόπισης φορτίων.

Η διάσταση αυτή είναι εξαιρετικά σημαντική, επειδή φέρνει στο προσκήνιο τον ρόλο των κτιρίων ως ενεργειακών εταίρων του συστήματος. Ένα κτίριο που διαθέτει κατάλληλους αυτοματισμούς, συστήματα διαχείρισης, δυνατότητα χρονικής μετατόπισης φορτίων, τοπική παραγωγή, αποθήκευση ή ευφυή φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να προσαρμόζει τη ζήτησή του στις συνθήκες του δικτύου, να μειώνει τις αιχμές, να απορροφά περίσσεια παραγωγής από ΑΠΕ ή να διευκολύνει την ισορροπία του ενεργειακού συστήματος. Αυτή ακριβώς η ικανότητα είναι που αποκτά ολοένα μεγαλύτερη σημασία στην εποχή της απανθρακοποίησης.

Επιπροσθέτως, τα έξυπνα κτίρια αποτελούν βασικούς διευκολυντές των μελλοντικών ενεργειακών συστημάτων, στα οποία θα υπάρχει μεγαλύτερο μερίδιο ανανεώσιμων πηγών, κατανεμημένης παραγωγής και ευελιξίας στη ζήτηση. Οι έξυπνες τεχνολογίες, όπως τα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου ή οι έξυπνοι μετρητές, επιτρέπουν την ευέλικτη προσαρμογή της κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων και στην καλύτερη ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η λειτουργία αυτή αποδίδεται και σε επιμέρους τεχνικούς τομείς της μεθοδολογίας, όπως ο ηλεκτρισμός, η φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, η παρακολούθηση και ο έλεγχος, αλλά και η δυναμική κτιριακή επιδερμίδα ή το κέλυφος, όπου αυτό μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη διαχείριση θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων. Παράλληλα, στα κριτήρια αντικτύπου αποτυπώνεται ως «energy flexibility and storage», δηλαδή ως δυνατότητα συμβολής του κτιρίου στην ευελιξία και στην αποθήκευση ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό, ο SRI αναγνωρίζει ότι η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου δεν πρέπει να αξιολογείται μόνο σε εσωτερικό επίπεδο αλλά και ως προς τη σχέση του με το δίκτυο.

Η αλληλεπίδραση με το δίκτυο αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία υπό το πρίσμα της αυξημένης ηλεκτροκίνησης, της αποκεντρωμένης παραγωγής, της αυτοκατανάλωσης και της αποθήκευσης. Ένα κτίριο με ευφυή έλεγχο φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, με δυνατότητα χρονισμού καταναλώσεων ή με ενσωματωμένη αποθήκευση μπορεί να διαδραματίσει πολύ πιο ενεργό ρόλο στη σταθερότητα και την αποδοτικότητα του συστήματος από ένα συμβατικό κτίριο. Συνεπώς, η τρίτη βασική λειτουργία του SRI προβάλλει το κτίριο ως κρίσιμο κρίκο στη μετάβαση προς ένα αποκεντρωμένο, καθαρότερο και ψηφιακά διαχειριζόμενο ενεργειακό μέλλον.

Συνοψίζοντας, οι τρεις βασικές λειτουργίες του SRI αποκαλύπτουν και τη βαθύτερη φιλοσοφία του δείκτη. Η πρώτη λειτουργία αφορά την αποδοτική και

βελτιστοποιημένη λειτουργία του κτιρίου, η δεύτερη τη φιλική, υγιή και προσαρμοστική εξυπηρέτηση των χρηστών και η τρίτη τη διασύνδεση του κτιρίου με το ενεργειακό σύστημα και τη συμβολή του στην ευελιξία του δικτύου. Μαζί, οι τρεις αυτές λειτουργίες συγκροτούν ένα συνεκτικό πλαίσιο αξιολόγησης, στο οποίο το κτίριο νοείται ταυτόχρονα ως τεχνική εγκατάσταση, ως περιβάλλον διαβίωσης και ως ενεργός παράγοντας του σύγχρονου ενεργειακού συστήματος.

Υπό αυτή την έννοια, ο SRI δεν περιορίζεται στην αποτίμηση του «αν» ένα κτίριο είναι έξυπνο, αλλά εξετάζει πώς, γιατί και σε ποια κατεύθυνση η ευφυΐα αυτή παράγει αξία: για την ενεργειακή απόδοση, για τον χρήστη και για το δίκτυο. Και ακριβώς γι' αυτό ο δείκτης αποκτά ιδιαίτερη σημασία στο σύγχρονο ευρωπαϊκό πλαίσιο, στο οποίο τα κτίρια καλούνται να είναι όχι μόνο αποδοτικότερα, αλλά και πιο ευέλικτα, πιο ανθρωποκεντρικά και πιο διασυνδεδεμένα.

3.3 Σχέση SRI με ΠΕΑ

Η εισαγωγή του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων στο ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο δημιούργησε εύλογα την ανάγκη αποσαφήνισης της σχέσης του με τα ήδη καθιερωμένα εργαλεία ενεργειακής αξιολόγησης, και κυρίως με το ΠΕΑ. Αν και οι δύο δείκτες εντάσσονται στο ίδιο ευρύτερο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αφορούν τον κτιριακό τομέα, εξυπηρετούν διαφορετικούς, αλλά συμπληρωματικούς στόχους.

Το ΠΕΑ αποτελεί το βασικό και θεσμοθετημένο εργαλείο αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αποτυπώνει, με βάση τυποποιημένες μεθοδολογίες, την εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη βασικών ενεργειακών αναγκών, όπως η θέρμανση, η ψύξη, ο αερισμός, το ζεστό νερό χρήσης και ο φωτισμός. Εστιάζει κυρίως σε «στατικά» χαρακτηριστικά, όπως το κέλυφος, τα συστήματα HVAC και η κατανάλωση ενέργειας, αποδίδοντας μια ενεργειακή κατηγορία που επιτρέπει συγκρίσεις μεταξύ κτιρίων. Η κατάταξη του κτιρίου σε ενεργειακή κατηγορία βασίζεται κυρίως σε υπολογιστικά μοντέλα και σε προκαθορισμένα σενάρια χρήσης, τα οποία επιτρέπουν τη συγκρισιμότητα μεταξύ διαφορετικών κτιρίων [30].

Αντίθετα, ο SRI δεν αποτιμά την κατανάλωση ενέργειας καθαυτή, αλλά το επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας του κτιρίου να λειτουργεί με ευφυή τρόπο. Συγκεκριμένα, αξιολογεί την ικανότητα του κτιρίου να χρησιμοποιεί τεχνολογίες αυτοματισμού, ελέγχου και επικοινωνίας για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής του λειτουργίας, την προσαρμογή του στις ανάγκες των χρηστών και την αλληλεπίδρασή του με το ενεργειακό δίκτυο [31]. Με άλλα λόγια, ενώ το ΠΕΑ απαντά στο ερώτημα «πόση ενέργεια καταναλώνει το κτίριο υπό συγκεκριμένες συνθήκες», ο SRI απαντά στο

ερώτημα «πόσο ικανό είναι το κτίριο να λειτουργεί έξυπνα και να προσαρμόζεται δυναμικά».

Η διαφοροποίηση αυτή αντανακλά και τη διαφορετική φιλοσοφία των δύο εργαλείων. Το ΠΕΑ εστιάζει κυρίως στα στατικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, όπως το κέλυφος, τα δομικά στοιχεία και η αποδοτικότητα των τεχνικών συστημάτων. Αντίθετα, ο SRI εστιάζει στη δυναμική λειτουργία του κτιρίου, δηλαδή στον τρόπο με τον οποίο τα συστήματα αυτά ελέγχονται, επικοινωνούν μεταξύ τους και προσαρμόζονται σε πραγματικές συνθήκες [32].

Η διαφοροποίηση αυτή συνοψίζεται στο ότι:

- το ΠΕΑ μετρά την ενεργειακή κατανάλωση,
- ενώ ο SRI μετρά την ικανότητα διαχείρισης και βελτιστοποίησης αυτής της κατανάλωσης.

Η ευρωπαϊκή τεκμηρίωση υπογραμμίζει ότι ο SRI έχει σχεδιαστεί ώστε να λειτουργεί συμπληρωματικά προς το ΠΕΑ και όχι ως υποκατάστατό του. Το ΠΕΑ παραμένει το βασικό εργαλείο για την αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης και για την εφαρμογή κανονιστικών απαιτήσεων, ενώ ο SRI εισάγει μια νέα διάσταση αξιολόγησης, η οποία σχετίζεται με την ψηφιοποίηση, την αυτοματοποίηση και την ευελιξία των κτιρίων. Με τον τρόπο αυτό, τα δύο εργαλεία καλύπτουν διαφορετικές αλλά αλληλοσυμπληρούμενες πτυχές της ενεργειακής απόδοσης [27].

Επιπλέον, η συνδυασμένη χρήση των δύο δεικτών μπορεί να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της πραγματικής απόδοσης ενός κτιρίου. Ένα κτίριο μπορεί να εμφανίζει υψηλή ενεργειακή κατηγορία στο ΠΕΑ, αλλά να στερείται ευφυών συστημάτων ελέγχου και προσαρμογής, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητά του να ανταποκριθεί σε μελλοντικές απαιτήσεις. Αντίστροφα, ένα κτίριο με μέτρια ενεργειακή απόδοση μπορεί να διαθέτει υψηλό επίπεδο ευφυούς ετοιμότητας, το οποίο του επιτρέπει να βελτιστοποιεί τη λειτουργία του και να επιτυγχάνει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στην πράξη.

Η διάκριση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στο πλαίσιο της ενεργειακής μετάβασης, καθώς τα μελλοντικά ενεργειακά συστήματα απαιτούν όχι μόνο αποδοτικά αλλά και ευέλικτα και διασυνδεδεμένα κτίρια. Το ΠΕΑ, ως εργαλείο στατικής αξιολόγησης, δεν μπορεί να αποτυπώσει πλήρως αυτή τη διάσταση, ενώ ο SRI έρχεται να καλύψει αυτό το κενό.

Παράλληλα, η προοπτική ενσωμάτωσης του SRI στο ευρωπαϊκό κανονιστικό πλαίσιο δημιουργεί τη δυνατότητα για πιο στενή σύνδεση μεταξύ των δύο εργαλείων στο μέλλον. Όπως προκύπτει από το πρόσφατο πλαίσιο της EPBD Recast (2024), εξετάζεται η σταδιακή ενσωμάτωση του SRI στις διαδικασίες αξιολόγησης των κτιρίων, γεγονός που ενδέχεται να οδηγήσει σε μια πιο ενοποιημένη προσέγγιση,

όπου η ενεργειακή απόδοση και η ευφυής λειτουργία θα αξιολογούνται συνδυαστικά [3] , [33].

Συνολικά, η σχέση μεταξύ SRI και ΠΕΑ μπορεί να περιγραφεί ως σχέση συμπληρωματικότητας και επέκτασης. Το ΠΕΑ παρέχει τη βάση για την κατανόηση της ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ ο SRI προσθέτει τη διάσταση της ευφυούς διαχείρισης και της μελλοντικής ετοιμότητας. Μαζί, τα δύο εργαλεία συνθέτουν ένα πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο αξιολόγησης, το οποίο ανταποκρίνεται καλύτερα στις σύγχρονες απαιτήσεις του κτιριακού τομέα.

3.4 Οφέλη για χρήστες και αγορά

Η εφαρμογή του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων δεν περιορίζεται σε μια τεχνική ή κανονιστική διαδικασία αξιολόγησης, αλλά επιφέρει ένα ευρύ φάσμα ωφελειών που αφορούν τόσο τους χρήστες των κτιρίων όσο και τη συνολική λειτουργία της αγοράς ακινήτων και του κατασκευαστικού τομέα. Ως εργαλείο αποτίμησης της «ευφυΐας» ενός κτιρίου, ο SRI συμβάλλει στην ανάδειξη ποιοτικών χαρακτηριστικών που μέχρι πρόσφατα δεν αποτυπώνονταν με σαφή, συγκρίσιμο και τυποποιημένο τρόπο, ενισχύοντας έτσι τη μετάβαση προς ένα πιο ψηφιοποιημένο και αποδοτικό κτιριακό περιβάλλον.



Εικόνα 3.4.1: Προσδοκώμενα πλεονεκτήματα λόγω χρήσης έξυπνων τεχνολογιών στα κτίρια [27]

Σε επίπεδο χρηστών, τα οφέλη του SRI σχετίζονται άμεσα με τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος και της συνολικής εμπειρίας χρήσης του κτιρίου. Τα ευφυή κτίρια είναι σε θέση να προσαρμόζουν δυναμικά τη λειτουργία τους στις ανάγκες των ενοίκων, μέσω αυτοματισμών και συστημάτων ελέγχου που ρυθμίζουν παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, ο φωτισμός και η ποιότητα του αέρα. Η δυνατότητα αυτή οδηγεί σε πιο υγιεινά και άνετα περιβάλλοντα διαβίωσης και εργασίας, ενισχύοντας την ευεξία και, σε πολλές περιπτώσεις, την παραγωγικότητα των χρηστών .

Παράλληλα, η αξιοποίηση ευφυών τεχνολογιών συμβάλλει ουσιαστικά στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και, κατ' επέκταση, του λειτουργικού κόστους. Μέσω της βελτιστοποίησης της λειτουργίας των συστημάτων και της αποφυγής περιττών καταναλώσεων, τα έξυπνα κτίρια μπορούν να επιτύχουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, στοιχείο που αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε συνθήκες αυξημένων ενεργειακών τιμών [34]. Επιπλέον, η δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης και ανάλυσης της κατανάλωσης επιτρέπει την πιο αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών πόρων σε πραγματικό χρόνο.

Ένα ακόμη κρίσιμο όφελος αφορά την ενίσχυση της ενημέρωσης και της ενεργού συμμετοχής των χρηστών. Τα ευφυή κτίρια παρέχουν αναλυτικά δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τη λειτουργία των επιμέρους συστημάτων, δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να κατανοούν καλύτερα τη συμπεριφορά του κτιρίου και να προσαρμόζουν αντίστοιχα τις επιλογές τους. Με τον τρόπο αυτό, ο χρήστης παύει να είναι ένας παθητικός καταναλωτής και μετατρέπεται σε ενεργό παράγοντα της ενεργειακής διαχείρισης.

Ταυτόχρονα, η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών ελέγχου και διάγνωσης επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση δυσλειτουργιών και την πρόβλεψη πιθανών βλαβών, βελτιώνοντας τη συντήρηση των συστημάτων και αυξάνοντας τη συνολική αξιοπιστία και ασφάλεια των εγκαταστάσεων. Η διάσταση αυτή συνδέεται άμεσα με τη λειτουργική ανθεκτικότητα των κτιρίων, ιδίως σε περιβάλλοντα με αυξημένες απαιτήσεις.

Σε επίπεδο αγοράς, ο SRI συμβάλλει καθοριστικά στην ανάδειξη της προστιθέμενης αξίας των ευφυών κτιρίων. Η ύπαρξη ενός ενιαίου δείκτη που αποτιμά την τεχνολογική ετοιμότητα επιτρέπει τη συστηματική σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ακινήτων, διευκολύνοντας επενδυτές, αγοραστές και ενοικιαστές στη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα κτίρια με υψηλή βαθμολογία SRI αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, καθώς προσφέρουν όχι μόνο καλύτερη ενεργειακή απόδοση, αλλά και αυξημένη λειτουργικότητα, άνεση και μελλοντική προσαρμοστικότητα.

Παράλληλα, ο δείκτης λειτουργεί ως σημαντικός μοχλός επενδύσεων και καινοτομίας στον κτιριακό τομέα. Η δυνατότητα ποσοτικοποίησης της «ευφυΐας» ενός κτιρίου ενθαρρύνει την ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), οι αισθητήρες, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και τα συστήματα αυτοματισμού. Έτσι, ο SRI συμβάλλει στην επιτάχυνση της ψηφιακής μετάβασης του κτιριακού αποθέματος και στη δημιουργία νέων επιχειρηματικών ευκαιριών, ενισχύοντας παράλληλα την αγορά σχετικών προϊόντων και υπηρεσιών .

Επιπλέον, η εφαρμογή του SRI ενισχύει τη διαφάνεια στην αγορά ακινήτων, μειώνοντας την ασυμμετρία πληροφόρησης μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Όπως

το ΠΕΑ καθιστά ορατή την ενεργειακή απόδοση, έτσι και ο SRI καθιστά ορατή την ευφυή λειτουργία ενός κτιρίου, επιτρέποντας μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ποιότητάς του. Η εξέλιξη αυτή οδηγεί σε μια πιο ώριμη και αποδοτική αγορά, όπου η αξία των ακινήτων αντικατοπτρίζει πληρέστερα τα πραγματικά χαρακτηριστικά τους.

Σε μακροοικονομικό επίπεδο, η ευρεία εφαρμογή του SRI συνδέεται με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την ενίσχυση της καινοτομίας στον τομέα των έξυπνων τεχνολογιών. Η αυξανόμενη ζήτηση για ψηφιακές λύσεις ενεργειακής διαχείρισης και αυτοματισμού ενισχύει την ανάπτυξη ενός νέου οικοσυστήματος υπηρεσιών και τεχνολογιών, το οποίο συμβάλλει στη συνολική ανταγωνιστικότητα της ευρωπαϊκής οικονομίας [27].

Τέλος, ο SRI διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη συνολική ενεργειακή μετάβαση, καθώς διευκολύνει την ενσωμάτωση των κτιρίων στα έξυπνα ενεργειακά δίκτυα και ενισχύει την ευελιξία της ζήτησης. Μέσω της δυνατότητας αλληλεπίδρασης με το δίκτυο και της συμμετοχής σε μηχανισμούς demand response, τα κτίρια μετατρέπονται από παθητικούς καταναλωτές σε ενεργά στοιχεία του ενεργειακού συστήματος. Η εξέλιξη αυτή είναι καθοριστική για την επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την απανθρακοποίηση και τη δημιουργία ενός βιώσιμου και ανθεκτικού ενεργειακού συστήματος [30], [35].

4. Μεθοδολογία υπολογισμού του SRI

Η μεθοδολογία υπολογισμού του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων αποτελεί τον πυρήνα της εφαρμογής του δείκτη και το βασικό εργαλείο μέσω του οποίου αποτιμάται με συστηματικό και συγκρίσιμο τρόπο το επίπεδο «ευφυΐας» ενός κτιρίου. Σε αντίθεση με παραδοσιακές προσεγγίσεις αξιολόγησης που βασίζονται αποκλειστικά σε ενεργειακές καταναλώσεις, η μεθοδολογία του SRI εισάγει ένα πολυδιάστατο και δυναμικό πλαίσιο αξιολόγησης, το οποίο λαμβάνει υπόψη όχι μόνο τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων, αλλά και τη λειτουργική τους συμπεριφορά, την αλληλεπίδραση με τους χρήστες και τη συμβολή τους στο ενεργειακό σύστημα.

Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας βασίστηκε σε εκτεταμένη ερευνητική εργασία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και αποτυπώνεται στα τελικά τεχνικά έγγραφα, τα οποία καθορίζουν ένα τυποποιημένο πλαίσιο αξιολόγησης για όλα τα κράτη μέλη. Στόχος της είναι η δημιουργία ενός κοινού, διαφανούς και επαναλήψιμου συστήματος αξιολόγησης, ικανού να εφαρμοστεί σε διαφορετικά κτιριακά αποθέματα και να υποστηρίξει τη λήψη πολιτικών και επενδυτικών αποφάσεων.

Η μεθοδολογία του SRI στηρίζεται σε μια ιεραρχική και πολυκριτηριακή δομή, όπου το τελικό αποτέλεσμα προκύπτει μέσα από τη σύνθεση επιμέρους αξιολογήσεων που αφορούν τεχνικά συστήματα, λειτουργίες και επιδράσεις. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την αποτύπωση της πολυπλοκότητας των σύγχρονων κτιρίων, τα οποία πλέον λειτουργούν ως δυναμικά συστήματα ενσωματωμένα σε ένα ευρύτερο ενεργειακό και ψηφιακό περιβάλλον.

4.1 Γενική αρχιτεκτονική της μεθόδου

Η γενική αρχιτεκτονική της μεθοδολογίας του SRI βασίζεται σε ένα πολυκριτηριακό μοντέλο αξιολόγησης, το οποίο εξετάζει την απόδοση ενός κτιρίου σε πολλαπλές διαστάσεις και όχι μόνο ως προς την ενεργειακή κατανάλωση. Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία οργανώνεται γύρω από μια λογική «από κάτω προς τα πάνω» (bottom-up), όπου επιμέρους τεχνικά χαρακτηριστικά μετατρέπονται σε συνολική βαθμολογία μέσω διαδοχικών σταδίων επεξεργασίας.

Στο πρώτο επίπεδο της μεθόδου βρίσκονται οι τεχνικοί τομείς (technical domains), οι οποίοι αντιστοιχούν στα βασικά συστήματα του κτιρίου, όπως η θέρμανση, η ψύξη, ο αερισμός, ο φωτισμός και η διαχείριση ενέργειας. Κάθε τομέας περιλαμβάνει ένα σύνολο επιμέρους λειτουργιών και τεχνολογιών, οι οποίες αξιολογούνται ως προς το επίπεδο αυτοματισμού και ευφυΐας τους.

Σε επόμενο επίπεδο, οι λειτουργίες αυτές αντιστοιχίζονται σε συγκεκριμένες υπηρεσίες (services), οι οποίες περιγράφουν τι μπορεί να κάνει ένα σύστημα (π.χ. προσαρμογή θερμοκρασίας, αυτοματοποιημένος έλεγχος φωτισμού, απομακρυσμένη διαχείριση). Κάθε υπηρεσία αξιολογείται με βάση διαφορετικά επίπεδα λειτουργικότητας, τα οποία αντικατοπτρίζουν τον βαθμό «ευφυΐας» του συστήματος, από απλές χειροκίνητες λειτουργίες έως πλήρως αυτοματοποιημένες και διασυνδεδεμένες λύσεις.



Εικόνα 4.1.1: Πυρήνας της μεθοδολογίας του SRI

Η καινοτομία της μεθοδολογίας έγκειται στο γεγονός ότι οι υπηρεσίες αυτές δεν αξιολογούνται απομονωμένα, αλλά ως προς τη συμβολή τους σε μια σειρά από κριτήρια αντίκτυπου (impact criteria). Τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν βασικές παραμέτρους όπως:

- η ενεργειακή απόδοση,
- η άνεση,
- η υγεία και η ευεξία,
- η ευκολία χρήσης,
- η παροχή πληροφόρησης στους χρήστες,
- η συντήρηση και η διάγνωση,
- καθώς και η ευελιξία σε σχέση με το ενεργειακό δίκτυο.

Μέσω αυτής της πολυκριτηριακής προσέγγισης, η μεθοδολογία του SRI επιτυγχάνει να αποτυπώσει όχι μόνο το τεχνικό επίπεδο ενός κτιρίου, αλλά και τη συνολική του

επίδραση στον χρήστη και στο ενεργειακό σύστημα. Η αξιολόγηση κάθε υπηρεσίας ως προς τα επιμέρους κριτήρια μετατρέπεται σε ποσοτικές βαθμολογίες, οι οποίες στη συνέχεια συνδυάζονται μέσω κατάλληλων συντελεστών βαρύτητας.

Η χρήση συντελεστών βαρύτητας αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της αρχιτεκτονικής της μεθόδου, καθώς επιτρέπει την προσαρμογή της σημασίας κάθε κριτηρίου ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και το ευρύτερο ενεργειακό πλαίσιο. Με τον τρόπο αυτό, η τελική βαθμολογία του SRI δεν αποτελεί απλώς άθροισμα επιμέρους στοιχείων, αλλά ένα σταθμισμένο αποτέλεσμα που αντανακλά τις πραγματικές προτεραιότητες της ενεργειακής πολιτικής.

Το τελικό αποτέλεσμα της διαδικασίας εκφράζεται ως ποσοστό (%), το οποίο αντιστοιχεί στο επίπεδο ευφυούς ετοιμότητας του κτιρίου σε σχέση με το θεωρητικά μέγιστο. Η ποσοτική αυτή αποτύπωση επιτρέπει την εύκολη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών κτιρίων και τη διαμόρφωση μιας τυποποιημένης κλίμακας αξιολόγησης.

Συνολικά, η αρχιτεκτονική της μεθοδολογίας του SRI χαρακτηρίζεται από:

- ιεραρχική δομή,
- πολυκριτηριακή αξιολόγηση,
- και δυναμική αποτύπωση της λειτουργίας του κτιρίου.

Η προσέγγιση αυτή διαφοροποιείται ουσιαστικά από παραδοσιακές μεθόδους και ανταποκρίνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις για κτίρια που δεν είναι απλώς ενεργειακά αποδοτικά, αλλά και ευφυή, διασυνδεδεμένα και προσαρμοστικά.

4.2 Μεθοδολογίες αξιολόγησης

Η μεθοδολογία αξιολόγησης του δείκτη SRI έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι ταυτόχρονα ευέλικτη, εφαρμόσιμη σε διαφορετικά είδη κτιρίων και κλιμακώσιμη ως προς το επίπεδο ανάλυσης. Για τον λόγο αυτό, το ευρωπαϊκό πλαίσιο εισάγει περισσότερες από μία προσεγγίσεις αξιολόγησης, οι οποίες διαφοροποιούνται ως προς το βάθος ανάλυσης, τον τύπο των κτιρίων, την απαιτούμενη τεχνική εξειδίκευση και τον χρόνο εφαρμογής.

Στον πυρήνα της μεθοδολογίας βρίσκεται η διάκριση μεταξύ μιας απλοποιημένης (simplified) και μιας αναλυτικής (detailed) διαδικασίας αξιολόγησης, η οποία προέκυψε τόσο από τη θεωρητική ανάπτυξη του δείκτη όσο και από τη διαβούλευση με τους εμπλεκόμενους φορείς.

Η διαφοροποίηση αυτή αντανακλά την ανάγκη προσαρμογής της μεθόδου σε διαφορετικά επίπεδα πολυπλοκότητας κτιρίων, διασφαλίζοντας παράλληλα τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων.

Η βασική δομή των μεθοδολογιών αξιολόγησης του SRI οργανώνεται γύρω από δύο κύριες προσεγγίσεις:

- τη **Μέθοδο Α (simplified method)**
- τη **Μέθοδο Β (detailed method)**

Η Μέθοδος Α αποτελεί μια απλοποιημένη διαδικασία αξιολόγησης, σχεδιασμένη για κτίρια μικρότερης κλίμακας και χαμηλής τεχνικής πολυπλοκότητας, όπως μονοκατοικίες ή μικρά κτίρια πολλαπλών χρήσεων. Αντίθετα, η Μέθοδος Β συνιστά μια εκτενέστερη και πιο λεπτομερή αξιολόγηση, κατάλληλη για μεγαλύτερα και πιο σύνθετα κτίρια, ιδίως στον τριτογενή τομέα.

Η διαφοροποίηση αυτή δεν αφορά μόνο το πλήθος των εξεταζόμενων παραμέτρων, αλλά και το επίπεδο ανάλυσης των «έξυπνων» λειτουργιών. Συγκεκριμένα, η απλοποιημένη μέθοδος βασίζεται σε περιορισμένο σύνολο υπηρεσιών, ενώ η αναλυτική μέθοδος εξετάζει ένα ευρύτερο και λεπτομερέστερο φάσμα τεχνολογιών και λειτουργιών.

Παρά τη διαφοροποίηση, οι δύο μέθοδοι βασίζονται στην ίδια θεμελιώδη λογική αξιολόγησης, γεγονός που εξασφαλίζει τη συνοχή και τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων έχουν αποδειχθεί σε μεγάλο βαθμό συγκρίσιμα στην πράξη, γεγονός που επιβεβαιώνει την αξιοπιστία της προσέγγισης.

Πιο συγκεκριμένα, ο υπολογισμός του SRI βασίζεται σε μια ιεραρχική διαδικασία τεσσάρων σταδίων. Αρχικά, αξιολογούνται οι επιμέρους υπηρεσίες του κτιρίου και αποδίδεται σε κάθε μία ένα επίπεδο λειτουργικότητας, το οποίο μεταφράζεται σε επιμέρους βαθμολογίες επιπτώσεων. Στη συνέχεια, οι βαθμολογίες αυτές συγκεντρώνονται σε επίπεδο τεχνικών τομέων (domains), κατόπιν σε επίπεδο κριτηρίων επιπτώσεων (impact criteria) και, τέλος, συνδυάζονται σε έναν συνολικό δείκτη μέσω κατάλληλων συντελεστών βαρύτητας.

Η συνολική τιμή του δείκτη εκφράζεται ως ποσοστό, το οποίο αντιπροσωπεύει τον βαθμό στον οποίο ένα κτίριο προσεγγίζει το μέγιστο δυνατό επίπεδο «έξυπνης ετοιμότητας».

4.2.1 Μέθοδος A (Simplified Method)

Η Μέθοδος A αποτελεί την απλοποιημένη εκδοχή της αξιολόγησης και έχει σχεδιαστεί ώστε να εφαρμόζεται σε κτίρια μικρής κλίμακας και περιορισμένης τεχνικής πολυπλοκότητας, όπως τα κτίρια κατοικίας. Η βασική της ιδιαιτερότητα έγκειται στη χρήση ενός περιορισμένου συνόλου «έξυπνων υπηρεσιών», γεγονός που μειώνει σημαντικά τον απαιτούμενο χρόνο και την ανάγκη εξειδικευμένων γνώσεων για την ολοκλήρωση της αξιολόγησης.

Παρά τον απλοποιημένο χαρακτήρα της, η Μέθοδος A ακολουθεί την ίδια λογική υπολογισμού με την αναλυτική μέθοδο. Συγκεκριμένα, η διαδικασία ξεκινά με την καταγραφή των υπηρεσιών που είναι εγκατεστημένες στο κτίριο και την αντιστοίχισή τους σε συγκεκριμένα επίπεδα λειτουργικότητας. Κάθε επίπεδο λειτουργικότητας αντιστοιχεί σε μια ποσοτικοποιημένη επίδραση στα επτά βασικά κριτήρια του SRI, τα οποία περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, την εξοικονόμηση ενέργειας, την ευελιξία προς το δίκτυο, την άνεση και την ενημέρωση των χρηστών.

Πιο συγκεκριμένα η διάρκεια αξιολόγησης εκτιμάται πως είναι λιγότερο από μία ώρα, ενώ ο κατάλογος των ευφυών υπηρεσιών περιορισμένος. Εξετάζονται 27 υπηρεσίες διαφόρων επιπέδων λειτουργικότητας που διαρθρώνονται όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Μέθοδος A	Αριθμός Υπηρεσιών	Επίπεδα Λειτουργικότητας
Θέρμανση	5	0-4
Ψύξη	4	0-4
ZNX	3	0-4
Αερισμός	2	0-4
Φωτισμός	1	0-3
Κέλυφος	2	0-4
Ηλεκτρισμός	4	0-4
Φόρτιση Ηλ. Οχημάτων	3	0-4
Έλεγχος	3	0-3

Πίνακας 4.2.1 : Υπηρεσίες και επίπεδα λειτουργικότητας ανά τομέα για την μέθοδο A

Στη συνέχεια, οι επιμέρους βαθμολογίες συγκεντρώνονται σε επίπεδο τεχνικών τομέων. Κάθε τομέας (π.χ. θέρμανση, ψύξη, φωτισμός) αξιολογείται μέσω του λόγου της πραγματικής επίδοσης προς τη μέγιστη δυνατή επίδοση, με αποτέλεσμα την εξαγωγή μιας κανονικοποιημένης βαθμολογίας.

Η επόμενη φάση αφορά τη συνάθροιση των αποτελεσμάτων σε επίπεδο κριτηρίων επιπτώσεων. Για κάθε κριτήριο, οι επιδόσεις των επιμέρους τομέων συνδυάζονται μέσω συντελεστών βαρύτητας, οι οποίοι αποτυπώνουν τη σχετική σημασία κάθε τομέα. Η επιλογή των συντελεστών αυτών μπορεί να βασίζεται είτε σε

προκαθορισμένες τιμές είτε σε προσαρμοσμένα δεδομένα (π.χ. ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου).

Τέλος, οι επτά επιμέρους δείκτες επιπτώσεων συνδυάζονται σε έναν συνολικό δείκτη SRI μέσω μιας σταθμισμένης άθροισης, η οποία αποδίδει τη συνολική «έξυπνη ετοιμότητα» του κτιρίου. Η τελική τιμή κανονικοποιείται ως προς τη μέγιστη δυνατή επίδοση, ώστε να εκφράζεται ως ποσοστό.

Η Μέθοδος Α, επομένως, αποτελεί μια αξιόπιστη, γρήγορη και λιγότερο απαιτητική προσέγγιση, η οποία διατηρεί τη βασική λογική της μεθοδολογίας, περιορίζοντας όμως το εύρος της ανάλυσης.

4.2.2 Μέθοδος Β (Detailed Method)

Η Μέθοδος Β συνιστά την αναλυτική προσέγγιση της αξιολόγησης και εφαρμόζεται κυρίως σε κτίρια μεγαλύτερης κλίμακας και αυξημένης τεχνικής πολυπλοκότητας, όπως μεγάλα εμπορικά ή γραφειακά κτίρια. Σε αντίθεση με τη Μέθοδο Α, περιλαμβάνει ένα εκτενέστερο και λεπτομερέστερο σύνολο υπηρεσιών, επιτρέποντας μια πιο ακριβή και αντιπροσωπευτική αποτύπωση της «έξυπνης» λειτουργίας του κτιρίου.

Πρόκειται ουσιαστικά για μία λεπτομερή αξιολόγηση του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας που δύναται να εφαρμοστεί σε όλους τους τύπους κτηρίων και μπορεί να υλοποιηθεί τόσο για νέες κατασκευές όσο και για υφιστάμενα ή ανακαινισμένα κτήρια. Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά πιο χρονοβόρα καθώς η λίστα των ευφυών υπηρεσιών είναι πιο διευρυμένη και περίπλοκη σε σχέση με την μέθοδο Α. Εξετάζεται συνολικά διπλάσιος αριθμός υπηρεσιών, δηλαδή 54 υπηρεσίες για τους εννέα τεχνικούς τομείς οι οποίες επιπλέον παρουσιάζουν συγκριτικά υψηλότερα μέγιστα επίπεδα λειτουργικότητας (Πίνακας 4.2.2).

Μέθοδος Β	Αριθμός Υπηρεσιών	Επίπεδα Λειτουργικότητας
Θέρμανση	10	0-4
Ψύξη	10	0-4
ZNX	5	0-4
Αερισμός	6	0-4
Φωτισμός	2	0-4
Κέλυφος	3	0-4
Ηλεκτρισμός	7	0-4
Φόρτιση Ηλ. Οχημάτων	3	0-4
Έλεγχος	8	0-4

Πίνακας 4.2.2 : Υπηρεσίες και επίπεδα λειτουργικότητας ανά τομέα για την μέθοδο Β

Η διαδικασία υπολογισμού παραμένει δομικά ίδια, αλλά η αυξημένη λεπτομέρεια εντοπίζεται στο επίπεδο των εισροών. Η αξιολόγηση των υπηρεσιών γίνεται με μεγαλύτερη ανάλυση, καθώς λαμβάνονται υπόψη περισσότερες τεχνολογίες και περισσότερα επίπεδα λειτουργικότητας, γεγονός που οδηγεί σε πιο ακριβείς επιμέρους βαθμολογίες.

Στο πλαίσιο της Μεθόδου Β, ιδιαίτερη σημασία αποκτά η διαδικασία στάθμισης, καθώς η μεγαλύτερη ποικιλία υπηρεσιών καθιστά αναγκαία μια πιο προσεκτική αποτύπωση της σχετικής σημασίας κάθε τεχνικού τομέα. Οι συντελεστές βαρύτητας μπορούν να προσαρμόζονται ανάλογα με το κλίμα, τον τύπο του κτιρίου και το ενεργειακό του προφίλ, γεγονός που ενισχύει την ακρίβεια της αξιολόγησης.

Ο τελικός υπολογισμός του SRI στηρίζεται στην ακόλουθη λογική σταθμισμένης συνάθροισης των επιμέρους δεικτών επιπτώσεων:

$$N = A \cdot a + B \cdot b + C \cdot c + D \cdot d + E \cdot e + F \cdot f + G \cdot g$$

όπου κάθε όρος αντιστοιχεί σε ένα από τα επτά κριτήρια επιπτώσεων και στον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας.

Η τιμή αυτή κανονικοποιείται ως προς τη μέγιστη δυνατή επίδοση, ώστε να εξαχθεί το τελικό ποσοστό του δείκτη SRI.

Σε σύγκριση με τη Μέθοδο Α, η Μέθοδος Β παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια και αναλυτικότητα, καθιστώντας την καταλληλότερη για περιπτώσεις όπου απαιτείται λεπτομερής αποτύπωση των τεχνολογικών δυνατοτήτων ενός κτιρίου. Ωστόσο, η αυξημένη αυτή ακρίβεια συνοδεύεται από μεγαλύτερες απαιτήσεις σε χρόνο, δεδομένα και τεχνική εξειδίκευση. Χρησιμοποιείται κυρίως για κτήρια χρήσεων πέραν της κατοικίας, που παρουσιάζουν συνήθως μεγαλύτερη πολυπλοκότητα, ενώ η διάρκεια υπολογισμού απαιτεί συνήθως από 6 ώρες έως 1 ημέρα. Παρόλα αυτά, η μέθοδος προσφέρεται και για κατοικίες όταν αυτό κρίνεται επιθυμητό ή αναγκαίο.

4.2.3 Εναλλακτικές και μελλοντικές προσεγγίσεις αξιολόγησης

Πέραν των βασικών μεθόδων Α και Β, το ευρωπαϊκό πλαίσιο διερεύνησε και πρόσθετες προσεγγίσεις, όπως μια πιθανή Μέθοδος C, η οποία θα βασίζεται σε δεδομένα πραγματικής λειτουργίας (in-use performance). Αποτελεί μια μελλοντική υπό διερεύνηση εξέλιξη των προηγούμενων δύο μεθόδων και βασίζεται σε πραγματικά, μετρήσιμα μεγέθη.

Πρόκειται για μια μακροπρόθεσμη αξιολόγηση του επιπέδου λειτουργικότητας των υπηρεσιών στο κτήριο για την οπτικοποίηση της αποτελεσματικότητάς τους όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, την ευελιξία, την άνεση και άλλους παράγοντες.

Τα εν λόγω στοιχεία μπορεί να προέλθουν από μετρήσεις σε ένα έξυπνο κτήριο, από στοιχεία εκδοθέντων ενεργειακών πιστοποιητικών ή ακόμη και από την πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο που προσφέρουν τα ήδη εγκατεστημένα, ευφυή, αυτοματοποιημένα συστήματα.

Η προσέγγιση αυτή αποσκοπεί στην αξιολόγηση της πραγματικής απόδοσης των κτιρίων, λαμβάνοντας υπόψη:

- μετρημένα δεδομένα κατανάλωσης,
- συμπεριφορά χρηστών,
- και πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Η συγκεκριμένη μέθοδος ποσοτικοποιεί τις πραγματικές επιδόσεις των κτηρίων κατά τη χρήση. Έτσι, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η εφαρμογή της περιορίζεται σε κτήρια που ήδη λειτουργούν και όχι σε νέα που βρίσκονται στη φάση του σχεδιασμού. Επίσης, η χρονική διάρκεια συγκέντρωσης των δεδομένων θα είναι σημαντική για να μπορεί να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα και αναμένεται αυτό να είναι εφικτό μόνο για ορισμένους τομείς. Τέλος, η μέθοδος C οδηγεί σε μια εκτίμηση του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ποσοτική σε σύγκριση με την ποιοτικό χαρακτήρα των προηγούμενων δύο.

Ωστόσο, η πλήρης εφαρμογή μιας τέτοιας μεθόδου δεν θεωρείται ακόμη εφικτή στην παρούσα φάση, κυρίως λόγω περιορισμών στη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων. Παρά ταύτα, η ενσωμάτωση δεδομένων πραγματικής λειτουργίας αναγνωρίζεται ως σημαντική κατεύθυνση για τη μελλοντική εξέλιξη του SRI.

4.2.4 Συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων

Η συνύπαρξη πολλαπλών μεθοδολογιών αξιολόγησης επιτρέπει την προσαρμογή του SRI σε διαφορετικά εφαρμοστικά σενάρια, χωρίς να υπονομεύεται η συνοχή του συστήματος. Παρά τις διαφορές τους, οι μέθοδοι βασίζονται στην ίδια πολυκριτηριακή λογική και οδηγούν σε συγκρίσιμα αποτελέσματα αξιολόγησης. Η επιλογή μεταξύ τους εξαρτάται κυρίως από το επίπεδο πολυπλοκότητας του κτιρίου και τους διαθέσιμους πόρους για την εκτέλεση της αξιολόγησης.

Συνολικά, η απλοποιημένη και η αναλυτική μέθοδος διαφοροποιούνται κυρίως ως προς:

- το επίπεδο λεπτομέρειας,
- τις απαιτήσεις σε χρόνο και τεχνογνωσία,
- και τον σκοπό της αξιολόγησης.

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από:

- τον τύπο και το μέγεθος του κτιρίου,
- τη διαθεσιμότητα δεδομένων,
- και τον επιδιωκόμενο σκοπό της αξιολόγησης

Συνολικά, η συνύπαρξη των μεθοδολογιών επιτρέπει στο SRI να λειτουργεί ως ένα ευέλικτο αλλά και επιστημονικά συνεπές εργαλείο, ικανό να προσαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, χωρίς να θυσιάζεται η αξιοπιστία και η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων.

4.3 Υπηρεσίες ευφυούς ετοιμότητας

Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η προτεινόμενη μεθοδολογία SRI βασίζεται στην αξιολόγηση των ευφυώς έτοιμων υπηρεσιών που υφίστανται σε ένα κτήριο. Ως υπηρεσίες που συμβάλλουν στην ευφυή ετοιμότητα χαρακτηρίζονται εκείνες που αξιοποιούν κατάλληλες τεχνολογικές υποδομές αυτοματισμού, ελέγχου και επικοινωνίας, επιτρέποντας στο κτήριο να προσαρμόζει τη λειτουργία του στις ανάγκες των χρηστών και στις συνθήκες του ενεργειακού συστήματος. Οι υπηρεσίες αυτές δεν εξετάζονται μεμονωμένα ως τεχνολογικά στοιχεία, αλλά ως λειτουργικά σύνολα που προκύπτουν από τον συνδυασμό «έξυπνων» τεχνολογιών, διασφαλίζοντας έτσι μια τεχνολογικά ουδέτερη προσέγγιση της αξιολόγησης.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, για την υποστήριξη της αξιολόγησης, έχουν καταρτιστεί δύο διακριτοί κατάλογοι υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας, οι οποίοι αντιστοιχούν στις δύο βασικές μεθόδους εφαρμογής του SRI, δηλαδή τη Μέθοδο Α (simplified) και τη Μέθοδο Β (detailed). Κάθε υπηρεσία του καταλόγου συνδέεται με συγκεκριμένες αναμενόμενες επιπτώσεις, οι οποίες αξιολογούνται στα επτά βασικά κριτήρια του SRI, όπως η ενεργειακή απόδοση, η ευελιξία προς το δίκτυο, η άνεση, η ευκολία χρήσης, η υγεία και ευεξία των χρηστών, η συντήρηση και η ενημέρωση των ενοίκων. Η σύνδεση αυτή είναι κρίσιμη, καθώς αποτελεί τον μηχανισμό μέσω του οποίου οι επιμέρους υπηρεσίες μετατρέπονται σε ποσοτικοποιήσιμες επιδόσεις, οι οποίες στη συνέχεια ενσωματώνονται στον συνολικό δείκτη.

Η αξιολόγηση κάθε υπηρεσίας πραγματοποιείται μέσω ενός συστήματος επιπέδων λειτουργικότητας, τα οποία περιγράφουν τον βαθμό «ευφυΐας» της υλοποίησής της. Για κάθε υπηρεσία ορίζονται συνήθως από δύο έως πέντε επίπεδα λειτουργικότητας, τα οποία αποτυπώνουν την εξέλιξη από μια βασική ή ανύπαρκτη λειτουργία έως μια πλήρως αυτοματοποιημένη και βελτιστοποιημένη λειτουργία. Ένα υψηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας αντιστοιχεί σε αυξημένες δυνατότητες ελέγχου,

αυτοματοποίησης και αλληλεπίδρασης, οι οποίες οδηγούν σε μεγαλύτερα οφέλη τόσο για τους χρήστες όσο και για το ενεργειακό σύστημα.

Το εύρος αξιολόγησης των επιπέδων λειτουργικότητας εκτείνεται τυπικά από το 0 έως το 4, όπου το μηδέν υποδηλώνει την πλήρη απουσία της υπηρεσίας ή την έλλειψη «έξυπνης» λειτουργίας, ενώ η ανώτερη τιμή αντιπροσωπεύει τη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των τεχνολογικών δυνατοτήτων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα επίπεδα αυτά εκφράζονται ως απόλυτες τιμές εντός του πλαισίου της κάθε υπηρεσίας και δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών. Η σύγκριση καθίσταται εφικτή μόνο μετά τη μετατροπή τους σε βαθμολογίες επιπτώσεων και τη διαδικασία κανονικοποίησης που εφαρμόζεται στη μεθοδολογία SRI.

Από μεθοδολογική άποψη, οι υπηρεσίες αποτελούν το θεμελιώδες επίπεδο ανάλυσης του SRI. Η συνολική αξιολόγηση ξεκινά από αυτές, καθώς για κάθε υπηρεσία προσδιορίζεται το επίπεδο λειτουργικότητας και αντιστοιχίζεται μια βαθμολογία επίδρασης για κάθε κριτήριο. Οι επιμέρους αυτές βαθμολογίες συνιστούν τη βάση για τη συγκρότηση των δεικτών σε επίπεδο τομέων και, τελικά, για τον υπολογισμό του συνολικού δείκτη SRI. Με τον τρόπο αυτό, η ποιότητα και η πληρότητα της καταγραφής των υπηρεσιών επηρεάζει άμεσα την αξιοπιστία του τελικού αποτελέσματος.

Επιπλέον, η δομή των καταλόγων υπηρεσιών ακολουθεί μια ταξινόμηση σε τεχνικούς τομείς (domains), όπως η θέρμανση, η ψύξη, ο αερισμός και ο φωτισμός. Η ταξινόμηση αυτή διευκολύνει τόσο τη διαδικασία αξιολόγησης όσο και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς επιτρέπει την απομόνωση της συνεισφοράς κάθε τομέα στη συνολική «έξυπνη ετοιμότητα» του κτηρίου.

Συνολικά, οι υπηρεσίες ευφυούς ετοιμότητας συνιστούν τον πυρήνα της μεθοδολογίας SRI, καθώς μεταφράζουν την τεχνολογική υποδομή ενός κτηρίου σε μετρήσιμη απόδοση. Η αξιολόγησή τους, μέσω των επιπέδων λειτουργικότητας και των επιμέρους επιπτώσεων, επιτρέπει την αντικειμενική αποτύπωση του βαθμού «ευφυΐας» ενός κτηρίου και καθιστά δυνατή τη συγκρισιμότητα μεταξύ διαφορετικών περιπτώσεων εφαρμογής.

4.4 Τεχνικοί τομείς (Technical Domains)

Οι τεχνικοί τομείς αποτελούν βασικό δομικό στοιχείο της μεθοδολογίας υπολογισμού του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας, καθώς οργανώνουν και κατηγοριοποιούν τις επιμέρους «έξυπνες» υπηρεσίες ενός κτιρίου σε διακριτές λειτουργικές ενότητες. Η ταξινόμηση αυτή επιτρέπει τη συστηματική αξιολόγηση των τεχνολογικών συστημάτων του κτιρίου και διευκολύνει τόσο την ανάλυση όσο και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Στο πλαίσιο της μεθοδολογίας SRI, οι υπηρεσίες δεν αξιολογούνται απομονωμένα, αλλά εντάσσονται σε συγκεκριμένους τεχνικούς τομείς, οι οποίοι αντιστοιχούν στα βασικά ενεργειακά και λειτουργικά συστήματα ενός κτιρίου. Η προσέγγιση αυτή αντανακλά την πραγματική λειτουργία των κτιρίων ως σύνθετων συστημάτων, όπου διαφορετικές τεχνολογίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και συμβάλλουν συνολικά στην ενεργειακή απόδοση, την άνεση και την ευελιξία.

Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πλαίσιο και τη σχετική τεχνική τεκμηρίωση, οι τεχνικοί τομείς που λαμβάνονται υπόψη στον SRI είναι εννέα και καλύπτουν το σύνολο των κρίσιμων λειτουργιών ενός σύγχρονου κτιρίου. Οι τομείς αυτοί αποτελούν το ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ των επιμέρους υπηρεσιών και των κριτηρίων αντικτύπου, λειτουργώντας ως «γέφυρα» που μετατρέπει την τεχνολογική πληροφορία σε αξιολογήσιμη απόδοση.



Εικόνα 4.4.1: Οι τεχνικοί τομείς του SRI

Οι βασικοί τεχνικοί τομείς περιλαμβάνουν τη θέρμανση, την ψύξη, το ζεστό νερό χρήσης, τον αερισμό, τον φωτισμό, τα δυναμικά στοιχεία κελύφους, τον ηλεκτρισμό, τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων και τον έλεγχο/παρακολούθηση των συστημάτων. Η επιλογή των συγκεκριμένων τομέων δεν είναι τυχαία, αλλά αντανακλά τα βασικά ενεργειακά φορτία και τις τεχνολογικές λειτουργίες που χαρακτηρίζουν τα σύγχρονα κτίρια, καθώς και τις δυνατότητες ενσωμάτωσης «έξυπνων» τεχνολογιών σε αυτά.

Η δομή αυτή επιτρέπει την ομαδοποίηση των υπηρεσιών ανάλογα με το σύστημα στο οποίο ανήκουν. Για παράδειγμα, οι υπηρεσίες που σχετίζονται με τον έλεγχο της θερμοκρασίας εντάσσονται στον τομέα της θέρμανσης ή της ψύξης, ενώ οι υπηρεσίες που αφορούν την αποθήκευση ενέργειας ή τη διαχείριση φορτίου εντάσσονται στον τομέα του ηλεκτρισμού. Με τον τρόπο αυτό, καθίσταται δυνατή η αποτύπωση της «ευφυΐας» κάθε επιμέρους συστήματος, καθώς και η αξιολόγηση της συνεισφοράς του στη συνολική λειτουργία του κτιρίου.

Η σημασία των τεχνικών τομέων στη μεθοδολογία του SRI είναι διττή. Αφενός, επιτρέπουν την αναλυτική αποτίμηση των επιδόσεων ανά σύστημα, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τα ισχυρά και αδύνατα σημεία ενός κτιρίου. Αφετέρου, λειτουργούν ως βάση για τη διαδικασία στάθμισης, καθώς οι επιδόσεις των επιμέρους τομέων συνδυάζονται στη συνέχεια σε επίπεδο κριτηρίων αντικτύπου, μέσω κατάλληλων συντελεστών βαρύτητας.

Ειδικότερα, κάθε τεχνικός τομέας περιλαμβάνει ένα σύνολο υπηρεσιών, οι οποίες αξιολογούνται ως προς το επίπεδο λειτουργικότητάς τους. Οι επιμέρους αυτές αξιολογήσεις μετατρέπονται σε βαθμολογίες επιπτώσεων για κάθε κριτήριο και, στη συνέχεια, συγκεντρώνονται σε επίπεδο τομέα. Το αποτέλεσμα είναι μια συνολική βαθμολογία για κάθε τεχνικό τομέα, η οποία εκφράζει τον βαθμό «ευφυΐας» του συγκεκριμένου συστήματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η σχετική σημασία των τεχνικών τομέων δεν είναι απαραίτητα ίδια για όλα τα κτίρια. Για παράδειγμα, σε ένα κτίριο κατοικίας ο τομέας της θέρμανσης μπορεί να έχει μεγαλύτερη βαρύτητα, ενώ σε ένα κτίριο γραφείων μεγαλύτερη σημασία μπορεί να έχουν ο φωτισμός ή τα συστήματα ελέγχου. Για τον λόγο αυτό, η μεθοδολογία του SRI επιτρέπει την προσαρμογή των συντελεστών βαρύτητας, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες κάθε κτιρίου και χρήσης.

Αναλυτικότερα, οι βασικοί τεχνικοί τομείς περιγράφονται ως εξής:

Θέρμανση: Ο τομέας της θέρμανσης αφορά τα συστήματα παραγωγής και διανομής θερμότητας, καθώς και τις δυνατότητες αυτοματοποιημένου ελέγχου τους. Καλύπτει όλες τις έξυπνες υπηρεσίες που συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης στο κτήριο με τη βελτιστοποίηση της παραγωγής της θερμότητας, της διανομής, της αποθήκευσης και της τελικής κατανάλωσης. Οι υπηρεσίες αυτές που εισάγονται στον κατάλογο βασίζονται στο τεχνικό πρότυπο EN 15232 με ορισμένες τροποποιήσεις, κυρίως στο κομμάτι των αυτοματισμών και του ελέγχου των συστημάτων για τη θέρμανση στο εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου. Ο κατάλογος των ευφυώς έτοιμων υπηρεσιών στον τομέα της θέρμανσης παρατίθεται ακολούθως.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Έλεγχος απόδοσης θερμότητας	0 - 4	A & B
Έλεγχος παραγωγής θερμότητας (εξαιρούνται αντλίες)	0 - 2	A & B
Έλεγχος παραγωγής θερμότητας (μόνο αντλίες)	0 - 3	A & B
Αποθήκευση και μετατροπή θερμικής ενέργειας	0 - 2	A
Παροχή πληροφόρησης (χρήστες και διαχειριστές)	0 - 4	A & B
Έλεγχος απόδοσης θερμότητας για TABS (θερμικά ενεργοποιούμενες δομές κατασκευών)	0 - 3	B
Έλεγχος θερμοκρασίας ρευστού διανομής (εφαρμογή ίδιας λογικής και για δίκτυα θέρμανσης με ηλεκτρισμό)	0 - 2	B
Έλεγχος αντλιών διανομής	0 - 4	B
Έλεγχος διαδοχής συστημάτων θέρμανσης (υπάρχουν τουλάχιστον 2 διαφορετικά συστήματα)	0 - 4	B
Ευελιξία και αλληλεπίδραση με δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού	0 - 4	B

Πίνακας 4.4.2: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα της θέρμανσης

Ψύξη: Ο τομέας της ψύξης περιλαμβάνει τα συστήματα κλιματισμού και τις αντίστοιχες λειτουργίες ελέγχου. Ο συγκεκριμένος τεχνικός τομέας ασχολείται με τις ευφυείς υπηρεσίες των συστημάτων, της απόδοσης, της αποθήκευσης και της κατανάλωσης για ψύξη του εσωτερικού χώρου του κτιρίου. Η αξιολόγηση εστιάζει στη δυνατότητα δυναμικής ρύθμισης της ψύξης, στην αποδοτική λειτουργία και στη διασύνδεση με άλλα συστήματα. Ομοίως, το τεχνικό πρότυπο EN 15232 έχει χρησιμοποιηθεί ως η κύρια πηγή για τον καθορισμό αυτών των υπηρεσιών. Ο κατάλογος των έξυπνων έτοιμων υπηρεσιών στον τομέα ψύξης παρουσιάζεται παρακάτω.

ΨΥΞΗ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Έλεγχος ψύξης	0 - 4	A & B
Έλεγχος συστήματος ψύξης	0 - 3	A & B
Ευελιξία και διαδραστικότητα με δίκτυο	0 - 4	A & B
Παροχή πληροφόρησης για απόδοση συστημάτων	0 - 4	A & B
Έλεγχος ψύξης για TABS (θερμικά ενεργοποιούμενες δομές κατασκευών)	0 - 3	B
Έλεγχος θερμοκρασίας δικτύου διανομής νερού ψύξης	0 - 2	B
Έλεγχος αντλιών δικτύου διανομής νερού ψύξης	0 - 4	B
Έλεγχος για αποφυγή ταυτόχρονης ψύξης/θέρμανσης	0 - 2	B
Έλεγχος αποθήκευσης θερμικής ενέργειας	0 - 3	B
Έλεγχος διαδοχής συστημάτων ψύξης	0 - 4	B

Πίνακας 4.4.3: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα της ψύξης

Ζεστό Νερό Χρήσης: Αυτός ο τεχνικός τομέας πραγματεύεται τον ευφυή έλεγχο της παραγωγής, διανομής και αποθήκευσης του ζεστού νερού για το κτήριο. Είναι μία σημαντική κατηγορία και ιδιαίτερα για τα κτήρια κατοικίας και ο ορισμός των υπηρεσιών βασίζεται στο πρότυπο EN 15232. Ακολουθεί ο κατάλογος των ευφυώς έτοιμων υπηρεσιών στον τομέα του ZNX.

ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Έλεγχος συστημάτων παραγωγής (χρήση ηλεκτρισμού ή αντλίας θερμότητας)	0 - 2	A
	0 - 3	B
Ευελιξία συστημάτων παραγωγής	0 - 2	A
Παροχή πληροφόρησης απόδοσης	0 - 4	A & B
Έλεγχος συστημάτων παραγωγής (γεννήτρια ZNX)	0 - 3	B
Έλεγχος συστημάτων παραγωγής (χρήση ηλιακού συλλέκτη και συμπληρωματικά συστήματος θέρμανσης)	0 - 3	B
Έλεγχος διαδοχής συστημάτων παραγωγής ZNX	0 - 4	B

Πίνακας 4.4.4: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα του ZNX

Αερισμός: Ο τομέας του αερισμού αφορά τη διαχείριση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων μηχανικού αερισμού και ανάκτησης θερμότητας. Οι «έξυπνες» λειτουργίες σχετίζονται με την παρακολούθηση της ποιότητας αέρα και την προσαρμογή της λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο. Ομοίως, το τεχνικό πρότυπο EN 15232 έχει χρησιμοποιηθεί ως κύρια πηγή κατά τον καθορισμό αυτών των υπηρεσιών. Ο κατάλογος των έξυπνων έτοιμων υπηρεσιών για τον μηχανικό αερισμό παρατίθεται στη συνέχεια.

ΑΕΡΙΣΜΟΣ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Έλεγχος παροχής αέρα σε επίπεδο δωματίου	0 - 4	A & B
Παροχή πληροφορίας	0 - 3	A & B
Έλεγχος ροής αέρα και πίεσης σε επίπεδο χειριστή	0 - 4	B
Έλεγχος θερμοκρασίας αέρα (αποφυγή υπερθέρμανσης)	0 - 2	B
Έλεγχος θερμοκρασίας αέρα σε επίπεδο συσκευής	0 - 3	B
Ελεύθερη ψύξη (Νυχτερινός αερισμός)	0 - 3	B

Πίνακας 4.4.5: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα του μηχανικού αερισμού

Φωτισμός: Ο τομέας του φωτισμού αφορά τόσο τον φυσικό όσο και τον τεχνητό φωτισμό, καθώς και τα συστήματα αυτοματισμού που επιτρέπουν τη ρύθμισή του με βάση την παρουσία χρηστών ή τα επίπεδα φωτεινότητας. Ο κατάλογος των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας στον τεχνικό τομέα του φωτισμού παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.4.6.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Έλεγχος τεχνητού φωτισμού από χρήστη	0 - 3	A & B
Έλεγχος τεχνητού φωτισμού βάσει επιπέδων φυσικού	0 - 4	B

Πίνακας 4.4.6: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα του φωτισμού

Δυναμικά Μεταβαλλόμενο Κελύφος: Αυτός ο τομέας ασχολείται με τον έλεγχο των κινητών μερών του κελύφους του κτηρίου, όπως τα ανοίγματα και τα συστήματα σκίασης, τα οποία μπορούν να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά του κελύφους στις εξωτερικές συνθήκες. Η εξέταση αυτών των συστημάτων έχει ιδιαίτερη σημασία για την μεθοδολογία SRI, διότι η βελτίωση της λειτουργίας των συστημάτων σκίασης και των ανοιγμάτων μπορεί να συμβάλει στην ελάττωση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων και επακόλουθα να μειώσει τις ανάγκες θέρμανσης ή/και ψύξης. Ομοίως, οι υπηρεσίες βασίζονται στο πρότυπο EN 15232 αλλά με ορισμένες τροπολογίες σχετικά με διάφορα είδη σκίασης. Η λίστα των ευφυώς έτοιμων υπηρεσιών στον τομέα του

δυναμικά μεταβαλλόμενου κελύφους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Έλεγχος σκίασης παραθύρων	0 - 4	A & B
Παροχή πληροφόρησης για απόδοση	0 - 4	A & B
Έλεγχος ανοίγματος/κλεισίματος παραθύρων σε συνδυασμό με συστήματα θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, κλιματισμού	0 - 3	B

Πίνακας 4.4.7: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα του δυναμικά μεταβαλλόμενου κελύφους

Ηλεκτρισμός: Ο τεχνικός τομέας του ηλεκτρισμού αφορά τη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής από ΑΠΕ, της αποθήκευσης και της διαχείρισης φορτίου. Συγκεκριμένα ο τομέας περιλαμβάνει υπηρεσίες σχετικά με την παρακολούθηση, την πρόβλεψη, την ευελιξία και τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας της τοπικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, της αποθήκευσής του και της αλληλεπίδρασής του με το δίκτυο. Ακολουθεί ο κατάλογος των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας στον τεχνικό τομέα του ηλεκτρισμού.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Αποθήκευση (επιτόπια παραγόμενης) ηλεκτρικής ενέργειας	0 - 4	A & B
Πληροφόρηση σχετικά με κατανάλωση ενέργειας	0 - 4	A & B
Πληροφόρηση σχετικά με επιτόπια παραγωγή ενέργειας	0 - 4	A & B
Πληροφόρηση σχετικά με αποθήκευση ενέργειας	0 - 4	A & B
Βελτιστοποίηση κατανάλωσης επιτόπια παραγόμενης ενέργειας	0 - 3	B
Έλεγχος σταθμού συμπαραγωγής θερμότητας και ενέργειας	0 - 2	B
Υποστήριξη λειτουργίας (υπο-) δικτύων	0 - 3	B

Πίνακας 4.4.8: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα του ηλεκτρισμού

Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων: Ο τομέας της φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σχετίζεται με την ύπαρξη και τη λειτουργία υποδομών φόρτισης, καθώς και με τη δυνατότητα «έξυπνης» διαχείρισής τους. Ο καλά οργανωμένος έλεγχος της αποθήκευσης του ηλεκτρικού ρεύματος από τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να συμβάλει στην ευελιξία του κτηρίου και του δικτύου. Τα IEC SG Standardization Roadmap και IEC 15118 χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό των σχετικών υπηρεσιών του τεχνικού τομέα, οι οποίες αναγράφονται παρακάτω.

ΦΟΡΤΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Ύπαρξη δυνατότητας φόρτισης	0 - 4	A & B
Έλεγχος δικτύου φόρτισης	0 - 2	A & B
Πληροφόρηση για φόρτιση και συνδεσιμότητα	0 - 2	A & B

Πίνακας 4.4.9: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα της φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Παρακολούθηση – Έλεγχος: Τέλος, ο τομέας του ελέγχου και της παρακολούθησης αφορά τα συστήματα αυτοματισμού (BACS), τα οποία επιτρέπουν τη συνολική διαχείριση και βελτιστοποίηση της λειτουργίας του κτιρίου. Επικεντρώνεται σε δεδομένα που παρέχονται από αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στα πολλαπλά τεχνικά συστήματα κτιρίων, όπως για παράδειγμα, οι πληροφορίες από ανιχνευτές πληρότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης, εξαερισμού ή φωτισμού. Ο κατάλογος των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας στον τομέα παρακολούθησης-ελέγχου παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ	Βαθμός λειτουργικότητας	Μέθοδος
Έλεγχος δια δραστηριότητας TBS (τεχνικών συστημάτων)	0 - 3	B
Ενσωμάτωση έξυπνου δικτύου	0 - 2	A & B
Πληροφόρηση για λειτουργία TBS (τεχνικών συστημάτων) και χρήσης ενέργειας	0 - 3	A & B
Έλεγχος δια δραστηριότητας HVAC (συστήματα θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, κλιματισμού)	0 - 3	B
Έλεγχος σφαλμάτων TABS (θερμικά ενεργοποιούμενων δομών κατασκευών) [1]	0 - 3	B
Έλεγχος δια δραστηριότητας TBS (τεχνικών συστημάτων) – πλήρωση χώρου	0 - 2	B
Πληροφόρηση για διαχείριση ζήτησης, απόδοση και λειτουργία	0 - 2	B
Παράκαμψη συστήματος διαχείρισης ζήτησης	0 - 4	B
Έλεγχος - συντονισμός TBS (τεχνικών συστημάτων) και βελτιστοποίηση ροής ενέργειας βάσει πληρότητας χώρου, καιρικών συνθηκών και λειτουργία δικτύου	0 - 3	B

Πίνακας 4.4.10: Ευφυώς έτοιμες υπηρεσίες στον τεχνικό τομέα παρακολούθησης – ελέγχου

Συνοψίζοντας, οι τεχνικοί τομείς αποτελούν κρίσιμο ενδιάμεσο επίπεδο της μεθοδολογίας SRI, καθώς συνδέουν τις επιμέρους υπηρεσίες με τα τελικά αποτελέσματα της αξιολόγησης. Η ανάλυσή τους επιτρέπει μια ολοκληρωμένη κατανόηση της λειτουργίας των «έξυπνων» κτιρίων και συμβάλλει στην ανάδειξη των σημείων στα οποία απαιτούνται παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ευφυούς ετοιμότητας.

4.5 Κριτήρια αντικτύπου (Impact Criteria)

Η αξιολόγηση των ευφυώς έτοιμων υπηρεσιών στο πλαίσιο του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας δεν βασίζεται αποκλειστικά στην παρουσία ή απουσία συγκεκριμένων τεχνολογιών, αλλά κυρίως στον αντίκτυπο που έχουν αυτές στη λειτουργία του κτιρίου, στους χρήστες και στο ευρύτερο ενεργειακό σύστημα. Για τον λόγο αυτό, η μεθοδολογία του SRI εισάγει ένα σύνολο διακριτών κριτηρίων αντίκτυπου (impact criteria), μέσω των οποίων ποσοτικοποιείται η συμβολή των επιμέρους υπηρεσιών.

Συγκεκριμένα, οι αποδόσεις που προκύπτουν από τις υπηρεσίες κάθε τεχνικού τομέα δεν αξιολογούνται αυτούσια, αλλά ταξινομούνται και μεταφράζονται σε επιδόσεις ως προς επτά βασικά κριτήρια αντικτύπου. Τα κριτήρια αυτά αποτελούν το ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ των τεχνικών τομέων και του τελικού δείκτη SRI και είναι καθοριστικά για τη συνολική δομή της μεθοδολογίας, καθώς επιτρέπουν τη σύγκριση ετερογενών τεχνολογιών με έναν κοινό τρόπο.

Η σημασία των κριτηρίων αντικτύπου έγκειται στο γεγονός ότι αποτυπώνουν τη «λειτουργική αξία» των έξυπνων τεχνολογιών, μετατρέποντας τεχνικά χαρακτηριστικά σε μετρήσιμα οφέλη. Μέσω αυτών, η αξιολόγηση αποκτά πολυδιάστατο χαρακτήρα, καθώς λαμβάνει υπόψη όχι μόνο την ενεργειακή διάσταση, αλλά και παραμέτρους που σχετίζονται με την άνεση, την υγεία, τη λειτουργικότητα και τη διασύνδεση με το ενεργειακό δίκτυο.



Εικόνα 4.5.1: Κριτήρια αντικτύπου της μεθοδολογίας SRI

Τα επτά κριτήρια αντικτύπου που ορίζονται στη μεθοδολογία SRI είναι τα εξής:

Ενεργειακή εξοικονόμηση: Η ενεργειακή εξοικονόμηση αποτελεί ένα από τα βασικότερα κριτήρια και αναφέρεται στη συμβολή των ευφυών τεχνολογιών στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι το κριτήριο αυτό δεν αποτυπώνει τη συνολική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, όπως συμβαίνει στο ΠΕΑ, αλλά εστιάζει αποκλειστικά στη βελτίωση που επιτυγχάνεται μέσω των «έξυπνων» λειτουργιών. Παραδείγματα αποτελούν η βελτιστοποίηση της λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης μέσω αυτοματισμών ή η προσαρμογή του φωτισμού με βάση την παρουσία χρηστών.

Συντήρηση και πρόβλεψη σφαλμάτων: Το κριτήριο της συντήρησης και πρόβλεψης σφαλμάτων αφορά τη δυνατότητα των συστημάτων να ανιχνεύουν και να διαγιγνώσκουν δυσλειτουργίες σε πρώιμο στάδιο. Οι τεχνολογίες που ενσωματώνουν

λειτουργίες παρακολούθησης και αυτοδιάγνωσης συμβάλλουν στη μείωση των βλαβών, στη βελτιστοποίηση της συντήρησης και στην αποφυγή ενεργειακών απωλειών που οφείλονται σε μη αποδοτική λειτουργία. Η διάσταση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε σύγχρονα κτίρια υψηλής πολυπλοκότητας, όπου η ορθή λειτουργία των συστημάτων εξαρτάται από συνεχή έλεγχο και προσαρμογή.

Άνεση χρηστών: Η άνεση εστιάζει στις επιπτώσεις των τεχνολογιών στην ποιότητα ζωής των χρηστών. Η άνεση αναφέρεται στη συνειδητή και ασυνείδητη αντίληψη του φυσικού περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής και της οπτικοακουστικής άνεσης (π.χ. παροχή επαρκών επιπέδων φωτισμού). Περιλαμβάνει τόσο τη θερμική άνεση όσο και άλλες παραμέτρους, όπως ο φωτισμός και ο θόρυβος. Οι «έξυπνες» υπηρεσίες μπορούν να προσαρμόζουν δυναμικά τις συνθήκες αυτές, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες όσο και τις προτιμήσεις των χρηστών, συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία ενός πιο ευχάριστου και λειτουργικού περιβάλλοντος.

Λειτουργικότητα: Το κριτήριο της λειτουργικότητας αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο οι τεχνολογίες διευκολύνουν τη χρήση και τη διαχείριση του κτιρίου. Οι αυτοματοποιημένες λειτουργίες μειώνουν την ανάγκη για χειροκίνητες παρεμβάσεις, καθιστώντας το κτίριο πιο εύχρηστο και αποδοτικό στη λειτουργία του. Η έννοια αυτή σχετίζεται άμεσα με την εμπειρία χρήσης και την αποδοτικότητα των καθημερινών λειτουργιών.

Υγεία και ευεξία: Το κριτήριο της υγείας και ευεξίας, εστιάζει στις συνέπειες των τεχνολογιών στην ποιότητα ζωής των χρηστών. Η βελτίωση της ποιότητας του αέρα, η επαρκής ανανέωση του εσωτερικού περιβάλλοντος και η διατήρηση κατάλληλων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας αποτελούν βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία. Οι ευφυείς έλεγχοι, μέσω αισθητήρων και αυτοματισμών, μπορούν να διασφαλίσουν τη διατήρηση των παραμέτρων αυτών σε βέλτιστα επίπεδα.

Πληροφόρηση - ενημέρωση χρηστών: Η πληροφόρηση και ενημέρωση των χρηστών αποτελεί ένα ακόμη κρίσιμο κριτήριο, καθώς αφορά τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα των πληροφοριών που παρέχονται σχετικά με τη λειτουργία του κτιρίου. Οι ευφυείς τεχνολογίες επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση και απεικόνιση δεδομένων, όπως η κατανάλωση ενέργειας και οι συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, ενισχύοντας τη διαφάνεια και την ενεργή συμμετοχή των χρηστών στη διαχείριση του κτιρίου.

Ενεργειακή ευελιξία και αποθήκευση: Τέλος, το κριτήριο της ενεργειακής ευελιξίας και αποθήκευσης αναφέρεται στην ικανότητα του κτιρίου να αλληλεπιδρά με το ενεργειακό δίκτυο και να προσαρμόζει τη ζήτηση ή την παραγωγή ενέργειας. Η ευελιξία αυτή μπορεί να εκδηλώνεται είτε μέσω της μετατόπισης φορτίων είτε μέσω

της αποθήκευσης ενέργειας, συμβάλλοντας στη σταθερότητα του ενεργειακού συστήματος. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι η μεθοδολογία δεν περιορίζεται μόνο στο ηλεκτρικό δίκτυο, αλλά λαμβάνει υπόψη και δίκτυα θέρμανσης και ψύξης, αναγνωρίζοντας τον πολυενεργειακό χαρακτήρα των σύγχρονων κτιρίων.

Συνολικά, τα κριτήρια αντικτύπου αποτελούν τον βασικό μηχανισμό μέσω του οποίου η μεθοδολογία SRI μετατρέπει τις τεχνολογικές δυνατότητες ενός κτιρίου σε μετρήσιμα αποτελέσματα. Η πολυκριτηριακή αυτή προσέγγιση επιτρέπει την ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο την ενεργειακή διάσταση, αλλά και την ποιότητα ζωής των χρηστών και τη συμβολή του κτιρίου στο ευρύτερο ενεργειακό σύστημα.

4.6 Βασικές λειτουργίες κλειδιά

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αναθεωρημένης οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας βασίζεται σε τρεις βασικές λειτουργίες-κλειδιά, οι οποίες αποτελούν τον πυρήνα της έννοιας της «ευφυούς ετοιμότητας» ενός κτιρίου. Οι λειτουργίες αυτές συγκεντρώνουν και ομαδοποιούν τα επιμέρους κριτήρια επίδρασης και εκφράζουν σε ανώτερο επίπεδο τη συνολική ικανότητα του κτιρίου να λειτουργεί αποδοτικά, προσαρμοστικά και διασυνδεδεμένα με το ενεργειακό σύστημα.

Οι τρεις αυτές λειτουργίες αποτυπώνουν τις βασικές διαστάσεις της ευφυΐας ενός κτιρίου: την ενεργειακή του συμπεριφορά, τη σχέση του με τους χρήστες και την αλληλεπίδρασή του με το δίκτυο. Μέσω αυτής της ομαδοποίησης, η μεθοδολογία του SRI επιτυγχάνει μια πιο συνολική και κατανοητή αποτύπωση της απόδοσης των κτιρίων, υπερβαίνοντας τη στενή έννοια της ενεργειακής κατανάλωσης.

Ενεργειακή απόδοση και λειτουργία: Η πρώτη λειτουργία αφορά την ικανότητα διατήρησης της ενεργειακής απόδοσης και της αποδοτικής λειτουργίας του κτιρίου μέσω της προσαρμογής της κατανάλωσης ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό, τα «έξυπνα» κτίρια αξιοποιούν τεχνολογίες αυτοματισμού και ελέγχου ώστε να βελτιστοποιούν τη λειτουργία των τεχνικών συστημάτων, μειώνοντας τις ενεργειακές απώλειες και αυξάνοντας την αποδοτικότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δυναμική διαχείριση φορτίων ή η αξιοποίηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα και τις ανάγκες του κτιρίου. Η λειτουργία αυτή συνδέεται άμεσα με το κριτήριο της ενεργειακής εξοικονόμησης, αλλά και με τη συνολική βελτιστοποίηση της λειτουργίας των συστημάτων.

Ικανότητα ανταπόκρισης στις ανάγκες των ενοίκων: Η δεύτερη λειτουργία σχετίζεται με την ικανότητα του κτιρίου να προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών, εξασφαλίζοντας υψηλό επίπεδο άνεσης, υγείας και λειτουργικότητας. Η διάσταση

αυτή αφορά την ανθρωποκεντρική προσέγγιση των «έξυπνων» κτιρίων, όπου οι τεχνολογίες δεν λειτουργούν απλώς για την εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ενοίκων. Μέσω αισθητήρων, συστημάτων ελέγχου και διεπαφών χρήστη, το κτίριο μπορεί να προσαρμόζει τη λειτουργία του σε πραγματικό χρόνο, λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η ποιότητα του αέρα, ο φωτισμός και οι προτιμήσεις των χρηστών. Παράλληλα, παρέχεται η δυνατότητα ενημέρωσης και αλληλεπίδρασης, ενισχύοντας τον ρόλο του χρήστη ως ενεργού συμμετέχοντα στη λειτουργία του κτιρίου.

Ικανότητα ανταπόκρισης στις ανάγκες του δικτύου: Η τρίτη λειτουργία αφορά την ενεργειακή ευελιξία και την ικανότητα του κτιρίου να αλληλεπιδρά με το ενεργειακό δίκτυο. Στο σύγχρονο ενεργειακό περιβάλλον, τα κτίρια δεν λειτουργούν πλέον ως παθητικοί καταναλωτές, αλλά ως ενεργά στοιχεία του συστήματος, τα οποία μπορούν να προσαρμόζουν τη ζήτηση, να αποθηκεύουν ενέργεια ή ακόμη και να συμβάλλουν στην παραγωγή. Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει δυνατότητες όπως η χρονική μετατόπιση φορτίων (load shifting), η συμμετοχή σε μηχανισμούς διαχείρισης ζήτησης (demand response) και η αξιοποίηση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας. Η ενεργειακή ευελιξία αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε περιβάλλοντα με υψηλή διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπου απαιτείται αυξημένη προσαρμοστικότητα για τη διασφάλιση της ευστάθειας του δικτύου.

Συνολικά, οι τρεις βασικές λειτουργίες-κλειδιά αποτελούν μια συνθετική προσέγγιση της ευφυούς ετοιμότητας, συνδέοντας τα επιμέρους τεχνικά χαρακτηριστικά με τη συνολική λειτουργία του κτιρίου. Η ομαδοποίηση αυτή επιτρέπει όχι μόνο την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων του SRI, αλλά και τη στοχευμένη αξιολόγηση των δυνατοτήτων ενός κτιρίου ως προς την ενεργειακή απόδοση, την εμπειρία των χρηστών και τη συμβολή του στο ενεργειακό σύστημα.

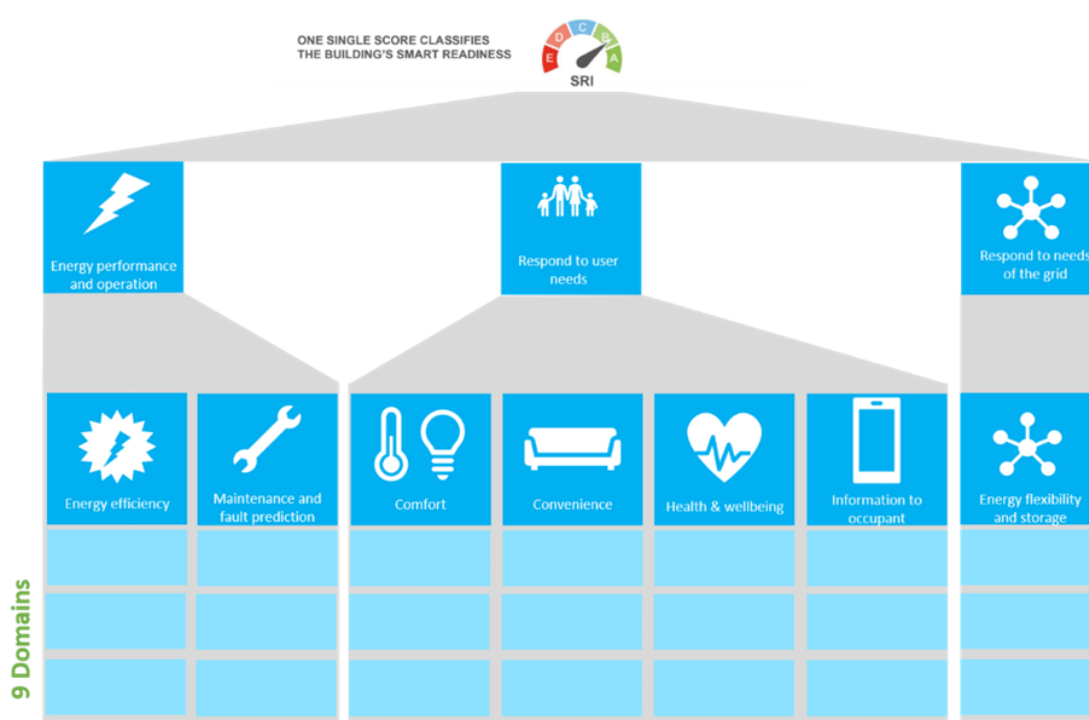
Η συσχέτιση μεταξύ των επτά κριτηρίων αντικτύπου και των τριών βασικών λειτουργιών-κλειδιών της μεθοδολογίας SRI αποτυπώνει τη λογική ομαδοποίησης των επιμέρους επιδόσεων σε ανώτερο επίπεδο αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, τα κριτήρια αντικτύπου της ενεργειακής εξοικονόμησης και της συντήρησης και πρόβλεψης σφαλμάτων εντάσσονται στη λειτουργία που σχετίζεται με την ενεργειακή απόδοση και τη λειτουργία του κτιρίου (energy performance and operation), καθώς αφορούν άμεσα τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής συμπεριφοράς και της τεχνικής λειτουργίας των συστημάτων.

Τα κριτήρια της άνεσης, της λειτουργικότητας, της υγείας και ευεξίας, καθώς και της πληροφόρησης και ενημέρωσης των χρηστών εντάσσονται στη λειτουργία που αφορά την ικανότητα του κτιρίου να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών (respond to user needs). Τα κριτήρια αυτά αποτυπώνουν τη διάσταση της εμπειρίας χρήσης, της προσαρμοστικότητας του κτιρίου και της ποιότητας του εσωτερικού

περιβάλλοντος, αναδεικνύοντας τον ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα των «έξυπνων» κτιρίων.

Τέλος, το κριτήριο αντικτύπου της ενεργειακής ευελιξίας και αποθήκευσης αντιστοιχεί στη λειτουργία που σχετίζεται με την αλληλεπίδραση του κτιρίου με το ενεργειακό δίκτυο (respond to needs of the grid), καθώς αποτυπώνει τη δυνατότητα προσαρμογής της ζήτησης, τη διαχείριση φορτίων και τη συμμετοχή σε μηχανισμούς ενεργειακής ευελιξίας.

Η παραπάνω αντιστοίχιση παρουσιάζεται συνοπτικά στο ακόλουθο σχήμα, το οποίο αποτυπώνει τη δομή της μεθοδολογίας SRI και τη σύνδεση μεταξύ τεχνικών τομέων, κριτηρίων αντικτύπου και λειτουργιών-κλειδιών.



Εικόνα 4.6.1: Τα επτά επιμέρους κριτήρια αντικτύπου που ομαδοποιούνται στις τρεις βασικές λειτουργίες-κλειδιά

4.7 Συντελεστές στάθμισης (Weighting factors)

Οι συντελεστές στάθμισης αποτελούν κρίσιμο στοιχείο της μεθοδολογίας υπολογισμού του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας, καθώς καθορίζουν τη σχετική σημασία των επιμέρους τεχνικών τομέων και κριτηρίων αντικτύπου στη διαμόρφωση της τελικής βαθμολογίας. Μέσω αυτών, η μεθοδολογία αποκτά τη δυνατότητα να προσαρμόζεται σε διαφορετικά γεωγραφικά και λειτουργικά πλαίσια, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων.

Η ανάγκη εισαγωγής συντελεστών στάθμισης προκύπτει από το γεγονός ότι η συμβολή των επιμέρους τεχνικών τομέων στην ενεργειακή και λειτουργική απόδοση ενός κτιρίου δεν είναι ίδια σε όλες τις περιπτώσεις. Παράγοντες όπως το κλίμα, η γεωγραφική θέση και η χρήση του κτιρίου επηρεάζουν σημαντικά τη σχετική σημασία συστημάτων όπως η θέρμανση, η ψύξη ή ο φωτισμός. Για παράδειγμα, σε ψυχρότερα κλίματα η θέρμανση αποτελεί κυρίαρχο ενεργειακό φορτίο, ενώ σε θερμότερα κλίματα η ψύξη αποκτά μεγαλύτερη σημασία. Συνεπώς, η χρήση ενιαίων συντελεστών στάθμισης χωρίς προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες θα μπορούσε να οδηγήσει σε μη αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα.

Ως βέλτιστη λύση επιλέχθηκε τελικά μια ενδιάμεση προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία οι συντελεστές στάθμισης καθορίζονται με βάση προκαθορισμένες κλιματικές ζώνες σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η προσέγγιση αυτή επιτυγχάνει ισορροπία μεταξύ προσαρμοστικότητας και συγκρισιμότητας, καθώς επιτρέπει την ενσωμάτωση των βασικών κλιματικών διαφορών χωρίς να δημιουργεί υπερβολική πολυπλοκότητα ή κατακερματισμό της μεθοδολογίας.

Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρώπη διακρίνεται σε πέντε βασικές κλιματικές ζώνες: τη Βόρεια, τη Δυτική, τη Νότια, τη Βορειοανατολική και τη Νοτιοανατολική Ευρώπη. Η κατηγοριοποίηση αυτή αποτυπώνει τις κύριες διαφοροποιήσεις ως προς τις θερμοκρασιακές συνθήκες και τα ενεργειακά φορτία, επιτρέποντας την κατάλληλη προσαρμογή των συντελεστών στάθμισης. Η Ελλάδα εντάσσεται στη ζώνη της Νότιας Ευρώπης, όπου η ψύξη και η ηλιακή ακτινοβολία διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο σε σχέση με τη θέρμανση.

Συνεπώς, όσον αφορά το γεωγραφικό πλαίσιο, καθορίζονται οι 5 κλιματικές ζώνες ως εξής:

- **Βόρεια Ευρώπη:** Δανία, Φινλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία
- **Δυτική Ευρώπη:** Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Λιχτενστάιν, Λουξεμβούργο, Κάτω Χώρες, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο
- **Νότια Ευρώπη:** Κύπρος, Ελλάδα, Ιταλία, Μάλτα, Πορτογαλία, Ισπανία
- **Βορειοανατολική Ευρώπη:** Τσεχική Δημοκρατία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία, Σλοβακία
- **Νοτιοανατολική Ευρώπη:** Βουλγαρία, Κροατία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Σλοβενία.



Εικόνα 4.7.1: Οι 5 Κλιματικές Ζώνες Της ΕΕ σύμφωνα με τη μεθοδολογία SRI

Επιπλέον, η μεθοδολογία προβλέπει διαφοροποίηση των συντελεστών στάθμισης και με βάση τη χρήση του κτιρίου. Συγκεκριμένα, γίνεται διάκριση μεταξύ κτιρίων κατοικίας και κτιρίων του τριτογενούς τομέα. Η διαφοροποίηση αυτή αντανακλά τις διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις και ενεργειακές καταναλώσεις των δύο κατηγοριών. Για παράδειγμα, σε κτίρια γραφείων ο φωτισμός και τα συστήματα ελέγχου έχουν μεγαλύτερη σημασία, ενώ σε κατοικίες κυριαρχούν τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ενώ οι συντελεστές στάθμισης των τεχνικών τομέων μεταβάλλονται ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, οι συντελεστές που αφορούν τα κριτήρια αντικτύπου παραμένουν σταθεροί. Η επιλογή αυτή διασφαλίζει ότι η αξιολόγηση των βασικών λειτουργιών του SRI – ενεργειακή απόδοση, άνεση και ευελιξία – πραγματοποιείται με ενιαίο τρόπο, ανεξαρτήτως τύπου κτιρίου.

Παράλληλα, αν και θεωρητικά θα ήταν επιθυμητή μια πιο λεπτομερής κατηγοριοποίηση των κτιρίων του τριτογενούς τομέα (π.χ. γραφεία, νοσοκομεία, σχολεία), η έλλειψη επαρκών δεδομένων δεν επιτρέπει προς το παρόν τον αξιόπιστο ποσοτικό προσδιορισμό διαφορετικών συντελεστών για κάθε επιμέρους κατηγορία.

Ως εκ τούτου, η μεθοδολογία διατηρεί έναν συγκεκριμένο διαχωρισμό, ο οποίος ενδέχεται να εξελιχθεί στο μέλλον.

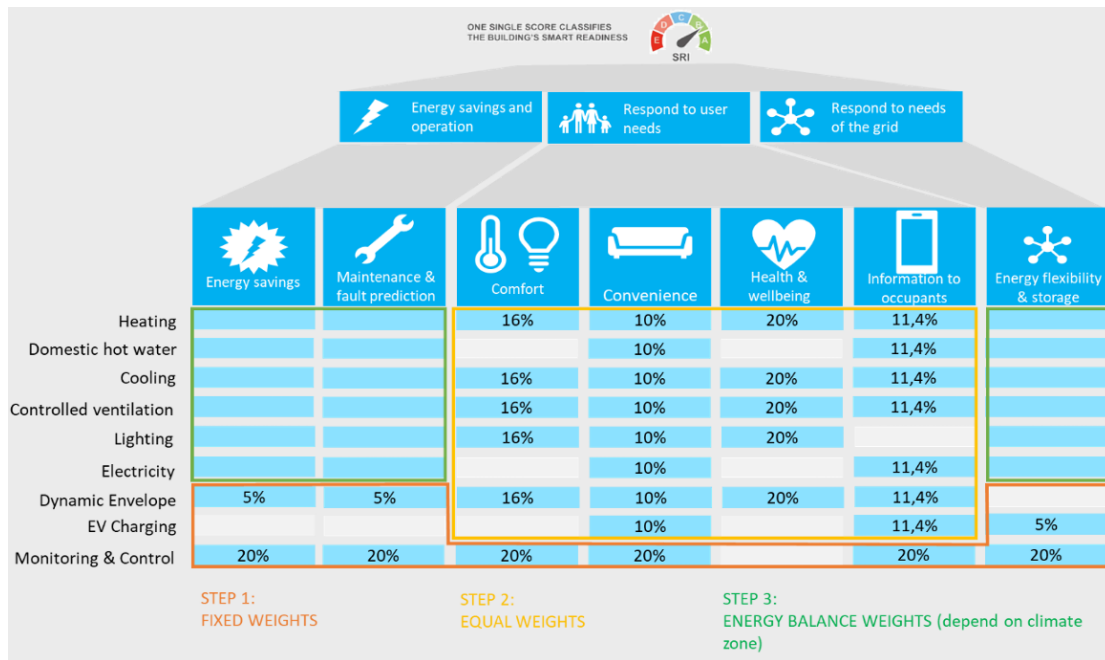
Συνολικά, οι συντελεστές στάθμισης αποτελούν έναν μηχανισμό προσαρμογής της μεθοδολογίας SRI στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας των κτιρίων, διασφαλίζοντας ότι η τελική βαθμολογία αντανακλά με ρεαλιστικό τρόπο τη σχετική σημασία των επιμέρους συστημάτων. Η σωστή επιλογή και εφαρμογή τους είναι καθοριστική για την αξιοπιστία και τη χρησιμότητα του δείκτη, ιδιαίτερα σε ένα ευρωπαϊκό πλαίσιο με έντονες κλιματικές και λειτουργικές διαφοροποιήσεις.

4.7.1 Απόδοση συντελεστών στάθμισης στους τεχνικούς τομείς

Η απόδοση των συντελεστών στάθμισης στους τεχνικούς τομείς αποτελεί κρίσιμο στάδιο της μεθοδολογίας υπολογισμού του δείκτη SRI, καθώς καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι επιδόσεις των επιμέρους τεχνολογιών μεταφράζονται σε συνολική αξιολόγηση. Κάθε τεχνικός τομέας συμβάλλει διαφορετικά στα κριτήρια αντικτύπου, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την εισαγωγή συντελεστών βαρύτητας, ώστε να αποδοθεί με ρεαλιστικό τρόπο η σχετική του σημασία.

Οι συντελεστές στάθμισης εκφράζονται ως ποσοστιαίες τιμές (με άθροισμα 100% για κάθε κριτήριο αντικτύπου) και αποδίδονται στους τεχνικούς τομείς σε σχέση με τα αντίστοιχα κριτήρια. Με τον τρόπο αυτό, η μεθοδολογία εξασφαλίζει ότι κάθε τεχνικός τομέας συμμετέχει στην τελική βαθμολογία αναλογικά με τη σημασία του.

Εννοιολογικά, η απόδοση των συντελεστών στάθμισης βασίζεται σε τρεις βασικές προσεγγίσεις, οι οποίες συνδυάζονται στο τελικό σχήμα της μεθοδολογίας: τους σταθερούς συντελεστές βαρύτητας, τους ισοδύναμους συντελεστές βαρύτητας και τους συντελεστές βαρύτητας ενεργειακού ισοζυγίου όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.7.2: Απόδοση βαρών τεχνικών τομέων ανά κριτήριο αντικτύπου

Πρώτο Βήμα - Σταθεροί Συντελεστές Βαρύτητας: Στο πρώτο στάδιο, αποδίδονται σταθεροί συντελεστές στάθμισης στους τεχνικούς τομείς, οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από τον τύπο του κτιρίου ή τη γεωγραφική του θέση. Η προσέγγιση αυτή εισάγει μια βασική γραμμή αναφοράς, εξασφαλίζοντας ένα ελάχιστο επίπεδο συγκρισιμότητας μεταξύ διαφορετικών αξιολογήσεων.

Οι σταθεροί συντελεστές αποδίδονται στον τεχνικό τομέα «παρακολούθηση και έλεγχος» (monitoring & control), ο οποίος θεωρείται οριζόντιας σημασίας για όλα τα κριτήρια αντικτύπου, λαμβάνοντας συντελεστή της τάξης του 20% σε κάθε ένα από αυτά. Η επιλογή αυτή αντανακλά τον κεντρικό ρόλο των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου στη συνολική ευφυή λειτουργία του κτιρίου.

Όσον αφορά τα κριτήρια αντικτύπου «ενεργειακή εξοικονόμηση» και «συντήρηση και πρόβλεψη σφαλμάτων» αποδίδεται συντελεστής στάθμισης ίσος με 5% για τον τεχνικό τομέα «δυναμικά μεταβαλλόμενο κέλυφος», όπως επίσης και για το κριτήριο αντικτύπου «ενεργειακή ευελιξία και αποθήκευση» δίνεται ένα 5% στον τεχνικό τομέα της φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Οι σταθερές αυτές τιμές εξασφαλίζουν ότι βασικές τεχνολογίες λαμβάνονται υπόψη ανεξαρτήτως των υπολοίπων χαρακτηριστικών του κτιρίου.

Δεύτερο Βήμα-Ισοδύναμοι Συντελεστές Βαρύτητας: Οι ισοδύναμοι συντελεστές στάθμισης είναι επίσης ανεξάρτητοι του είδους του κτηρίου και της κλιματικής ζώνης και αποδίδονται σε όλα τα κριτήρια αντικτύπου της βασικής λειτουργίας - κλειδί «ικανότητα ανταπόκρισης στις ανάγκες των χρηστών». Αφορά δηλαδή τα κριτήρια αντικτύπου «άνεση χρηστών», «λειτουργικότητα», «υγεία και ευεξία» και «πληροφόρηση-ενημέρωση χρηστών» και σχετίζεται με όλους τους τεχνικούς τομείς

εκτός από τον τομέα «παρακολούθηση και έλεγχος» όπου ο συντελεστής είναι σταθερός και ίσος με 20% όπως προαναφέρθηκε.

Οι ισοδύναμοι συντελεστές στάθμισης υπολογίζονται από τον ακόλουθο τύπο, όπου $f_{domain,imp\ criterion}$ είναι η βαρύτητα του τομέα ανά κριτήριο αντικτύπου.

$$f_{domain,imp\ criterion} = \frac{100 - \sum(fixed\ weights)}{number\ of\ relevant\ domains}$$

όπου:

- $f_{domain,imp\ criterion}$ είναι ο συντελεστής στάθμισης του τεχνικού τομέα για συγκεκριμένο κριτήριο αντικτύπου,
- $\sum(fixed\ weights)$ είναι το άθροισμα των σταθερών συντελεστών που έχουν ήδη αποδοθεί,
- $number\ of\ relevant\ domains$ είναι ο αριθμός των τεχνικών τομέων που συμμετέχουν στο συγκεκριμένο κριτήριο.

Με τον τρόπο αυτό, διασφαλίζεται ότι το συνολικό βάρος για κάθε κριτήριο αντικτύπου παραμένει ίσο με 100%, ενώ παράλληλα αποδίδεται ισοδύναμη σημασία στους σχετικούς τομείς.

Τρίτο Βήμα- Συντελεστές Βαρύτητας Ενεργειακού Ισοζυγίου: Στο τρίτο στάδιο εισάγονται οι συντελεστές στάθμισης ενεργειακού ισοζυγίου, οι οποίοι διαφοροποιούν τη στάθμιση των τεχνικών τομέων με βάση τον τύπο του κτιρίου και την κλιματική ζώνη. Οι συντελεστές στάθμισης ενεργειακού ισοζυγίου αποδίδονται στα κριτήρια αντικτύπου "εξοικονόμηση ενέργειας", "συντήρηση και πρόβλεψη σφαλμάτων" και "ενεργειακή ευελιξία και αποθήκευση".

Ο υπολογισμός τους βασίζεται στη σχέση:

$$f_{domain,imp\ criterion} = (100 - \sum fixed\ weights) \cdot a_{domain}$$

όπου:

- $\sum(fixed\ weights)$ είναι οι σταθεροί συντελεστές στάθμισης που προαναφέρθηκαν,
- a_{domain} εκφράζει τη σχετική συμμετοχή του τεχνικού τομέα στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου.

Η παράμετρος αυτή μπορεί να προκύψει είτε από προκαθορισμένους πίνακες ανά κλιματική ζώνη και τύπο κτιρίου είτε από αναλυτικό υπολογισμό, βασισμένο σε πραγματικά δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας.

Οι τιμές του a_{domain} φαίνονται στους παρακάτω πίνακες ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και την κλιματική ζώνη.

RESIDENTIAL BUILDINGS

WEIGHTINGS	North	West	South	North-East	South-East
Heating	39.9	45.3	42.2	40.5	27.5
DHW	12.4	10.2	13.3	18.6	7.7
Cooling	0.0	4.1	9.2	0.0	19.5
Ventilation	25.0	23.8	12.3	25.4	14.4
Lighting	4.9	2.0	3.6	0.8	1.2
Electricity	17.8	14.8	19.5	14.7	29.6

Πίνακας 4.7.1: Συντελεστές σχετικής σημασίας ανά κλιματική ζώνη για κτίρια κατοικίας

NON-RESIDENTIAL BUILDINGS

WEIGHTINGS	North	West	South	North-East	South-East
Heating	41.8	35.4	40.3	39.0	38.3
DHW	7.2	11.0	14.3	12.5	15.4
Cooling	12.5	16.9	15.7	11.2	9.9
Ventilation	26.2	19.1	11.7	24.4	20.1
Lighting	10.4	13.8	16.0	9.7	11.9
Electricity	2.0	2.8	2.1	3.1	4.4

Πίνακας 4.7.2: Συντελεστές σχετικής σημασίας ανά κλιματική ζώνη για μη-οικιστικά κτίρια

Εναλλακτικός τρόπος υπολογισμού συντελεστών βαρύτητας ενεργειακού ισοζυγίου: Πέραν από τον κλασικό τρόπο απόδοσης των συντελεστών στάθμισης ενεργειακού ισοζυγίου που αναφέρθηκε παραπάνω, δίνεται μία επιπλέον δυνατότητα στον μελετητή, όπου ο υπολογισμός των εν λόγω συντελεστών γίνεται κάνοντας χρήση του ενεργειακού ισοζυγίου που αφορά συγκεκριμένα στο κτίριο που εξετάζει, για το οποίο θα πρέπει να διατίθενται οι χρήσεις πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, αερισμό, φωτισμό και ηλεκτρισμό. Παραδείγματος χάριν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία χρήσης πρωτογενούς ενέργειας από πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης για τους έξι τομείς και να υπολογισθούν οι συντελεστές a_{domain} ως εξής:

$$a_{domain} = \frac{Q_{domain}}{Q_{total}}$$

όπου:

$$Q_{total} = Q_{heat} + Q_{dhw} + Q_{cool} + Q_{vent} + Q_{light} + Q_{renew}$$

Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την πλήρη προσαρμογή της μεθοδολογίας στις ιδιαιτερότητες κάθε κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική κατανομή των ενεργειακών καταναλώσεων.

Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα προκύπτουν τελικά οι συντελεστές στάθμισης για κάθε τεχνικό τομέα ανά κριτήριο αντικτύπου. Στη συνέχεια ακολουθούν οι πίνακες στους οποίους αναγράφονται οι συντελεστές για την κλιματική ζώνη της Νότιας Ευρώπης στην οποία ανήκει και η Ελλάδα στο πλαίσιο υπολογισμού του δείκτη SRI.

southern europe	Energy savings on site	Flexibility for the grid and storage	Comfort	Convenience	Health & Wellbeing	Maintenance & fault prediction	Information to occupants
Heating system	0,32	0,38	0,16	0,1	0,2	0,33	0,11
Domestic Hot Water	0,10	0,12	0,00	0,1	0	0,10	0,11
Cooling system	0,07	0,08	0,16	0,1	0,2	0,07	0,11
Controlled ventilation	0,09	0,00	0,16	0,1	0,20	0,10	0,11
Lighting	0,03	0,00	0,16	0,1	0,00	0,00	0,00
Electricity: renewables & storage	0,15	0,17	0,00	0,1	0,00	0,15	0,11
Dynamic Envelope	0,05	0	0,16	0,1	0,20	0,05	0,11
Electric Vehicle Charging	0	0,05	0	0,1	0	0	0,11
Monitoring & Control	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 4.7.3: Συντελεστές στάθμισης τεχνικών τομέων ανά κριτήριο αντικτύπου για κτίρια κατοικίας

southern europe	Energy savings on site	Flexibility for the grid and storage	Comfort	Convenience	Health & Wellbeing	Maintenance & fault prediction	Information to occupants
Heating system	0,30	0,42	0,16	0,1	0,2	0,36	0,11
Domestic Hot Water	0,11	0,15	0,00	0,1	0	0,13	0,11
Cooling system	0,12	0,16	0,16	0,1	0,2	0,14	0,11
Controlled ventilation	0,09	0,00	0,16	0,1	0,20	0,10	0,11
Lighting	0,12	0,00	0,16	0,1	0,00	0,00	0,00
Electricity: renewables & storage	0,02	0,02	0,00	0,1	0,00	0,02	0,11
Dynamic Envelope	0,05	0	0,16	0,1	0,20	0,05	0,11
Electric Vehicle Charging	0	0,05	0	0,1	0	0	0,11
Monitoring & Control	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 4.7.4: Συντελεστές στάθμισης τεχνικών τομέων ανά κριτήριο αντικτύπου για κτίρια τριτογενούς τομέα

4.7.2. Απόδοση συντελεστών στάθμισης στα κριτήρια αντικτύπου

Στο πλαίσιο της μεθοδολογίας του δείκτη SRI, η απόδοση συντελεστών στάθμισης δεν περιορίζεται μόνο στους τεχνικούς τομείς, αλλά επεκτείνεται και στα κριτήρια αντικτύπου, τα οποία αποτελούν το ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ των επιμέρους τεχνολογιών και των λειτουργιών-κλειδιών. Η διαδικασία αυτή διασφαλίζει ότι η τελική βαθμολογία του δείκτη αποτυπώνει ισορροπημένα και συγκρίσιμα τις βασικές διαστάσεις της ευφυούς ετοιμότητας.

Καταρχάς, η μεθοδολογία θεωρεί ως ισάξιες τις τρεις βασικές λειτουργίες-κλειδιά του SRI, δηλαδή:

- την ενεργειακή απόδοση και λειτουργία (energy performance and operation),
- την ικανότητα ανταπόκρισης στις ανάγκες των χρηστών (respond to user needs),

- και την ενεργειακή ευελιξία και αλληλεπίδραση με το δίκτυο (respond to the grid).

Ως εκ τούτου, σε κάθε μία από αυτές αποδίδεται ίσος συντελεστής στάθμισης, ίσος με $\frac{1}{3} \approx 33,3\%$:

Η επιλογή αυτή αντανακλά τη φιλοσοφία της μεθοδολογίας SRI, σύμφωνα με την οποία η ευφυής ετοιμότητα ενός κτιρίου δεν περιορίζεται στην ενεργειακή του απόδοση, αλλά περιλαμβάνει εξίσου τη διάσταση του χρήστη και τη διασύνδεση με το ενεργειακό σύστημα.

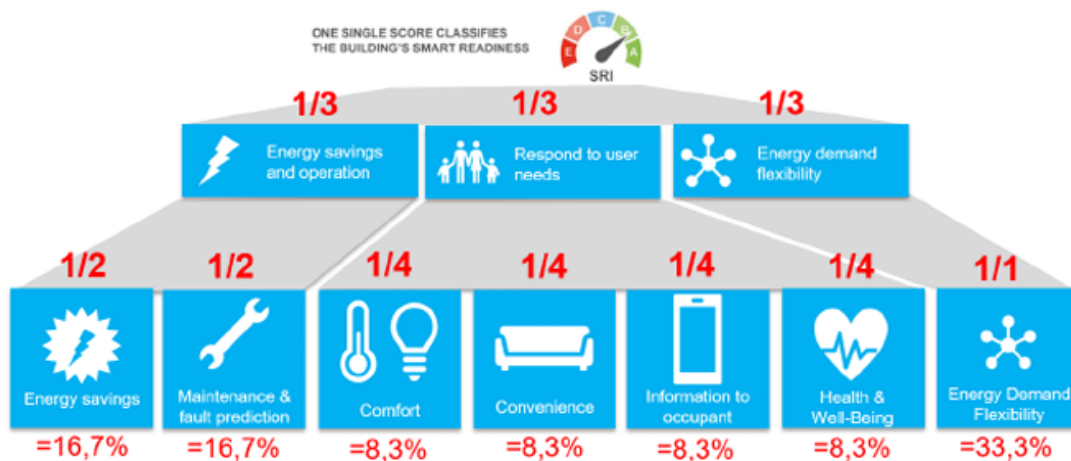
Στη συνέχεια, τα επιμέρους κριτήρια αντικτύπου κατανέμονται στις λειτουργίες-κλειδιά, με κάθε κριτήριο να συνδέεται αποκλειστικά με μία μόνο λειτουργία. Ο συντελεστής στάθμισης κάθε λειτουργίας κατανέμεται ισομερώς μεταξύ των κριτηρίων που την απαρτίζουν.

Πιο συγκεκριμένα, για τη λειτουργία «ενεργειακή απόδοση και λειτουργία», τα κριτήρια αντικτύπου είναι δύο: η ενεργειακή εξοικονόμηση και η συντήρηση και πρόβλεψη σφαλμάτων. Συνεπώς, το συνολικό ποσοστό της λειτουργίας (33,3%) κατανέμεται ισομερώς, αποδίδοντας σε κάθε ένα από τα δύο κριτήρια συντελεστή περίπου 16,7%.

Αντίστοιχα, για τη λειτουργία «ικανότητα ανταπόκρισης στις ανάγκες των χρηστών», τα κριτήρια αντικτύπου είναι τέσσερα: η άνεση, η λειτουργικότητα, η υγεία και ευεξία, καθώς και η πληροφόρηση των χρηστών. Το συνολικό ποσοστό της λειτουργίας κατανέμεται ισομερώς μεταξύ αυτών, αποδίδοντας σε κάθε κριτήριο συντελεστή περίπου 8,3%.

Τέλος, η λειτουργία «ενεργειακή ευελιξία και αλληλεπίδραση με το δίκτυο» συνδέεται αποκλειστικά με ένα μόνο κριτήριο αντικτύπου, την ενεργειακή ευελιξία και αποθήκευση. Ως εκ τούτου, το σύνολο του συντελεστή στάθμισης της λειτουργίας αποδίδεται στο συγκεκριμένο κριτήριο, δηλαδή 33,3%.

Η συγκεκριμένη κατανομή, η οποία αποτυπώνεται συνολικά στην Εικόνα 4.7.3, εξασφαλίζει ότι το άθροισμα των συντελεστών στάθμισης όλων των κριτηρίων αντικτύπου ισούται με 100%, ενώ παράλληλα διατηρείται η ισορροπία μεταξύ των τριών βασικών λειτουργιών του SRI.



Εικόνα 4.7.3: Συντελεστές στάθμισης λειτουργιών-κλειδιών και κριτηρίων αντικτύπου

Στη συνέχεια της μεθοδολογίας, οι συντελεστές αυτοί συνδυάζονται με τους συντελεστές στάθμισης των τεχνικών τομέων (όπως αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα), προκειμένου να προκύψουν οι τελικές στάθμισης ανά τεχνικό τομέα και κριτήριο αντικτύπου. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας αποτυπώνονται σε πίνακες, οι οποίοι όπως αναφέρθηκε ήδη διαφοροποιούνται ανάλογα με την κλιματική ζώνη και τον τύπο του κτιρίου.

4.8 Υπολογισμός δείκτη SRI

Η τελική βαθμολογία του Δείκτη Ευφυούς εκφράζεται ως ποσοστό και αποτυπώνει τον βαθμό στον οποίο ένα κτίριο ή κτιριακή μονάδα είναι ικανό να αξιοποιεί «έξυπνες» τεχνολογίες. Πιο συγκεκριμένα, ο δείκτης εκφράζει την αναλογία μεταξύ της πραγματικής ευφυούς ετοιμότητας του κτιρίου και της μέγιστης δυνατής που θα μπορούσε να επιτευχθεί, δεδομένων των διαθέσιμων τεχνολογιών.

Η μεθοδολογία υπολογισμού του SRI είναι πολυκριτηριακή και βασίζεται στη διαδοχική αξιολόγηση των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας, των τεχνικών τομέων και των κριτηρίων αντικτύπου, λαμβάνοντας υπόψη τους αντίστοιχους συντελεστές στάθμισης. Η διαδικασία αυτή οργανώνεται σε διακριτά βήματα, τα οποία εξασφαλίζουν τη συστηματική και συγκρίσιμη αποτίμηση της ευφυούς ετοιμότητας.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον προσδιορισμό του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας είναι ακριβώς η ίδια, είτε ο υπολογισμός του δείκτη SRI γίνει με την απλοποιημένη (Α) είτε με τη λεπτομερή (Β) μέθοδο. Αρχικά γίνεται ο προσδιορισμός των ευφυώς έτοιμων υπηρεσιών του υπό μελέτη κτηρίου με βάση τους εννέα τεχνικούς τομείς. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι αποδόσεις τους συναρτήσει των επτά κριτηρίων αντικτύπου και τέλος προκύπτει το συνολικό αποτέλεσμα βάση των συντελεστών στάθμισης. Αναλυτικότερα, ο υπολογισμός των βαθμολογιών ευφυούς ετοιμότητας γίνεται σύμφωνα με το ακόλουθα βήματα:

Βήμα 1: Καταγραφή και διαλογή υπηρεσιών

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τη διαλογή και καταγραφή των ευφυώς έτοιμων υπηρεσιών που υπάρχουν στο υπό εξέταση κτίριο. Για κάθε τεχνικό τομέα καταγράφονται οι διαθέσιμες υπηρεσίες, ενώ υπηρεσίες που δεν εφαρμόζονται στο συγκεκριμένο κτίριο εξαιρούνται από την αξιολόγηση.

Βήμα 2: Καθορισμός επιπέδων λειτουργικότητας

Μετά από τη διαλογή των υπηρεσιών έπεται η αξιολόγησή τους βάσει του βαθμού λειτουργικότητας τους. Κάθε υπηρεσία αξιολογείται ως προς το επίπεδο λειτουργικότητάς της (Functionality Level), το οποίο εκφράζει τον βαθμό «ευφυΐας» της εφαρμογής της. Ένα υψηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας αντικατοπτρίζει μια "εξυπνότερη" εφαρμογή της υπηρεσίας, η οποία γενικά παρέχει πιο επωφελείς συνέπειες στους χρήστες και στο δίκτυο, σε σύγκριση με τις υπηρεσίες που έχουν χαμηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας. Τα επίπεδα αυτά κυμαίνονται από 0 (απουσία ευφυούς λειτουργίας) έως 4 (μέγιστη ευφυής λειτουργικότητα), αποτυπώνοντας την τεχνολογική ωριμότητα και την απόδοση της υπηρεσίας.

Βήμα 3: Υπολογισμός αποδόσεων κριτηρίων αντικτύπου

Για κάθε τεχνικό τομέα d και για κάθε κριτήριο αντικτύπου ic , υπολογίζεται η συνολική απόδοση ως άθροισμα των επιμέρους αποδόσεων των υπηρεσιών. Δηλαδή, για κάθε ένα από τα επτά κριτήρια αντικτύπου, καθορίζεται η βαθμολογία του κριτηρίου σε σχέση με κάθε τεχνικό τομέα, ως εξής:

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

όπου:

- d είναι ο αριθμός του τεχνικού τομέα υπό εξέταση,
- ic είναι ο αριθμός του κριτηρίου αντικτύπου υπό εξέταση,
- N_d είναι ο συνολικός αριθμός υπηρεσιών στον τεχνικό τομέα d ,
- $S_{i,d}$ είναι η υπηρεσία i του τεχνικού τομέα d ,
- $FL(S_{i,d})$ είναι η απόδοση του κριτηρίου αντικτύπου αριθμού ic στην υπηρεσία $S_{i,d}$, σύμφωνα με το επίπεδο λειτουργικότητας της υπηρεσίας,
- $I(d, ic)$ είναι η συνολική απόδοση του κριτηρίου αντικτύπου αριθμού ic στον τεχνικό τομέα αριθμού d ,

Βήμα 4: Υπολογισμός μέγιστων αποδόσεων κριτηρίων αντικτύπου

Αντίστοιχα, υπολογίζεται η μέγιστη δυνατή απόδοση για κάθε τεχνικό τομέα και κριτήριο αντικτύπου. Σύμφωνα με τη λίστα των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας καθορίζεται η μέγιστη βαθμολογία των κριτηρίων αντικτύπου, κάθε τεχνικού τομέα ως εξής:

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

όπου FL_{max} είναι το μέγιστο επίπεδο λειτουργικότητας που μπορεί να επιτύχει μια υπηρεσία $S_{i,d}$ σύμφωνα με τον κατάλογο των ευφώς έτοιμων υπηρεσιών.

Βήμα 5: Δείκτης ευφυούς ετοιμότητας ανά κριτήριο αντικτύπου

Για καθένα από τα κριτήρια αντικτύπου, οι βαθμολογίες ευφυούς ετοιμότητας (εκφραζόμενες ως ποσοστό) μπορούν να προσδιοριστούν με τη στάθμιση των υπολογισμένων βαθμολογιών ως εξής:

$$SR_{ic} = \frac{\sum_{d=1}^N W_{d,ic} \cdot I(d, ic)}{\sum_{d=1}^N W_{d,ic} \cdot I_{max}(d, ic)} \cdot 100$$

όπου:

- $W_{d,ic}$ είναι ο συντελεστής στάθμισης του τεχνικού τομέα d για το κριτήριο ic ,
- N ο συνολικός αριθμός τεχνικών τομέων.

Βήμα 6: Υπολογισμός δείκτη ανά λειτουργία-κλειδί

Οι τιμές των κριτηρίων αντικτύπου συνδυάζονται ανά λειτουργία-κλειδί μέσω των αντίστοιχων συντελεστών στάθμισης:

$$SR_c = \sum_{ic=1}^M W_c(ic) \cdot SR_{ic}$$

όπου:

- SR_c είναι η βαθμολογία της λειτουργίας-κλειδί c ,
- M είναι ο συνολικός αριθμός κριτηρίων αντικτύπου

- W_c είναι ο συντελεστής βαρύτητας, εκφρασμένος σε μορφή ποσοστού, του κριτηρίου αντικτύπου αριθμού ic για την λειτουργία - κλειδί c
- SR_{ic} είναι το αποτέλεσμα του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας για το κριτήριο αντικτύπου αριθμού ic .

Βήμα 7: Υπολογισμός συνολικού δείκτη SRI

Η τελική βαθμολογία του SRI ενός κτηρίου ή κτιριακής μονάδας προκύπτει ως σταθμισμένος μέσος των τριών λειτουργιών-κλειδιών. Εκφράζεται ως ποσοστό και μπορεί να προσδιοριστεί με τη στάθμιση των υπολογισμένων βαθμολογιών από τις τρεις λειτουργίες-κλειδιά ως εξής:

$$SR = \sum \frac{1}{3} \cdot Sr_c$$

όπου:

- SR είναι το συνολικό αποτέλεσμα του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας
- Sr_c είναι το αποτέλεσμα του δείκτη ευφυούς ετοιμότητας για την λειτουργία - κλειδί c .

Βήμα 8 (προαιρετικό): Ανάλυση ανά τεχνικό τομέα

Προαιρετικά, μπορεί να υπολογιστεί και η επίδοση κάθε τεχνικού τομέα ανά κριτήριο αντικτύπου:

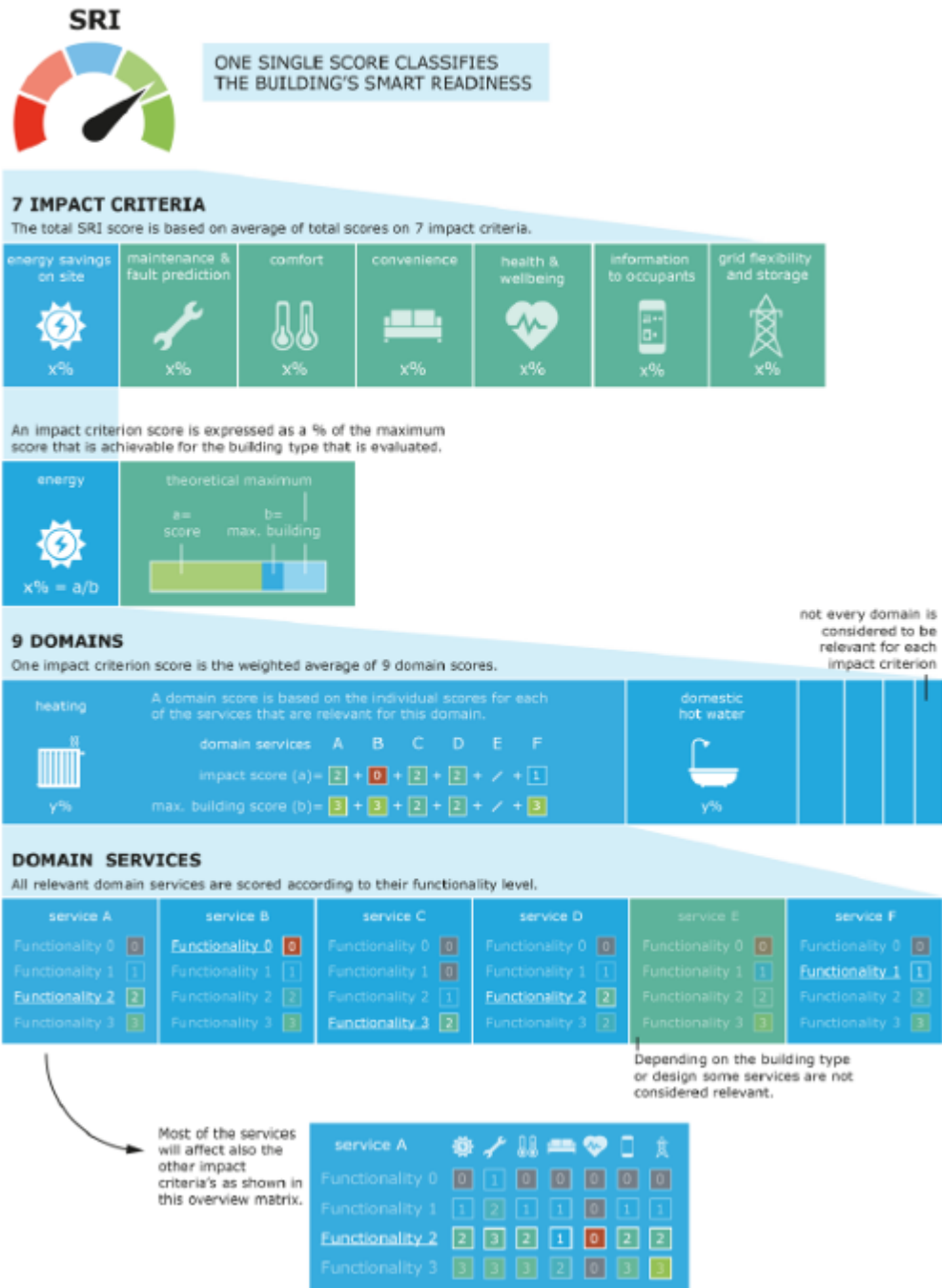
$$SR_{d,ic} = \frac{I(d, ic)}{I_{max}(d, ic)} \cdot 100$$

Η ανάλυση αυτή παρέχει πιο λεπτομερή εικόνα της απόδοσης του κτιρίου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό τομέων προς βελτίωση.

Η παραπάνω διαδικασία οδηγεί σε έναν ενιαίο δείκτη SRI, ο οποίος εκφράζει συνολικά την ευφυή ετοιμότητα του κτιρίου. Η μεθοδολογία επιτρέπει τόσο τη συνοπτική αποτύπωση της απόδοσης μέσω ενός ποσοστού, όσο και την αναλυτική διερεύνηση των επιμέρους παραμέτρων που τη διαμορφώνουν.

Η πολυεπίπεδη αυτή προσέγγιση καθιστά τον SRI ένα ισχυρό εργαλείο αξιολόγησης, καθώς συνδυάζει τεχνικά χαρακτηριστικά, λειτουργικές επιδόσεις και ενεργειακή συμπεριφορά, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της «ευφυΐας» ενός κτιρίου. Τα παραπάνω βήματα που αναλύθηκαν αποτυπώνονται επίσης συνοπτικά στην Εικόνα 4.7.4.

SRI - CALCULATION METHODOLOGY



Εικόνα 4.7.4: Επισκόπηση της μεθοδολογίας υπολογισμού του δείκτη SRI

5. Διαδικασία αξιολόγησης και SRI audits

Η αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας ενός κτιρίου πραγματοποιείται μέσω επιτόπιων ελέγχων (SRI audits), οι οποίοι οφείλουν να ακολουθούν μια τυποποιημένη διαδικασία βασισμένη σε ευρωπαϊκά πρότυπα και μεθοδολογίες ενεργειακών ελέγχων. Η διαδικασία αυτή διασφαλίζει τη συνέπεια, τη διαφάνεια και τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών κτιρίων και κρατών-μελών.

Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας SRI audits βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη δομή των ενεργειακών ελέγχων σύμφωνα με το πρότυπο EN 16247, προσαρμοσμένη όμως στις ιδιαιτερότητες της αξιολόγησης «έξυπνων» λειτουργιών κτιρίων.

5.1 Αρχές αξιολόγησης

Η διαδικασία αξιολόγησης της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων μέσω επιτόπιων ελέγχων θα πρέπει να βασίζεται σε ένα σύνολο γενικών αρχών που διασφαλίζουν τη συνέπεια, τη διαφάνεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Δεδομένου ότι δεν έχει ακόμη θεσπιστεί πλήρως δεσμευτικό κανονιστικό πλαίσιο, η προσέγγιση αυτή αντλείται κυρίως από υφιστάμενες καλές πρακτικές και από το πλαίσιο που εισάγει το CEN CWA 18193:2025, το οποίο λειτουργεί ως σημείο αναφοράς, καθώς αποτελεί ένα ευρωπαϊκό συμφωνημένο πλαίσιο (CEN Workshop Agreement) που καθορίζει τυποποιημένες διαδικασίες για τη διενέργεια επιτόπιων ελέγχων SRI (on-site audits), περιγράφοντας τη μεθοδολογία συλλογής δεδομένων, την αξιολόγηση των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας και τις ελάχιστες απαιτήσεις τεκμηρίωσης, με στόχο τη διασφάλιση της συγκρισιμότητας, της αξιοπιστίας και της ποιότητας των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών κτιρίων και χωρών [36].

Καταρχάς, η αξιολόγηση θα πρέπει να έχει ολιστικό χαρακτήρα, καλύπτοντας το σύνολο των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου και τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Η εξέταση δεν περιορίζεται στην αποτύπωση μεμονωμένων τεχνολογιών, αλλά επεκτείνεται στην ικανότητα των συστημάτων να λειτουργούν συνδυαστικά, να ανταλλάσσουν πληροφορία και να προσαρμόζονται δυναμικά στις συνθήκες λειτουργίας. Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται στον ρόλο των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου, τα οποία αποτελούν τον βασικό μηχανισμό υλοποίησης των «έξυπνων» λειτουργιών.

Παράλληλα, η διαδικασία θα πρέπει να βασίζεται σε επαρκή και αξιόπιστα δεδομένα. Η συλλογή στοιχείων οφείλει να περιλαμβάνει τόσο τεχνικές πληροφορίες για τον σχεδιασμό και τη λειτουργία των συστημάτων όσο και δεδομένα που σχετίζονται με τις πραγματικές συνθήκες χρήσης του κτιρίου. Ιδιαίτερη σημασία έχει η αξιοποίηση

υφιστάμενης τεκμηρίωσης, η οποία θα πρέπει να ελέγχεται ως προς την εγκυρότητα και την επικαιρότητά της, ώστε να διασφαλίζεται η ορθότητα της αξιολόγησης.

Επιπλέον, η αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας θα πρέπει να εστιάζει κυρίως στη λειτουργικότητα των υπηρεσιών και όχι αποκλειστικά σε ποσοτικά ενεργειακά μεγέθη. Σε αντίθεση με τους κλασικούς ενεργειακούς ελέγχους, το ενδιαφέρον μετατοπίζεται από την καταγραφή καταναλώσεων στη διερεύνηση της ικανότητας του κτιρίου να ενσωματώνει και να αξιοποιεί τεχνολογίες που βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση, την άνεση των χρηστών και την ευελιξία ως προς το ενεργειακό σύστημα. Η προσέγγιση αυτή συνδέεται άμεσα με την αξιολόγηση των επιπέδων λειτουργικότητας των επιμέρους υπηρεσιών, όπως αυτά ορίζονται στο πλαίσιο του SRI.

Ένα ακόμη βασικό στοιχείο αποτελεί η διασφάλιση της διαφάνειας και της τεκμηρίωσης της διαδικασίας. Ο αξιολογητής θα πρέπει να καταγράφει με σαφήνεια τις παραδοχές που υιοθετούνται, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται και τυχόν περιορισμούς της αξιολόγησης. Η πρακτική αυτή είναι κρίσιμη τόσο για τη δυνατότητα επαναληψιμότητας της διαδικασίας όσο και για τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών κτιρίων ή χρονικών στιγμών .

Τέλος, η διαδικασία αξιολόγησης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη συμμετοχή των εμπλεκόμενων φορέων, όπως ιδιοκτητών, διαχειριστών και χρηστών του κτιρίου. Η ενσωμάτωση της εμπειρίας και των αναγκών τους συμβάλλει σε μια πιο ρεαλιστική αποτίμηση της λειτουργίας των συστημάτων και των δυνατοτήτων βελτίωσης. Παράλληλα, η αξιολόγηση θα πρέπει να πραγματοποιείται με τρόπο που να διασφαλίζει την αντικειμενικότητα, την προστασία δεδομένων και τη συμμόρφωση με τις ισχύουσες κανονιστικές απαιτήσεις.

5.2 Ορισμός βημάτων επιτόπιου ελέγχου SRI με βάση μεθοδολογίες ενεργειακού ελέγχου

Η διαμόρφωση της διαδικασίας επιτόπιου ελέγχου για την αξιολόγηση του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας βασίζεται σε σημαντικό βαθμό στις υφιστάμενες μεθοδολογίες ενεργειακών ελέγχων, όπως αυτές ορίζονται στο πρότυπο EN 16247. Η επιλογή αυτή δεν είναι τυχαία, καθώς οι ενεργειακοί έλεγχοι αποτελούν μια ώριμη και ευρέως εφαρμοσμένη διαδικασία αξιολόγησης κτιρίων, με σαφώς καθορισμένα βήματα, μεθοδολογίες και απαιτήσεις τεκμηρίωσης.

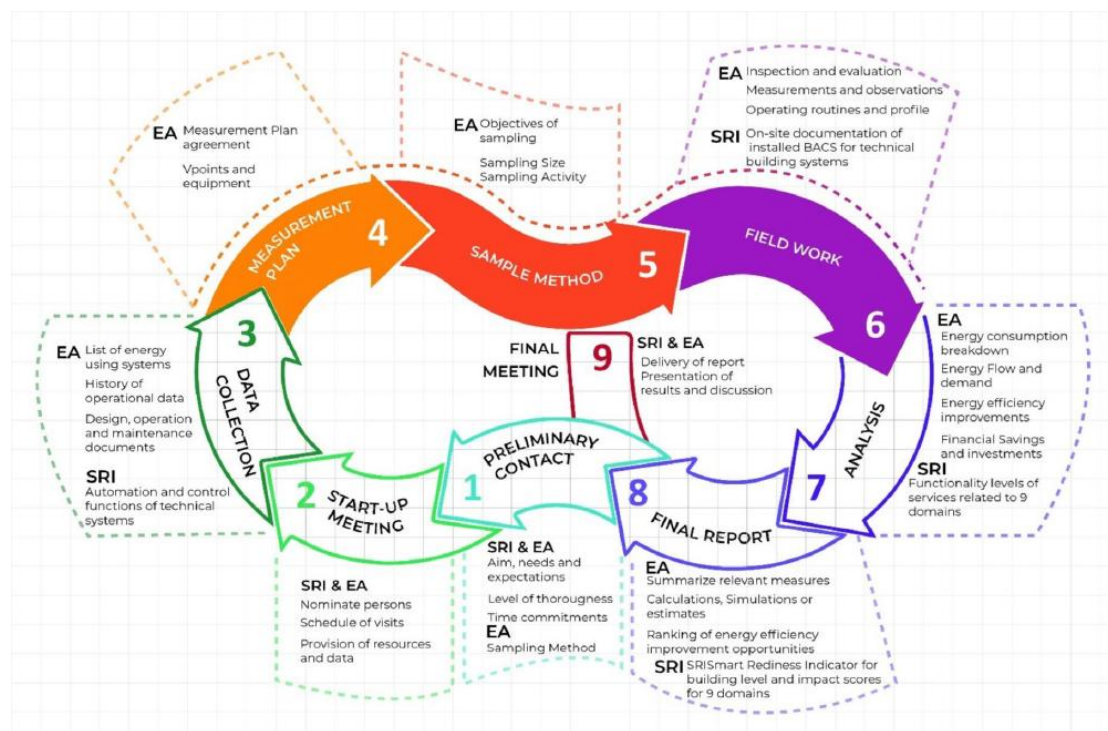
Στο πλαίσιο ανάπτυξης της μεθοδολογίας SRI, πραγματοποιήθηκε συγκριτική ανάλυση μεταξύ της κλασικής διαδικασίας ενεργειακού ελέγχου και της αξιολόγησης ευφυούς ετοιμότητας. Στόχος της ανάλυσης αυτής ήταν ο εντοπισμός των κοινών στοιχείων που μπορούν να αξιοποιηθούν, καθώς και η απομάκρυνση εκείνων των

βημάτων που δεν είναι απαραίτητα για την αξιολόγηση της «ευφυΐας» ενός κτιρίου. Παράλληλα, ενσωματώθηκαν νέα στοιχεία που σχετίζονται με την αποτίμηση των έξυπνων τεχνολογιών, των συστημάτων αυτοματισμού και της αλληλεπίδρασης με τους χρήστες και το ενεργειακό δίκτυο.

Η βασική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο προσεγγίσεων έγκειται στο γεγονός ότι ο ενεργειακός έλεγχος εστιάζει κυρίως στη μέτρηση και ανάλυση της πραγματικής ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ η αξιολόγηση SRI επικεντρώνεται στη λειτουργικότητα και στις δυνατότητες των τεχνολογικών συστημάτων του κτιρίου. Ως εκ τούτου, ο SRI δεν απαιτεί εκτεταμένες μετρήσεις ή δειγματοληψίες (sampling), αλλά βασίζεται κυρίως στην καταγραφή, αξιολόγηση και κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας.

Η προσαρμογή αυτή οδηγεί σε μια στοχευμένη διαδικασία ελέγχου, η οποία διατηρεί τη δομή των ενεργειακών ελέγχων, αλλά μετατοπίζει το επίκεντρο από την κατανάλωση ενέργειας στη λειτουργική επάρκεια και στην τεχνολογική ετοιμότητα του κτιρίου.

Στην Εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται συνοπτικά η αντιστοίχιση των βασικών βημάτων της διαδικασίας ενεργειακού ελέγχου με τα αντίστοιχα βήματα της αξιολόγησης SRI.



Εικόνα 5.2.1: Διαδικασία εννέα βημάτων για ενεργειακούς ελέγχους έναντι ελέγχου SRI [36]

Η ανάλυση αυτή δείχνει ότι, παρότι η γενική δομή παραμένει κοινή, ορισμένα στάδια των ενεργειακών ελέγχων είτε τροποποιούνται είτε δεν εφαρμόζονται στο πλαίσιο

του SRI. Συγκεκριμένα, τα στάδια που σχετίζονται με σχέδια μετρήσεων (measurement plan) και δειγματοληψίες (sampling) δεν αποτελούν βασικό μέρος της διαδικασίας SRI, καθώς η αξιολόγηση δεν αποσκοπεί στην ποσοτική αποτύπωση της ενεργειακής συμπεριφοράς αλλά στην ποιοτική αποτίμηση των δυνατοτήτων και των συστημάτων του κτιρίου.

Αντίθετα, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε στάδια όπως η συλλογή τεχνικών δεδομένων, η επιτόπια επιθεώρηση των συστημάτων, η αξιολόγηση των επιπέδων λειτουργικότητας των υπηρεσιών και η ανάλυση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τους τεχνικούς τομείς και τα κριτήρια επίδρασης του SRI.

Η αντιστοίχιση των επιμέρους βημάτων παρουσιάζεται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Βήμα	Ενεργειακός Έλεγχος (EN 16247)	Αξιολόγηση SRI	Διατηρείται στο SRI audit
Προκαταρκτική επαφή	Καθορισμός στόχων και αναγκών, επίπεδο ανάλυσης, χρόνος και πόροι, μέθοδος δειγματοληψίας	Καθορισμός στόχων SRI, αναγνώριση απαιτήσεων κτιρίου, προσδιορισμός βάθους ανάλυσης, εκτίμηση πόρων	Ναι
Εναρκτήρια συνάντηση	Ορισμός εμπλεκόμενων, προγραμματισμός επισκέψεων, οργάνωση πόρων	Καθορισμός υπευθύνων SRI, συντονισμός επισκέψεων, προετοιμασία δεδομένων	Ναι
Συλλογή δεδομένων	Καταγραφή ενεργειακών συστημάτων, ιστορικά δεδομένα, τεχνική τεκμηρίωση	Συλλογή στοιχείων για αυτοματισμούς και λειτουργίες ελέγχου, τεχνική τεκμηρίωση	Ναι
Σχέδιο μετρήσεων	Καθορισμός μετρήσεων και εξοπλισμού	Δεν εφαρμόζεται άμεσα στο SRI	Όχι
Δειγματοληψία	Καθορισμός δείγματος και συχνότητας μετρήσεων	Δεν εφαρμόζεται στο SRI	Όχι

Βήμα	Ενεργειακός Έλεγχος (EN 16247)	Αξιολόγηση SRI	Διατηρείται στο SRI audit
Επιτόπιος έλεγχος (Field work)	Επιθεώρηση, μετρήσεις, ανάλυση λειτουργίας	Επιθεώρηση συστημάτων και αξιολόγηση επιπέδων λειτουργικότητας	Ναι
Ανάλυση	Ανάλυση κατανάλωσης, εντοπισμός εξοικονομήσεων	Ανάλυση λειτουργικότητας υπηρεσιών στους τεχνικούς τομείς SRI	Ναι
Τελική έκθεση	Παρουσίαση αποτελεσμάτων και προτάσεων	Υπολογισμός SRI και παρουσίαση αποτελεσμάτων ανά τομέα και κριτήριο	Ναι
Τελική συνάντηση	Παρουσίαση και συζήτηση αποτελεσμάτων	Παρουσίαση αξιολόγησης SRI και προτάσεων βελτίωσης	Ναι

Πίνακας 5.2.1: Αντιστοίχιση βημάτων ενεργειακού ελέγχου (EN 16247) με τη μεθοδολογία SRI

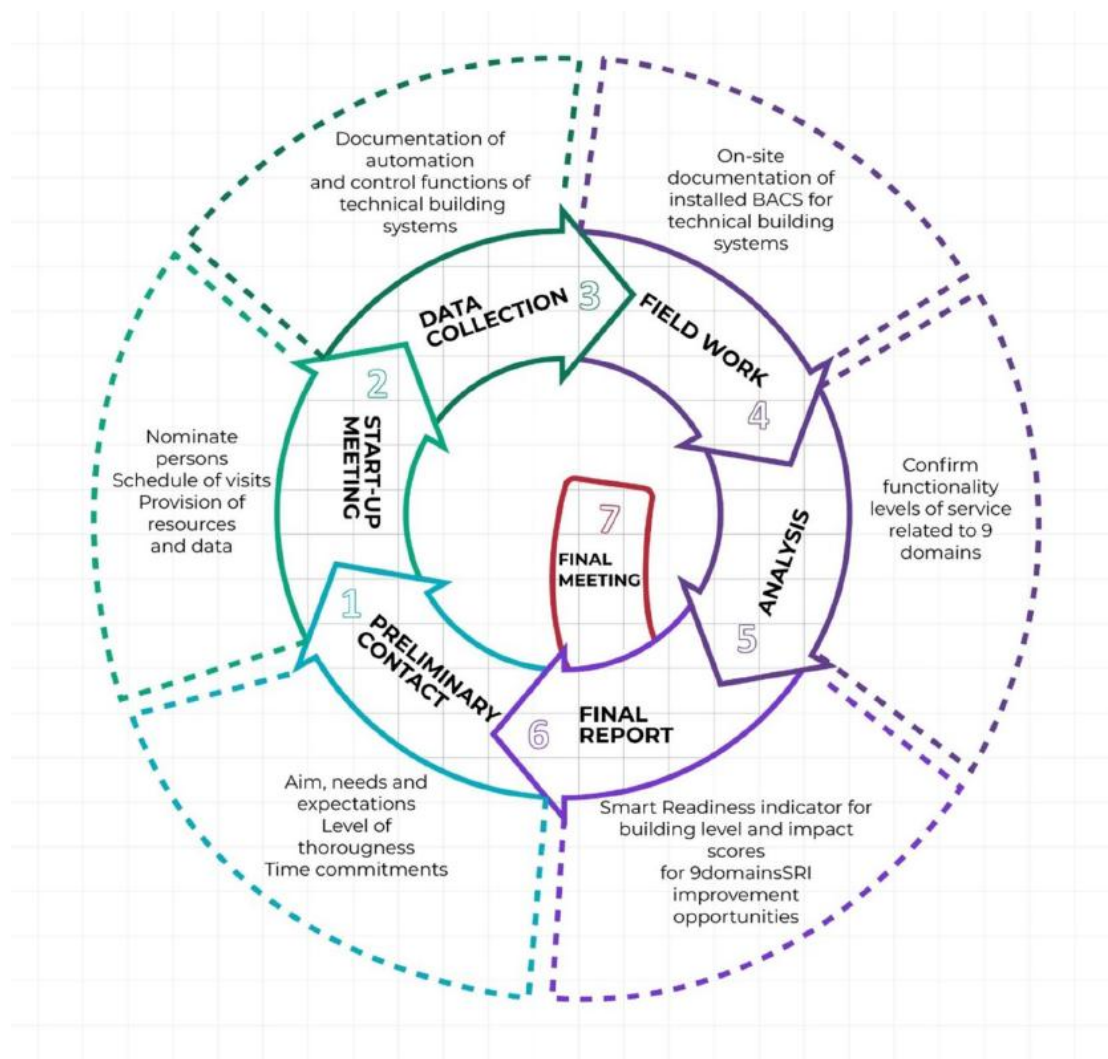
Συνοψίζοντας, η διαδικασία επιτόπιου ελέγχου SRI αποτελεί μια εξελιγμένη προσαρμογή των ενεργειακών ελέγχων, η οποία διατηρεί τη δομή και τη μεθοδολογική συνέπεια των τελευταίων, αλλά εστιάζει σε διαφορετικά χαρακτηριστικά του κτιρίου. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την αξιοποίηση της υφιστάμενης τεχνογνωσίας των ενεργειακών επιθεωρητών, διευκολύνοντας την ενσωμάτωση του SRI στην πράξη, ενώ παράλληλα ανταποκρίνεται στις νέες απαιτήσεις της ψηφιακής και ενεργειακής μετάβασης του κτιριακού τομέα.

5.3 Βήματα ελέγχου και αξιολόγησης SRI

Σύμφωνα με το CEN CWA 18193:2025, η διαδικασία επιτόπιου ελέγχου για τον υπολογισμό του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας ακολουθεί μια δομημένη και συστηματική προσέγγιση, η οποία βασίζεται σε επτά διακριτά στάδια. Η μεθοδολογία αυτή αντλεί τη βασική της λογική από τα πρότυπα ενεργειακών ελέγχων, προσαρμοσμένη όμως στις ιδιαίτερες απαιτήσεις αξιολόγησης της «ευφυΐας» των κτιρίων, δηλαδή της ικανότητάς τους να αξιοποιούν τεχνολογίες αυτοματισμού, ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας.

Η διαδικασία επικεντρώνεται στη διερεύνηση της λειτουργικότητας των τεχνικών συστημάτων, της ύπαρξης «έξυπνων» υπηρεσιών και της ικανότητας του κτιρίου να ανταποκρίνεται δυναμικά στις ανάγκες των χρηστών και του ενεργειακού δικτύου.

Στην Εικόνα 5.2.2 παρουσιάζεται η συνολική δομή της διαδικασίας αξιολόγησης SRI:



Εικόνα 5.2.2: Πλαίσιο ελέγχου και αξιολόγησης SRI

Η διαδικασία ελέγχου και αξιολόγησης περιλαμβάνει τα εξής βασικά στάδια:

Στάδιο 1: Προκαταρκτική επαφή (Preliminary Contact)

Το πρώτο στάδιο αφορά τον καθορισμό του πλαισίου της αξιολόγησης. Σε αυτό το σημείο προσδιορίζονται οι στόχοι του SRI audit, οι ειδικές απαιτήσεις του έργου και οι προσδοκίες των εμπλεκόμενων μερών. Η φάση αυτή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη, καθώς καθορίζει το επίπεδο ανάλυσης που θα ακολουθηθεί (π.χ. βαθμός λεπτομέρειας αξιολόγησης), καθώς και το εύρος του ελέγχου.

Παράλληλα, συμφωνούνται το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης, οι διαθέσιμοι πόροι και ο απαιτούμενος χρόνος απασχόλησης των εμπλεκομένων. Η σαφής οριοθέτηση των παραμέτρων αυτών συμβάλλει στην αποφυγή ασάφειας και διασφαλίζει την ομαλή εξέλιξη της διαδικασίας.

Στάδιο 2: Εναρκτήρια συνάντηση (Start-up Meeting)

Ακολουθεί η εναρκτήρια συνάντηση, κατά την οποία οργανώνεται επιχειρησιακά η διαδικασία του ελέγχου. Σε αυτή τη φάση καθορίζονται τα βασικά πρόσωπα που θα συμμετέχουν στην αξιολόγηση (auditors, διαχειριστές κτιρίου, τεχνικό προσωπικό), καθώς και οι αρμοδιότητές τους.

Επιπλέον, οριστικοποιείται το πρόγραμμα των επιτόπιων επισκέψεων και προσδιορίζονται τα δεδομένα και οι πόροι που θα απαιτηθούν (τεχνικά σχέδια, εγχειρίδια, συστήματα κ.λπ.). Η φάση αυτή λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ του θεωρητικού σχεδιασμού και της πρακτικής υλοποίησης του ελέγχου.

Στάδιο 3: Συλλογή δεδομένων (Data Collection)

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται η συγκέντρωση όλων των απαραίτητων πληροφοριών που σχετίζονται με τα τεχνικά συστήματα και τις λειτουργίες αυτοματισμού του κτιρίου. Η έμφαση δίνεται κυρίως στην καταγραφή των λειτουργιών ελέγχου και διαχείρισης (automation and control functions), καθώς αυτές αποτελούν τη βάση για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας.

Οι βασικές πηγές δεδομένων περιλαμβάνουν:

- τεχνική τεκμηρίωση και σχέδια συστημάτων,
- εγχειρίδια λειτουργίας και συντήρησης,
- δεδομένα από συστήματα BMS,
- καθώς και πληροφορίες που προκύπτουν από συνεντεύξεις/συζητήσεις με τεχνικό προσωπικό.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η διασταύρωση της θεωρητικής πληροφορίας με την πραγματική λειτουργία του κτιρίου, καθώς συχνά υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ σχεδιασμού και λειτουργίας.

Στάδιο 4: Επιτόπιος έλεγχος (Field Work)

Η φάση του επιτόπιου ελέγχου αποτελεί τον πυρήνα της διαδικασίας. Ο αξιολογητής εξετάζει επιτόπου τα τεχνικά συστήματα του κτιρίου, επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη και τη λειτουργία τους σε σχέση με τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί.

Κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης πραγματοποιείται:

- έλεγχος της εφαρμοσιμότητας των τεχνικών τομέων,

- καταγραφή των υφιστάμενων υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας,
- και αρχική εκτίμηση των επιπέδων λειτουργικότητας κάθε υπηρεσίας.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η διαδικασία «φιλτραρίσματος» (triage), μέσω της οποίας εντοπίζονται τα συστήματα που υπάρχουν στο κτίριο και αποκλείονται όσα δεν υφίστανται. Επιπλέον, ο αξιολογητής εξετάζει τη λογική λειτουργίας των συστημάτων αυτοματισμού, τις ρουτίνες λειτουργίας και τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση και την ευελιξία.

Στάδιο 5: Ανάλυση (Analysis)

Μετά τη συλλογή και επαλήθευση των δεδομένων, ακολουθεί η φάση της ανάλυσης. Σε αυτό το στάδιο προσδιορίζονται τα επίπεδα λειτουργικότητας για κάθε υπηρεσία ευφυούς ετοιμότητας, σε συνάρτηση με τους εννέα τεχνικούς τομείς του SRI.

Η ανάλυση επικεντρώνεται:

- στον εντοπισμό των υφιστάμενων τεχνολογιών,
- στην αξιολόγηση της απόδοσής τους,
- και στη συσχέτισή τους με τα κριτήρια επίδρασης.

Στόχος είναι να αξιολογηθεί ο τρόπος με τον οποίο κάθε υπηρεσία ευθυγραμμίζεται με το επιθυμητό επίπεδο λειτουργικότητας στους εννέα τεχνικούς τομείς.

Στάδιο 6: Τελική έκθεση (Final Report)

Η διαδικασία ανάλυσης οδηγεί στη σύνταξη της τελικής έκθεσης αξιολόγησης SRI η οποία περιλαμβάνει τον συνολικό δείκτη SRI σε επίπεδο κτιρίου. Επιπλέον παρουσιάζονται οι επιμέρους βαθμολογίες ανά τεχνικό τομέα και κριτήριο επίδρασης προσφέροντας στα ενδιαφερόμενα μέρη μια ακριβή αξιολόγηση της κατάστασης του κτιρίου όσον αφορά την ευφυή ετοιμότητα. Η έκθεση περιγράφει περαιτέρω τις ευκαιρίες για βελτίωσή της, οι οποίες θα πρέπει να στοχεύουν στην ενίσχυση της έξυπνης λειτουργίας για την επίτευξη καλύτερης απόδοσης του κτιρίου, όπως η αναβάθμιση συστημάτων αυτοματισμού.

Στάδιο 7: Τελική συνάντηση (Final Meeting)

Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων στους εμπλεκόμενους φορείς. Στην τελική συνάντηση παρουσιάζεται η αξιολόγηση SRI και αναλύονται τα βασικά ευρήματα. Πρόκειται για μια ουσιαστική συνάντηση όπου συζητούνται λεπτομερώς τα αποτελέσματα σε επίπεδο κτιρίου.

Συνολικά, η διαδικασία επιτόπιου ελέγχου SRI συνιστά μια δομημένη και επαναλήψιμη μεθοδολογία, η οποία συνδυάζει στοιχεία ενεργειακών ελέγχων με σύγχρονες απαιτήσεις ψηφιοποίησης και ευφυούς λειτουργίας των κτιρίων. Μέσω

της προσέγγισης αυτής, καθίσταται δυνατή η συστηματική αξιολόγηση της τεχνολογικής ετοιμότητας των κτιρίων και η υποστήριξη της μετάβασης προς ένα πιο αποδοτικό και ευέλικτο ενεργειακό σύστημα.

5.4 Συλλογή δεδομένων και τεκμηρίωση

Η συλλογή δεδομένων αποτελεί ένα από τα πλέον κρίσιμα στάδια της διαδικασίας αξιολόγησης του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας, καθώς η ποιότητα και η πληρότητα των διαθέσιμων πληροφοριών επηρεάζουν άμεσα την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Σε αντίθεση με τις κλασικές διαδικασίες ενεργειακού ελέγχου, όπου κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζουν οι μετρήσεις κατανάλωσης, στο πλαίσιο του SRI η έμφαση μετατοπίζεται στη συλλογή ποιοτικών και τεχνικών δεδομένων που σχετίζονται με τη λειτουργικότητα των συστημάτων και την ύπαρξη «έξυπνων» υπηρεσιών.

Η διαδικασία τεκμηρίωσης θα πρέπει να περιλαμβάνει πλήρη αποτύπωση των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου, με ιδιαίτερη έμφαση στις λειτουργίες αυτοματισμού, ελέγχου και διαχείρισης. Τα δεδομένα που συλλέγονται αφορούν τόσο τον σχεδιασμό όσο και την πραγματική λειτουργία των εγκαταστάσεων, προκειμένου να αποτυπωθεί με ακρίβεια το επίπεδο ευφυούς ετοιμότητας. Σημαντικές πηγές πληροφόρησης αποτελούν τα τεχνικά σχέδια, τα εγχειρίδια λειτουργίας και συντήρησης, τα δεδομένα από συστήματα διαχείρισης κτιρίου (BMS), καθώς και κάθε διαθέσιμη τεκμηρίωση που περιγράφει τη διαμόρφωση και τη λειτουργία των συστημάτων.

Παράλληλα, η επιτόπια επιθεώρηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην επαλήθευση των δεδομένων. Συχνά παρατηρούνται αποκλίσεις μεταξύ της θεωρητικής τεκμηρίωσης και της πραγματικής κατάστασης των συστημάτων, είτε λόγω μεταγενέστερων επεμβάσεων είτε λόγω διαφοροποιήσεων στον τρόπο λειτουργίας. Για τον λόγο αυτό, η διαδικασία συλλογής δεδομένων θα πρέπει να συνδυάζει την ανάλυση εγγράφων με την επιτόπια παρατήρηση και, όπου είναι εφικτό, με συνεντεύξεις του τεχνικού προσωπικού ή των διαχειριστών του κτιρίου.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η συστηματική καταγραφή των υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας και των αντίστοιχων επιπέδων λειτουργικότητας. Η τεκμηρίωση θα πρέπει να είναι επαρκής, ώστε να επιτρέπει την αναπαραγωγή της αξιολόγησης, διασφαλίζοντας τη συγκρισιμότητα μεταξύ διαφορετικών κτιρίων και αξιολογήσεων. Επιπλέον, η καταγραφή των δεδομένων θα πρέπει να γίνεται με δομημένο τρόπο, ώστε να διευκολύνεται η επεξεργασία τους κατά τη φάση της ανάλυσης και του υπολογισμού του δείκτη SRI.

Συνολικά, η συλλογή δεδομένων στο πλαίσιο του SRI δεν αποτελεί απλώς μια διαδικασία συγκέντρωσης πληροφοριών, αλλά μια ολοκληρωμένη διαδικασία τεκμηρίωσης της τεχνολογικής και λειτουργικής κατάστασης του κτιρίου, η οποία αποτελεί τη βάση για την αντικειμενική αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητάς του.

5.5 Πρότυπα και κατευθυντήριες οδηγίες

Η ανάπτυξη και εφαρμογή της μεθοδολογίας αξιολόγησης του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας υποστηρίζεται από ένα σύνολο ευρωπαϊκών προτύπων και κατευθυντήριων οδηγιών, τα οποία στοχεύουν στη διασφάλιση της ομοιογένειας, της αξιοπιστίας και της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων. Καθώς ο SRI αποτελεί ένα σχετικά νέο εργαλείο πολιτικής, το σχετικό κανονιστικό πλαίσιο βρίσκεται ακόμη σε φάση διαμόρφωσης, με αποτέλεσμα να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε τεχνικά έγγραφα αναφοράς και συμφωνίες καλών πρακτικών.

Σε αυτό το πλαίσιο, το CEN CWA 18193:2025 αποτελεί ένα από τα βασικά έγγραφα αναφοράς για τη διενέργεια επιτόπιων ελέγχων SRI. Πρόκειται για ένα CEN Workshop Agreement με τίτλο “Standardized On-site Audits of Smart Readiness Indicator (SRI) for Buildings”, δηλαδή ένα ευέλικτο ευρωπαϊκό τεχνικό κείμενο, το οποίο αναπτύχθηκε με στόχο την παροχή ενός τυποποιημένου πλαισίου για τη διαδικασία αξιολόγησης της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων. Το συγκεκριμένο έγγραφο περιγράφει τις βασικές αρχές, τα στάδια της διαδικασίας ελέγχου, καθώς και τις απαιτήσεις τεκμηρίωσης και καταγραφής των δεδομένων [36].

Η σημασία του CWA 18193:2025 έγκειται στο γεγονός ότι επιχειρεί να γεφυρώσει το κενό μεταξύ της θεωρητικής μεθοδολογίας του SRI και της πρακτικής εφαρμογής της σε πραγματικές συνθήκες. Μέσω της τυποποίησης των διαδικασιών, συμβάλλει στη δημιουργία ενός κοινού πλαισίου αναφοράς για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, από τους αξιολογητές έως τις εθνικές αρχές.

Παράλληλα, το ευρύτερο κανονιστικό και τεχνικό υπόβαθρο του SRI διαμορφώνεται από την αναθεωρημένη οδηγία EPBD 2018/844 και τη νεότερη EPBD 2024/1275, καθώς και από το “Final Report on the Technical Support to the Development of a Smart Readiness Indicator for Buildings” της Ευρωπαϊκής Επιτροπής [3], [22], [27]. Τα κείμενα αυτά καθορίζουν το θεωρητικό πλαίσιο, τους στόχους και τη μεθοδολογική δομή του δείκτη, εισάγοντας τις βασικές έννοιες, τα τεχνικά πεδία αξιολόγησης και τα κριτήρια επίδρασης. Ωστόσο, δεν εξειδικεύουν πλήρως τη διαδικασία επιτόπιου ελέγχου (on-site audit), αφήνοντας περιθώριο για περαιτέρω τυποποίηση σε επιχειρησιακό επίπεδο.

Υπό αυτό το πρίσμα, το CWA 18193:2025 έρχεται να καλύψει εν μέρει αυτό το κενό, χωρίς όμως να αποτελεί δεσμευτικό ευρωπαϊκό πρότυπο. Το γεγονός αυτό, σε

συνδυασμό με την απουσία πλήρως καθορισμένων διαδικασιών επιτόπιου ελέγχου στα υπόλοιπα βασικά κείμενα, καθιστά αναγκαία την περαιτέρω εξέλιξη και θεσμική ενσωμάτωση της διαδικασίας SRI audits. Η εξέλιξη αυτή προϋποθέτει τη μετατροπή των υφιστάμενων κατευθυντήριων οδηγιών σε πιο επίσημα και δεσμευτικά κανονιστικά εργαλεία, τα οποία θα διασφαλίζουν ενιαία εφαρμογή σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στο πλαίσιο αυτό, τα κράτη μέλη αναμένεται να κληθούν να προσαρμόσουν και να εξειδικεύσουν τις υφιστάμενες κατευθυντήριες οδηγίες στις εθνικές τους συνθήκες, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις ιδιαιτερότητες του κτιριακού αποθέματος όσο και το θεσμικό και τεχνικό τους πλαίσιο. Η διαδικασία αυτή είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων, καθώς και για την αποτελεσματική ενσωμάτωση του SRI στις εθνικές πολιτικές για την ενέργεια και τα κτίρια.

Για την ελληνική πραγματικότητα, η μελλοντική υιοθέτηση και εξειδίκευση της μεθοδολογίας SRI αναμένεται να απαιτήσει τη συνεργασία αρμόδιων φορέων, όπως το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Η συνεργασία αυτή θα στοχεύει στην ανάπτυξη ενός συνεκτικού και λειτουργικού πλαισίου εφαρμογής, το οποίο θα προσαρμόζεται στις ιδιαιτερότητες της χώρας και θα διασφαλίζει την ποιότητα των αξιολογήσεων. Παράλληλα, θα συμβάλει στην ομαλή ενσωμάτωση του SRI στο υφιστάμενο σύστημα ενεργειακής πιστοποίησης και ελέγχου των κτιρίων.

Συνολικά, τα πρότυπα και οι κατευθυντήριες οδηγίες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ωρίμανση του SRI ως εργαλείου πολιτικής, παρέχοντας το αναγκαίο υπόβαθρο για τη μετάβαση από πιλοτικές εφαρμογές σε μια πιο συστηματική και, ενδεχομένως, υποχρεωτική εφαρμογή σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο.

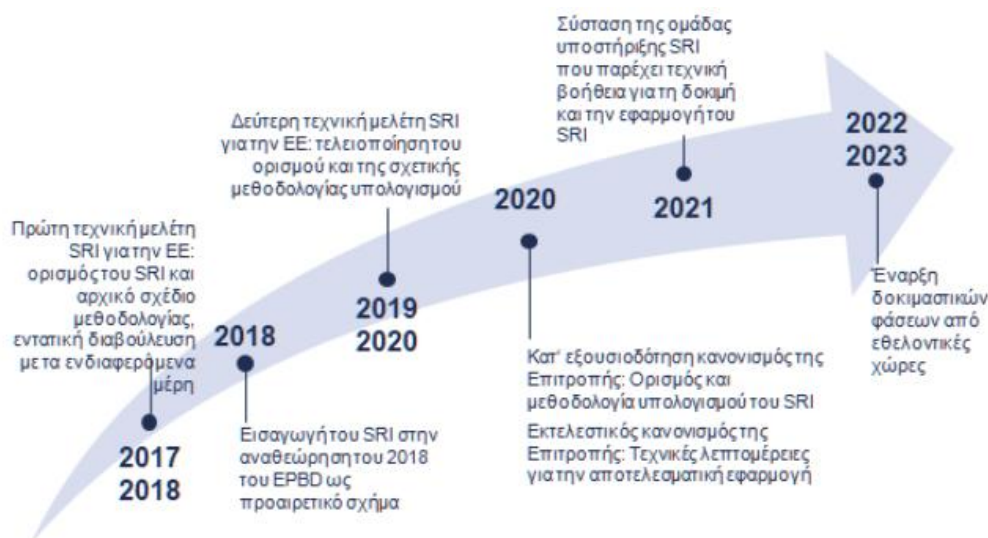
6. Εφαρμογή του SRI σε ευρωπαϊκό επίπεδο

Η εφαρμογή του Δείκτη Ευφούς Ετοιμότητας Κτιρίων σε ευρωπαϊκό επίπεδο αποτελεί μια δυναμική και εξελισσόμενη διαδικασία, η οποία συνδέεται άμεσα με τους ευρύτερους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή μετάβαση, την ψηφιοποίηση και την απανθρακοποίηση του κτιριακού τομέα. Σε αντίθεση με άλλα εργαλεία πολιτικής που εφαρμόζονται άμεσα μέσω δεσμευτικών κανονισμών, ο SRI αναπτύσσεται σταδιακά μέσα από έναν συνδυασμό νομοθετικών πρωτοβουλιών, τεχνικών μελετών, πιλοτικών εφαρμογών και ευρωπαϊκών έργων.

Η προσέγγιση αυτή αντανακλά την πολυπλοκότητα του αντικειμένου, καθώς ο SRI δεν αξιολογεί μόνο την ενεργειακή κατανάλωση, αλλά την ικανότητα των κτιρίων να λειτουργούν «έξυπνα», να προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών και να αλληλεπιδρούν με τα ενεργειακά δίκτυα. Ως εκ τούτου, η ευρωπαϊκή εφαρμογή του δείκτη βασίζεται σε μια σταδιακή διαδικασία ωρίμανσης, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη μεθοδολογιών, τη δοκιμή σε πραγματικές συνθήκες και τη μελλοντική θεσμική του ενσωμάτωση.

6.1 Εξέλιξη και ανάπτυξη του SRI

Ο Δείκτης SRI αποτελεί μια σχετικά πρόσφατη αλλά ιδιαίτερα σημαντική πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο πολιτικών για την ενεργειακή μετάβαση και την ψηφιοποίηση του κτιριακού τομέα. Η έννοια του SRI εισήχθη θεσμικά με την αναθεώρηση της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων το 2018 (Οδηγία 2018/844/ΕΕ), σηματοδοτώντας τη μετάβαση από την παραδοσιακή προσέγγιση της ενεργειακής αποδοτικότητας προς την έννοια της «ευφούς λειτουργίας» των κτιρίων [22].



Εικόνα 6.1.1: Θεσμική εξέλιξη πλαισίου SRI

Η ανάπτυξη του SRI ακολούθησε μια διαδοχική και συστηματική πορεία, η οποία ξεκίνησε πριν από τη θεσμική του κατοχύρωση και συνεχίζεται έως σήμερα. Συγκεκριμένα, κατά την περίοδο 2017–2018 πραγματοποιήθηκε η πρώτη τεχνική μελέτη σε ευρωπαϊκό επίπεδο, με στόχο τον αρχικό καθορισμό του δείκτη, τον ορισμό της έννοιας της «ευφυούς ετοιμότητας» και την ανάπτυξη μιας πρώτης εκδοχής της μεθοδολογίας υπολογισμού. Η φάση αυτή συνοδεύτηκε από εκτεταμένη διαβούλευση με εμπλεκόμενους φορείς της αγοράς, όπως μηχανικούς, ενεργειακούς επιθεωρητές, κατασκευαστές και φορείς πολιτικής.

Το 2018, ο SRI ενσωματώθηκε επισήμως στην αναθεώρηση της EPBD ως προαιρετικό εργαλείο, σηματοδοτώντας την πολιτική δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενσωμάτωση «έξυπνων» τεχνολογιών στον κτιριακό τομέα. Στη συνέχεια, κατά την περίοδο 2019–2020, πραγματοποιήθηκε δεύτερη, πιο εξειδικευμένη τεχνική μελέτη, η οποία οδήγησε στην περαιτέρω ωρίμανση της μεθοδολογίας. Η μελέτη αυτή αποτυπώθηκε στο “Final Report on the Technical Support to the Development of a Smart Readiness Indicator for Buildings”, το οποίο αποτελεί μέχρι σήμερα το βασικό τεχνικό υπόβαθρο του δείκτη [27].

Το 2020 αποτέλεσε κομβικό έτος για τη θεσμική εδραίωση του SRI, καθώς εκδόθηκαν δύο βασικές κανονιστικές πράξεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής: ο Κατ’ Εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) 2020/2155, που καθορίζει τον ορισμό και τη μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη, και ο Εκτελεστικός Κανονισμός, που προσδιορίζει τις τεχνικές λεπτομέρειες για την εφαρμογή και τη δοκιμή του [23]. Οι πράξεις αυτές συγκροτούν το βασικό νομικό και τεχνικό πλαίσιο του SRI σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Ακολούθως, το 2021 συστάθηκε η πλατφόρμα και η ομάδα υποστήριξης SRI από την ΕΕ, με στόχο την παροχή τεχνικής βοήθειας στα κράτη μέλη κατά τη φάση δοκιμών και εφαρμογής. Η πρωτοβουλία αυτή ενίσχυσε τη συνεργασία μεταξύ των χωρών και διευκόλυσε την ανταλλαγή τεχνογνωσίας και εμπειριών.

Κατά την περίοδο 2022–2023 ξεκίνησαν οι εθνικές πιλοτικές φάσεις εφαρμογής, στις οποίες συμμετέχουν εθελοντικά κράτη μέλη, με σκοπό την αξιολόγηση της πρακτικής εφαρμοσιμότητας του δείκτη. Τα αποτελέσματα των φάσεων αυτών αναμένεται να συμβάλουν καθοριστικά στη βελτίωση και την περαιτέρω εξειδίκευση της μεθοδολογίας.

Η αναθεωρημένη EPBD του 2024 (Οδηγία 2024/1275) ενισχύει τον ρόλο του SRI στο ευρωπαϊκό ενεργειακό πλαίσιο, εντάσσοντάς τον στη συνολική στρατηγική για την απανθρακοποίηση των κτιρίων και την ανάπτυξη έξυπνων ενεργειακών συστημάτων [3]. Η εξέλιξη αυτή επιβεβαιώνει ότι ο SRI αποτελεί πλέον βασικό εργαλείο για την αξιολόγηση και προώθηση των «έξυπνων κτιρίων» στην Ευρώπη.

Σημαντικό στοιχείο της περαιτέρω εξέλιξης του SRI αποτελεί το σαφές χρονοδιάγραμμα που εισάγεται μέσω της αναθεωρημένης EPBD του 2024.

Συγκεκριμένα, έως τις 30 Ιουνίου 2026, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποχρεούται να υποβάλει έκθεση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο, στην οποία θα αξιολογούνται τα αποτελέσματα της φάσης δοκιμών του SRI στα κράτη μέλη, καθώς και η συνολική πρόοδος εφαρμογής του δείκτη, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις εθνικές πρωτοβουλίες όσο και τα ευρωπαϊκά έργα που τον υποστηρίζουν. Η έκθεση αυτή θα αποτελέσει κρίσιμο σημείο καμπής για το μέλλον του SRI, καθώς θα καθορίσει τον βαθμό ωριμότητας και αξιοπιστίας του εργαλείου σε πραγματικές συνθήκες.

Με βάση τα συμπεράσματα της έκθεσης του 2026, προβλέπεται ότι έως τις 30 Ιουνίου 2027 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα εκδώσει κατ' εξουσιοδότηση πράξη, μέσω της οποίας ενδέχεται να καταστεί υποχρεωτική η εφαρμογή του SRI σε όλα τα κράτη μέλη για συγκεκριμένες κατηγορίες κτιρίων. Πιο συγκεκριμένα, η υποχρεωτική εφαρμογή αναμένεται να αφορά αρχικά τα μη οικιστικά κτίρια, όπως εμπορικά ή βιομηχανικά, τα οποία διαθέτουν συστήματα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού (HVAC) με ονομαστική ισχύ άνω των 290 kW. Η επιλογή αυτής της κατηγορίας κτιρίων αντικατοπτρίζει τη στρατηγική της ΕΕ να ξεκινήσει την εφαρμογή του δείκτη από μεγάλα και ενεργειακά απαιτητικά κτίρια, όπου η ενσωμάτωση «έξυπνων» τεχνολογιών μπορεί να αποφέρει σημαντικά ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Η εξέλιξη αυτή σηματοδοτεί τη μετάβαση του SRI από ένα προαιρετικό εργαλείο αξιολόγησης σε ένα πιθανό υποχρεωτικό στοιχείο της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής, ενισχύοντας τον ρόλο του στη διαμόρφωση ενός πιο αποδοτικού, ευέλικτου και ψηφιακά διασυνδεδεμένου κτιριακού αποθέματος.

6.2 Φάση δοκιμών (testing phase)

Μετά τη θεσμική και τεχνική διαμόρφωση του SRI, η Ευρωπαϊκή Ένωση προχώρησε στην πιλοτική εφαρμογή του μέσω μιας εκτεταμένης φάσης δοκιμών. Η φάση αυτή αποτελεί κρίσιμο στάδιο για την αξιολόγηση της πρακτικής εφαρμοσιμότητας της μεθοδολογίας, καθώς και για τη συλλογή ανατροφοδότησης από πραγματικές εφαρμογές.

Συνολικά, 16 ευρωπαϊκές χώρες συμμετέχουν ενεργά στη φάση δοκιμών, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα. Οι χώρες αυτές περιλαμβάνουν την Αυστρία, το Βέλγιο, τη Βουλγαρία, την Κροατία, την Κύπρο, την Τσεχία, τη Δανία, τη Φινλανδία, τη Γαλλία, τη Γερμανία, την Ελλάδα, την Ιταλία, την Πολωνία, την Πορτογαλία, τη Σλοβενία και την Ισπανία. Κάθε χώρα πραγματοποιεί δεκάδες αξιολογήσεις SRI σε διαφορετικούς τύπους κτιρίων, υιοθετώντας τόσο την Απλοποιημένη Μέθοδο Α, όσο και τη Λεπτομερή Μέθοδο Β. Σε κάθε χώρα, η εφαρμογή του SRI υποστηρίζεται από εθνικές αρχές, τεχνικούς φορείς και την ευρωπαϊκή ομάδα υποστήριξης SRI.

Η φάση δοκιμών έχει ως βασικό στόχο την προσαρμογή της γενικής ευρωπαϊκής μεθοδολογίας στις εθνικές ιδιαιτερότητες, καθώς και την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων. Μέσω των πιλοτικών εφαρμογών, εξετάζονται ζητήματα όπως η πρακτική εφαρμογή των επιπέδων λειτουργικότητας, η διαθεσιμότητα δεδομένων, η πολυπλοκότητα της διαδικασίας αξιολόγησης και η αλληλεπίδραση με υφιστάμενα εργαλεία όπως τα ΠΕΑ.

Η ανατροφοδότηση από τη φάση αυτή αναμένεται να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του SRI, επιτρέποντας τη βελτιστοποίηση της μεθοδολογίας και την προσαρμογή της σε πραγματικές συνθήκες αγοράς.

6.3 Ευρωπαϊκά έργα και εργαλεία

Η ανάπτυξη και η διάδοση του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας σε ευρωπαϊκό επίπεδο δεν περιορίζεται στο κανονιστικό πλαίσιο της EPBD, αλλά υποστηρίζεται ενεργά από ένα ευρύ σύνολο ευρωπαϊκών έργων και εργαλείων. Τα έργα αυτά χρηματοδοτούνται κυρίως μέσω του προγράμματος LIFE και ειδικότερα του υποπρογράμματος Clean Energy Transition (CET), το οποίο στοχεύει στην υλοποίηση των πολιτικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή μετάβαση, στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και των στόχων για το 2030 και το 2050.

Στο πλαίσιο αυτό, τα έργα που υποστηρίζουν τον SRI μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές κατηγορίες: αφενός στα έργα LIFE CET SMART-READY, τα οποία επικεντρώνονται άμεσα στην ανάπτυξη και προώθηση του δείκτη, και αφετέρου στα έργα LIFE CET BUILD-PERFORM, τα οποία επιδιώκουν τη διασύνδεση του SRI με τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (EPC) και τη συνολική ενεργειακή αξιολόγηση των κτιρίων.

Η πρώτη κατηγορία, τα έργα LIFE CET SMART-READY, προέκυψε από την πρόσκληση του 2021 με τίτλο «Creating the conditions for a global improvement of smart readiness of European buildings». Στο πλαίσιο αυτό επιλέχθηκαν τέσσερα έργα, τα οποία ξεκίνησαν στα τέλη του 2022 με διάρκεια τριών ετών. Τα έργα αυτά έχουν ως βασικό στόχο την ενίσχυση της αποδοχής και εφαρμογής του SRI, μέσω της ανάπτυξης εργαλείων, της εμπλοκής των ενδιαφερόμενων φορέων και της υποστήριξης των κρατών μελών.

Το έργο **easySRI** εστιάζει στην ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης διαδικτυακής πλατφόρμας για τον αυτοματοποιημένο υπολογισμό του δείκτη SRI. Η πλατφόρμα αυτή βασίζεται στη μεθοδολογία που καθορίστηκε στο τελικό τεχνικό report της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και αποσκοπεί στη διευκόλυνση της εφαρμογής του δείκτη σε πραγματικές συνθήκες, επιτρέποντας ταυτόχρονα την περαιτέρω δοκιμή και προσαρμογή του σε επίπεδο κρατών μελών.

Το έργο **SRI2Market** στοχεύει κυρίως στην ενσωμάτωση του SRI στις εθνικές νομοθεσίες και αγορές. Εστιάζει στη βελτίωση των γνώσεων και των δυνατοτήτων έξι κρατών μελών (Αυστρία, Κροατία, Κύπρος, Γαλλία, Πορτογαλία και Ισπανία), αξιοποιώντας την εμπειρία χωρών που βρίσκονται σε πιο προχωρημένο στάδιο εφαρμογής. Μέσω αυτής της ανταλλαγής γνώσης, επιδιώκεται η επιτάχυνση της υιοθέτησης του δείκτη και η διαμόρφωση αποτελεσματικών πολιτικών που θα ενθαρρύνουν την αναβάθμιση των κτιρίων με έξυπνες τεχνολογίες.

Το έργο **SRI-ENACT** εστιάζει στη συν-δημιουργία εργαλείων και υπηρεσιών για την ενίσχυση της εφαρμογής του SRI. Μέσω της ενεργής συμμετοχής ενδιαφερόμενων φορέων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, το έργο αναπτύσσει εργαλεία υπολογισμού του δείκτη, καθώς και συστήματα παροχής συστάσεων για τη βελτίωση της «ευφυΐας» των κτιρίων, ενισχύοντας τη μετάβαση προς πιο έξυπνες και αποδοτικές κατασκευές.

Το έργο **Smart Square** στοχεύει στην ανάπτυξη προηγμένων ψηφιακών εργαλείων για την αξιολόγηση της ευφυΐας των κτιρίων σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Βασικό του προϊόν είναι μια ανοιχτή, cloud-based πλατφόρμα, διαθέσιμη σε όλες τις επίσημες γλώσσες της ΕΕ, η οποία λαμβάνει υπόψη τις ιδιαιτερότητες των κρατών μελών και επιδιώκει τη διασύνδεση με άλλες ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες, ενισχύοντας τη συνοχή των πολιτικών για τα έξυπνα κτίρια.

Η δεύτερη κατηγορία έργων, τα LIFE CET BUILD-PERFORM, προέκυψε από την πρόσκληση του 2022 με τίτλο «Energy performance and Smart Readiness of buildings – making the instruments work». Τα έργα αυτά ξεκίνησαν στα τέλη του 2023 και επικεντρώνονται στη λειτουργική διασύνδεση του SRI με τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (EPC), επιδιώκοντας τη δημιουργία ενός ενιαίου πλαισίου αξιολόγησης των κτιρίων.

Το έργο **IEPB (Integrated Energy Performance of Buildings)** αποσκοπεί στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του ευρωπαϊκού κτιριακού αποθέματος μέσω της καλύτερης εναρμόνισης και συντονισμού μεταξύ διαφορετικών διαδικασιών αξιολόγησης. Η προσέγγιση αυτή συμβάλλει στη δημιουργία πιο ολοκληρωμένων και αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Το έργο **SmarterEPC** εισάγει μια καινοτόμο προσέγγιση μέσω της δημιουργίας ενός ψηφιακού κόμβου (hub), ο οποίος συνδυάζει την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης με τον δείκτη SRI σε μια ενιαία διαδικασία. Μέσω της χρήσης ψηφιακών εργαλείων, το έργο διευκολύνει τη συλλογή δεδομένων, βελτιώνει την αξιοπιστία των αξιολογήσεων και επιταχύνει τη διαδικασία ελέγχου, συμβάλλοντας στη δημιουργία πιο αποδοτικών και «έξυπνων» κτιρίων.

Τέλος, το έργο **tunES** εστιάζει στη βελτιστοποίηση των κανονιστικών πλαισίων των EPC και στη διασύνδεσή τους με την εφαρμογή του SRI σε εθνικό επίπεδο.

Συμμετέχουν ενεργειακοί οργανισμοί από επτά χώρες, καλύπτοντας πληθυσμό άνω των 130 εκατομμυρίων πολιτών. Το έργο αναπτύσσει τόσο ευρωπαϊκές κατευθυντήριες οδηγίες (practice collection) όσο και εθνικά πακέτα πολιτικών μέτρων, βασισμένα στις αρχές της «καλής νομοθέτησης» (Better Regulation), συμβάλλοντας στη διαμόρφωση αποτελεσματικών πολιτικών για την εφαρμογή της EPBD.

Συνολικά, τα ευρωπαϊκά έργα που υποστηρίζουν τον SRI διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μετάβαση από το θεωρητικό πλαίσιο στην πρακτική εφαρμογή του δείκτη. Μέσω της ανάπτυξης εργαλείων, της ενίσχυσης της τεχνογνωσίας και της υποστήριξης των κρατών μελών, συμβάλλουν ουσιαστικά στην ωρίμανση του SRI και στην εδραίωσή του ως βασικού εργαλείου για την αξιολόγηση και προώθηση των έξυπνων κτιρίων στην Ευρώπη.

6.4 Στάδια εφαρμογής SRI

Η εφαρμογή του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση ακολουθεί μια σταδιακή και εξελικτική πορεία, η οποία αντικατοπτρίζει τόσο τη σχετική ωριμότητα του εργαλείου όσο και την ανάγκη προσαρμογής του στις εθνικές ιδιαιτερότητες των κρατών μελών. Σε αντίθεση με άλλα εργαλεία ενεργειακής πολιτικής, ο SRI δεν εισήχθη εξ αρχής ως υποχρεωτικός μηχανισμός, αλλά ως προαιρετικό σχήμα, δίνοντας τη δυνατότητα στα κράτη μέλη να τον δοκιμάσουν, να τον προσαρμόσουν και να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητά του πριν από την ευρεία εφαρμογή του.

Στην πρώτη φάση εφαρμογής, η οποία ξεκίνησε μετά την έκδοση των κανονιστικών πράξεων του 2020, ο SRI υιοθετήθηκε σε πιλοτικό επίπεδο μέσω εθνικών φάσεων δοκιμών όπως προαναφέρθηκε. Η φάση αυτή επέτρεψε τη συλλογή πολύτιμων δεδομένων σχετικά με τη λειτουργικότητα της μεθοδολογίας, τη διαθεσιμότητα των απαιτούμενων πληροφοριών και τη δυνατότητα ενσωμάτωσης του δείκτη σε υφιστάμενες διαδικασίες, όπως τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης.

Η δεύτερη φάση αφορά τη συστηματική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των πιλοτικών εφαρμογών σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Σύμφωνα με την αναθεωρημένη EPBD του 2024, έως τις 30 Ιουνίου 2026 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή οφείλει να υποβάλει επίσημη έκθεση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο, στην οποία θα αξιολογείται η πρόοδος της εφαρμογής του SRI, με βάση τα αποτελέσματα των εθνικών δοκιμών και των σχετικών ευρωπαϊκών έργων. Η έκθεση αυτή θα εξετάζει τόσο την τεχνική επάρκεια του δείκτη όσο και τη συμβολή του στην ενεργειακή μετάβαση και την ψηφιοποίηση του κτιριακού τομέα.

Η τρίτη φάση αφορά τη μετάβαση από την προαιρετική στην υποχρεωτική εφαρμογή του SRI. Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έκθεσης, προβλέπεται ότι έως τις

30 Ιουνίου 2027 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα εκδώσει κατ' εξουσιοδότηση πράξη, μέσω της οποίας θα καθίσταται υποχρεωτική η εφαρμογή του δείκτη για συγκεκριμένες κατηγορίες κτιρίων. Η αρχική εφαρμογή αναμένεται να αφορά μη οικιστικά κτίρια μεγάλης κλίμακας, και ειδικότερα κτίρια με εγκατεστημένα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού (HVAC) με ονομαστική ισχύ άνω των 290 kW.

Η επιλογή αυτής της κατηγορίας κτιρίων δεν είναι τυχαία, καθώς πρόκειται για κτίρια με υψηλή ενεργειακή κατανάλωση και σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης μέσω της ενσωμάτωσης έξυπνων τεχνολογιών. Παράλληλα, η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την εφαρμογή του δείκτη σε ένα πιο ελεγχόμενο και τεχνικά ώριμο περιβάλλον, πριν από την πιθανή επέκτασή του σε μικρότερης κλίμακας κτίρια.

Σημαντικό στοιχείο της διαδικασίας εφαρμογής αποτελεί επίσης η παράλληλη εισαγωγή ελάχιστων απαιτήσεων για τα Συστήματα Αυτοματισμού και Ελέγχου Κτιρίων (BACS), όπως προβλέπεται από την EPBD. Συγκεκριμένα, τα συστήματα αυτά καθίστανται υποχρεωτικά για μεγάλα κτίρια εντός συγκεκριμένων χρονικών ορίων, γεγονός που ενισχύει τη δυνατότητα εφαρμογής του SRI και δημιουργεί το απαραίτητο τεχνολογικό υπόβαθρο για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας.

Συνολικά, τα στάδια εφαρμογής του SRI αποτυπώνουν μια στρατηγική «σταδιακής ωρίμανσης», η οποία συνδυάζει την πιλοτική εφαρμογή, την αξιολόγηση και τη σταδιακή θεσμοθέτηση. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου και λειτουργικού εργαλείου, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τη μετάβαση προς ένα πιο αποδοτικό, βιώσιμο και ψηφιακά διασυνδεδεμένο κτιριακό απόθεμα στην Ευρώπη.

7. Εφαρμογή του SRI στην Ελλάδα

Η εφαρμογή του Δείκτη SRI στην ελληνική πραγματικότητα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς συνδέεται άμεσα με τις δομικές, ενεργειακές και θεσμικές ιδιαιτερότητες του εγχώριου κτιριακού τομέα. Η Ελλάδα, όπως και άλλα κράτη μέλη της Νότιας Ευρώπης, διαθέτει ένα εκτεταμένο αλλά γηρασμένο κτιριακό απόθεμα, το οποίο χαρακτηρίζεται από σημαντικές ενεργειακές αδυναμίες αλλά και υψηλό δυναμικό αναβάθμισης.

Η ενσωμάτωση του SRI στο ελληνικό πλαίσιο αναμένεται να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο για την επιτάχυνση της ενεργειακής μετάβασης και της ψηφιοποίησης των κτιρίων, ιδίως σε συνδυασμό με υφιστάμενα εργαλεία πολιτικής, όπως τα ΠΕΑ και τα προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης. Ωστόσο, η αποτελεσματική εφαρμογή του δείκτη προϋποθέτει την κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων του ελληνικού κτιριακού αποθέματος, οι οποίες επηρεάζουν τόσο τη δυνατότητα υιοθέτησης «έξυπνων» τεχνολογιών όσο και τη συνολική απόδοση του δείκτη.

7.1 Ιδιαιτερότητες του ελληνικού κτιριακού αποθέματος

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους καταναλωτές ενέργειας και βασικό παράγοντα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα, τα κτίρια ευθύνονται για περίπου το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και περίπου το ένα τρίτο των εκπομπών CO₂ στη χώρα, ενώ σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται περίπου στο 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας [37]. Τα δεδομένα αυτά αναδεικνύουν τον κεντρικό ρόλο του κτιριακού τομέα στην επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων για την ενεργειακή απόδοση και την απανθρακοποίηση.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ελληνικού κτιριακού αποθέματος είναι η μεγάλη του έκταση και η έντονη συγκέντρωση σε κατοικίες. Στην Ελλάδα καταγράφονται περίπου 6,4 εκατομμύρια κτίρια κατοικιών, εκ των οποίων το 65% χρησιμοποιείται ως μόνιμη κατοικία. Η πλειονότητα των κτιρίων αφορά πολυώροφες πολυκατοικίες (περίπου 49%), ενώ σημαντικό ποσοστό αντιστοιχεί σε μονοκατοικίες (34%) και μικρότερης κλίμακας πολυκατοικίες (17%). Παράλληλα, το 92% των κτιρίων χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως κατοικία, γεγονός που υποδηλώνει την κυριαρχία του οικιστικού τομέα στο ελληνικό κτιριακό απόθεμα.

Η κυριαρχία των κατοικιών αποτυπώνεται και στη δομή των νοικοκυριών, τα οποία καταλαμβάνουν περίπου το 83,68% των κτιρίων ως προς τον αριθμό και περίπου το 72% ως προς την επιφάνεια [8]. Η διάρθρωση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία για την

εφαρμογή του SRI, καθώς τα οικιστικά κτίρια παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, απαιτήσεις και δυνατότητες ενσωμάτωσης έξυπνων τεχνολογιών σε σχέση με τα κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Ένα ακόμη κρίσιμο χαρακτηριστικό του ελληνικού κτιριακού αποθέματος είναι η ηλικία του. Μεγάλο ποσοστό των κτιρίων έχει κατασκευαστεί πριν την εφαρμογή σύγχρονων κανονισμών θερμομόνωσης και ενεργειακής απόδοσης, γεγονός που συνεπάγεται χαμηλή ενεργειακή αποδοτικότητα και αυξημένες ανάγκες για ανακαίνιση. Η κατάσταση αυτή δημιουργεί σημαντικές προκλήσεις για την εφαρμογή του SRI, καθώς η ενσωμάτωση «έξυπνων» τεχνολογιών σε παλαιά κτίρια απαιτεί συχνά εκτεταμένες παρεμβάσεις και υψηλό αρχικό κόστος.

Παράλληλα, η πολυϊδιοκτησία που χαρακτηρίζει τις ελληνικές πολυκατοικίες αποτελεί έναν επιπλέον περιοριστικό παράγοντα. Η λήψη αποφάσεων για επενδύσεις σε τεχνολογίες αυτοματισμού και διαχείρισης ενέργειας είναι συχνά δύσκολη, καθώς απαιτεί τη συναίνεση πολλών ιδιοκτητών με διαφορετικά οικονομικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά. Το στοιχείο αυτό επηρεάζει άμεσα την ταχύτητα υιοθέτησης του SRI και των σχετικών τεχνολογιών.

Από την άλλη πλευρά, η Ελλάδα διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα που μπορούν να υποστηρίξουν την εφαρμογή του SRI. Το ήπιο μεσογειακό κλίμα και η υψηλή ηλιοφάνεια δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Ήδη το 2023, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιπροσώπευαν σχεδόν το 50% της ηλεκτρικής παραγωγής στη χώρα, ενώ έχει τεθεί στόχος πλήρους απεξάρτησης από τον λιγνίτη έως το 2028 [38]. Η εξέλιξη αυτή ενισχύει τη σημασία της ενεργειακής ευελιξίας των κτιρίων και της δυνατότητάς τους να αλληλεπιδρούν με το ενεργειακό δίκτυο, στοιχεία που αποτελούν βασικούς άξονες του SRI.

Συνολικά, το ελληνικό κτιριακό απόθεμα χαρακτηρίζεται από έναν συνδυασμό προκλήσεων και ευκαιριών. Από τη μία πλευρά, η παλαιότητα, η πολυϊδιοκτησία και η περιορισμένη διείσδυση προηγμένων τεχνολογιών αποτελούν εμπόδια για την άμεση εφαρμογή του δείκτη. Από την άλλη, το υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας, η αυξανόμενη διείσδυση των ΑΠΕ και η ανάγκη εκσυγχρονισμού των κτιρίων δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την επιτυχή ενσωμάτωση του SRI ως εργαλείου ενεργειακής και ψηφιακής αναβάθμισης του κτιριακού τομέα στην Ελλάδα.

7.2 Θεσμικό και κανονιστικό πλαίσιο

Το θεσμικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στην Ελλάδα διαμορφώνεται σε άμεση συνάρτηση με την ευρωπαϊκή πολιτική, και ειδικότερα με

την Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD). Στο πλαίσιο αυτό, ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) αποτελεί το βασικό κανονιστικό εργαλείο σχεδιασμού και αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων, ενώ το ΠΕΑ συνιστά το κύριο μέσο αποτύπωσης και διάχυσης των σχετικών αποτελεσμάτων.

Ο ΚΕΝΑΚ εισήχθη στην ελληνική έννομη τάξη το 2010, σε συμμόρφωση με την ευρωπαϊκή οδηγία 2002/91/ΕΚ, και αναθεωρήθηκε το 2017, ενσωματώνοντας τις απαιτήσεις της οδηγίας 2010/31/ΕΕ. Ο κανονισμός αυτός καθορίζει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο που αφορά τόσο τον σχεδιασμό νέων κτιρίων όσο και την αναβάθμιση υφιστάμενων.

Ο ΚΕΝΑΚ μεταξύ άλλων καθορίζει:

- τις **ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης** για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια,
- τη **μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης**,
- τις **τεχνικές προδιαγραφές του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων**,
- την υποχρεωτική **ένταξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**, όπου είναι εφικτό,
- και τη διαδικασία **ενεργειακής επιθεώρησης και έκδοσης ΠΕΑ**.

Η μεθοδολογία του ΚΕΝΑΚ βασίζεται στη σύγκριση του εξεταζόμενου κτιρίου με ένα θεωρητικό «κτίριο αναφοράς», το οποίο πληροί προκαθορισμένα επίπεδα ενεργειακής απόδοσης. Η ενεργειακή συμπεριφορά εκφράζεται μέσω της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη ένα σύνολο παραμέτρων που περιλαμβάνει το θερμικό κέλυφος, τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, τον φωτισμό (ιδίως για τα μη οικιακά κτίρια), καθώς και την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό και στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής συμπεριφοράς ήδη από το στάδιο της μελέτης, ενώ ταυτόχρονα προωθείται η μετάβαση προς τα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB), τα οποία αποτελούν πλέον υποχρεωτικό στόχο για τα νέα κτίρια.

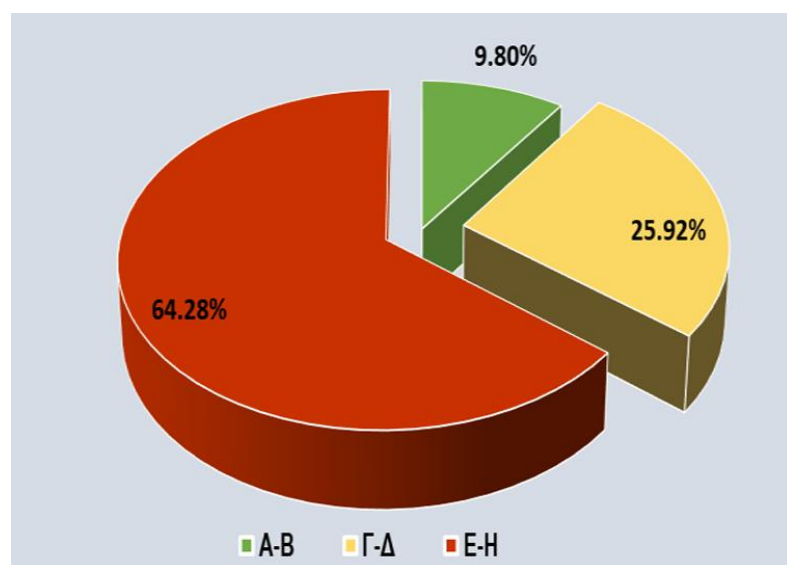
Το ΠΕΑ αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους μηχανισμούς που έχουν θεσπιστεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο για την αποτύπωση και κατηγοριοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Εισήχθη αρχικά με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ και εξελίχθηκε μέσω των αναθεωρήσεων της (2010/31/ΕΕ και 2018/844/ΕΕ), με στόχο τη βελτίωση της διαφάνειας και της αξιοπιστίας του συστήματος. Στην Ελλάδα εφαρμόζεται από το 2010, με την υιοθέτηση του ΚΕΝΑΚ μέσω της ΚΥΑ Δ6/Β/5825/2010, ενώ η τελευταία αναθεώρησή του πραγματοποιήθηκε το 2017, προσαρμόζοντας το πλαίσιο στις νεότερες ευρωπαϊκές απαιτήσεις.

Η μεθοδολογία του ΠΕΑ. βασίζεται σε υπολογιστική προσομοίωση του κτιρίου, μέσω λογισμικών συμβατών με το TEE-KENAK, λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τα δομικά υλικά, τα κλιματικά δεδομένα, τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης, καθώς και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αυτοματισμών όπου υπάρχουν. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η κατάταξη του κτιρίου σε ενεργειακές κατηγορίες από A+ (υψηλής ενεργειακής απόδοσης) έως H (χαμηλής απόδοσης).

Το περιεχόμενο του ΠΕΑ. είναι πολυδιάστατο, καθώς περιλαμβάνει στοιχεία όπως η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς και τελικής ενέργειας, η κατανομή ανά χρήση και πηγή ενέργειας, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και τεχνικά χαρακτηριστικά του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων. Επιπλέον, παρέχονται συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές στο πλαίσιο προγραμμάτων ενεργειακής αναβάθμισης, όπως τα «Εξοικονομώ».

Η έκδοση ΠΕΑ. είναι υποχρεωτική για νέες κατασκευές, ριζικές ανακαινίσεις, αγοραπωλησίες και μισθώσεις ακινήτων, ενώ έχει διάρκεια ισχύος δέκα ετών, εκτός εάν μεσολαβήσει σημαντική ανακαίνιση. Επιπλέον, ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ. πρέπει να δηλώνεται τόσο στα συμβόλαια μεταβίβασης όσο και στις ηλεκτρονικές δηλώσεις μίσθωσης, γεγονός που ενισχύει τη διαφάνεια της αγοράς ακινήτων και τη διάχυση της πληροφορίας σχετικά με την ενεργειακή απόδοση.

Η ανάλυση ορισμένων στατιστικών δεδομένων αναδεικνύει τις διαρθρωτικές αδυναμίες του ελληνικού κτιριακού αποθέματος. Συγκεκριμένα, για το έτος 2023 εκδόθηκαν 260.859 ΠΕΑ., εκ των οποίων το 64,20% των κτιρίων κατατάσσεται στις χαμηλές ενεργειακές κατηγορίες E–H, το 25,92% στις μεσαίες κατηγορίες Γ–Δ και μόλις το 9,80% στις υψηλές κατηγορίες A–B [39].



Εικόνα 7.2.1: Ποσοστό Π.Ε.Α. κτηρίων ανά ενεργειακή κατηγορία (2023)

Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνουν την ανάγκη εκτεταμένων παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης στο ελληνικό κτιριακό απόθεμα. Η περιορισμένη παρουσία κτιρίων υψηλής ενεργειακής απόδοσης υποδηλώνει όχι μόνο τεχνολογικές ελλείψεις αλλά και δομικά προβλήματα που σχετίζονται με την παλαιότητα των κατασκευών και την περιορισμένη διείσδυση σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων. Καταδεικνύεται έτσι η ανάγκη για μια πιο ολοκληρωμένη και πολυεπίπεδη προσέγγιση ενεργειακής αναβάθμισης, η οποία δεν θα περιορίζεται μόνο στη βελτίωση του κελύφους ή στην αντικατάσταση επιμέρους συστημάτων, αλλά θα ενσωματώνει και σύγχρονες τεχνολογίες αυτοματισμού, διαχείρισης ενέργειας και ψηφιακού ελέγχου. Στο πλαίσιο αυτό, καθίσταται κρίσιμη η μετάβαση από παθητικές λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε δυναμικά και «έξυπνα» συστήματα, τα οποία μπορούν να προσαρμόζουν τη λειτουργία του κτιρίου σε πραγματικό χρόνο, να βελτιστοποιούν την κατανάλωση και να ενισχύουν τη συνολική ενεργειακή του απόδοση.

Παράλληλα, η ανάγκη αυτή συνδέεται άμεσα με τις ευρωπαϊκές στρατηγικές για την απανθρακοποίηση του κτιριακού τομέα και την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας, καθιστώντας αναγκαία την υιοθέτηση εργαλείων που υπερβαίνουν τη συμβατική ενεργειακή αξιολόγηση. Σε αυτό το πλαίσιο, ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας μπορεί να λειτουργήσει συμπληρωματικά προς τα υφιστάμενα εργαλεία, συμβάλλοντας στην προώθηση μιας πιο σύγχρονης, ευέλικτης και τεχνολογικά προηγμένης προσέγγισης για την αναβάθμιση του ελληνικού κτιριακού αποθέματος.

Στο πλαίσιο αυτό, καθίσταται εμφανής η διαφοροποίηση αλλά και η συμπληρωματικότητα μεταξύ του ΠΕΑ και του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας. Το ΠΕΑ βασίζεται σε μια στατική προσέγγιση, αποτυπώνοντας την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου υπό συγκεκριμένες υποθέσεις λειτουργίας. Αντίθετα, ο SRI εισάγει μια δυναμική διάσταση, αξιολογώντας την ικανότητα του κτιρίου να προσαρμόζει τη λειτουργία του σε πραγματικό χρόνο, να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών και να αλληλεπιδρά με το ενεργειακό δίκτυο μέσω ευφυών τεχνολογιών.

Κατά συνέπεια, τα δύο εργαλεία δεν λειτουργούν ανταγωνιστικά αλλά συμπληρωματικά. Ο ΚΕΝΑΚ και το ΠΕΑ θέτουν τη βάση για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος, ενώ ο SRI έρχεται να επεκτείνει την αξιολόγηση προς την κατεύθυνση της ψηφιοποίησης, της αυτοματοποίησης και της ενεργειακής ευελιξίας. Η συνδυαστική εφαρμογή τους μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση, όπου η ενεργειακή αποδοτικότητα συνδέεται με τη λειτουργική «ευφυΐα» των κτιρίων, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην ενεργειακή μετάβαση και τον εκσυγχρονισμό του δομημένου περιβάλλοντος στην Ελλάδα.

7.3 Προσαρμογή της μεθοδολογίας SRI στην Ελλάδα

Η προσαρμογή της μεθοδολογίας του Δείκτη SRI στην ελληνική πραγματικότητα αποτελεί ένα ιδιαίτερα κρίσιμο αλλά και σύνθετο ζήτημα, το οποίο δεν μπορεί, στο παρόν στάδιο, να θεωρηθεί πλήρως αποσαφηνισμένο. Παρότι η βασική μεθοδολογική δομή του SRI έχει ήδη καθοριστεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η αποτελεσματική εφαρμογή του σε κάθε κράτος μέλος προϋποθέτει έναν βαθμό εθνικής εξειδίκευσης, κυρίως ως προς τις τεχνικές παραμέτρους, τους τοπικούς κανονισμούς (π.χ. ΚΕΝΑΚ) και τις επιμέρους προσαρμογές που συνδέονται με τις κλιματικές, κτιριακές και λειτουργικές συνθήκες.

Σε γενικές γραμμές, η Ελλάδα, όπως και τα υπόλοιπα κράτη μέλη της ΕΕ δεν διαθέτει μεγάλο περιθώριο να μεταβάλει τον πυρήνα της μεθοδολογίας. Η βασική αρχιτεκτονική του δείκτη, δηλαδή οι τεχνικοί τομείς, τα κριτήρια επίδρασης, οι λειτουργίες-κλειδιά, η λογική των επιπέδων λειτουργικότητας και ο τρόπος συγκρότησης της συνολικής βαθμολογίας, έχουν ήδη οριστεί από το ευρωπαϊκό πλαίσιο και αποτελούν το κοινό υπόβαθρο εφαρμογής του SRI σε όλα τα κράτη μέλη. Η ύπαρξη αυτής της κοινής δομής είναι αναγκαία, ώστε να εξασφαλίζεται η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων και η συνοχή της εφαρμογής του δείκτη σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Κατά συνέπεια, η κύρια δυνατότητα εθνικής προσαρμογής δεν εντοπίζεται στην αναδιαμόρφωση της μεθοδολογίας καθαυτής, αλλά κυρίως στην εξειδίκευση ορισμένων παραμέτρων της, και ιδιαίτερα των συντελεστών στάθμισης. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ίδια η ευρωπαϊκή μεθοδολογία αναγνωρίζει ότι οι συντελεστές αυτοί μπορούν να διαφοροποιούνται ανάλογα με τις κλιματικές ζώνες και τον τύπο χρήσης του κτιρίου. Η Ελλάδα εντάσσεται στην κλιματική ζώνη της Νότιας Ευρώπης, για την οποία η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη ορίσει συντελεστές στάθμισης τόσο για κτίρια κατοικίας όσο και για κτίρια του τριτογενούς τομέα. Οι συντελεστές αυτοί παρέχουν ένα εύλογο κοινό σημείο εκκίνησης για την εφαρμογή της μεθοδολογίας στην ελληνική επικράτεια.

Ωστόσο, ακόμη και εντός της ίδιας ευρωπαϊκής κλιματικής ζώνης, η ελληνική πραγματικότητα εμφανίζει σημαντικές εσωτερικές διαφοροποιήσεις. Η γεωγραφική διασπορά της χώρας, η έντονη ποικιλία μικροκλιμάτων, η μεγάλη διαφορά μεταξύ ηπειρωτικών και νησιωτικών περιοχών, καθώς και οι διαφοροποιήσεις μεταξύ βόρειας και νότιας Ελλάδας, δημιουργούν συνθήκες που ενδεχομένως να δικαιολογούν μια περαιτέρω εξειδίκευση ορισμένων παραμέτρων. Ενδεικτικά, θα μπορούσε να διερευνηθεί εάν σε ορισμένες νότιες ή νησιωτικές περιοχές της χώρας η ψύξη θα έπρεπε να εμφανίζει αυξημένη βαρύτητα σε σχέση με τη θέρμανση. Αντίστοιχα, σε περιοχές με διαφορετικό κλιματικό φορτίο ή διαφορετική τυπολογία κτιρίων, η σχετική σημασία ορισμένων τεχνικών τομέων ενδέχεται να μεταβάλλεται.

Παρά ταύτα, οποιαδήποτε τέτοια προσαρμογή δεν θα πρέπει να θεωρείται εκ των προτέρων δεδομένη ούτε να βασίζεται σε γενικές εκτιμήσεις. Αντιθέτως, θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο συστηματικής τεχνικής διερεύνησης, η οποία θα στηρίζεται σε πραγματικά δεδομένα, πιλοτικές εφαρμογές και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της φάσης δοκιμών του SRI στην Ελλάδα. Με άλλα λόγια, η προσαρμογή της μεθοδολογίας στις εθνικές συνθήκες δεν μπορεί να προηγηθεί της ανάλυσης της πρακτικής εμπειρίας, αλλά θα πρέπει να ακολουθήσει ως αποτέλεσμα τεκμηριωμένης αποτίμησης.

Για τον λόγο αυτό, η ολοκλήρωση και η ανάλυση των αποτελεσμάτων του testing phase του SRI στην Ελλάδα αναμένεται να αποτελέσει καθοριστικό βήμα για τον προσδιορισμό του κατά πόσον απαιτούνται εθνικές ή περιφερειακές προσαρμογές. Η φάση αυτή μπορεί να προσφέρει ουσιαστικά στοιχεία σχετικά με τη λειτουργικότητα της μεθοδολογίας, τη διαθεσιμότητα δεδομένων, την καταλληλότητα των υφιστάμενων συντελεστών στάθμισης και τη συνολική εφαρμοσιμότητα του δείκτη στο ελληνικό κτιριακό απόθεμα.

Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να υλοποιηθεί μέσα από συνεργασία του αρμόδιου Υπουργείου με τους εμπλεκόμενους φορείς και την τεχνική κοινότητα. Ειδικότερα, καθοριστικός αναμένεται να είναι ο ρόλος του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, των εμπειρογνομόνων του SRI, των ενεργειακών επιθεωρητών και γενικότερα των επαγγελματιών που διαθέτουν τεχνική γνώση σε θέματα κτιριακών συστημάτων, αυτοματισμών και ενεργειακής αξιολόγησης. Η συμμετοχή των φορέων αυτών είναι κρίσιμη, ώστε η όποια εθνική εξειδίκευση να είναι τεχνικά επαρκής, λειτουργικά εφαρμόσιμη και διοικητικά διαχειρίσιμη.

Πέραν των συντελεστών στάθμισης, η προσαρμογή στην ελληνική πραγματικότητα θα μπορούσε να αφορά και ζητήματα πρακτικής εφαρμογής, όπως η οργάνωση της διαδικασίας αξιολόγησης, η σύνδεση με τα ήδη υφιστάμενα εργαλεία ενεργειακής επιθεώρησης, η ενδεχόμενη εκπαίδευση των αξιολογητών και η σταδιακή ενσωμάτωση του δείκτη στο ευρύτερο θεσμικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Και σε αυτή την περίπτωση, όμως, η λογική δεν θα πρέπει να είναι η ανατροπή της ευρωπαϊκής μεθοδολογίας, αλλά η λειτουργική της ενσωμάτωση στις εθνικές διαδικασίες.

Συνολικά, η προσαρμογή της μεθοδολογίας SRI στην Ελλάδα θα πρέπει να αντιμετωπιστεί ως μια διαδικασία προσεκτικής εξειδίκευσης και όχι ως μια προσπάθεια εκ βάθρων ανασχεδιασμού του δείκτη. Η βασική μεθοδολογία, όπως έχει οριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, παρέχει ήδη ένα σαφές και κοινό πλαίσιο εφαρμογής. Το ζητούμενο για την ελληνική περίπτωση είναι να διερευνηθεί, με βάση τα αποτελέσματα του testing phase και τη συνεργασία των αρμόδιων φορέων, κατά πόσον και σε ποια σημεία απαιτούνται στοχευμένες τεχνικές προσαρμογές, ώστε ο

δείκτης να ανταποκρίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια στις ιδιαιτερότητες του ελληνικού κτιριακού και κλιματικού περιβάλλοντος.

7.4 Δοκιμαστική φάση του SRI στην Ελλάδα

Η δοκιμαστική φάση εφαρμογής του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας στην Ελλάδα αποτελεί ένα κρίσιμο στάδιο μετάβασης από το θεωρητικό και μεθοδολογικό επίπεδο στην πρακτική εφαρμογή του εργαλείου. Στόχος της φάσης αυτής είναι η διερεύνηση της λειτουργικότητας της μεθοδολογίας σε πραγματικές συνθήκες, καθώς και η συλλογή εμπειρικών δεδομένων που θα επιτρέψουν την αξιολόγηση της καταλληλότητάς της για το ελληνικό κτιριακό απόθεμα.

Η υλοποίηση της δοκιμαστικής φάσης συντονίζεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, το οποίο έχει την ευθύνη για τον σχεδιασμό και την εποπτεία της διαδικασίας. Η προσπάθεια αυτή υποστηρίζεται σε σημαντικό βαθμό από ευρωπαϊκά έργα του προγράμματος LIFE, και ειδικότερα από τα έργα Smart Square, easySRI, SRI-ENACT και SRI2MARKET. Τα έργα αυτά λειτουργούν συμπληρωματικά, παρέχοντας τεχνική υποστήριξη, εργαλεία αξιολόγησης, εκπαιδευτικό υλικό και τεχνογνωσία για την υλοποίηση των επιτόπιων ελέγχων και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων [4].

Η έναρξη της δοκιμαστικής φάσης έχει ξεκινήσει από τον Σεπτέμβριο του 2024, ενώ η ολοκλήρωση της σχετικής αξιολόγησης και η παράδοση των αποτελεσμάτων αναμένεται έως το καλοκαίρι του 2026. Το χρονικό αυτό πλαίσιο συνδέεται άμεσα με τις ευρωπαϊκές υποχρεώσεις αξιολόγησης του SRI, καθώς τα ευρήματα των εθνικών δοκιμαστικών φάσεων θα τροφοδοτήσουν τη σχετική έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Η δοκιμαστική εφαρμογή στην Ελλάδα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα κτιρίων, τόσο στον οικιακό όσο και στον τριτογενή τομέα, προκειμένου να διασφαλιστεί η αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται κατοικίες, κτίρια γραφείων, νοσοκομεία και εκπαιδευτικά ιδρύματα, τα οποία αξιολογούνται με βάση τις διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις του SRI. Στο πλαίσιο αυτό, υλοποιούνται εκατοντάδες επιμέρους αξιολογήσεις: περίπου 600 κατοικίες αξιολογούνται με τη μέθοδο A (simplified) στο πλαίσιο του έργου Smart Square, ενώ παράλληλα πραγματοποιούνται πιλοτικές εφαρμογές της μεθόδου B (detailed) σε μη οικιακά κτίρια. Το έργο SRI-ENACT συμβάλλει με αξιολόγηση 128 κτιρίων του τριτογενούς τομέα, ενώ το easySRI υλοποιεί περίπου 100 αξιολογήσεις σε μικτό δείγμα κτιρίων, αξιοποιώντας διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις.

Ιδιαίτερη σημασία έχει και η ανάπτυξη ανθρώπινου δυναμικού στο πλαίσιο της δοκιμαστικής φάσης. Στην Ελλάδα, μέσω του έργου SRI-ENACT, υλοποιήθηκε πρόγραμμα εκπαίδευσης αξιολογητών, οι οποίοι στη συνέχεια ανέλαβαν την

υλοποίηση των πιλοτικών ελέγχων, με βάση συγκεκριμένα κριτήρια τεχνικής επάρκειας και εμπειρίας.

Παράλληλα, η δοκιμαστική φάση λειτουργεί ως πλατφόρμα συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων έργων και φορέων. Στο πλαίσιο αυτό έχει υπογραφεί Μνημόνιο Συνεργασίας μεταξύ των ευρωπαϊκών έργων που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα, με στόχο τον συντονισμό των δράσεων και τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της θεωρητικής μεθοδολογίας και της πρακτικής εφαρμογής. Η συνεργασία αυτή επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων, τη δοκιμή κοινών εργαλείων και την ανάπτυξη ενιαίων προσεγγίσεων αξιολόγησης.

Ένα από τα βασικά αντικείμενα της δοκιμαστικής φάσης είναι η διερεύνηση της δυνατότητας ενσωμάτωσης του SRI στο υφιστάμενο σύστημα ενεργειακής πιστοποίησης, και ειδικότερα η πιθανή σύνδεσή του με το ΠΕΑ. Στο πλαίσιο αυτό εξετάζονται σενάρια ανάπτυξης ενός συστήματος πιστοποίησης SRI για την Ελλάδα, αξιοποιώντας τα εργαλεία και το εκπαιδευτικό υλικό που έχουν αναπτυχθεί από τα ευρωπαϊκά έργα. Παράλληλα, διερευνάται η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών ψηφιακών πλατφορμών, με στόχο την ενοποιημένη διαχείριση των δεδομένων αξιολόγησης.

Επιπλέον, η δοκιμαστική εφαρμογή συμβάλλει στη διερεύνηση της δυναμικής του SRI ως εργαλείου πολιτικής. Συγκεκριμένα, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων μπορούν να αξιοποιηθούν για την προώθηση στρατηγικών ενεργειακής αναβάθμισης, τη σύνδεσή τους με μηχανισμούς χρηματοδότησης, καθώς και την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας και της μείωσης των εκπομπών. Παράλληλα, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών, μέσω δράσεων ενημέρωσης και διαβούλευσης.

Συνολικά, η δοκιμαστική φάση του SRI στην Ελλάδα δεν αποτελεί απλώς μια πιλοτική εφαρμογή, αλλά ένα κρίσιμο εργαλείο μάθησης και προσαρμογής. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν αναμένεται να καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο με τον οποίο ο δείκτης θα ενσωματωθεί στο εθνικό θεσμικό πλαίσιο, συμβάλλοντας στη μετάβαση προς ένα πιο αποδοτικό, ευέλικτο και «έξυπνο» κτιριακό απόθεμα.

8. Φορείς και αξιολογητές SRI

Η επιτυχής εφαρμογή του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη ενός αξιόπιστου και επαρκώς καταρτισμένου μηχανισμού αξιολόγησης. Παρότι σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει καθοριστεί το γενικό πλαίσιο της μεθοδολογίας, η οργάνωση του συστήματος αξιολογητών, ο ορισμός των αρμόδιων φορέων και οι διαδικασίες πιστοποίησης αποτελούν αντικείμενο εθνικής εξειδίκευσης. Μέχρι σήμερα, δεν έχει διαμορφωθεί ένα πλήρως εναρμονισμένο και υποχρεωτικό σύστημα σε επίπεδο Ε.Ε., γεγονός που καθιστά τις σχετικές προβλέψεις περισσότερο κατευθυντήριες παρά δεσμευτικές. Σύμφωνα με τις οδηγίες, η αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας πρέπει να διενεργείται από κατάλληλα καταρτισμένους ή διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες, με τα κράτη μέλη να έχουν την ευθύνη να εξειδικεύσουν τα κριτήρια επιλογής και πιστοποίησης [3].

Στο πλαίσιο αυτό, τα κράτη μέλη καλούνται να αναπτύξουν ένα συνεκτικό σύστημα αξιολογητών SRI, το οποίο θα διασφαλίζει την τεχνική επάρκεια, την αξιοπιστία και τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων. Για την ελληνική περίπτωση, η διαμόρφωση ενός τέτοιου συστήματος αναμένεται να βασιστεί σε υφιστάμενες δομές, όπως το σύστημα ενεργειακών επιθεωρήσεων, προσαρμοσμένο όμως στις απαιτήσεις και τις ιδιαιτερότητες του SRI. Παράλληλα, η Ευρωπαϊκή Ένωση παρέχει ένα κοινό μεθοδολογικό και κανονιστικό υπόβαθρο, το οποίο διασφαλίζει τη συγκρισιμότητα και αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Ωστόσο, η αξιολόγηση SRI παρουσιάζει μια σημαντική διαφοροποίηση σε σχέση με την κλασική ενεργειακή επιθεώρηση. Το ΠΕΑ αποτυπώνει κυρίως την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και των βασικών συστημάτων του, ενώ ο SRI εξετάζει σε ποιον βαθμό το κτίριο μπορεί να λειτουργεί «έξυπνα», δηλαδή να προσαρμόζει τη λειτουργία του, να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών, να βελτιστοποιεί τη χρήση ενέργειας και να αλληλεπιδρά με το ενεργειακό δίκτυο. Η αξιολόγηση αυτή συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με τη λειτουργία ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, συστημάτων αυτοματισμού, συστημάτων ελέγχου, BACS/BMS, αισθητήρων, μετρητών, ενεργοποιητών και ψηφιακών υποδομών.

Η τεχνική φύση του SRI καθιστά αναγκαία μια προσεκτική επιλογή των προσώπων που θα μπορούν να διενεργούν τις σχετικές αξιολογήσεις. Η αξιολόγηση δεν αφορά μόνο την αναγνώριση του συστήματος, αλλά απαιτεί κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του, του βαθμού αυτοματισμού του, της επικοινωνίας του με άλλα συστήματα και της δυνατότητάς του να συμβάλλει στην ενεργειακή απόδοση, την άνεση, τη συντήρηση, την παροχή πληροφόρησης και την ενεργειακή ευελιξία. Για τον λόγο αυτό, ο ρόλος των αξιολογητών SRI δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί ως απλή

επέκταση της υφιστάμενης ενεργειακής επιθεώρησης, αλλά ως μια πιο εξειδικευμένη τεχνική δραστηριότητα, με έντονο ηλεκτρομηχανολογικό και ψηφιακό χαρακτήρα.

8.1 Πιθανοί αξιολογητές (SRI auditors)

Σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές και το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο, οι αξιολογήσεις SRI θα πρέπει να διενεργούνται από ειδικούς που διαθέτουν κατάλληλη τεχνική κατάρτιση και πιστοποίηση. Ειδικότερα, προβλέπεται ότι τα κράτη μέλη δύνανται να θεωρήσουν ως επαρκώς καταρτισμένους τους ήδη διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες που δραστηριοποιούνται σε συναφή πεδία, όπως οι ενεργειακοί επιθεωρητές, οι επιθεωρητές συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού ή/και οι ενεργειακοί ελεγκτές [27].

Η επιλογή αυτή αντανακλά τη λογική αξιοποίησης υφιστάμενων επαγγελματικών μηχανισμών, καθώς οι εν λόγω ειδικότητες διαθέτουν ήδη εμπειρία στην αξιολόγηση τεχνικών συστημάτων κτιρίων και στην εφαρμογή τυποποιημένων μεθοδολογιών. Στην πράξη, οι εγγεγραμμένοι ενεργειακοί επιθεωρητές αποτελούν την πιο άμεση και ρεαλιστική βάση για τη συγκρότηση του σώματος αξιολογητών SRI στην Ελλάδα, δεδομένης της θεσμοθετημένης λειτουργίας τους και της εξοικείωσής τους με διαδικασίες επιτόπιων ελέγχων και τεχνικής τεκμηρίωσης.

Ωστόσο, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια περαιτέρω εξειδίκευση ως προς το ποιοι ενεργειακοί επιθεωρητές θα μπορούν να αναλάβουν τον ρόλο του αξιολογητή SRI. Δεδομένου ότι μεγάλο μέρος της μεθοδολογίας αφορά τη λειτουργία ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, συστημάτων αυτοματισμού και συστημάτων ελέγχου, προτείνεται οι αξιολογητές SRI να είναι, κατά κύριο λόγο, μηχανολόγοι μηχανικοί, ηλεκτρολόγοι μηχανικοί ή συναφείς ειδικότητες μηχανικών, υπό την προϋπόθεση ότι είναι εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών. Η εγγραφή στο μητρώο διασφαλίζει ότι οι αξιολογητές έχουν ήδη θεσμική σχέση με το υφιστάμενο πλαίσιο ενεργειακής επιθεώρησης, ενώ η Η/Μ ειδικότητα διασφαλίζει την αναγκαία τεχνική συνάφεια με το αντικείμενο του SRI.

Η πρόταση αυτή δεν αποκλείει τη συμμετοχή άλλων ειδικοτήτων που είναι ήδη ενεργειακοί επιθεωρητές. Ωστόσο, για τις ειδικότητες αυτές θα πρέπει να προβλεφθεί η παρακολούθηση εγκεκριμένων και εξειδικευμένων σεμιναρίων πιστοποίησης στον SRI, ιδίως σε θέματα ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, αυτοματισμών, BACS, ευφυών υπηρεσιών, ενεργειακής ευελιξίας και αλληλεπίδρασης με το δίκτυο. Με τον τρόπο αυτό, διατηρείται η δυνατότητα αξιοποίησης του υφιστάμενου σώματος ενεργειακών επιθεωρητών, αλλά παράλληλα εξασφαλίζεται ότι οι αξιολογητές θα διαθέτουν επαρκή τεχνική επάρκεια για την ορθή εφαρμογή της μεθοδολογίας.

Η ανάγκη αυτή τεκμηριώνεται από την ίδια τη δομή του SRI. Οι τρεις βασικές λειτουργίες-κλειδιά του δείκτη αφορούν την ενεργειακή απόδοση και λειτουργία, την απόκριση στις ανάγκες των χρηστών και την ενεργειακή ευελιξία του κτιρίου. Οι δύο τελευταίες, ιδίως η ικανότητα του κτιρίου να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών και η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το δίκτυο, συνδέονται άμεσα με ηλεκτρομηχανολογικά και ψηφιακά συστήματα. Δεν αρκεί δηλαδή ο αξιολογητής να γνωρίζει τη θερμομονωτική συμπεριφορά του κελύφους ή τη γενική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, αλλά πρέπει να μπορεί να αξιολογήσει πώς λειτουργεί ένα σύστημα ελέγχου, αν υπάρχει επικοινωνία μεταξύ ελεγκτών και κεντρικού συστήματος BACS, αν η λειτουργία βασίζεται σε εξωτερικά σήματα, αν υπάρχει δυνατότητα πρόβλεψης φορτίου ή αν εφαρμόζονται αλγόριθμοι βελτιστοποίησης.

Ενδεικτικά, στον τομέα της ψύξης, η υπηρεσία «Έλεγχος εκπομπής ψύξης» δεν περιορίζεται στη διαπίστωση της ύπαρξης κλιματιστικού ή συστήματος ψύξης, αλλά εξετάζει αν υπάρχει απλός κεντρικός αυτόματος έλεγχος, μεμονωμένος έλεγχος δωματίου, επικοινωνία μεταξύ ελεγκτών και BACS ή ακόμη και έλεγχος με ανίχνευση παρουσίας. Η μετάβαση από ένα χαμηλότερο σε ένα υψηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας προϋποθέτει κατανόηση της αρχιτεκτονικής ελέγχου, της επικοινωνίας μεταξύ συστημάτων και της πραγματικής λειτουργίας του εξοπλισμού. Αντίστοιχα, ο έλεγχος εκπομπών για τα Θερμικά Ενεργοποιούμενα Κτιριακά Συστήματα TABS (Thermally Activated Building Systems) απαιτεί κατανόηση συστημάτων θερμικής μάζας, προηγμένου κεντρικού ελέγχου, διακοπτόμενης λειτουργίας και ανάδρασης θερμοκρασίας, στοιχεία που υπερβαίνουν μια απλή οπτική ή διοικητική επιθεώρηση.

Ακόμη πιο χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των υπηρεσιών που αφορούν την ενεργειακή ευελιξία και την αλληλεπίδραση με το δίκτυο. Στην υπηρεσία H4 του τεχνικού τομέα της θέρμανσης, η αξιολόγηση εξετάζει εάν το σύστημα θέρμανσης μπορεί να λειτουργεί με χρονοπρογραμματισμό, αυτοεκμάθηση, απόκριση σε σήματα δικτύου ή βελτιστοποίηση βάσει τοπικών προγνώσεων και σημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Πρόκειται για λειτουργίες που συνδέονται με demand-side management, προηγμένο έλεγχο, πρόβλεψη φορτίου και δυνατότητα επικοινωνίας με εξωτερικά συστήματα. Αντίστοιχη λογική παρατηρείται και στον τομέα της ψύξης, όπου η ευελιξία και η αλληλεπίδραση με το δίκτυο αξιολογούνται μέσω της ικανότητας του συστήματος να προσαρμόζει τη λειτουργία του σε εξωτερικά σήματα, να αξιοποιεί αυτοεκμάθηση και να εφαρμόζει προβλεπτικό έλεγχο.

Συνεπώς, η επιλογή μηχανολόγων και ηλεκτρολόγων μηχανικών ως βασικής κατηγορίας αξιολογητών βασίζεται στην τεχνική φύση του αντικειμένου. Ο SRI αξιολογεί σε μεγάλο βαθμό Η/Μ λειτουργίες, αυτοματισμούς, λογικές ελέγχου και ψηφιακή διασύνδεση. Επομένως, η συμμετοχή των κατάλληλων ειδικοτήτων είναι κρίσιμη για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, την αποφυγή εσφαλμένων

κατατάξεων και τη διασφάλιση ότι το πιστοποιητικό SRI θα αποτυπώνει την πραγματική ευφυή ετοιμότητα του κτιρίου.

8.2 Απαιτούμενα προσόντα και δεξιότητες

Η διενέργεια αξιολόγησης SRI προϋποθέτει ένα σύνθετο σύνολο γνώσεων, το οποίο εκτείνεται πέραν των παραδοσιακών πεδίων της ενεργειακής απόδοσης και συνδυάζει την τεχνική κατανόηση των συστημάτων κτιρίων με την εξοικείωση με τις ψηφιακές τεχνολογίες. Οι αξιολογητές καλούνται να κατανοήσουν και να αξιολογήσουν την ικανότητα ενός κτιρίου να προσαρμόζει τη λειτουργία του στις ανάγκες των χρηστών και του ενεργειακού συστήματος, καθώς και να βελτιστοποιεί τη συνολική του απόδοση μέσω έξυπνων τεχνολογιών.

Στο πλαίσιο αυτό, απαιτείται επαρκής γνώση των τεχνικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, φωτισμού, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αποθήκευσης ενέργειας και υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Ιδιαίτερη βαρύτητα έχουν τα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων, όπως τα BACS και BMS, καθώς και η κατανόηση των «smart-ready services» και των επιπέδων λειτουργικότητάς τους. Ο αξιολογητής πρέπει να μπορεί να διακρίνει, για παράδειγμα, αν ένα σύστημα λειτουργεί απλώς με χρονοπρογραμματισμό ή αν διαθέτει δυνατότητα αυτοεκμάθησης, αν ένας ελεγκτής είναι αυτόνομος ή επικοινωνεί με κεντρικό σύστημα, αν μια αντλία λειτουργεί με σταθερή ταχύτητα ή με μεταβλητή ταχύτητα βάσει εξωτερικού σήματος ζήτησης.

Η διάκριση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι ο SRI δεν αξιολογεί απλώς την ύπαρξη τεχνολογικού εξοπλισμού, αλλά την ποιότητα και το επίπεδο λειτουργίας του. Για παράδειγμα, στην υπηρεσία που αφορά τον έλεγχο αντλιών διανομής, τα επίπεδα λειτουργικότητας διακρίνουν μεταξύ απλής ενεργοποίησης/απενεργοποίησης, ελέγχου πολλαπλών σταδίων, ελέγχου μεταβλητής ταχύτητας και προηγμένου ελέγχου μεταβλητής ταχύτητας βάσει εξωτερικού σήματος ζήτησης. Η ορθή κατάταξη μιας τέτοιας υπηρεσίας προϋποθέτει γνώση υδραυλικών δικτύων, κυκλοφορητών, διαφορικής πίεσης, αυτοματισμών και σημάτων ελέγχου. Αντίστοιχα, στην ψύξη, ο έλεγχος των αντλιών διανομής αξιολογείται με παρόμοια λογική, επιβεβαιώνοντας ότι η ίδια η μεθοδολογία SRI βασίζεται σε τεχνικές διακρίσεις που είναι κατεξοχήν ηλεκτρομηχανολογικού χαρακτήρα.

Παράλληλα, οι αξιολογητές οφείλουν να διαθέτουν δεξιότητες που σχετίζονται με τη διαδικασία του ελέγχου, όπως η ικανότητα συλλογής και επαλήθευσης δεδομένων, η τεχνική τεκμηρίωση, η ανάλυση της λειτουργίας των συστημάτων και η ορθή εφαρμογή της μεθοδολογίας SRI. Η κατανόηση της δομής της μεθοδολογίας –η οποία βασίζεται στην αξιολόγηση επιμέρους υπηρεσιών και στη σύνθεσή τους σε έναν

συνολικό δείκτη– αποτελεί κρίσιμη προϋπόθεση για την εξασφάλιση αξιόπιστων και συγκρίσιμων αποτελεσμάτων.

Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης η ικανότητα του αξιολογητή να τεκμηριώνει την επιλογή του επιπέδου λειτουργικότητας. Σε αρκετές περιπτώσεις, η διάκριση μεταξύ δύο διαδοχικών επιπέδων δεν είναι προφανής χωρίς τεχνική διερεύνηση. Για παράδειγμα, η διάκριση μεταξύ ενός συστήματος που λειτουργεί με βάση την εξωτερική θερμοκρασία και ενός συστήματος που λειτουργεί βάσει πραγματικής ζήτησης προϋποθέτει έλεγχο του τρόπου με τον οποίο λαμβάνονται και χρησιμοποιούνται τα σήματα ελέγχου. Αντίστοιχα, η διάκριση μεταξύ απλής αλληλουχίας γεννητριών και δυναμικής αλληλουχίας βάσει απόδοσης, προβλεπόμενου φορτίου και σημάτων δικτύου απαιτεί κατανόηση σύνθετων λογικών ελέγχου και ενεργειακής βελτιστοποίησης.

Συνεπώς, τα απαιτούμενα προσόντα των αξιολογητών SRI πρέπει να καλύπτουν τόσο το θεσμικό σκέλος της ενεργειακής επιθεώρησης όσο και την τεχνική επάρκεια στα συστήματα που καθορίζουν την ευφυή λειτουργία του κτιρίου. Για τον λόγο αυτό, η εγγραφή στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών αποτελεί αναγκαία αλλά όχι πάντοτε επαρκή προϋπόθεση. Για τους μηχανολόγους και ηλεκτρολόγους μηχανικούς, η απαιτούμενη τεχνική βάση θεωρείται κατ' αρχήν συναφής με το αντικείμενο, ενώ για τις λοιπές ειδικότητες απαιτείται πρόσθετη εξειδικευμένη κατάρτιση, ώστε να διασφαλιστεί κοινό επίπεδο κατανόησης και εφαρμογής της μεθοδολογίας.

8.3 Εκπαίδευση και πιστοποίηση

Δεδομένου ότι ο SRI αποτελεί ένα νέο και τεχνικό εργαλείο, η εκπαίδευση των αξιολογητών αναδεικνύεται σε βασικό παράγοντα για την ορθή εφαρμογή του. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, έχει ήδη αναπτυχθεί εκπαιδευτικό υλικό και πακέτα κατάρτισης για αξιολογητές, τα οποία καλύπτουν τόσο τη θεωρητική βάση της μεθοδολογίας όσο και την πρακτική διαδικασία διενέργειας αξιολογήσεων. Τα προγράμματα αυτά απευθύνονται κυρίως σε επαγγελματίες που προέρχονται από συναφή τεχνικά πεδία και στοχεύουν στην εξοικείωσή τους με τις ιδιαιτερότητες του δείκτη.

Σε εθνικό επίπεδο, είναι σκόπιμο να προβλεφθεί η δυνατότητα παρακολούθησης εξειδικευμένων σεμιναρίων SRI από εγκεκριμένους φορείς, όπως πανεπιστημιακά ιδρύματα, επαγγελματικοί οργανισμοί ή φορείς κατάρτισης με εμπειρία σε θέματα ενεργειακής απόδοσης και αυτοματισμών. Ωστόσο, στο παρόν στάδιο ανάπτυξης του θεσμικού πλαισίου, η συμμετοχή σε τέτοια προγράμματα θα μπορούσε να έχει προαιρετικό χαρακτήρα για τους μηχανολόγους και ηλεκτρολόγους μηχανικούς που είναι ήδη εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, καθώς οι

ειδικότητες αυτές διαθέτουν κατ' αρχήν άμεση τεχνική συνάφεια με τα συστήματα που αξιολογεί ο SRI.

Αντιθέτως, για τις λοιπές ειδικότητες ενεργειακών επιθεωρητών, η παρακολούθηση εγκεκριμένων και εξειδικευμένων σεμιναρίων πιστοποίησης συνίσταται να αποτελέσει αναγκαία προϋπόθεση για τη δυνατότητα διενέργειας αξιολογήσεων SRI. Η διαφοροποίηση αυτή είναι εύλογη, διότι οι εν λόγω ειδικότητες μπορεί να διαθέτουν σημαντική εμπειρία στην ενεργειακή επιθεώρηση και στο κτιριακό κέλυφος, αλλά δεν έχουν πάντοτε το ίδιο επίπεδο εξειδίκευσης σε ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, αυτοματισμούς, συστήματα ελέγχου και ενεργειακή ευελιξία. Η πρόβλεψη πρόσθετης κατάρτισης δεν αποσκοπεί στον αποκλεισμό τους, αλλά στη διασφάλιση ότι όλοι οι αξιολογητές θα μπορούν να εφαρμόζουν τη μεθοδολογία με τον ίδιο βαθμό τεχνικής ακρίβειας.

Τα σεμινάρια αυτά θα πρέπει να καλύπτουν, μεταξύ άλλων, τη δομή της μεθοδολογίας SRI, τα τεχνικά πεδία αξιολόγησης, τα επίπεδα λειτουργικότητας, τα κριτήρια επίδρασης, τη χρήση των επίσημων εργαλείων υπολογισμού, τη συλλογή και επαλήθευση δεδομένων, καθώς και ειδικές ενότητες για συστήματα BACS/BMS, αισθητήρες, αυτοματισμούς, ενεργειακή ευελιξία, αλληλεπίδραση με το δίκτυο και ψηφιακές πλατφόρμες. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η πρακτική εκπαίδευση με παραδείγματα υπηρεσιών, ώστε οι αξιολογητές να μπορούν να διακρίνουν στην πράξη τα διαφορετικά επίπεδα λειτουργικότητας.

Για παράδειγμα, η κατάρτιση θα πρέπει να περιλαμβάνει περιπτώσεις όπως ο έλεγχος εκπομπής ψύξης με επικοινωνία μεταξύ ελεγκτών και BACS, ο προηγμένος έλεγχος αντλίας μεταβλητής ταχύτητας βάσει εξωτερικού σήματος ζήτησης, η αλληλουχία ενεργοποίησης διαφορετικών γεννητριών θερμότητας με βάση το προβλεπόμενο φορτίο και η λειτουργία συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης με δυνατότητα ευέλικτου ελέγχου μέσω σημάτων δικτύου. Οι υπηρεσίες αυτές αποτυπώνουν τον πυρήνα της τεχνικής πολυπλοκότητας του SRI και δείχνουν γιατί η απλή γνώση της ενεργειακής επιθεώρησης δεν επαρκεί πάντοτε.

Παράλληλα, σύμφωνα με την ΕΕ, τα κράτη μέλη διατηρούν τη δυνατότητα να θεσπίσουν πρόσθετες απαιτήσεις κατάρτισης ή πιστοποίησης για τους αξιολογητές, ιδίως σε σχέση με εξειδικευμένα πεδία όπως οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών, εφόσον αυτό κριθεί αναγκαίο για τη διασφάλιση της ποιότητας των αξιολογήσεων. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί στην Ελλάδα με τρόπο αναλογικό, ώστε να μην δημιουργηθεί υπέρμετρο διοικητικό βάρος, αλλά να διασφαλιστεί ότι το σώμα αξιολογητών θα διαθέτει πραγματική τεχνική επάρκεια.

Συνεπώς, η προτεινόμενη προσέγγιση μπορεί να διαμορφωθεί ως εξής: οι μηχανολόγοι και ηλεκτρολόγοι μηχανικοί, καθώς και συναφείς Η/Μ ειδικότητες που είναι εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, να αποτελέσουν τον

βασικό κορμό των αξιολογητών SRI, με δυνατότητα προαιρετικής εξειδικευμένης κατάρτισης, καθώς και οι λοιπές ειδικότητες ενεργειακών επιθεωρητών να μπορούν να ενταχθούν στο σύστημα μετά από παρακολούθηση εγκεκριμένου προγράμματος εξειδίκευσης. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η τεχνική αξιοπιστία του συστήματος, χωρίς να αποκλείεται η αξιοποίηση της υφιστάμενης εμπειρίας του σώματος ενεργειακών επιθεωρητών.

8.4 Διασφάλιση ποιότητας αξιολογήσεων

Η αξιοπιστία του Δείκτη Ευφούς Ετοιμότητας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα, τη συνέπεια και τη διαφάνεια των αξιολογήσεων που διενεργούνται. Για τον λόγο αυτό, το ευρωπαϊκό πλαίσιο προβλέπει ότι τα κράτη μέλη που επιλέγουν να εφαρμόσουν το σχήμα οφείλουν να θεσπίσουν κατάλληλους μηχανισμούς διασφάλισης ποιότητας, συμπεριλαμβανομένων ανεξάρτητων συστημάτων ελέγχου των πιστοποιητικών SRI. Οι μηχανισμοί αυτοί αποσκοπούν στην επαλήθευση της ορθής εφαρμογής της μεθοδολογίας και στη διασφάλιση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων.

Η έκδοση του πιστοποιητικού SRI αποτελεί το τελικό στάδιο της διαδικασίας αξιολόγησης και διέπεται από συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Κάθε ενδιαφερόμενος, όπως ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής ενός κτιρίου, δύναται να ζητήσει την αξιολόγηση της ευφούς ετοιμότητας και την έκδοση πιστοποιητικού από κατάλληλα διαπιστευμένο αξιολογητή. Το πιστοποιητικό εκδίδεται αποκλειστικά βάσει αξιολόγησης που έχει πραγματοποιηθεί από εξειδικευμένο εμπειρογνώμονα, ο οποίος φέρει την ευθύνη για την επαλήθευση της αξιοπιστίας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται [3].

Στην περίπτωση του SRI, η διασφάλιση ποιότητας έχει αυξημένη σημασία, διότι η αξιολόγηση περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό τεχνικών κρίσεων. Ο αξιολογητής δεν καταγράφει μόνο αντικειμενικά δεδομένα, αλλά καλείται να αντιστοιχίσει κάθε υπηρεσία σε συγκεκριμένο επίπεδο λειτουργικότητας. Η αντιστοίχιση αυτή μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα, ιδίως όταν αφορά υπηρεσίες που συνδέονται με περισσότερα κριτήρια επίδρασης. Για παράδειγμα, η ύπαρξη απλής αναφοράς τρεχόντων δεικτών απόδοσης δεν είναι ισοδύναμη με ένα σύστημα που παρέχει ιστορικά δεδομένα, αξιολόγηση απόδοσης, πρόγνωση και ανίχνευση σφαλμάτων. Αντίστοιχα, η απλή χρονοπρογραμματισμένη λειτουργία ενός συστήματος θέρμανσης δεν έχει την ίδια τεχνική σημασία με τη λειτουργία βάσει σημάτων δικτύου ή προβλεπτικού ελέγχου.

Οι διαδικασίες ελέγχου μπορούν να βασιστούν σε υφιστάμενα συστήματα, όπως αυτά που εφαρμόζονται για τα ΠΕΑ, προσαρμοσμένα όμως στις ιδιαιτερότητες του SRI. Η αξιοποίηση υφιστάμενων δομών, όπως το πληροφοριακό σύστημα

BuildingCert, θα μπορούσε να συμβάλει στην αποτελεσματική διαχείριση των πιστοποιητικών SRI, επιτρέποντας την καταχώριση, παρακολούθηση και επεξεργασία των δεδομένων αξιολόγησης σε ενιαία ψηφιακή πλατφόρμα. Μια τέτοια προσέγγιση ενισχύει τη διαφάνεια, μειώνει το διοικητικό κόστος και διασφαλίζει τη συνοχή μεταξύ των διαφορετικών εργαλείων αξιολόγησης του κτιριακού τομέα.

Η διασφάλιση ποιότητας θα πρέπει να περιλαμβάνει τόσο διοικητικούς όσο και τεχνικούς ελέγχους. Οι διοικητικοί έλεγχοι μπορούν να αφορούν την πληρότητα του φακέλου, την ύπαρξη απαιτούμενων στοιχείων, την ισχύ των πιστοποιήσεων του αξιολογητή και την ορθή καταχώριση των δεδομένων. Οι τεχνικοί έλεγχοι, όμως, είναι ακόμη πιο κρίσιμοι για τον SRI, διότι πρέπει να επαληθεύουν αν οι επιλογές λειτουργικότητας είναι τεχνικά ορθές. Για τον λόγο αυτό, οι δειγματοληπτικοί έλεγχοι πιστοποιητικών SRI θα πρέπει να πραγματοποιούνται από πρόσωπα με υψηλή τεχνική επάρκεια σε H/M συστήματα και αυτοματισμούς, ώστε να μπορούν να ελέγξουν ουσιαστικά την ορθότητα της αξιολόγησης.

Το περιεχόμενο του πιστοποιητικού SRI καθορίζεται σε ευρωπαϊκό επίπεδο και περιλαμβάνει συγκεκριμένα στοιχεία που αφορούν τόσο τη συνολική βαθμολογία όσο και τις επιμέρους επιδόσεις του κτιρίου. Η διάρκεια ισχύος του δεν μπορεί να υπερβαίνει τα δέκα έτη, ενώ σε περίπτωση ουσιαστικών μεταβολών στα τεχνικά συστήματα ή στη λειτουργία του κτιρίου, που επηρεάζουν την ευφυή του ετοιμότητα, συνιστάται η έκδοση νέου πιστοποιητικού, ώστε να αποτυπώνεται η επικαιροποιημένη κατάσταση.

Παράλληλα, η χρήση τυποποιημένων μεθοδολογιών, κοινών εργαλείων αξιολόγησης και ψηφιακών εφαρμογών συμβάλλει στην ομοιομορφία των αποτελεσμάτων και στον περιορισμό των αποκλίσεων μεταξύ διαφορετικών αξιολογητών. Η δυνατότητα συγκέντρωσης και ανάλυσης δεδομένων από τα εκδιδόμενα πιστοποιητικά ενισχύει περαιτέρω τη διαφάνεια του συστήματος και επιτρέπει τη συνεχή βελτίωση της μεθοδολογίας και των διαδικασιών εφαρμογής. Ιδίως για την Ελλάδα, όπου το υφιστάμενο σύστημα ΠΕΑ έχει ήδη δημιουργήσει σημαντική διοικητική και τεχνική εμπειρία, η διασύνδεση των δύο εργαλείων μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός πιο ολοκληρωμένου μηχανισμού αξιολόγησης του κτιριακού αποθέματος.

Επιπλέον, το ευρωπαϊκό πλαίσιο προβλέπει τη δυνατότητα αυτοαξιολόγησης από ιδιοκτήτες ή χρήστες μέσω σχετικών εργαλείων που παρέχονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η αυτοαξιολόγηση αυτή λειτουργεί κυρίως ως εργαλείο ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης, χωρίς όμως να μπορεί να οδηγήσει στην έκδοση επίσημου πιστοποιητικού, το οποίο προϋποθέτει την εμπλοκή πιστοποιημένου αξιολογητή [27]. Η διάκριση αυτή είναι σημαντική, διότι επιτρέπει τη διάδοση της λογικής του SRI στην αγορά, χωρίς να υποβαθμίζει την ανάγκη τεχνικά τεκμηριωμένης αξιολόγησης όταν πρόκειται για επίσημη πιστοποίηση.

Συνολικά, η διασφάλιση ποιότητας στον SRI δεν αποτελεί μόνο τεχνική απαίτηση, αλλά και κρίσιμο παράγοντα για την αποδοχή και την αξιοπιστία του δείκτη στην αγορά. Η ύπαρξη σαφών διαδικασιών ελέγχου, η αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων, η διασύνδεση με υφιστάμενα συστήματα όπως το ΠΕΑ και η πρόβλεψη αξιολογητών με ουσιαστική Η/Μ τεχνική επάρκεια συμβάλλουν στη δημιουργία ενός αξιόπιστου και λειτουργικού πλαισίου εφαρμογής. Με τον τρόπο αυτό, ο SRI μπορεί να ενταχθεί ομαλά στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο και να λειτουργήσει όχι ως ένα πρόσθετο τυπικό πιστοποιητικό, αλλά ως εργαλείο ουσιαστικής αποτύπωσης και αναβάθμισης της ευφυούς λειτουργίας των κτιρίων.

9. Εργαλεία και υποστηρικτικά μέσα SRI

Η πρακτική εφαρμογή του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας δεν στηρίζεται μόνο στη θεωρητική μεθοδολογία και στο κανονιστικό του υπόβαθρο, αλλά και σε ένα σύνολο εργαλείων και υποστηρικτικών μέσων που έχουν αναπτυχθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Τα μέσα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά, διότι μετατρέπουν μια σύνθετη τεχνική μεθοδολογία σε διαδικασία εφαρμόσιμη από εθνικές αρχές, αξιολογητές, ιδιοκτήτες κτιρίων και λοιπούς εμπλεκόμενους φορείς. Στην πράξη, η διάδοση και η ωρίμανση του SRI συνδέεται άμεσα με τη διαθεσιμότητα τέτοιων εργαλείων, τα οποία διευκολύνουν τόσο τον υπολογισμό του δείκτη όσο και την κατανόηση της λογικής του.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, τα εργαλεία αυτά μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη αφορά το επίσημο υπολογιστικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δηλαδή το Excel SRI Calculation Sheet, το οποίο αποτυπώνει με δομημένο τρόπο τη μεθοδολογία του δείκτη και λειτουργεί ως βασικό σημείο αναφοράς για όλες τις επιμέρους ψηφιακές εφαρμογές. Η δεύτερη κατηγορία αφορά ένα ευρύτερο οικοσύστημα implementation tools, δηλαδή κατευθυντήριες οδηγίες, εκπαιδευτικό υλικό, υπολογιστικά πακέτα, πλατφόρμες αξιολόγησης και άλλα ψηφιακά μέσα, τα οποία έχουν αναπτυχθεί είτε απευθείας στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής υποστήριξης του SRI είτε μέσω ερευνητικών και πιλοτικών έργων.

9.1 Excel EE- SRI Calculation sheet

Το επίσημο εργαλείο Excel για τον υπολογισμό του SRI αποτελεί το πιο βασικό και αναγνωρίσιμο υποστηρικτικό μέσο της ευρωπαϊκής μεθοδολογίας. Πρόκειται ουσιαστικά για την τυποποιημένη υπολογιστική αποτύπωση του πλαισίου που έχει αναπτυχθεί σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων. Η σημασία του είναι ιδιαίτερα μεγάλη, καθώς λειτουργεί ως το βασικό σημείο αναφοράς για τους αξιολογητές, για τις εθνικές αρχές που

εξετάζουν την εφαρμογή του δείκτη, αλλά και για τα διάφορα ψηφιακά εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί μεταγενέστερα.

Το εργαλείο αυτό εντάσσεται στο ευρύτερο EU-level SRI assessment package, το οποίο, σύμφωνα με το ευρωπαϊκό training package για assessors, περιλαμβάνει ένα calculation sheet και έναν practical guide, ώστε να υποστηρίζεται η εφαρμογή της αξιολόγησης ακόμη και σε χώρες όπου δεν υπάρχουν ακόμη εθνικά εξειδικευμένα εργαλεία ή εκπαιδευτικό υλικό. Με αυτή την έννοια, το Excel εργαλείο δεν αποτελεί απλώς ένα τεχνικό αρχείο υπολογισμών, αλλά την κεντρική επιχειρησιακή μετάφραση της μεθοδολογίας του SRI σε μορφή εφαρμόσιμη και αναπαραγώγιμη [4].

Η δομή του είναι σχεδιασμένη ώστε να υποστηρίζει βήμα προς βήμα τη διαδικασία αξιολόγησης ενός κτιρίου. Ο χρήστης εισάγει τα βασικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου, επιλέγει τη μέθοδο αξιολόγησης, δηλώνει τους τεχνικούς τομείς που είναι παρόντες και, στη συνέχεια, προσδιορίζει τις επιμέρους υπηρεσίες ευφυούς ετοιμότητας και τα αντίστοιχα επίπεδα λειτουργικότητάς τους. Το εργαλείο ενσωματώνει τη βασική λογική του SRI, σύμφωνα με την οποία η συνολική βαθμολογία προκύπτει από την αξιολόγηση υπηρεσιών ανά τεχνικό τομέα, τη σύνδεσή τους με τα επτά κριτήρια επίδρασης, την ομαδοποίησή τους στις τρεις λειτουργίες-κλειδιά και, τελικά, τη σύνθεσή τους σε έναν συνολικό δείκτη και σε μια κλάση SRI. Το ίδιο το training package for assessors εξηγεί ότι η μεθοδολογία βασίζεται στην αξιολόγηση smart-ready services που ομαδοποιούνται στους εννέα τεχνικούς τομείς, με διαφορετικά functionality levels και με εφαρμογή weighting factors ώστε να προκύπτει ένα ενιαίο τελικό σκορ.

Ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα του Excel εργαλείου είναι η διαφάνεια. Ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει τη λογική του υπολογισμού και να δει πώς οι επιμέρους επιλογές επηρεάζουν τη συνολική βαθμολογία. Αυτό το καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμο όχι μόνο ως εργαλείο αξιολόγησης, αλλά και ως εργαλείο κατανόησης της ίδιας της μεθοδολογίας. Η ύπαρξη ξεχωριστών φύλλων εργασίας για τα δεδομένα εισόδου, τους τεχνικούς τομείς, τους συντελεστές στάθμισης, τα αναλυτικά αποτελέσματα και τις γραφικές απεικονίσεις επιτρέπει στον χρήστη να κατανοήσει όχι μόνο το τελικό αποτέλεσμα, αλλά και τη διαδρομή που οδήγησε σε αυτό.

Επιπλέον, το Excel SRI Calculation Sheet λειτουργεί ως κοινή βάση αναφοράς μεταξύ διαφορετικών χωρών, έργων και ψηφιακών εφαρμογών. Ακόμη και όταν αναπτύσσονται πιο εξελιγμένες διαδικτυακές ή cloud-based πλατφόρμες, αυτές κατά κανόνα βασίζονται στην ίδια λογική και συχνά στο ίδιο υπολογιστικό υπόβαθρο. Με αυτή την έννοια, το Excel εργαλείο αποτελεί το “benchmark tool” του SRI, δηλαδή το μέσο σύγκρισης με βάση το οποίο μπορεί να ελεγχθεί η συμβατότητα και η ορθότητα άλλων εργαλείων.

Ωστόσο, παρά τη χρησιμότητά του, το εργαλείο δεν στερείται περιορισμών. Η χρήση του προϋποθέτει καλή εξοικείωση με την ορολογία, τη μεθοδολογία και τη δομή του SRI. Δεν πρόκειται για εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί εύκολα από μη εξειδικευμένο χρήστη χωρίς προηγούμενη εκπαίδευση. Επίσης, σε περιπτώσεις σύνθετων κτιρίων ή τεχνολογικών λύσεων, ενδέχεται να απαιτείται τεχνική κρίση εκ μέρους του αξιολογητή ως προς την ακριβή αντιστοίχιση μιας εγκατάστασης ή λειτουργίας στο σωστό επίπεδο λειτουργικότητας. Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι, παρά την τυποποίηση του εργαλείου, η σωστή χρήση του παραμένει στενά συνδεδεμένη με την τεχνική επάρκεια του αξιολογητή.

Η σημασία του Excel εργαλείου επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι χρησιμοποιείται ευρέως σε πιλοτικά έργα, σε εθνικές δοκιμαστικές φάσεις και στην ανάπτυξη παραγώγων ψηφιακών λύσεων. Στην πράξη, αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία στηρίζονται αρκετά από τα νεότερα εργαλεία SRI, καθώς και το κυριότερο σημείο αναφοράς για τη διασφάλιση της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών λογισμικών, έργων και χωρών.

9.2 Implementation tools της ΕΕ

Πέρα από το επίσημο υπολογιστικό φύλλο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η εφαρμογή του SRI υποστηρίζεται από ένα ευρύτερο οικοσύστημα ψηφιακών εργαλείων, εκπαιδευτικών πακέτων και διαδικτυακών πλατφορμών, τα οποία έχουν αναπτυχθεί είτε στο πλαίσιο των επίσημων δοκιμαστικών φάσεων των κρατών μελών είτε μέσω ερευνητικών και πιλοτικών ευρωπαϊκών έργων. Το ευρωπαϊκό training package for assessors επιβεβαιώνει ότι, ανάλογα με την κατάσταση κάθε χώρας, η αξιολόγηση μπορεί να στηρίζεται είτε σε εθνικά εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο επίσημων test phases, είτε σε εργαλεία LIFE projects συμβατά με τις εθνικές ιδιαιτερότητες, είτε στο γενικό πακέτο αξιολόγησης της ΕΕ [4]. Η ποικιλία αυτών των εργαλείων δείχνει ότι ο SRI εξελίσσεται σταδιακά από μια θεωρητική μεθοδολογία σε ένα ολοκληρωμένο λειτουργικό σύστημα αξιολόγησης, το οποίο υποστηρίζεται από ψηφιακά μέσα με διαφορετικό βαθμό εξειδίκευσης, αυτοματοποίησης και αλληλεπίδρασης με τον χρήστη.

Το **Smart-Ready-Go!** αποτελεί μία cloud-based πλατφόρμα που έχει σχεδιαστεί για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας κτιρίων με βάση τη μεθοδολογία του SRI. Η βασική του επιδίωξη είναι να προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση αξιολόγησης, η οποία να συνδυάζει τη μεθοδολογική συμβατότητα με ένα περισσότερο φιλικό και διαδραστικό ψηφιακό περιβάλλον. Η πλατφόρμα ενσωματώνει dashboards παρακολούθησης της απόδοσης των κτιρίων, προσωποποιημένους λογαριασμούς χρηστών και αναλυτικές στατιστικές πληροφορίες, ενώ παράλληλα παρέχει τεκμηριωμένες συστάσεις αναβάθμισης της «ευφυΐας» των κτιρίων με βάση cost-

optimal προσέγγιση και σύμφωνα με τυποποιημένες μεθόδους CEN. Σημαντικό πλεονέκτημα του εργαλείου είναι ότι υποστηρίζει τόσο self-assessment όσο και online assessment, καλύπτοντας τις Μεθόδους A και B του SRI, ενώ προσφέρει και απλοποιημένη αξιολόγηση για ιδιοκτήτες ή λιγότερο εξειδικευμένους χρήστες.

Η σουίτα εργαλείων **SRIZMARKET** αποτελείται από δύο διακριτές αλλά στενά συνδεδεμένες πλατφόρμες: μια πλατφόρμα ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και ένα διαδικτυακό εργαλείο αξιολόγησης SRI. Η εκπαιδευτική πλατφόρμα **Learning SRIZMARKET** είναι διαθέσιμη σε επτά γλώσσες και περιλαμβάνει ένα πολυμορφικό σύστημα κατάρτισης με βίντεο, έγγραφα, διαδικτυακά μαθήματα, quizzes και ασκήσεις υποβολής. Το πρόγραμμα είναι οργανωμένο σε τρία επίπεδα – SRI User, SRI Beginner και SRI Expert – και συνδέει την εκπαιδευτική πρόοδο με το επίπεδο πρόσβασης στην πλατφόρμα αξιολόγησης. Η λογική αυτή ενισχύει τόσο την κατάρτιση των επαγγελματιών όσο και την αξιοπιστία των δεδομένων που καταχωρίζονται στη βάση αξιολογήσεων. Από την άλλη πλευρά, το **SRIZMARKET assessment tool** αποτελεί ένα web-based εργαλείο που εφαρμόζει τη βασική μεθοδολογία του SRI και τις Μεθόδους A και B, επιτρέποντας όμως ταυτόχρονα και την προσαρμογή παραμέτρων που μπορούν να διαφοροποιούνται σε επίπεδο κράτους μέλους, όπως οι κατάλογοι υπηρεσιών, οι συντελεστές στάθμισης και οι υποχρεωτικοί τεχνικοί τομείς. Το εργαλείο παρέχει επίσης factsheets ανά υπηρεσία, δυνατότητες benchmarking και λεπτομερείς scorecards, λειτουργώντας έτσι όχι μόνο ως μέσο αξιολόγησης αλλά και ως πλατφόρμα παρακολούθησης και συγκριτικής ανάλυσης.

Η πλατφόρμα **easySRI** έχει ως στόχο να αναπτύξει ένα ομαλό, επεκτάσιμο και φιλικό ψηφιακό περιβάλλον για τον αυτοματοποιημένο υπολογισμό του SRI, με βάση το τελικό τεχνικό report της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Σε αντίθεση με πιο στατικά εργαλεία, το easySRI επιχειρεί να ενσωματώσει πρόσθετες παραμέτρους που σχετίζονται με την ενεργειακή και οικονομική διάσταση των παρεμβάσεων, ώστε οι πληροφορίες να είναι πιο κατανοητές και πιο ποσοτικοποιημένες για τον τελικό χρήστη. Παράλληλα, επιδιώκει να αναπτύξει υπηρεσίες machine learning, όπως πυρήνα αξιολόγησης και εργαλεία καθοδήγησης για αναβαθμίσεις smartness και παρεμβάσεις SRT, παρέχοντας εξατομικευμένες συστάσεις που λαμβάνουν υπόψη και το κόστος επένδυσης. Επιπλέον, η πλατφόρμα εξετάζει συνδέσεις με άλλα ευρωπαϊκά εργαλεία και πρωτοβουλίες, όπως τα EPCs, τα Building Logs και τα renovation passports, με στόχο τη μέγιστη αξιοποίηση της έννοιας του SRI στο ευρωπαϊκό ενεργειακό και κτιριακό πλαίσιο.

Το **SRI-ENACT Toolkit** είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα που αναπτύχθηκε για να διευκολύνει τόσο τον υπολογισμό του SRI όσο και τη λήψη αποφάσεων για αναβαθμίσεις. Το εργαλείο δεν περιορίζεται στην αποτύπωση της παρούσας κατάστασης ενός κτιρίου, αλλά επιτρέπει την προσομοίωση διαφορετικών σεναρίων,

στα οποία εξετάζονται η υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών μέτρων και «έξυπνων» τεχνολογιών, μαζί με το αντίστοιχο κόστος και την επένδυση που συνεπάγονται. Με αυτή τη λογική, το toolkit λειτουργεί ως εργαλείο decision support, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει καλύτερα τους εμπλεκόμενους φορείς κατά τον σχεδιασμό νέων κτιρίων ή την ανακαίνιση υφιστάμενων.

Το **D²EPC Building Performance Module – SRI Calculation Subcomponent** αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου υπολογιστικού πλαισίου που αξιολογεί τέσσερις βασικές κατηγορίες επιδόσεων: ευφυή ετοιμότητα, ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος, περιβαλλοντική και οικονομική απόδοση. Το ειδικό του υποσύστημα για τον SRI ενσωματώνει την έννοια της smart readiness στο ευρύτερο πεδίο των EPCs, επιτρέποντας στον τελικό χρήστη να κατανοήσει πώς το επίπεδο «ευφυΐας» ενός κτιρίου σχετίζεται με τα υπόλοιπα ενεργειακά και μη ενεργειακά χαρακτηριστικά του. Το εργαλείο είναι συμβατό με το ισχύον ευρωπαϊκό πλαίσιο, χρησιμοποιεί τη Μέθοδο B, λειτουργεί ως online υπηρεσία και προσφέρει δυνατότητες ανάγνωσης πληροφοριών από BIM αρχεία, καθώς και πρόσβαση σε τρίτους μέσω APIs.

Τα **EPC-RECAST BIM supported SRI assessment tools** αποτελούν ένα ιδιαίτερα εξειδικευμένο σύνολο εργαλείων που αναπτύχθηκαν με στόχο την υποστήριξη της αξιολόγησης SRI μέσω Building Information Models (BIM). Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε ένα σημασιολογικό μοντέλο οντολογίας που αντιστοιχίζει το IFC schema με τους τεχνικούς τομείς του SRI, καθώς και ένας extractor που αντλεί δεδομένα από το BIM μοντέλο και τα οργανώνει σε σημασιολογική μορφή. Η χρήση semantic triple store επιτρέπει σύνθετα queries για τη γρήγορη αναγνώριση των στοιχείων του BIM που σχετίζονται με συγκεκριμένους τομείς του SRI, ενώ η διασύνδεση με 3D εργαλεία απεικόνισης βελτιώνει σημαντικά την παραγωγικότητα των αξιολογητών, ιδιαίτερα σε μεγάλα και σύνθετα κτιριακά μοντέλα.

Το **Smart2B Smart Performance Assessment & Advisor (SPA&A)** είναι ένα εργαλείο που στοχεύει στην παροχή data-driven insights σχετικά με το επίπεδο smartness ενός κτιρίου και τις δυνατότητες βελτίωσής του. Η λειτουργία του βασίζεται στην επεξεργασία πραγματικών δεδομένων λειτουργίας, ώστε να πραγματοποιείται δυναμική αυτοαξιολόγηση της τρέχουσας ευφυούς συμπεριφοράς του κτιρίου, σύμφωνα με τις βασικές λειτουργίες του SRI. Επιπλέον, το εργαλείο παράγει προτεινόμενες δράσεις αναβάθμισης, εκτιμά τον ενεργειακό, οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο των παρεμβάσεων και ενσωματώνεται σε ένα ευρύτερο ψηφιακό πλαίσιο με γραφικό περιβάλλον, το οποίο διευκολύνει την αλληλεπίδραση με τους χρήστες και την κατανόηση των αποτελεσμάτων.

Ο **IsZEB SRI Calculator** αποτελεί υποσύστημα του λογισμικού IsZEB Certify και έχει σχεδιαστεί για την εκτίμηση τόσο της ενεργειακής απόδοσης όσο και της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων. Το εργαλείο επιτρέπει στους αξιολογητές να πραγματοποιούν SRI assessments μέσω φιλικού διαδικτυακού περιβάλλοντος, να

αποθηκεύουν τα αποτελέσματα σε λογαριασμό χρήστη και να λαμβάνουν αναλυτικές τεχνικές αναφορές με γραφήματα και benchmarking. Πέρα από τον υπολογισμό του δείκτη, προσφέρει και προτάσεις έξυπνων παρεμβάσεων αναβάθμισης, βασισμένες σε καινοτόμες τεχνολογίες, με προοπτική στο μέλλον να ενσωματώσει και cost-optimal προσέγγιση.

Το **U-CERT Smart Readiness Indicator digital tool** μεταφέρει το επίσημο υπολογιστικό φύλλο του SRI σε ένα cloud-based περιβάλλον, επιδιώκοντας να βελτιώσει σημαντικά τόσο την εμπειρία εισαγωγής δεδομένων για τους αξιολογητές όσο και την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων για τους λήπτες αποφάσεων. Ο βασικός του στόχος είναι να απλοποιήσει και να επιταχύνει τη διαδικασία αξιολόγησης, αναδεικνύοντας ταυτόχρονα την προστιθέμενη αξία των έξυπνων τεχνολογιών στα κτίρια. Αν και το U-CERT αποτέλεσε περισσότερο μια πρώιμη βάση ανάπτυξης παρά ένα ολοκληρωμένο cluster εργαλείο, έθεσε σημαντικά θεμέλια για τις μεταγενέστερες πιο εξελιγμένες πλατφόρμες.

Η **iEPB SRI StandAlone Application** είναι ένα open-source εργαλείο command line, το οποίο υπολογίζει τόσο το συνολικό SRI όσο και τις επιμέρους βαθμολογίες των Key Functionalities. Βασίζεται σε αρχεία κοινού format που προτάθηκαν στο πλαίσιο του έργου iEPB για την ενοποίηση των EPBD assessments. Παρότι πρόκειται για πιο τεχνικό και λιγότερο φιλικό εργαλείο σε σχέση με web interfaces, έχει ιδιαίτερη σημασία ως ανοιχτός και ελέγξιμος πυρήνας υπολογισμού.

Το **SRI Advisor tool** του έργου **EVELIXIA** απευθύνεται κυρίως σε ιδιοκτήτες και διαχειριστές κτιρίων και παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις για τη βελτίωση τόσο του συνολικού SRI score όσο και των επιμέρους scores σε key functionalities και impact criteria. Το εργαλείο υλοποιεί sensitivity analyses με βάση αρχικές αξιολογήσεις, πακέτα τεχνολογικών παρεμβάσεων και σενάρια ευελιξίας, με στόχο να εντοπίζει τις πιο αποδοτικές παρεμβάσεις για την επίτευξη υψηλότερης smart readiness απόδοσης. Η λειτουργία του συνδέεται με τα υπόλοιπα στοιχεία της πλατφόρμας EVELIXIA, όπως το Digital Building Logbook και το Stakeholder Interaction Platform.

Το **SmartLivingEPC Asset Rating Engine | SRI Analysis Subcomponent** αποτελεί μέρος ενός ολιστικού συστήματος αξιολόγησης ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης, στο οποίο συνδυάζονται αποτελέσματα από SRI, ενεργειακή και μη ενεργειακή ανάλυση, LCA και ενεργειακούς ελέγχους συστημάτων. Το SRI subcomponent χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του SRI score και των συναφών KPIs που εκφράζουν την ικανότητα του κτιρίου να προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών και του δικτύου. Το εργαλείο βασίζεται στο επικαιροποιημένο calculation spreadsheet της ομάδας υποστήριξης του SRI, ενώ διαθέτει backend μηχανισμό ανάκτησης τεχνικής τεκμηρίωσης από BIM αρχεία, ενισχύοντας την IFC literacy και την αυτοματοποίηση της διαδικασίας.

Το **SRI XR tool** αποτελεί μία από τις πιο καινοτόμες προσεγγίσεις στο πεδίο των υποστηρικτικών εργαλείων του SRI, καθώς συνδυάζει Augmented Reality, Artificial Intelligence και Virtual Reality σε ένα ενιαίο εκπαιδευτικό και αξιολογικό περιβάλλον. Στο AR περιβάλλον ο χρήστης ακολουθεί διαδραστικά σενάρια εκπαίδευσης που παρουσιάζουν τους εννέα τεχνικούς τομείς, τα επτά impact criteria και τον τρόπο με τον οποίο οι smart services συνδέονται με τη συνολική βαθμολογία. Η εφαρμογή περιλαμβάνει τον AI assistant “SUNDAY”, ο οποίος παρέχει σε πραγματικό χρόνο απαντήσεις και καθοδήγηση για τη μεθοδολογία και τις τεχνολογίες έξυπνων κτιρίων. Παράλληλα, περιλαμβάνει SRI calculator με αναλυτική αποτύπωση των αποτελεσμάτων, ενώ στο VR περιβάλλον επιτρέπει την «εμβύθιση» σε ένα πλήρως διαδραστικό εικονικό κτίριο, όπου ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει μια προσομοιωμένη επιτόπια αξιολόγηση SRI. Η συνολική λογική του εργαλείου είναι να μετατρέψει τη μεθοδολογία του SRI σε βιωματική, κατανοητή και πρακτικά εφαρμόσιμη εμπειρία.

Τέλος, το **SMARTeeSTORY SRI Calculation Tool** είναι μια web-based εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί για τη στήριξη της ψηφιοποίησης και της αξιολόγησης της ευφυούς ετοιμότητας διαφορετικών κτιριακών τυπολογιών. Το εργαλείο εφαρμόζει τη Μεθοδολογία B και επιτρέπει την αναλυτική baseline αξιολόγηση σε όλους τους τεχνικούς τομείς, λαμβάνοντας υπόψη τα functionality levels των smart-ready services και τη σχέση τους με την ενεργειακή απόδοση, την άνεση και την ευελιξία. Παράλληλα, ενσωματώνει δεύτερη ενότητα για την προσομοίωση σεναρίων βελτίωσης, επιτρέπει στον χρήστη να ορίζει στόχους με βάση το κτίριο, τον χρήστη ή το δίκτυο και παρέχει εξατομικευμένες συστάσεις αναβάθμισης. Επιπλέον, διαθέτει οικονομική ενότητα που εκτιμά την αποδοτικότητα των παρεμβάσεων, λειτουργίες σύγκρισης σεναρίων, αυτόματη παραγωγή αναφορών και μια νέα πενταβάθμια κλίμακα SRI, με στόχο τη βελτίωση της αναγνωσιμότητας των αποτελεσμάτων.

Συνολικά, τα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί και προβάλλονται στο οικοσύστημα εφαρμογής του SRI από την Ευρωπαϊκή Ένωση αποτυπώνουν τη μετάβαση από ένα ενιαίο υπολογιστικό υπόβαθρο σε ένα σύνθετο και πολυεπίπεδο ψηφιακό περιβάλλον. Άλλα εργαλεία δίνουν έμφαση στην αυστηρή εφαρμογή της μεθοδολογίας, άλλα στην εκπαίδευση, άλλα στην υποστήριξη αποφάσεων, άλλα στην αυτοματοποίηση μέσω BIM ή AI, και άλλα στη διαλειτουργικότητα με τα EPCs και τα ευρύτερα συστήματα πιστοποίησης. Για την ελληνική πραγματικότητα, το σύνολο αυτό αποτελεί μια εξαιρετικά χρήσιμη δεξαμενή τεχνογνωσίας και έτοιμων εφαρμογών, πάνω στην οποία μπορεί να οικοδομηθεί μια εθνική στρατηγική αξιολόγησης και διάδοσης του SRI.

10. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία ανέδειξε ότι ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας Κτιρίων συνιστά ένα από τα πλέον καινοτόμα και στρατηγικά σημαντικά εργαλεία που έχουν εισαχθεί τα τελευταία χρόνια στο ευρωπαϊκό πλαίσιο πολιτικής για τα κτίρια. Η σημασία του δεν περιορίζεται στην προσθήκη ενός ακόμη τεχνικού δείκτη, αλλά έγκειται κυρίως στο ότι εισάγει μια νέα θεώρηση για το κτίριο: όχι μόνο ως δομική και ενεργειακή οντότητα, αλλά ως δυναμικό, διασυνδεδεμένο και προσαρμοστικό σύστημα, ικανό να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών, να αλληλεπιδρά με τα δίκτυα και να συμμετέχει ενεργά στη συνολική ενεργειακή μετάβαση.

Μέσα από την ανάλυση του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου, της μεθοδολογίας του δείκτη, των τεχνικών του συνιστωσών, της διαδικασίας αξιολόγησης, των ευρωπαϊκών πιλοτικών εφαρμογών και της σύνδεσής του με την ελληνική πραγματικότητα, κατέστη σαφές ότι ο SRI αποτελεί εργαλείο με προοπτική ουσιαστικής προστιθέμενης αξίας για τον κτιριακό τομέα. Ταυτόχρονα, όμως, φάνηκε ότι η αποτελεσματική εφαρμογή του προϋποθέτει θεσμική ωρίμανση, τεχνική εξειδίκευση, θέσπιση αξιολογητών, ανάπτυξη κατάλληλων εργαλείων και προσεκτική εθνική προσαρμογή.

Η συνολική αποτίμηση του SRI, ειδικά υπό το πρίσμα της ελληνικής περίπτωσης, δείχνει ότι πρόκειται για ένα εργαλείο με σημαντικές δυνατότητες, αλλά και με απαιτήσεις που δεν επιτρέπουν μια μηχανιστική ή βεβιασμένη ενσωμάτωσή του. Αντίθετα, απαιτείται σταδιακή, τεκμηριωμένη και θεσμικά οργανωμένη προσέγγιση, η οποία θα λαμβάνει υπόψη τόσο το ώριμο ευρωπαϊκό υπόβαθρο όσο και τις ιδιαιτερότητες του εγχώριου κτιριακού αποθέματος και του ελληνικού συστήματος ενεργειακής πιστοποίησης.

10.1 Συνολική αποτίμηση του SRI

Ο SRI αποτελεί ουσιαστικά την ευρωπαϊκή απάντηση στην ανάγκη μετάβασης από το «ενεργειακά αποδοτικό κτίριο» στο «ενεργειακά αποδοτικό, ψηφιακά διασυνδεδεμένο, ευφύες και ευέλικτο κτίριο». Η αξία του έγκειται στο ότι εισάγει στο πεδίο της αξιολόγησης μια διάσταση που μέχρι πρόσφατα δεν αποτυπωνόταν με τυποποιημένο τρόπο: την ικανότητα του κτιρίου να χρησιμοποιεί τεχνολογίες αυτοματισμού, ελέγχου, παρακολούθησης και αλληλεπίδρασης, ώστε να βελτιστοποιεί τη λειτουργία του.

Σε αντίθεση με τα συμβατικά εργαλεία ενεργειακής αποτίμησης, ο SRI δεν περιορίζεται στη μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας ή στην αποτύπωση στατικών χαρακτηριστικών του κελύφους και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων.

Εστιάζει κυρίως στη δυναμική λειτουργία του κτιρίου, δηλαδή στο κατά πόσο αυτό μπορεί να αισθάνεται, να ερμηνεύει, να επικοινωνεί, να ανταποκρίνεται και να προσαρμόζεται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες. Αυτή ακριβώς η διάσταση προσδίδει στον δείκτη ιδιαίτερη στρατηγική σημασία για το μέλλον του κτιριακού τομέα.

Η ανάλυση του ευρωπαϊκού πλαισίου έδειξε ότι ο SRI δεν αποτελεί ένα απομονωμένο τεχνικό σχήμα, αλλά οργανικό μέρος της εξέλιξης της ευρωπαϊκής πολιτικής για τα κτίρια. Η εισαγωγή του συνδέεται άμεσα με τη λογική της αναθεωρημένης EPBD, με το κύμα ανακαινίσεων, με την προώθηση των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων, με τη μεγαλύτερη διείσδυση των ΑΠΕ, με την ενεργειακή ευελιξία και με τη διασύνδεση των κτιρίων με ένα ολοένα πιο ψηφιοποιημένο ενεργειακό σύστημα. Υπό αυτή την έννοια, ο SRI δεν αξιολογεί απλώς το παρόν επίπεδο τεχνολογίας ενός κτιρίου, αλλά λειτουργεί και ως δείκτης ετοιμότητας για το μέλλον.

Ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο της συνολικής αποτίμησης είναι το γεγονός ότι ο SRI συγκεντρώνει σε ενιαίο πλαίσιο τρεις κρίσιμες διαστάσεις: την ενεργειακή απόδοση και λειτουργία του κτιρίου, την προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών και την αλληλεπίδραση με το ενεργειακό δίκτυο. Η τριμερής αυτή προσέγγιση δείχνει ότι η «ευφυής ετοιμότητα» δεν είναι απλώς τεχνολογικός εκσυγχρονισμός, αλλά ένα σύνθετο πεδίο που συνδέει την ενέργεια, την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, την άνεση, την υγεία, τη χρηστικότητα, την πληροφόρηση και την ευελιξία.

Παράλληλα, η μεθοδολογία του SRI παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς τη δομή και τη δυνατότητα εφαρμογής της. Η ύπαρξη συγκεκριμένων τεχνικών τομέων, υπηρεσιών ευφυούς ετοιμότητας, επιπέδων λειτουργικότητας, κριτηρίων αντικτύπου και συντελεστών στάθμισης προσδίδει στο σύστημα εσωτερική συνοχή και διαφάνεια. Επιπλέον, η δυνατότητα χρήσης διαφορετικών μεθόδων αξιολόγησης, ανάλογα με τον τύπο και την πολυπλοκότητα του κτιρίου, επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία στην εφαρμογή του, χωρίς να χάνεται η βασική λογική συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων.

Ωστόσο, η συνολική αποτίμηση του SRI δεν πρέπει να είναι άκριτα θετική χωρίς να αναγνωριστούν και οι περιορισμοί ή οι προκλήσεις του. Πρώτον, πρόκειται για ένα εργαλείο που απαιτεί σημαντικό βαθμό τεχνικής κατανόησης, τόσο από τους αξιολογητές όσο και από τους φορείς που καλούνται να το ενσωματώσουν σε εθνικό επίπεδο. Δεύτερον, η αξιολόγηση πολλών υπηρεσιών και επιπέδων λειτουργικότητας ενδέχεται να απαιτεί ερμηνευτική κρίση, ιδίως σε σύνθετα ή μη πλήρως τυποποιημένα κτίρια. Τρίτον, η πραγματική αξία του δείκτη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη αξιόπιστων εργαλείων εφαρμογής, κατάλληλης εκπαίδευσης και σαφών μηχανισμών διασφάλισης ποιότητας.

Ιδιαίτερα για την ελληνική πραγματικότητα, η συνολική αποτίμηση του SRI είναι θετική, αλλά υπό προϋποθέσεις. Το ελληνικό κτιριακό απόθεμα, λόγω παλαιότητας, ενεργειακής υστέρησης και χαμηλής διεύθυνσης εξελιγμένων αυτοματισμών, εμφανίζει σημαντικό περιθώριο βελτίωσης και επομένως δυνητικά σημαντικό πεδίο εφαρμογής του δείκτη. Από την άλλη πλευρά, ακριβώς αυτές οι ιδιαιτερότητες καθιστούν αναγκαία τη σταδιακή και προσεκτική προσαρμογή του συστήματος, ώστε να αποφευχθεί η υιοθέτηση ενός εργαλείου που θα παραμείνει τυπικά θεσμοθετημένο αλλά πρακτικά δυσλειτουργικό ή αποκομμένο από την αγορά.

Συνολικά, ο SRI μπορεί να αποτιμηθεί ως ένα ώριμο ευρωπαϊκό εργαλείο με υψηλή στρατηγική αξία για την επόμενη φάση του κτιριακού τομέα. Δεν αντικαθιστά τα υφιστάμενα σχήματα ενεργειακής αξιολόγησης, αλλά τα συμπληρώνει, επεκτείνοντας το πεδίο αποτίμησης σε χαρακτηριστικά που είναι κρίσιμα για τα κτίρια του μέλλοντος. Η επιτυχία του, όμως, θα κριθεί όχι μόνο από την τεχνική του επάρκεια, αλλά από το κατά πόσο θα μπορέσει να μεταφραστεί σε εφαρμόσιμη πολιτική, αξιόπιστη διαδικασία αξιολόγησης και πρακτικό εργαλείο αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος.

10.2 Προτάσεις για την Ελλάδα

Η εφαρμογή του SRI στην Ελλάδα θα πρέπει να αντιμετωπιστεί ως μια διαδικασία σταδιακής θεσμικής και τεχνικής ενσωμάτωσης και όχι ως μια άμεση και οριζόντια μεταφορά του ευρωπαϊκού πλαισίου. Η ανάγκη αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι, παρότι η βασική μεθοδολογία έχει ήδη καθοριστεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η πρακτική λειτουργία του δείκτη εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το πώς θα προσαρμοστεί στις ιδιαιτερότητες κάθε εθνικού πλαισίου.

Πρώτη βασική πρόταση είναι η οργανωμένη αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της δοκιμαστικής φάσης του SRI στην Ελλάδα πριν από οποιαδήποτε οριστική κανονιστική επιλογή. Η πιλοτική εφαρμογή που βρίσκεται σε εξέλιξη και ολοκληρώνεται προσφέρει ένα εξαιρετικά σημαντικό πεδίο άντλησης τεχνικών συμπερασμάτων σχετικά με την καταλληλότητα της μεθοδολογίας, τις δυσκολίες εφαρμογής, την ερμηνεία των επιπέδων λειτουργικότητας, την επάρκεια των εργαλείων, τον ρόλο των αξιολογητών και τη σχέση του SRI με τις υφιστάμενες πρακτικές ενεργειακής πιστοποίησης. Κατά συνέπεια, οι μελλοντικές αποφάσεις θα πρέπει να βασιστούν στα πορίσματα αυτής της φάσης και όχι σε θεωρητικές μόνο εκτιμήσεις.

Δεύτερη πρόταση είναι η ανάπτυξη ενός σαφούς εθνικού πλαισίου εφαρμογής του δείκτη, υπό τον συντονισμό του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και με ουσιαστική συμμετοχή θεσμικών και τεχνικών φορέων, όπως το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, τα πανεπιστημιακά ιδρύματα και οι φορείς που διαθέτουν τεχνογνωσία σε

θέματα αυτοματισμών και ψηφιακών τεχνολογιών. Η συνεργασία αυτή είναι κρίσιμη, διότι ο SRI δεν αποτελεί ζήτημα αποκλειστικά διοικητικό ή αποκλειστικά τεχνικό, αλλά απαιτεί συνδυασμό κανονιστικής, επιχειρησιακής και επιστημονικής προσέγγισης.

Τρίτη πρόταση αφορά τη σχέση του SRI με το υφιστάμενο εθνικό πλαίσιο ενεργειακής απόδοσης, και ειδικότερα με τον ΚΕΝΑΚ και το ΠΕΑ. Αντί να αναπτυχθεί ως ένα απολύτως αποκομμένο παράλληλο σύστημα, ο SRI θα μπορούσε να συνδεθεί λειτουργικά με τις υπάρχουσες διαδικασίες ενεργειακής επιθεώρησης και καταγραφής στοιχείων. Δεν σημαίνει ότι πρέπει να ταυτιστεί με το ΠΕΑ, αφού τα δύο εργαλεία έχουν διαφορετικό αντικείμενο, αλλά ότι είναι σκόπιμο να αναζητηθούν σημεία συμβατότητας, διοικητικής συνέργειας και ψηφιακής διαλειτουργικότητας. Μια τέτοια σύνδεση θα μπορούσε να μειώσει το διοικητικό κόστος, να αξιοποιήσει υπάρχουσες υποδομές και να διευκολύνει την αποδοχή του δείκτη από την αγορά.

Τέταρτη πρόταση είναι η αξιοποίηση, κατά το δυνατόν, των υφιστάμενων επαγγελματικών μηχανισμών της χώρας ως βάσης για το σώμα των αξιολογητών SRI, με ειδικότερη έμφαση στους εγγεγραμμένους ενεργειακούς επιθεωρητές. Ωστόσο, λόγω του έντονα ηλεκτρομηχανολογικού και αυτοματιστικού χαρακτήρα πολλών υπηρεσιών του SRI, προτείνεται οι βασικοί αξιολογητές να προέρχονται κατά προτεραιότητα από μηχανολόγους μηχανικούς, ηλεκτρολόγους μηχανικούς και συναφείς ειδικότητες, υπό την προϋπόθεση ότι είναι εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών. Παράλληλα, οι λοιπές ειδικότητες ενεργειακών επιθεωρητών θα μπορούν επίσης να ενταχθούν στο σώμα αξιολογητών SRI, εφόσον παρακολουθήσουν εγκεκριμένα και εξειδικευμένα σεμινάρια κατάρτισης ή πιστοποίησης, ώστε να διασφαλίζεται η αναγκαία τεχνική επάρκεια σε συστήματα αυτοματισμού, BACS/BMS, ενεργειακή ευελιξία και αλληλεπίδραση με το δίκτυο.

Πέμπτη πρόταση είναι η δημιουργία πλαισίου κατάρτισης, υποστήριξης και τεχνικής καθοδήγησης των αξιολογητών, σε συνέργεια με τη διαφοροποιημένη σύνθεση του σώματος αξιολογητών που προτείνεται ανωτέρω. Για τους μηχανολόγους και ηλεκτρολόγους μηχανικούς που είναι ήδη εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, η σχετική κατάρτιση θα μπορούσε να έχει ενισχυτικό και προαιρετικό χαρακτήρα, συμβάλλοντας κυρίως στην ομοιόμορφη εφαρμογή της μεθοδολογίας και στην εξοικείωση με τα ειδικά εργαλεία του SRI. Αντίθετα, για τις λοιπές ειδικότητες ενεργειακών επιθεωρητών, η παρακολούθηση εγκεκριμένων και εξειδικευμένων σεμιναρίων κατάρτισης ή πιστοποίησης κρίνεται σκόπιμη, προκειμένου να αποκτηθεί η απαιτούμενη τεχνική επάρκεια σε τομείς όπως τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, οι αυτοματισμοί, τα BACS/BMS, η ενεργειακή ευελιξία και η αλληλεπίδραση με το δίκτυο. Η διαφοροποίηση αυτή διατηρεί τον αναγκαίο βαθμό ευελιξίας του συστήματος, χωρίς να λειτουργεί αποτρεπτικά, ενώ παράλληλα διασφαλίζει ένα ελάχιστο κοινό επίπεδο γνώσεων και συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των αξιολογήσεων.

Έκτη πρόταση αφορά την ανάγκη ανάπτυξης μηχανισμών διασφάλισης ποιότητας και ψηφιακής υποστήριξης του συστήματος. Για να είναι ο SRI αξιόπιστος και λειτουργικός, δεν αρκεί να υπάρχει η μεθοδολογία. Απαιτούνται σαφείς διαδικασίες ελέγχου, παρακολούθησης, επικαιροποίησης και αποθήκευσης των αξιολογήσεων. Στο πλαίσιο αυτό, θα μπορούσε να εξεταστεί σοβαρά η ανάπτυξη αντίστοιχης λειτουργίας μέσα σε υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα, όπως το BuildingCert, ή η δημιουργία συμπληρωματικής εθνικής ψηφιακής πλατφόρμας, μέσω της οποίας θα καταχωρίζονται, θα ελέγχονται και θα αρχειοθετούνται τα πιστοποιητικά SRI.

Έβδομη πρόταση είναι η θεσμική πρόβλεψη της λειτουργικής διασύνδεσης έκδοσης ΠΕΑ και πιστοποιητικού SRI, για τις κατηγορίες κτιρίων ή κτιριακών μονάδων στις οποίες ο SRI θα καταστεί σταδιακά υποχρεωτικός. Η διασύνδεση αυτή δεν θα σήμαινε ενοποίηση του περιεχομένου των δύο πιστοποιητικών, καθώς το ΠΕΑ και ο SRI αξιολογούν διαφορετικές αλλά συμπληρωματικές διαστάσεις της κτιριακής απόδοσης, αλλά θα αφορούσε τη διοικητική και ψηφιακή τους συσχέτιση στο πληροφοριακό σύστημα έκδοσης. Συγκεκριμένα, για τα κτίρια στα οποία ο SRI θα είναι υποχρεωτικός, θα μπορούσε να απαιτείται η ύπαρξη ενεργού πιστοποιητικού SRI για την ολοκλήρωση της έκδοσης ή καταχώρισης του ΠΕΑ, ώστε να υπάρχει πλήρης και επικαιροποιημένη εικόνα τόσο ως προς την ενεργειακή απόδοση όσο και ως προς την ευφυή ετοιμότητα. Η τεχνική εφαρμογή θα μπορούσε να βασιστεί σε κοινή ή διαλειτουργική ψηφιακή πλατφόρμα, ενδεχομένως μέσω του BuildingCert ή αντίστοιχης επέκτασής του. Με τον τρόπο αυτό, θα αποφεύγεται η αποσπασματική εφαρμογή του SRI, θα ενισχύεται η θεσμική συνοχή του συστήματος αξιολόγησης κτιρίων και ο δείκτης θα λειτουργεί ως οργανικό συμπλήρωμα του υφιστάμενου πλαισίου ενεργειακής πιστοποίησης.

Όγδοη πρόταση είναι να δοθεί έμφαση, τουλάχιστον σε αρχική φάση, σε συγκεκριμένες κατηγορίες κτιρίων όπου ο δείκτης μπορεί να προσφέρει άμεσα και ορατά αποτελέσματα. Τέτοιες κατηγορίες είναι τα κτίρια του τριτογενούς τομέα, τα μεγάλα δημόσια κτίρια, τα νοσοκομεία, τα εκπαιδευτικά κτίρια, τα κτίρια γραφείων και γενικότερα τα κτίρια με αυξημένη τεχνική πολυπλοκότητα και σημαντικά περιθώρια βελτίωσης μέσω αυτοματισμών και ευφύων συστημάτων. Η επιλογή αυτή είναι συμβατή και με τη γενικότερη κατεύθυνση της ευρωπαϊκής πολιτικής, που τείνει να δίνει προτεραιότητα σε μη οικιστικά κτίρια μεγαλύτερης ισχύος.

Ένατη πρόταση αφορά την ανάγκη εθνικής τεχνικής επεξεργασίας των συντελεστών στάθμισης και γενικότερα των προσαρμόσιμων στοιχείων της μεθοδολογίας. Η Ελλάδα ανήκει στη ζώνη της νότιας Ευρώπης και ήδη καλύπτεται από τις αντίστοιχες προεπιλεγμένες βαρύτητες σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ωστόσο, είναι πιθανό, μετά από επαρκή ανάλυση δεδομένων, να απαιτηθούν επιμέρους προσαρμογές που να αντανακλούν καλύτερα τις εγχώριες κλιματικές διαφοροποιήσεις, τη μεγαλύτερη

σημασία της ψύξης σε θερμές περιοχές, τις τυπολογίες του ελληνικού κτιριακού αποθέματος και τη διάρθρωση των χρήσεων.

Τέλος, είναι σκόπιμο ο SRI να αντιμετωπιστεί όχι μόνο ως μελλοντική κανονιστική υποχρέωση, αλλά και ως εργαλείο πολιτικής που μπορεί να συνδεθεί με προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης, με παρεμβάσεις ανακαίνισης, με κίνητρα για έξυπνες τεχνολογίες, ακόμη και με νέες μορφές αποτίμησης της αξίας των ακινήτων. Εάν ενταχθεί με σωστό τρόπο στο εθνικό πλαίσιο, μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός τεχνολογικού εκσυγχρονισμού του κτιριακού τομέα και όχι απλώς ως ένα ακόμη διοικητικό πιστοποιητικό.

10.3 Μελλοντικές κατευθύνσεις

Οι μελλοντικές κατευθύνσεις του SRI πρέπει να ιδωθούν σε δύο επίπεδα: αφενός στο ευρωπαϊκό επίπεδο, όπου ο δείκτης συνεχίζει να ωριμάζει θεσμικά και επιχειρησιακά, και αφετέρου στο εθνικό επίπεδο, όπου η εφαρμογή του θα εξαρτηθεί από τον τρόπο με τον οποίο κάθε χώρα θα μετατρέψει τη μεθοδολογία σε λειτουργικό σύστημα πολιτικής και αγοράς.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ο SRI φαίνεται ότι θα ενισχύσει σταδιακά τον ρόλο του ως βασικό εργαλείο σύνδεσης μεταξύ ενεργειακής αποδοτικότητας, ψηφιοποίησης και ενεργειακής ευελιξίας. Η μέχρι σήμερα εξέλιξή του δείχνει ότι δεν πρόκειται για παροδική ή περιφερειακή πρωτοβουλία, αλλά για συστατικό στοιχείο της νέας γενιάς πολιτικών για τα κτίρια. Η περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων των εθνικών test phases, η ανάπτυξη ψηφιακών εργαλείων και η ενσωμάτωση εμπειρίας από ευρωπαϊκά έργα αναμένεται να οδηγήσουν σε περαιτέρω βελτιώσεις και ενδεχομένως σε μεγαλύτερη κανονιστική βαρύτητα του δείκτη τα επόμενα χρόνια.

Ένα βασικό πεδίο μελλοντικής εξέλιξης είναι η περαιτέρω σύγκλιση του SRI με άλλα εργαλεία και συστήματα της ευρωπαϊκής πολιτικής για τα κτίρια. Είναι ιδιαίτερα πιθανό ότι στο μέλλον θα ενισχυθεί η διαλειτουργικότητα του SRI με τα ΠΕΑ, τα Building Renovation Passports, τα BIM-based assessment systems και τα εργαλεία διαχείρισης πραγματικών λειτουργικών δεδομένων. Η εξέλιξη αυτή θα μπορούσε να οδηγήσει σε ένα πιο ολοκληρωμένο περιβάλλον αξιολόγησης, όπου η ενεργειακή απόδοση, η ευφυής λειτουργία, η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος και οι δυνατότητες αναβάθμισης θα εξετάζονται συνδυαστικά.

Παράλληλα, ένα δεύτερο σημαντικό πεδίο μελλοντικής εξέλιξης αφορά την ενίσχυση της σύνδεσης του SRI με πραγματικά δεδομένα λειτουργίας των κτιρίων. Σήμερα ο δείκτης βασίζεται κυρίως στην αποτύπωση των διαθέσιμων υπηρεσιών και των επιπέδων λειτουργικότητάς τους. Στο μέλλον, όμως, είναι πιθανό να ενσωματωθούν περισσότερο δεδομένα που σχετίζονται με πραγματική χρήση, συνεχή

παρακολούθηση, αυτοματοποιημένη αξιολόγηση, έξυπνους μετρητές, συστήματα BMS/BACS και δυναμικές μορφές αποτίμησης. Η ενίσχυση αυτή θα μπορούσε να καταστήσει τον δείκτη ακόμη πιο χρήσιμο ως εργαλείο πολιτικής, αγοράς και λειτουργικής βελτιστοποίησης.

Για την Ελλάδα, οι μελλοντικές κατευθύνσεις πρέπει να κινηθούν σε μια γραμμή ισορροπίας μεταξύ ευρωπαϊκής εναρμόνισης και εθνικής ρεαλιστικής εφαρμογής. Η χώρα δεν έχει λόγο να αναπτύξει ένα εντελώς αποκλίνον μοντέλο, εφόσον η βασική ευρωπαϊκή μεθοδολογία είναι ήδη ώριμη και τεχνικά συνεκτική. Αντίθετα, η ελληνική στρατηγική θα πρέπει να εστιάσει στην τεκμηριωμένη προσαρμογή των παραμέτρων εκείνων που επιτρέπουν εθνική ευελιξία, καθώς και στην ανάπτυξη διοικητικών, τεχνικών και ψηφιακών υποδομών που θα στηρίζουν τη λειτουργία του συστήματος.

Είναι επίσης σημαντικό οι μελλοντικές κατευθύνσεις να αντιμετωπίσουν τον SRI όχι μόνο ως μηχανισμό αξιολόγησης υπαρχόντων κτιρίων, αλλά και ως εργαλείο σχεδιασμού για νέες κατασκευές και βαθιές ανακαινίσεις. Ο δείκτης μπορεί να λειτουργήσει ως πλαίσιο αναφοράς για το ποια τεχνολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά πρέπει να ενσωματώνει ένα σύγχρονο κτίριο, ιδίως όταν αυτό σχεδιάζεται να λειτουργεί σε περιβάλλον αυξημένου εξηλεκτισμού, αποκεντρωμένης παραγωγής, ψηφιακής παρακολούθησης και διασύνδεσης με ευέλικτα δίκτυα.

Μια ακόμη κρίσιμη μελλοντική κατεύθυνση είναι η σύνδεση του SRI με οικονομικά και χρηματοδοτικά εργαλεία. Στο μέλλον, η ύπαρξη υψηλής βαθμολογίας SRI ή η υλοποίηση παρεμβάσεων που βελτιώνουν αισθητά τον δείκτη θα μπορούσε να λαμβάνεται υπόψη σε προγράμματα χρηματοδότησης, σε επενδυτικά σχήματα ανακαινίσεων, σε πράσινα χρηματοδοτικά προϊόντα ή ακόμη και σε μηχανισμούς αποτίμησης της αξίας ακινήτων. Για να συμβεί αυτό, απαιτείται όμως πρώτα να ενισχυθεί η αναγνωρισιμότητα και η πρακτική χρησιμότητα του δείκτη στην αγορά.

Τέλος, μια ουσιαστική μελλοντική κατεύθυνση αφορά την καλλιέργεια τεχνικής και κοινωνικής κουλτούρας γύρω από τα έξυπνα κτίρια. Ο SRI δεν θα επιτύχει μόνο επειδή θα ενσωματωθεί σε μια νομοθετική διάταξη ή επειδή θα υπάρχουν σχετικά λογισμικά. Θα επιτύχει εφόσον οι μηχανικοί, οι διαχειριστές κτιρίων, οι ιδιοκτήτες, οι επενδυτές και οι δημόσιες αρχές αντιληφθούν ότι η «ευφυής ετοιμότητα» δεν είναι πολυτέλεια ή πρόσθετο χαρακτηριστικό, αλλά ουσιώδες μέρος του σύγχρονου, ανθεκτικού και αποδοτικού κτιρίου.

Συμπερασματικά, η μελλοντική πορεία του SRI στην Ελλάδα θα εξαρτηθεί από το κατά πόσο θα καταφέρει να μετατραπεί από ένα ευρωπαϊκό μεθοδολογικό πλαίσιο σε ένα εθνικά προσαρμοσμένο, θεσμικά αξιόπιστο και πρακτικά χρήσιμο εργαλείο. Εάν αυτό επιτευχθεί, ο δείκτης μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη μετάβαση του κτιριακού τομέα προς ένα αποδοτικότερο, ψηφιοποιημένο, ανθρωποκεντρικό και συμβατό

πρότυπο με τις απαιτήσεις της κλιματικής ουδετερότητας και της ενεργειακής ευελιξίας.

Βιβλιογραφία

1. European Parliament. Energy Performance of Buildings: New Rules to Decarbonise EU Buildings; 2022. Available online: https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2022/12/story/20221128STO58002/20221128STO58002_el.pdf.
2. European Commission. A Renovation Wave for Europe—Greening Our Buildings, Creating Jobs, Improving Lives; COM(2020) 662 final; European Commission: Brussels, Belgium, 2020. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:662:FIN>.
3. European Parliament; Council of the European Union. Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast). Off. J. Eur. Union 2024. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/eng>.
4. European Commission. Smart Readiness Indicator; European Commission: Brussels, Belgium. Available online: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator_en.
5. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Paris Agreement; Paris, France, 2015. Available online: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>.
6. European Commission. 2030 Climate & Energy Framework; European Commission: Brussels, Belgium. Available online: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-targets_en.
7. Ministry of Environment and Energy (Greece). Energy Efficiency in Buildings. Available online: <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/>.
8. Dermentzis, G.; Boemi, S.N.; Papadopoulos, A.M. The needs of engineers from the research community towards nZEB: A case study. Energy Sources Part A 2022. <https://doi.org/10.1080/15567036.2022.2128477>.
9. Eurostat. Energy Consumption in Households. Available online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households.

10. European Commission. Greece—Long-Term Renovation Strategy under Article 2a of Directive 2010/31/EU. Available online: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/long-term-renovation-strategies_en.
11. IOBE. Ο Ρόλος των Ενεργειακών Ανακαινίσεων στην Ανάπτυξη, την Απασχόληση και τη Μείωση των Εκπομπών; Αθήνα, Ελλάδα, 2025. Available online: https://iobe.gr/docs/research/RES_06_01122025_REP_GR.pdf.
12. European Commission. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD); Directorate-General for Energy. Available online: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings_en.
13. European Commission. Energy and Smart Cities; European Commission: Brussels, Belgium. Available online: https://energy.ec.europa.eu/topics/clean-energy-transition/energy-and-smart-cities_en.
14. Giffinger, R.; Fertner, C.; Kramar, H.; Kalasek, R.; Pichler-Milanović, N.; Meijers, E. Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities; Vienna University of Technology: Vienna, Austria, 2007. <https://doi.org/10.34726/3565>.
15. European Commission. Smart Cities and Communities. Available online: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/smart-cities-and-communities>.
16. Mirpadiab, S.K.; Bagheri, S. Identifying Intelligent Building Management Systems (BMS) in Sustainable Housing. Master's Thesis, Islamic Azad University of Yazd, Yazd, Iran, 2016.
17. European Commission. EU Energy Policy. Available online: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings_en.
18. Energy Performance of Buildings (EPB). EPB Standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). Available online: <https://epb.center/epb-standards/energy-performance-buildings-directive-epbd/>.
19. European Commission. Commission Welcomes Completion of Key “Fit for 55” Legislation; 2023. Available online: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4754.
20. European Commission. Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings. Off. J. Eur. Union 2002. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/91/oj/eng>.

21. European Parliament; Council of the European Union. Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast). Off. J. Eur. Union 2010. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/eng>.
22. European Parliament; Council of the European Union. Directive (EU) 2018/844 amending Directive 2010/31/EU and Directive 2012/27/EU. Off. J. Eur. Union 2018. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj/eng>.
23. European Commission. Commission Delegated Regulation (EU) 2020/2155 supplementing Directive 2010/31/EU. Off. J. Eur. Union 2020. Available online: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2020/2155/oj/eng.
24. Government of Greece. ΦΕΚ Β' 6983/2024; Ministry of Environment and Energy: Athens, Greece, 2024. Available online: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2025/04/Αναθεωρημένο-ΕΣΕΚ-2024-ΦΕΚ-6983.pdf>.
25. Government of Greece. ΦΕΚ Β' 4893/2019; Ministry of Environment and Energy: Athens, Greece, 2019. Available online: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2020/11/ΦΕΚ-B-4893.2019.pdf>.
26. Ministry of Environment and Energy. Buildings—Energy Saving; Athens, Greece, 2020. Available online: <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/>.
27. European Commission; Directorate-General for Energy. Final Report on the Technical Support to the Development of a Smart Readiness Indicator for Buildings; European Commission: Brussels, Belgium, 2020.
28. Athanasaki, S.; Tsikaloudaki, K. Smart buildings for smart cities: Analysis of the Smart Readiness Indicator. *Green Energy Sustain.* 2022. <https://doi.org/10.47248/ges2202020005>.
29. Vigna, I.; Perneti, R.; Pernigotto, G.; Gasparella, A. Analysis of the Building Smart Readiness Indicator Calculation: A Comparative Case Study with Two Panels of Experts. *Energies* 2020, 13, 2796. <https://doi.org/10.3390/en13112796>.
30. Sučić, B.; Matešić, G.; Vogt, G.; Cholewa, T. Energy efficiency in buildings: EPC and SRI as enablers of future renovations. *SSRN* 2024, 6251736.
31. Fokaides, P.A.; Panteli, C.; Panayidou, A. How are the smart readiness indicators expected to affect the energy performance of buildings: First evidence and perspectives. *Sustainability* 2020, 12, 9496.
32. Chatzikonstantinidis, K.; Giama, E.; Zamanidou, A.; Giagkoulas, K.; Mertzimekis, A.N.; Papadopoulos, A.M. Energy efficiency vs. smart readiness: A comparative assessment of EPC and SRI in building renovations. In *Proceedings of the 10th*

- International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech 2025); IEEE: 2025; pp. 1–5.
33. Klitou, T.; Fokaides, P.; Dourlens-Quaranta, S.; Barrère, C.; Litiu, V.; Koukaras, P.; Momi, S. Towards integrated building assessment: A unified certificate for energy performance and smart readiness. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2025, 1558, 012005.
 34. Delavar, T.; Borgentorp, E.; Junnila, S. The smart buildings revolution: A comprehensive review of the smart readiness indicator literature. *Appl. Sci.* 2025, 15, 1808.
 35. Chatzikonstantinidis, K.; Giama, E.; Fokaides, P.A.; Papadopoulos, A.M. Smart readiness indicator (SRI) as a decision-making tool for low carbon buildings. *Energies* 2024, 17, 1406.
 36. CEN. CWA 18193:2025; European Committee for Standardization: Brussels, Belgium, 2025.
 37. Ministry of Environment and Energy (Greece). Energy Efficiency in Buildings. Available online: <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/>.
 38. Eurostat. Statistics Explained. Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat>.
 39. Ministry of Environment and Energy (Greece). *Energy Inspections of Buildings, Heating Systems and Air-Conditioning Systems: Statistical Analysis for the Year 2023 and the Period 2011–2023*; Ministry of Environment and Energy: Athens, Greece, 2024.