



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

**Αξιολόγηση της ετοιμότητας υιοθέτησης του σχήματος  
«Smart Readiness Indicator» σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο με  
χρήση Πολυκριτήριας Ανάλυσης**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Παναγιώτης Μ. Σαμάρας

**Επιβλέπων :** Ευάγγελος Μαρινάκης  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2024





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

**Αξιολόγηση της ετοιμότητας υιοθέτησης του σχήματος  
«Smart Readiness Indicator» σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο με  
χρήση Πολυκριτήριας Ανάλυσης**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Παναγιώτης Μ. Σαμάρας

**Επιβλέπων :** Ευάγγελος Μαρινάκης  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 1<sup>η</sup> Μαρτίου 2024.

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

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

.....  
Δημήτριος Ασκούνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2024

.....  
Παναγιώτης Μ. Σαμάρας

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

Copyright © Παναγιώτης Μ. Σαμάρας, 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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



## Περίληψη

Την σημερινή εποχή η ανθρωπότητα βιώνει προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει με συλλογική προσπάθεια. Για να το καταφέρει αποτελεσματικά απαιτείται να στραφεί σε διαφορετική προσέγγιση της επίλυσης αυτών. Η κλιματική αλλαγή ως μία πρόκληση που επηρεάζει και θα επηρεάσει τις ζωές όλων για πολλά χρόνια προέρχεται κατά βάση από την εκτενή χρήση ορυκτών καυσίμων για την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών βιομηχανιών, επιχειρήσεων, μεταφορών και οικιών. Η αποτελεσματική αντιμετώπιση της απαιτεί βαθιά κατανόηση της κατάστασης και ως επακόλουθο την λήψη μιας σειράς μέτρων για την αναδιαμόρφωση του ρυθμιστικού πλαισίου, της τεχνολογικής αναβάθμισης, της οικονομικής ανάπτυξης και της συλλογικής κοινωνικής προσπάθειας. Με αυτά θα σχηματιστεί ο δρόμος προς την ενεργειακή μετάβαση και την πράσινη οικονομία και ανάπτυξη.

Το σχήμα «Smart Readiness Indicator» (SRI) ή αλλιώς Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας στα κτίρια εισήχθη από την Ευρωπαϊκή Ένωση για να βελτιώσει 3 βασικές λειτουργίες: την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, την προσαρμογή τους με τις ανάγκες των ενοίκων και την προσαρμογή τους με τις ανάγκες του ηλεκτρικού δικτύου για ενεργειακή ευελιξία. Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της ετοιμότητας υιοθέτησης του σχήματος SRI από τις Ευρωπαϊκές χώρες.

Αρχικά, έγινε αναφορά στο πως ξεκίνησε το σχήμα αυτό, ποιοι οι στόχοι του και πως χρησιμοποιείται σε γενικό πλαίσιο. Έπειτα, ακολούθησε αναλυτική αποτύπωση της παρούσας κατάστασης του σχήματος στην Ευρωπαϊκή Ένωση ως προς τους ενδιαφερόμενους και τις δράσεις ενσωμάτωσής του. Στη συνέχεια, τέθηκαν 12 παράγοντες που επηρεάζουν τον βαθμό υιοθέτησης του σε κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό και τεχνολογικό επίπεδο ανάμεσα σε 20 Ευρωπαϊκές χώρες. Από την αξιολόγηση των χωρών προέκυψε ένας βαθμός υιοθέτησης της κάθε χώρας η οποία έγινε με χρήση μεθόδων Πολυκριτήριας Ανάλυσης και συγκεκριμένα με τις μεθόδους TOPSIS και AHP.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψαν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής του SRI σε κάθε χώρα. Η συγκριτική μελέτη ώθησε την αναγνώριση των παραγόντων που συμβάλλουν στην επιτυχή υιοθέτηση του, όπως οι πολιτικοί θεσμοί, τα οικονομικά κίνητρα, η τεχνολογική υποδομή και η ευαισθητοποίηση του κοινού. Από την κατάταξη που προέκυψε μπορούν να ληφθούν συμπεράσματα ως προς το επίπεδο εφαρμογής του σχήματος SRI σε κάθε χώρα καθώς και τυχόν δράσεις που είναι απαραίτητες για την βελτίωση της υιοθέτησης του.

### Λέξεις κλειδιά:

Smart Readiness Indicator, Έξυπνα Σπίτια, Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Απανθρακοποίηση, Κλιματική Αλλαγή, Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων, Μέθοδος TOPSIS, Μέθοδος AHP.

## Abstract

In today's era, humanity is experiencing challenges that must be faced with a collective effort. To do this effectively, it is necessary to turn to a different approach to solving them. Climate change as a challenge that affects and will affect everyone's lives for many years is basically derived from the extensive use of fossil fuels to meet the energy needs of industries, businesses, transport, and homes. Effectively dealing with it requires a deep understanding of the situation and, as a result, taking a series of measures to reshape the regulatory framework, technological upgrading, economic development, and collective social effort. With these, the path to the energy transition and the green economy and development will be formed.

Smart Readiness Indicator scheme in buildings was introduced by the European Union to improve 3 main functions: the energy efficiency of buildings, the adaptation of the operation to the needs of the occupants and the adaptation to signals from the electricity grid. The purpose of this thesis was to evaluate the readiness to adopt the SRI scheme by European countries.

Initially, was mentioned how this scheme started, what its goals are and how it is used in a general context. Then followed a detailed description of the current state of the scheme in the European Union in terms of the stakeholders and its integration actions. Then, 12 factors influencing the degree of its adoption at a social, political, economic, and technological level among 20 European countries were put forward. From the evaluation of the countries, a score of adoption of each country emerged, which was done using Multi-criteria Decisions Analysis methods and specifically with the TOPSIS and AHP methods.

From the results of the research, advantages, and disadvantages of the implementation of SRI in each country emerged. The comparative study prompted the identification of factors that contribute to its successful adoption, such as political institutions, financial incentives, technological infrastructure, and public awareness. From the resulting classification, conclusions can be drawn regarding the level of implementation of the SRI scheme in each country as well as any actions that are necessary to improve its adoption.

### **Keywords:**

Smart Readiness Indicator, Smart Homes, Energy Efficiency, Decarbonization, Climate Change, Multi-criteria Decision Analysis, TOPSIS method, AHP method.

## Πρόλογος

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2023-2024 και την περίοδο Μάρτιο 2023 – Μάρτιο 2024. Το Εργαστήριο υπάγεται στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.). Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Βαγγέλη Μαρινάκη, Επίκουρου Καθηγητή Ε.Μ.Π., στην Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, τον οποίο ευχαριστώ ιδιαίτερα για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι να ληφθούν συμπεράσματα ως προς το επίπεδο εφαρμογής του σχήματος SRI σε κάθε χώρα καθώς και τυχόν δράσεις που είναι απαραίτητες για την βελτίωση της υιοθέτησης του. Ακόμη, μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στην λήψη αποφάσεων για την ωριμότητα του στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον ερευνητή του εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης κ. Στάθη Σταματόπουλο και τους υποψήφιους διδάκτορες Ε.Μ.Π. κ. Απόστολο Αρσενόπουλο και κ. Ελισσαίο Σαρμά, για την ουσιαστική και καθοριστικής σημασίας συμβολή τους στην υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας και τη βοήθεια που μου προσέφεραν μέσω των εύστοχων παρατηρήσεων και των προτάσεών τους. Η καθοδήγησή τους συνέβαλε τα μέγιστα στην επιτυχημένη ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την συνεχή στήριξη και συμπαράσταση κατά την διάρκεια των σπουδών μου καθώς και την Έφη που στάθηκε δίπλα μου σε όλες τις ευχάριστες και δύσκολες στιγμές. Κλείνοντας, ευχαριστώ τον στενό φιλικό μου κύκλο για την συμπαράσταση και τις ωραίες στιγμές που μου χάρισαν μέσα και έξω στη σχολή.

Παναγιώτης Σαμάρας  
Μάρτιος, 2024



## Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....	13
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός .....	13
1.2 Φάσεις Υλοποίησης .....	14
1.3 Οργάνωση του τόμου .....	15
Κεφάλαιο 2: Ο δείκτης αξιολόγησης Smart Readiness Indicator .....	16
2.1 Προκλήσεις που οδήγησαν στην επινόηση του .....	16
2.2 Η εμφάνιση του δείκτη .....	19
2.3 Οι στόχοι του .....	21
Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή του Smart Readiness Indicator στην Ευρώπη .....	22
3.1 Ενδιαφερόμενοι προς υιοθέτηση και δράσεις ενσωμάτωσης σε όλη την Ευρώπη .....	22
3.2 Πρώτα βήματα .....	24
3.3 Μηχανισμοί χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ευρεία χρήση του δείκτη .....	26
Κεφάλαιο 4: Δεδομένα Έρευνας .....	31
4.1 Κριτήρια Αξιολόγησης και εναλλακτικές χώρες .....	31
4.2 Κοινωνικά κριτήρια .....	33
4.2.1 Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων .....	33
4.2.2 Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής .....	34
4.2.3 Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού .....	35
4.2.4 Εργασιακή απασχόληση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας .....	36
4.3 Πολιτικά Κριτήρια .....	38
4.3.1 Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια-RISE .....	38
4.3.2 Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων .....	39
4.4 Οικονομικά Κριτήρια .....	41
4.4.1 Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας .....	41
4.4.2 Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος .....	43
4.5 Τεχνολογικά Κριτήρια .....	45
4.5.1 Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτίρια .....	45
4.5.2 Υποδομές .....	47
4.5.3 Δείκτης ενεργειακής μετάβασης-Energy Transition Index .....	49
4.5.4 Δείκτης ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας-Digital Economy and Society Index .....	50
4.6 Ολοκληρωμένος πίνακας χωρών και κριτηρίων αξιολόγησης .....	51

Κεφάλαιο 5: Πολυκριτήρια Ανάλυση.....	52
5.1 Υπολογισμός βαρών με την μέθοδο Analytical Hierarchy Process .....	52
5.1.1 Η μέθοδος Analytical Hierarchy Process - AHP.....	52
5.1.2 Υπολογισμός βαρών στο πρόβλημα υιοθέτησης δείκτη Smart Readiness Indicator από τις Ευρωπαϊκές Χώρες.....	56
5.2 Αξιολόγηση ετοιμότητας υιοθέτησης του SRI με την χρήση της μεθόδου TOPSIS .....	58
5.2.1 Η μέθοδος TOPSIS.....	58
5.2.2 Αποτελέσματα μεθόδου TOPSIS στο πρόβλημα υιοθέτησης SRI.....	60
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα, περιορισμοί και προτάσεις μελλοντικής εξέλιξης.....	67
6.1 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων και συμπεράσματα .....	67
6.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής.....	69
6.3 Προτάσεις εξέλιξης .....	71
Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία .....	73

## Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1. Τεχνικοί τομείς, κριτήρια αντικτύπου και βασικές λειτουργικότητες SRI.....	19
Πίνακας 2. Πρωτοβουλίες της ΕΕ σχετικές με το SRI .....	23
Πίνακας 3. Πληθυσμός Ευρωπαϊκών χωρών ανά εκατομμύρια άτομα.....	32
Πίνακας 4. Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτίρια .....	46
Πίνακας 5. Δείκτης ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας-Digital Economy and Society Index .....	50
Πίνακας 6. Ολοκληρωμένος πίνακας χωρών και κριτηρίων αξιολόγησης.....	51
Πίνακας 7. Η θεμελιώδης Κλίμακα της Αναλυτικής Ιεραρχικής Μεθόδου .....	53
Πίνακας 8. Τιμές του τυχαίου συντελεστή R.I. αναλόγως με το πλήθος των κριτηρίων .....	55
Πίνακας 9. Πίνακας Α συγκρίσεων ανά ζεύγη .....	56
Πίνακας 10. Κανονικοποιημένος πίνακας N ανά ζεύγη βάση του αθροίσματος των στοιχείων ανά στήλη.....	57
Πίνακας 11. Βάρη κριτηρίων W .....	57
Πίνακας 12. Πίνακας Απόφασης .....	58
Πίνακας 13. Βάρη στα κριτήρια .....	61
Πίνακας 14. Κατάταξη χωρών με έμφαση βαρών στα κριτήρια .....	61
Πίνακας 15. Βάρη στους πυλώνες .....	62
Πίνακας 16. Κατάταξη χωρών με έμφαση βαρών στους πυλώνες .....	62
Πίνακας 17. Βάρη με τον ΜΟ κριτηρίων-πυλώνων .....	63
Πίνακας 18. Κατάταξη χωρών με βάρη από τον ΜΟ κριτηρίων-πυλώνων .....	63
Πίνακας 19. Βάρη με την μέθοδο ΑHP .....	64
Πίνακας 20. Κατάταξη χωρών με βάρη από την μέθοδο ΑHP.....	64

## Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. Μεθοδολογικό πλαίσιο για τον υπολογισμό του SRI.....	20
Εικόνα 2. Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων.....	33
Εικόνα 3. Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής.....	34
Εικόνα 4. Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού.....	35
Εικόνα 5. Εργασιακή απασχόληση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε χιλιάδες.....	37
Εικόνα 6. Εργασιακή απασχόληση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε χιλιάδες ανά εκατομμύριο πληθυσμού.....	37
Εικόνα 7. Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια - RISE .....	38
Εικόνα 8. Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων.....	40
Εικόνα 9. Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων ανά εκατομμύρια πληθυσμό.....	40
Εικόνα 10. Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας.....	42
Εικόνα 11. Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος.....	44
Εικόνα 12. Υποδομές.....	48
Εικόνα 13. Δείκτης ενεργειακής μετάβασης - Energy Transition Index .....	49
Εικόνα 14. Γενική Ιεραρχική Δομή ενός προβλήματος απόφασης .....	52
Εικόνα 15. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με έμφαση βαρών στα κριτήρια .....	61
Εικόνα 16. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με έμφαση βαρών στους πυλώνες .....	62
Εικόνα 17. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με βάρη από τον ΜΟ κριτηρίων-πυλώνων.....	63
Εικόνα 18. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με βάρη από την μέθοδο AHP .....	64
Εικόνα 19. Κατάταξη χωρών στις 4 περιπτώσεις βαροδότησης .....	65
Εικόνα 20. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με βάρη από την μέθοδο AHP ανά κατηγορίες.....	68

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### 1.1 Αντικείμενο και Σκοπός

Μία από τις πιο σοβαρές προκλήσεις τη σημερινή εποχή είναι η κλιματική αλλαγή και αποτελεί μια παγκόσμια περιβαλλοντική κρίση. Οι πολιτικοί φορείς αναγνωρίζουν όλο και περισσότερο τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και την ανάγκη για άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος. Η ευαισθητοποίηση της κοινωνίας αυξάνεται, καθώς οι άνθρωποι ενημερώνονται για τις αρνητικές συνέπειες της κλιματικής κρίσης, που οφείλεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ο ενεργειακός τομέας είναι υπεύθυνος για σημαντικές εκπομπές αερίων κυρίως με την εκτεταμένη χρήση ορυκτών καυσίμων, και για τον λόγο αυτό προτείνονται λύσεις για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Όλες οι χώρες πρέπει να υιοθετήσουν μέτρα επικεντρωμένα στην ενεργειακή απόδοση και τη χρήση βιώσιμων πηγών ενέργειας για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την επίτευξη αειφόρου ανάπτυξης. Τεχνολογικές καινοτομίες, οικονομική ανάπτυξη, κοινωνική συμμόρφωση, καθώς και ρυθμιστικά και θεσμικά πλαίσια αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή μετάβαση.

Μέτρα που λαμβάνονται για την αντιμετώπιση της περιλαμβάνουν την αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας, τον συγχρονισμό της παραγωγής και της κατανάλωσης, τη μετάβαση σε ευέλικτα συστήματα και έξυπνα δίκτυα με αυξημένη χρήση ανανεώσιμων πηγών, σε συνδυασμό με αποθήκευση ενέργειας. Επιπλέον, προωθείται η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών, καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας.

Η μελέτη παρουσιάζει και θέτει ένα πρόβλημα πολυκριτήριας ανάλυσης με αποτέλεσμα την αξιολόγηση της ετοιμότητας των χωρών της Ευρώπης για υιοθέτηση του σχήματος Smart Readiness Indicator. Αυτό το σχήμα αποτελεί ένα δείκτη μέτρησης και αξιολόγησης της ετοιμότητας ενός κτιρίου να υιοθετήσει έξυπνες τεχνολογίες. Οι τεχνολογίες αυτές επηρεάζουν μια πληθώρα διαστάσεων του κτιρίου όπως η ενεργειακή αποδοτικότητα, η κατανάλωση ενέργειας, η ευελιξία, η ποιότητα του αέρα και του νερού κ.ά., και έχει αποδειχθεί ότι συμβάλουν σημαντικά τόσο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub>, όσο και στη γενικότερη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων.

Το σχήμα SRI εμφανίστηκε το 2017. Βρίσκεται ακόμη στις απαρχές του και μόνο οκτώ Ευρωπαϊκές χώρες έχουν εκδηλώσει προς το παρόν επίσημο ενδιαφέρον για την πειραματική δοκιμή του με ενδεχόμενη υιοθέτησή του. Αυτές είναι οι Αυστρία, Κροατία, Τσεχία, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Σλοβενία και Ισπανία.

Η μελέτη που θα γίνει βασίζεται σε τέσσερις πυλώνες: κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό και τεχνολογικό, συμπεριλαμβάνοντας δώδεκα κριτήρια αξιολόγησης. Στη συνέχεια, αξιολογούνται και ταξινομούνται είκοσι χώρες με διαφορετικά προφίλ και επίπεδο προόδου προς την αειφόρο ανάπτυξη. Η έρευνα αυτή στοχεύει στο να εντοπίσει πεδία βελτίωσης και να υποστηρίξει τους αρμόδιους φορείς στη χάραξη κατάλληλων πολιτικών για μια πιο πράσινη κοινωνία και οικονομία.

## 1.2 Φάσεις Υλοποίησης

Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας έγινε πρώτη γνωριμία με το νεοσύστατο σχήμα του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας στα κτίρια. Αφού έγιναν κατανοητοί οι λόγοι δημιουργίας του σχήματος και ο τρόπος χρήσης του στα κτίρια η έρευνα προχώρησε στο επόμενο βήμα, το οποίο είναι η δόμηση των κριτηρίων αξιολόγησης της κάθε Ευρωπαϊκής χώρας που επιλέχθηκε. Η συγκρότηση αυτών των παραγόντων βασίστηκε στην φύση του προβλήματος το οποίο είναι πολυεπίπεδο και λαμβάνει υπόψη στοιχεία από διαφορετικές διαστάσεις όπως κοινωνικές, ρυθμιστικές, χρηματοοικονομικές και τεχνολογικές. Για την καλύτερη αξιολόγηση των παραγόντων και την παρουσίαση των χωρών σε ένα συνολικό πλαίσιο κατάταξης χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι Πολυκριτήριας Ανάλυσης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν εξετάστηκαν ως προς την ορθότητα και αξιοπιστία τους και έπειτα λήφθηκαν συμπεράσματα αλλά και προτάσεις εξέλιξης του σχήματος για την περαιτέρω εφαρμογή του από τις Ευρωπαϊκές χώρες.

### 1<sup>η</sup> Φάση Υλοποίησης

Κατά την 1<sup>η</sup> Φάση Υλοποίησης έγινε μελέτη του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας. Ερευνήθηκε η εμφάνιση του δείκτη, οι λόγοι δημιουργίας του αλλά και οι στόχοι του. Η φύση της εφαρμογής του δείκτη στις χώρες είναι πολυεπίπεδη οπότε απαραίτητη κρίθηκε ενδελεχής έρευνα για την συγκρότηση παραγόντων εφαρμογής που άπτονται της φύσης αυτής. Συνεπώς, δομήθηκαν 12 κριτήρια αξιολόγησης που εφαρμόζονται σε 20 Ευρωπαϊκές χώρες. Τα κριτήρια που επιλέχθηκαν δρουν σε 4 επίπεδα τα οποία είναι κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό και τεχνολογικό.

### 2<sup>η</sup> Φάση Υλοποίησης

Κατά την 2<sup>η</sup> Φάση Υλοποίησης επιλέχθηκε κατάλληλη Πολυκριτήρια μέθοδος αξιολόγησης μετά από ενδελεχή αναζήτηση. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν οι μέθοδοι Analytical Hierarchy Process (AHP) και Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Η πρώτη χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των βαρών και η δεύτερη για τον υπολογισμό της αξιολόγησης ετοιμότητας υιοθέτησης του SRI από τις Ευρωπαϊκές Χώρες. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή τους αξιολογούνται για την ορθότητα και την αξιοπιστία τους.

### 3<sup>η</sup> Φάση Υλοποίησης

Τέλος, κατά την 3<sup>η</sup> Φάση Υλοποίησης σχολιάζονται τα αποτελέσματα που έδωσε η πολυκριτήρια μέθοδος και δίνονται τα γενικότερα συμπεράσματα σχετικά με τα επίπεδα υιοθέτησης του δείκτη στις χώρες της Ευρώπης. Επίσης, γίνονται προτάσεις για τα μέτρα που μπορούν να λάβουν υπόψη οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής για την ωριμότητα του σχήματος.

### 1.3 Οργάνωση του τόμου

Το σύγγραμμα χωρίζεται σε έξι κεφάλαια:

- Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται το αντικείμενο, ο σκοπός, αλλά και οι φάσεις υλοποίησης της εργασίας.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον δείκτη αξιολόγησης Smart Readiness Indicator. Επισημαίνονται οι προκλήσεις που οδήγησαν στην δημιουργία του, τα κύρια στοιχεία του με τον τρόπο εφαρμογής του και τέλος οι στόχοι του.
- Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η παρούσα κατάσταση εφαρμογής του SRI στην Ευρώπη. Παρουσιάζονται οι ενδιαφερόμενοι προς υιοθέτηση του σχήματος και οι δράσεις ενσωμάτωσης του δείκτη σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Γίνεται αναφορά από τα πρώτα βήματα χρήσης του έως την ευρεία χρήση που τείνει να πάρει.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα της έρευνας με τα 12 κριτήρια αξιολόγησης που έχουν τεθεί σε κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό και τεχνολογικό επίπεδο. Ακολουθεί και ένας συλλογικός πίνακας όλων αυτών των στοιχείων συγκεντρωμένων.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο ακολουθούν μία μέθοδος υπολογισμού των βαρών των κριτηρίων και μια μέθοδος Πολυκριτήριας Ανάλυσης. Συγκεκριμένα γίνεται υπολογισμός των βαρών των κριτηρίων με την μέθοδο Analytical Hierarchy Process (AHP) και αξιολόγηση της ετοιμότητας υιοθέτησης των χωρών της Ευρώπης με την μέθοδο Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Τέλος, παρατίθενται και τα αποτελέσματα των μεθόδων αυτών.
- Στο έκτο κεφάλαιο λαμβάνονται τα βασικά συμπεράσματα των αποτελεσμάτων αξιολόγησης. Ακόμα, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής καθώς και δίνονται προτάσεις εξέλιξης της μεθόδου και των καλύτερων αποτελεσμάτων.

## Κεφάλαιο 2: Ο δείκτης αξιολόγησης Smart Readiness Indicator

### 2.1 Προκλήσεις που οδήγησαν στην επινόηση του

#### Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή είναι μία από τις βασικές προκλήσεις που οδήγησαν στην επινόηση του δείκτη. Συγκεκριμένα, με βάση το όραμα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και του Ευρωπαϊκού Νόμου για το Κλίμα [1], η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει δεσμευτεί να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) θέτοντας στόχο μείωσης των εκπομπών GHG κατά 55% έως το 2030 και φθάνοντας κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 σε σχέση με τα δεδομένα του 1990 [2]. Με στόχο την επίτευξη αυτού του φιλόδοξου αλλά μάλλον δεσμευτικού στόχου, ο κτιριακός τομέας βρίσκεται στο επίκεντρο του προβλήματος, καθώς, σε παγκόσμιο επίπεδο, τα κτίρια αντιπροσωπεύουν το 36% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και περίπου το 37% παραγωγής της ενέργειας σχετίζεται με εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) [3]. Σε επίπεδο ΕΕ, τα αντίστοιχα στοιχεία για τον κτιριακό τομέα ανέρχονται στο 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ και στο 36% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου [4]. Από αυτή την άποψη, οι πολυεπίπεδες ανακαινίσεις εντός του κτιριακού αποθέματος αναμένεται να διαδραματίσουν βασικό ρόλο στην αποσυμπίεση του ενεργειακού συστήματος τόσο όσον αφορά την απεξάρτηση από άνθρακα όσο και την κατανάλωση ενέργειας, επισημαίνοντας τη διάσταση της ενεργειακής απόδοσης ως εξέχουσα επιλογή για την επίτευξη του πρωταρχικού στόχου που έχει θέσει η ΕΕ [5]. Αυτό που μπορεί να τονίσει περαιτέρω τις δυνατότητες του κτιριακού τομέα για βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης, είναι ότι σχεδόν το 75% του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος αποτελείται από μη ανακαινισμένα κτίρια, τα οποία έχουν κατασκευαστεί πριν από το 1980, και επομένως θεωρείται ενεργειακά αναποτελεσματικό [6].

Ωστόσο, η οδός για την πλήρη αξιοποίηση αυτού του δυναμικού συνεπάγεται σημαντικές προκλήσεις, που πηγάζουν από τα σημερινά χαμηλά ποσοστά ανακαίνισης, τα οποία φτάνουν περίπου το 1% όσον αφορά την ετήσια ανακαίνιση κτιρίου και σχεδόν το 0,2% του κτιριακού αποθέματος ετησίως όσον αφορά τις βαθιές ανακαινίσεις με εξοικονόμηση ενέργειας τουλάχιστον 60% [2]. Με βάση τις πρόσφατες εκτιμήσεις, περίπου 23.000 σπίτια την ημέρα θα πρέπει να ανακαινίζονται μέχρι το 2050, οδηγώντας σε συνολικά 250 εκατομμύρια σπίτια εάν πρόκειται να επιτευχθούν οι στόχοι της ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση και το κλίμα [7]. Για να καθοδηγήσει όλη τη διαδικασία επίτευξης των αντίστοιχων στόχων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εισήγαγε το 2020 την πρωτοβουλία «Renovation Wave» [4], η οποία ουσιαστικά περιγράφει ένα σχέδιο δράσης για την αύξηση του ρυθμού και του βάθους της ανακαίνισης κτιρίων έως το 2030 μέρος του οποίου είναι η τόνωση της δημιουργίας πράσινων και έξυπνων κτιρίων [4].

Οπότε, η κλιματική αλλαγή αποτελεί έναν από τους βασικούς λόγους ανάπτυξης λύσεων περιορισμένου ανθρακικού αποτυπώματος όπως είναι η εφαρμογή του σχήματος SRI και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και λειτουργίας των κτιρίων.



### **Ενεργειακή Κρίση**

Η ενεργειακή κρίση είναι η κατάσταση όπου η προσφορά ενεργειακών πόρων, όπως ηλεκτρική ενέργεια, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο, καθίσταται ανεπαρκής για να καλύψει τη ζήτηση σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή παγκοσμίως.

Η ενεργειακή κρίση εντάθηκε από το 2021 και μετά με την πανδημία του COVID-19 να πλήττει τον κόσμο με ελλείψεις και αυξημένες τιμές στην αγορά πετρελαίου, αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας. Η κρίση προκλήθηκε από διάφορους οικονομικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της ταχείας οικονομικής ανάκαμψης μετά την πανδημία που ξεπέρασε τον ενεργειακό εφοδιασμό και κλιμακώθηκε σε μια εκτεταμένη παγκόσμια ενεργειακή κρίση μετά τη σύγκρουση Ρωσίας – Ουκρανίας [8].

Η τιμή του φυσικού αερίου έφτασε σε υψηλά ρεκόρ, και ως εκ τούτου, το ίδιο και η ηλεκτρική ενέργεια σε ορισμένες αγορές. Οι τιμές του πετρελαίου έφτασαν στο υψηλότερο επίπεδο από το 2008 [9].

Οι υψηλότερες τιμές της ενέργειας ώθησαν τις οικογένειες στη φτώχεια, ανάγκασαν ορισμένα εργοστάσια να περιορίσουν την παραγωγή ή ακόμα και να κλείσουν, και επιβράδυνε την οικονομική ανάπτυξη. Υπολογίστηκε το 2022 ότι επιπλέον 11 εκατομμύρια Ευρωπαίοι θα μπορούσαν να οδηγηθούν στη φτώχεια λόγω του ενεργειακού πληθωρισμού [10], [11]. Ο εφοδιασμός φυσικού αερίου της Ευρώπης είναι μοναδικά ευάλωτος λόγω της ιστορικής της εξάρτησης από τη Ρωσία, ενώ πολλές αναδυόμενες οικονομίες έχουν δει υψηλότερους λογαριασμούς εισαγωγών ενέργειας και ελλείψεις καυσίμων [9].

Η ενεργειακή κρίση προηγήθηκε της δημιουργίας του Smart Readiness Indicator. Εντούτοις, η δημιουργία του αποτελεί μία ευκαιρία ρύθμισης των τιμών των ενεργειακών πόρων. Αυτό, θα το καταφέρει με δύο τρόπους. Πρώτον, με την χρήση του στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων θα μειωθεί η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας τους με αποτέλεσμα να μειωθεί η ζήτηση και να πέσουν οι τιμές του ηλεκτρισμού αλλά και δεύτερον, θα δώσει την δυνατότητα αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αφού με τις ενεργειακές ανακαινίσεις και την τοποθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια θα μειώσει την ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

### **Ενεργειακή φτώχεια**

Η ενεργειακή φτώχεια νοείται ευρέως ως η αδυναμία των νοικοκυριών να διατηρήσουν επαρκή επίπεδα ενεργειακών υπηρεσιών σε προσιτό κόστος. Σήμερα, έχει μεγάλη επιρροή στις ζωές εκατομμυρίων ανθρώπων παγκοσμίως.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (International Energy Agency), εκτιμάται ότι 1,3-2,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι στον πλανήτη βιώνουν ενεργειακή φτώχεια, υποφέροντας έτσι από τις πολλαπλές αρνητικές επιπτώσεις της τόσο στον κοινωνικό-οικονομικό τομέα όσο και στο περιβάλλον. Η τρέχουσα κατάσταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), με βάση τα πιο πρόσφατα στοιχεία για βασικούς δείκτες μέτρησης από το Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας της ΕΕ, δείχνει ότι ο εκτιμώμενος αριθμός ενεργειακά φτωχών πολιτών κυμαίνεται μεταξύ 50 και 125 εκατομμυρίων ανθρώπων, με κύρια αιτία των επιπτώσεων να αποτελεί η απουσία στοχευμένων πολιτικών της ΕΕ για την καταπολέμηση της [12].

Η ενεργειακή φτώχεια προκαλείται από την αλληλεπίδραση τριών βασικών παραγόντων, οι οποίοι είναι: τα χαμηλά εισοδήματα, η υψηλή ενεργειακή ανάγκη (λόγω μη αποδοτικής στέγασης) και οι υψηλές τιμές ενέργειας. Αν και καθένας από αυτούς τους παράγοντες είναι ξεχωριστός, υπάρχει σαφής αλληλοεπικάλυψη και αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Επιπλέον, άλλοι αιτιολογικοί παράγοντες που απεικονίζουν τις περιφερειακές, διαρθρωτικές, οικονομικές και κοινωνικές ιδιαιτερότητες, όπως η κλιματική διακύμανση, η διαθεσιμότητα καυσίμων, ο τύπος και η απόδοση των αποθεμάτων, η θητεία, το υψηλό κόστος διαβίωσης, κ.λπ., μπορεί να έχουν μεγάλη επίδραση στην ενεργειακή φτώχεια [13].

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει κάνει προσπάθειες για την προστασία των καταναλωτών και παροχή βοήθειας για τους ενεργειακά φτωχούς καταναλωτές ήδη από τη δεύτερη ενεργειακή οδηγία [14],[15]. Η τρίτη ενεργειακή οδηγία [16], [17] εισήγαγε την έννοια της ενεργειακής φτώχειας και άφησε την τελική ευθύνη σε κάθε κράτος μέλος. Οι χώρες που αναγνωρίζουν την ενεργειακή φτώχεια στην νομοθεσία και την πολιτική αυξάνεται συνεχώς, αλλά η πλειονότητα των κρατών μελών δεν έχει επίσημο ορισμό.

Η ενεργειακή φτώχεια αναγνωρίζεται σε δύο βασικές οδηγίες της ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση: (α) την οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Energy Performance Building Directive), η οποία απαιτεί ότι οι σχετικές ενέργειες για την ανακούφιση της πρέπει να περιγράφονται στην εθνική στρατηγική ανακαίνισης και β) την Οδηγία Ενεργειακής Αποδοτικότητας που απαιτεί την εφαρμογή ενός μέρους των μέτρων βάσει του Άρθρου 7 (υποχρεώσεις ενεργειακής απόδοσης ή εναλλακτικά μέτρα) μεταξύ των ευάλωτων νοικοκυριών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που πλήττονται από ενεργειακή φτώχεια. Τέλος, ο ρόλος των κοινοτήτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας μέσω μειωμένης κατανάλωσης και χαμηλότερων τιμολογίων εφοδιασμού έχει αναγνωριστεί στην αναθεωρημένη Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Συμπερασματικά, με την δημιουργία οικονομικών κινήτρων για κτιριακές ανακαινίσεις δίνεται η δυνατότητα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Έτσι, τείνουν να απαλύνονται οι ενεργειακές ανάγκες των ευάλωτων νοικοκυριών.

### **Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην εποχή του Internet of Things**

Η ενσωμάτωση λύσεων βασισμένων σε Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Information and Communications Technology) αποτελεί βασικό στοιχείο των έξυπνων κτιρίων, το οποίο διευκολύνει σημαντικά τη βελτιστοποίηση του ενεργειακώς αποδοτικού ελέγχου των τεχνικών συστημάτων και συμβάλλει στο άνοιγμα του δρόμου για πιο υγιή και πιο άνετα κτίρια [18], ικανό να προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών ενώ παράλληλα παρέχει την απαραίτητη ενεργειακή ευελιξία στο δίκτυο ως μέρος της καθημερινής τους λειτουργίας [19]. Η ευφυΐα συνδέεται με υψηλότερη εξοικονόμηση ενέργειας και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να ενσωματωθεί, ανταποκρινόμενη στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, τους διαφορετικούς τύπους κτιρίων και τις ειδικές ανάγκες των αστικών περιοχών. Τούτου λεχθέντος, το επίπεδο ευφυΐας ενός κτιρίου θεωρείται ότι είναι μεταξύ των βασικών παραγόντων βιωσιμότητας ενός κτιρίου και συνδέεται στενά με την ικανότητα ενός κτιρίου να προσαρμοστεί επίσης στη συνεχιζόμενη κλιματική αλλαγή [20].

## 2.2 Η εμφάνιση του δείκτη

Η έννοια του Smart Readiness Indicator εισήχθη το 2017, μετά από μια πρώτη τεχνική μελέτη που εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, όπου επιχειρήθηκε ο ορισμός του SRI και αναπτύχθηκε ένα σχέδιο μεθοδολογίας για τον υπολογισμό του. Ωστόσο, σημαντικό σκοπό για την εγκατάσταση του SRI προέκυψε από την αναδιατύπωση της οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD) το 2018 [21], όπου αναπτύχθηκε επίσημα ως προαιρετικό σύστημα της ΕΕ για την αξιολόγηση της έξυπνης ετοιμότητας των κτιρίων. Μεταγενέστεροι κανονισμοί [22],[23] και τεχνικές μελέτες [24] ξεκίνησαν τη φάση δοκιμών του SRI. Οι χώρες της ΕΕ μπορούν να υιοθετήσουν και να εφαρμόσουν αυτό το σύστημα αξιολόγησης, με την στήριξη της ομάδας υποστήριξης SRI, η οποία δημιουργήθηκε για την παροχή τεχνικής καθοδήγησης και βοήθειας σε αυτό το θέμα, αφού έχει ανατεθεί ο ρόλος του επίσημου ενδιαμέσου μεταξύ της Ευρωπαϊκής επιτροπής και των κρατών μελών.

Η μεθοδολογία υπολογισμού του SRI έχει κατασκευαστεί με βάση έναν κατάλογο «έξυπνων υπηρεσιών» (smart-ready services) που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ευφυΐα ενός κτιρίου, ανάλογα με τις λειτουργικότητες (functionalities) που προσφέρουν. Ενδεικτικά παραδείγματα έτοιμων για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσιών συνιστούν ο έλεγχος των εκπομπών θερμότητας, των εκπομπών ψύξης, της ροής αέρα, των σκιάστρων των παραθύρων, κ.α. Με βάση τις υφιστάμενες διατάξεις της ΕΕ, οι διαθέσιμες έτοιμες για έξυπνες εφαρμογές υπηρεσίες οργανώνονται σε έναν κατάλογο 54 υπηρεσιών. Ολόκληρος ο κατάλογος των υπηρεσιών παρέχεται στον Πίνακα 1.

<b>Technical domains – Τεχνικοί Τομείς</b>	
1. Heating – Θέρμανση 2. Cooling - Ψύξη 3. Domestic Hot Water – Ζεστό Νερό Οικιακής Χρήσης 4. Ventilation – Εξαερισμός 5. Lighting – Φωτισμός 6. Dynamic Building Envelope – Δυναμικό Κέλυφος Κτιρίου 7. Electricity – Ηλεκτρική Ενέργεια 8. Electric Vehicle Charging – Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων 9. Monitoring & Control – Παρακολούθηση & Έλεγχος	
<b>Impact criteria – Κριτήρια Αντικτύπου</b>	<b>Key functionalities – Βασικές Λειτουργικότητες</b>
1. Energy efficiency - Ενεργειακή απόδοση, 2. Maintenance & fault prediction - Συντήρηση και πρόβλεψη σφαλμάτων	1. Energy performance & operation - Ενεργειακή απόδοση και λειτουργία
3. Comfort - Άνεση 4. Convenience - Ευκολία 5. Health, well-being & accessibility - Υγεία, ευεξία και προσβασιμότητα 6. Information to occupants - Παροχή πληροφοριών στους ενοίκους	2. Response to the needs of occupants - Προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών
7. Energy flexibility & storage - Ενεργειακή ευελιξία και αποθήκευση ενέργειας	3. Energy flexibility - Ενεργειακή ευελιξία

**Πίνακας 1. Τεχνικοί τομείς, κριτήρια αντικτύπου και βασικές λειτουργικότητες SRI**

Όπως αναφέρεται στον πίνακα οι υπηρεσίες έξυπνης ετοιμότητας ταξινομούνται σε εννέα «τεχνικούς τομείς» και παράγουν επτά τύπους επιπτώσεων που ονομάζονται «κριτήρια», τα οποία με τη σειρά τους διακρίνονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες που αντικατοπτρίζουν τους κύριους στόχους του SRI και αναφέρονται ως «βασικές λειτουργίες».

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

Για να συγκεντρωθούν οι διαφορετικοί τομείς και οι κατηγορίες επιπτώσεων σε ένα κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο, προτάθηκε και αναπτύχθηκε μια μέθοδος Πολυκριτήριας Ανάλυσης ώστε να είναι η επίσημα αναγνωρισμένη μεθοδολογία για τον υπολογισμό του SRI. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του SRI [24] συνήθως απευθύνεται σε πιστοποιημένο αξιολογητή για την εφαρμογή του και συνοψίζεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1. Μεθοδολογικό πλαίσιο για τον υπολογισμό του SRI

### 2.3 Οι στόχοι του

Το σχήμα SRI έφερε νέες ευκαιρίες για την ψηφιοποίηση και τον εκσυγχρονισμό του κτιριακού αποθέματος της ΕΕ παρέχοντας απτές πληροφορίες σχετικά με την τεχνολογική ετοιμότητα των κτιρίων σε όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς που ασχολούνται με την ανακαίνιση κτιρίων όπως ιδιοκτήτες, ενοικιαστές, διαχειριστές ακινήτων, παρόχους τεχνολογίας, σχεδιαστές, μηχανικούς και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής [25]. Αυτές οι διασκορπισμένες πληροφορίες κατανέμονται στους ακόλουθους τρεις πυλώνες, οι οποίοι ουσιαστικά αποτελούν τους κύριους μοχλούς ανάπτυξης του SRI [26]:

- a) η ανταπόκριση στις ανάγκες των ενοίκων,
- b) την αλληλεπίδραση με τα ενεργειακά δίκτυα και
- c) ενεργειακή απόδοση και λειτουργία.

Σε αυτά τα πλαίσια, η εφαρμογή του SRI εστιάζει κυρίως στην τεχνολογική υποδομή των κτιρίων και όχι στο ίδιο το κτιριακό περιβάλλον [27].

Στο πεδίο εφαρμογής του προγράμματος αποτελεί πρόκληση η καθιέρωση του διατομεακού ρόλου των κτιρίων στη μελλοντική ενεργειακή υποδομή μέσω της προώθησης συνεργειών με τον ενεργειακό τομέα και άλλα συμπληρωματικά τμήματα, όπως ο τομέας των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ICT) [28]. Ο SRI επιδιώκει, επίσης, να αυξήσει την ευαισθητοποίηση σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη των έξυπνων κτιρίων για τη δημιουργία των συνθηκών προς τη μεγαλύτερη απορρόφηση καινοτόμων έξυπνων συστημάτων και δομικών υλικών υψηλών προδιαγραφών του κτιρίου [29], προκαλώντας έτσι, επενδύσεις με σημαντική ενεργειακή απόδοση. Αυτές οι επενδύσεις αφορούν την ενσωμάτωση των Παθητικών Κτιρίων (NZEBs - Nearly Zero Energy Buildings) και των Κτιρίων Θετικής Ενέργειας (PEBs - Positive Energy Buildings) στο κτιριακό απόθεμα.

Το σχήμα εξετάζει τα πεδία που αφορούν την κατάταξη των κτιρίων ανάλογα την ευφυΐα τους και συνάμα ανοίγουν τον δρόμο σε ένα συστήματα πιστοποίησης κτιρίων ενισχυτικό των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης. Για τον σκοπό αυτό, η ενσωμάτωση μέτρων ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύονται από έξυπνες ανακαινίσεις σε κτίρια θα μπορούσαν να αυξήσουν περαιτέρω την εξοικονόμηση ενέργειας.

Το σύστημα SRI είναι ακόμη στις απαρχές του και μόνο οκτώ χώρες έχουν επισήμως δεσμευτεί με το πλαίσιο. Όπως και να έχει, υπάρχει βαθιά έλλειψη διαθέσιμων δεδομένων σχετικά με την εφαρμογή έξυπνων αναβαθμίσεων ενεργειακής απόδοσης εντός του κτιριακού αποθέματος της ΕΕ, παρόλο που εμφανίζεται ένα μοτίβο λειτουργίας μέσω της εμβάθυνσης στο μέτωπο ανακαίνισης γενικά, τόσο των κατοικήσιμων όσο και των μη κατοικήσιμων κτιρίων.

## Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή του Smart Readiness Indicator στην Ευρώπη

### 3.1 Ενδιαφερόμενοι προς υιοθέτηση και δράσεις ενσωμάτωσης σε όλη την Ευρώπη

Το σύστημα SRI είναι ακόμη στις απαρχές του και μόνο οκτώ χώρες έχουν επισήμως δεσμευτεί με το πλαίσιο όπως προειπώθηκε [30].

Ο βασικός οδηγός για την αποτελεσματική υλοποίηση του SRI είναι το επίπεδο ανάπτυξης που θα επιτευχθεί σε ένα εξεταζόμενο κτιριακό απόθεμα ως αποτέλεσμα της σχεδιασμένης διαδικασίας. Από αυτή την οπτική γωνία, η κύρια πρόκληση που προκύπτει έγκειται στον εντοπισμό συνδυασμών με άλλα σχήματα και πρωτοβουλίες που θα μπορούσαν να συνδράμουν στη δημιουργία σημαντικού όγκου αξιολογήσεων SRI. Ως εκ τούτου, ένα μεγάλο μέρος μιας επιτυχημένης διαδικασίας υλοποίησης του εμπίπτει στην επιλογή των βέλτιστων σημείων ενεργοποίησης που θα επέτρεπαν μια αξιολόγηση SRI, καθώς αυτά θα μπορούσαν να διευκολύνουν το σχήμα να αυξήσει το ποσοστό εξάπλωσής του σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τα πιο κοινά σημεία ενεργοποίησης του παρουσιάζονται παρακάτω [24]:

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

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

Μερικές από τις πιο ευρέως γνωστές πρωτοβουλίες της ΕΕ που θα μπορούσαν να συνδυαστούν με τις αξιολογήσεις SRI. Παρακάτω στον Πίνακα 2 ακολουθούν οι πρωτοβουλίες που αναφέρθηκαν, με μια σύντομη περιγραφή, το επίπεδο ενσωμάτωσης, η ωριμότητα της δράσης και η σύνδεση της με τον SRI.

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

**Πίνακας 2. Πρωτοβουλίες της ΕΕ σχετικές με το SRI**

### 3.2 Πρώτα βήματα

Οι χώρες που έχουν επισήμως δεσμευτεί με το πλαίσιο SRI είναι οι Αυστρία, Κροατία, Τσεχία, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Σλοβενία και Ισπανία [30].

Συγκεκριμένα στην Αυστρία, η δοκιμαστική φάση διευθύνεται από το Αυστριακό Ινστιτούτο Κατασκευαστικής Μηχανικής (OIB) και το Υπουργείο Κλίματος της Αυστρίας (BMK), με τη συμμετοχή της AEE Intec και του Πανεπιστημίου Φυσικών Πόρων και Βιοεπιστημών της Βιέννης (BOKU) που διεξάγουν τις αξιολογήσεις. Το επίκεντρο της δοκιμαστικής φάσης είναι να συγκριθεί η μεθοδολογία SRI έναντι άλλων μεθόδων που αναπτύχθηκαν στην Αυστρία με έμφαση στην ενεργειακή ευελιξία. Ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών τυπολογιών κτιρίων εξετάζεται και αξιολογείται με βάση λεπτομερή τεκμηριωμένα κτίρια από περιφέρειες της Αυστρίας ή την ομοσπονδιακή κυβέρνηση.

Στην Κροατία η δοκιμή του SRI διευθύνεται από το Υπουργείο Χωροταξίας, Κατασκευών και Κρατικών Περιουσιακών Στοιχείων και υποστηρίζεται από το μη κερδοσκοπικό επιστημονικό ίδρυμα Energy Institute Hrvoje Pozar (EIHPI). Η δοκιμαστική φάση θα διεξαχθεί χάρη σε ένα πρόσφατα επιλεγμένο έργο του Προγράμματος της ΕΕ για το Περιβάλλον και τη Δράση για το Κλίμα (LIFE). Η φάση της δοκιμής στοχεύει στη διερεύνηση των δυνατοτήτων και των ευκαιριών για το SRI στο πλαίσιο της Κροατίας και στη συμβολή στη συνολική ανάπτυξη και βελτίωση της μεθοδολογίας υπολογισμού SRI.

Στην Τσεχία διευθύνεται από το Υπουργείο Βιομηχανίας και Εμπορίου (MPO), με την υποστήριξη του Τμήματος Μηχανικών Υπηρεσιών Περιβάλλοντος και Κτιρίων του Τσεχικού Τεχνικού Πανεπιστημίου της Πράγας (CTU). Κατά τη φάση της δοκιμής εφαρμόζεται η κοινή μεθοδολογία SRI και ανάλογα με την ευαισθησία των αποτελεσμάτων, ορισμένες προσαρμογές ενδέχεται να πραγματοποιηθούν σε μεταγενέστερη φάση. Οι αξιολογήσεις SRI πραγματοποιούνται από την ομάδα του Πανεπιστημίου και η δοκιμαστική φάση θα διαρκέσει περίπου ένα έτος.

Η δοκιμαστική φάση στην Δανία διευθύνεται από την Υπηρεσία Ενέργειας της Δανίας (DEA) σε συνεργασία με το Δανικό Τεχνολογικό Ινστιτούτο (DTI). Οι αξιολογητές από το DTI θα διενεργήσουν την αξιολόγηση SRI για 25-30 κτίρια, συμπεριλαμβανομένων γραφείων, κατοικιών, πολυκατοικιών, εκπαιδευτικών ιδρυμάτων - παλαιών και νέων, και με διαφορετικές παροχές ενέργειας.

Στη Φινλανδία διευθύνεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος με την υποστήριξη της MOTIVA, μιας εταιρείας αφοσιωμένης στην προώθηση και υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης. Εξωτερικοί αξιολογητές πρόκειται να εκπαιδευτούν προκειμένου να διεξάγουν αξιολογήσεις SRI για στόχο 150 κτιρίων διαφορετικών τύπων. Η δοκιμαστική φάση θα διαρκέσει περίπου δύο χρόνια, που θα περιλαμβάνει αξιολόγηση κοινωνικών επιπτώσεων και αξιολόγηση της καταλληλότητας του συστήματος για τη Φινλανδία.

Στη Γαλλία η δοκιμή του SRI διεξάγεται από το Υπουργείο Οικολογικής Μετάβασης με την υποστήριξη της CEREMA. Οι αξιολογήσεις SRI θα διεξάγονται από ανεξάρτητους τρίτους: οι αξιολογητές EPC θα προσληφθούν και θα εκπαιδευτούν για αυτόν τον σκοπό από την CEREMA, η οποία με τη σειρά της θα χορηγήσει επίσημα πιστοποιητικά SRI. Ο στόχος είναι να αξιολογηθούν τουλάχιστον 30 κτίρια ως πρώτο βήμα.



Η δοκιμαστική φάση SRI στη Σλοβενία διευθύνεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Κλίματος και Ενέργειας με την υποστήριξη του Ινστιτούτου Jožef Stefan (Κέντρο Ενεργειακής Απόδοσης) και του Τοπικού Οργανισμού Ενέργειας Goriška, σε συνεργασία με το έργο Horizon 2020 TIMEPAC. Θα αξιολογηθεί ένα δείγμα τουλάχιστον 50 αντιπροσωπευτικών κτιρίων, που θα καλύπτουν διαφορετικές τυπολογίες, ηλικίες και χρήσεις. Οι αξιολογήσεις θα διεξαχθούν από προσωπικό του Ινστιτούτου Jožef Stefan και του Τοπικού Οργανισμού Ενέργειας Goriška, και από εξωτερικούς αξιολογητές που θα εκπαιδευτούν μέσω ειδικών εργαστηρίων. Η δοκιμαστική φάση θα διαρκέσει δύο χρόνια.

Τέλος, στην Ισπανία το SRI διευθύνεται από το Υπουργείο Οικολογικής Μετάβασης και Δημογραφικής Πρόκλησης με την υποστήριξη του CENER - Εθνικό Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο πλαίσιο του έργου LIFE SRI2MARKET. Η δοκιμαστική φάση θα περιλαμβάνει εκπαιδευτικές συνεδρίες για αξιολογητές Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (EPC) ώστε να γίνουν ειδικοί στην αξιολόγηση του SRI, με βάση την πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης SRI2MARKET και το εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Οι αξιολογήσεις SRI θα διεξαχθούν σε δείγμα τουλάχιστον 50 κτιρίων σε ολόκληρη την Ισπανία και η δοκιμαστική φάση θα διαρκέσει 21 μήνες.

### 3.3 Μηχανισμοί χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ευρεία χρήση του δείκτη

Οι κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, αλλά και η ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος, απαιτούν την κατάλληλη οικονομική στήριξη για την αποτελεσματικότητά τους. Η επένδυση σε τεχνολογίες έξυπνης διαχείρισης ενέργειας και η εφαρμογή τους μέσω συγκεκριμένων σχεδίων ανακαίνισης κρίνονται απαραίτητες στα πλαίσια του SRI, καθώς συνιστούν βασικούς παράγοντες για την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων ενεργειακής αποδοτικότητας και, επομένως, υψηλότερων εξοικονομήσεων ενέργειας και μειωμένων ενεργειακών δαπανών. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να σχεδιαστούν καινοτόμα και αφιερωμένα σε αυτό το όραμα όργανα χρηματοδότησης και μηχανισμοί προκειμένου να προωθηθεί ευρύτερα η εφαρμογή του SRI και να αξιοποιηθούν περαιτέρω οι προοπτικές για εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους σχετιζόμενους τομείς δραστηριοτήτων. Ωστόσο, μέχρι πρόσφατα, δεν είχαν αναπτυχθεί μηχανισμοί χρηματοδότησης που να ενσωματώνουν και να ανταποκρίνονται μέσω των διατάξεών τους στο πλαίσιο του SRI, και επομένως, τα κονδύλια για την υποστήριξη της ευρύτερης υιοθέτησης του SRI θα προέρχονται από την αξιοποίηση των βοηθημάτων που αναφέρονται στο γενικότερο μέτωπο της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε ότι περίπου 16-18 δισεκατομμύρια ευρώ δαπανήθηκαν για ενεργειακά αποδοτικές λύσεις σε κατοικίες, δημόσια κτίρια και κτίρια του τριτογενούς τομέα κατά την περίοδο 2014-2020, υπογραμμίζοντας έτσι τη σημασία των παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης στο κτιριακό απόθεμα ως ένα αποτελεσματικό μέσο για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Παρότι η ΕΕ έχει αυξήσει το ποσό των δημόσιων πόρων που είναι διαθέσιμοι για την ενεργειακή αποδοτικότητα, θα απαιτηθούν επιπλέον 260 δισεκατομμύρια ευρώ κατά την περίοδο 2021-2030 προκειμένου να επιτευχθούν οι τρέχοντες κλιματικοί και ενεργειακοί στόχοι της ΕΕ για το 2030. Σε αυτό το πλαίσιο, τα νέα όργανα χρηματοδότησης που πρόκειται να αναπτυχθούν, αναμένεται να επιτρέψουν την αποτελεσματική χρήση των δυνητικά διαθέσιμων πόρων για την υλοποίηση ευφών υπηρεσιών σε τομείς με υψηλές προοπτικές, όπως ο τριτογενής, ο οικιακός και ο βιομηχανικός τομέας. Αυτά τα όργανα χρηματοδότησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κατασκευαστικές εταιρείες και παρόχους ενέργειας που χρειάζονται χρηματοδότηση για την υλοποίηση ευφών τεχνολογιών και πλάνων ενεργειακής απόδοσης, ενώ θα ληφθεί υπόψη και η δυνατότητα επέκτασής τους για την συμπερίληψη και άλλων τομέων, όπως οι Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις.

Παρακάτω, παρουσιάζεται μια σύντομη επισκόπηση των κύριων μέσων χρηματοδότησης και προγραμμάτων που εφαρμόζονται στην Ευρώπη (με βάση τη δημόσια και ιδιωτική χρηματοδότηση):

### **Ταμείο Συνοχής - Cohesion Fund**

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

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

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

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

Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων βοηθά στη χρηματοδότηση έργων ενέργειας παρέχοντας δάνεια, μετοχές ή εγγυήσεις σε διάφορες κλίμακες στους οργανισμούς που πληρούν τις προϋποθέσεις, οι οποίοι δύνανται να είναι τόσο φορείς του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα. Η χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων ξεκινά συνήθως από 25 εκατομμύρια ευρώ, αλλά παραμένει ανοικτή για συγχρηματοδότηση από τους αντίστοιχους εθνικούς διαμεσολαβητές. Κατά τη διάρκεια των ετών, η ΕΙΒ έχει παίξει τον κυριότερο υποστηρικτικό ρόλο σε μια ευρεία γκάμα δράσεων, συμπεριλαμβανομένων μέτρων κοινωνικής ένταξης, μέτρων αντιμετώπισης της φτώχειας και ανακαινίσεων αύξησης της ενεργειακής απόδοσης των κοινωνικών κατοικιών, σε πολλές χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιρλανδία, η Γαλλία, το Βέλγιο και η Ολλανδία. Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, την ώθησε να επεκτείνει την κάλυψή της, ξεκινώντας επενδύσεις σε χώρες όπως η Μάλτα, η Πολωνία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ιρλανδία [31]. Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, μαζί με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ξεκίνησε τον Ευρωπαϊκό Κόμβο Επενδυτικών Συμβουλών (European Investment Advisory Hub) ως μέρος του Επενδυτικού Σχεδίου για την Ευρώπη (Investment Plan for Europe). Ο κόμβος λειτουργεί ως ένα σημείο μοναδικής πρόσβασης που παρέχει συμβουλές και εμπειρογνωμοσύνη για την διοίκηση και την ανάπτυξη έργων σε όλη την ΕΕ.

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

Η «Ευρωπαϊκή Υποστήριξη Τοπικής Ενέργειας» είναι ένα πρόγραμμα τεχνικής υποστήριξης που διαχειρίζεται η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και παρέχει επιχορηγήσεις για τη διευκόλυνση της εφαρμογής επενδύσεων ενεργειακής αιφορίας μεγάλης κλίμακας σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Από το 2015 και μετά, ο ιδιωτικός τομέας έχει συμπεριληφθεί στη λίστα των δικαιούχων του προγράμματος, με σκοπό την περαιτέρω ενίσχυση της υλοποίησης ενεργειακά αποδοτικών επενδύσεων, υπό το ίδιο λειτουργικό σύστημα σε συνδυασμό με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θέρμανση περιοχών. Συνήθως, τα επενδυτικά έργα που πληρούν τις προϋποθέσεις για να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα ELENA είναι αυτά που υπερβαίνουν τα 30 εκατομμύρια ευρώ, με τριετή περίοδο υλοποίησης για την ενεργειακή απόδοση και τετραετή περίοδο για τις αστικές μεταφορές. Η υποστήριξη του προγράμματος ELENA δεν περιορίζεται μόνο στην πραγματοποίηση ερευνών σκοπιμότητας και αγοράς, αλλά επεκτείνεται επίσης σε τεχνικά θέματα, όπως ενεργειακές επιθεωρήσεις και προετοιμασία της διαδικασίας διαγωνισμού. Η εν λόγω υποστήριξη κοστολογείται στο 90% του συνολικού κόστους τεχνικής υποστήριξης, ενώ το υπόλοιπο 10% της συγχρηματοδότησης πρέπει να διασφαλιστεί από τον τελικό δικαιούχο του προγράμματος. Κατά την περίοδο 2018-2021, το πρόγραμμα ELENA προσέφερε υποστήριξη για ανακαινίσεις ενεργειακής απόδοσης και επενδύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε 286 κτίρια, με συνολικό προϋπολογισμό 2,7 εκατομμυρίων ευρώ [32].

### **InvestEU**

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

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

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Ενεργειακής Απόδοσης απευθύνεται σε δημόσιες αρχές σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, ή σε δημόσιους/ιδιωτικούς οργανισμούς που ενεργούν εκ μέρους τους, και σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την υλοποίηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της παροχής μικρής κλίμακας χρηματοδοτήσεων (έως 5 εκατομμύρια ευρώ) βασισμένων στην τεχνική των μετοχών [33]. Παρά τη σημαντικά μικρότερη χρηματοδοτική συνεισφορά του EEEF σε σύγκριση με άλλους ευρωπαϊκούς μηχανισμούς χρηματοδότησης, ανοίγει τον δρόμο για τους παρόχους μικρών κατοικιών, που δεν είναι δικαιούχοι προγραμμάτων μεγαλύτερης κλίμακας της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων, να συμμετέχουν και να επωφεληθούν. Το ταμείο συμβάλλει στα επενδυτικά

έργα με μια πολυεπίπεδη δομή κινδύνου/απόδοσης, δίνοντας έμφαση σε μια στοχευμένη ιδιωτική δημόσια συνεργασία που μπορεί να ελαττώσει το ρίσκο στο ελάχιστο επίπεδο.

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

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

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

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

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

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

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

Ο Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας θα βοηθήσει την ΕΕ να επιτύχει τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Ωστόσο, παρά το πλήθος των διαθέσιμων μηχανισμών χρηματοδότησης που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση, η κινητοποίηση και η δρομολόγηση των επενδύσεων προς την αφομοίωση της νοοτροπίας της ευφυούς προσέγγισης και, συνεπώς, του συστήματος του SRI, αποτελεί ακόμη πρόκληση ιδιαίτερα για τις χώρες και όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς που επιθυμούν να πραγματοποιήσουν τέτοια έργα. Συνεπώς, διαμορφώνεται σταδιακά ένα υποστηρικτικό πλαίσιο για την υιοθέτηση του SRI, τόσο σε οικονομικό, όσο και σε τεχνικό επίπεδο, το οποίο αναμένεται να συμβάλλει σημαντικά στην εξάπλωσή του και στην επίτευξη των στόχων της ΕΕ.

Ωστόσο, τη δεδομένη στιγμή, εντοπίζεται ένα κενό, όσον αφορά την συμβουλευτική των ενδιαφερομένων για την αποδοτικότερη αξιοποίηση του SRI. Σε αυτή την κατεύθυνση, λοιπόν, στην παρούσα διπλωματική εργασία επιδιώκεται η προσφορά ενός συμβουλευτικού πλαισίου, με στόχο να υποστηρίξει, με δεδομένα, τις αποφάσεις που καλείται να λάβει ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος για την ευφυή αναβάθμιση ενός κτιρίου.

## Κεφάλαιο 4: Δεδομένα Έρευνας

Στα προηγούμενα κεφάλαια, παρουσιάστηκε η χρήση και η σημασία του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας (SRI), καθώς και μια αναλυτική επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασής του στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο παρόν κεφάλαιο, θα εξεταστεί ο τρόπος επιλογής των χωρών που αξιολογήθηκαν ως προς την ετοιμότητα υιοθέτησης του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας. Επιπλέον, θα παρουσιαστούν τα κριτήρια αξιολόγησης που βασίστηκαν στα δεδομένα που προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση. Αυτή η αναλυτική εξέταση θα βοηθήσει στην κατανόηση του πώς ο Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας μπορεί να εφαρμοστεί και να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά ανά τις χώρες της ΕΕ.

### 4.1 Κριτήρια Αξιολόγησης και εναλλακτικές χώρες

Οι χώρες που επιλέχθηκαν είναι οι εξής: Αυστρία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Κροατία, Τσεχία, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ιρλανδία, Ιταλία, Κάτω Χώρες, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σλοβακία, Ισπανία, Σουηδία.

Στο σύνολο είναι 20 από τις 27 Ευρωπαϊκές Χώρες. Η επιλογή έγινε με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα της βιβλιογραφίας και των δημοσιεύσεων. Η κοινωνική αποδοχή, τα θεσμικά και ρυθμιστικά πλαίσια, η οικονομική ανάπτυξη κάθε χώρας και η γενικότερη τεχνολογική ανάπτυξη σε όλες τις επιστήμες αποτελούν σημαντικούς λόγους για να στραφεί ο κόσμος προς την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και της ενεργειακής μετάβασης με χρήση λιγότερων ορυκτών καυσίμων. Ως αποτέλεσμα τα κριτήρια που μελετήθηκαν χωρίστηκαν σε 4 πυλώνες: κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό και τεχνολογικό.

Τα κοινωνικά κριτήρια που προέκυψαν είναι τα εξής τέσσερα:

- Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων
- Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής
- Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού
- Εργασιακή απασχόληση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Τα πολιτικά κριτήρια που προέκυψαν είναι τα παρακάτω δύο:

- Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια - Regulatory Indicators for Sustainable Energy (RISE)
- Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων

Τα οικονομικά κριτήρια που προέκυψαν είναι επίσης δύο και είναι τα εξής:

- Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας
- Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού Συστήματος

Τα τεχνολογικά κριτήρια που προέκυψαν είναι τέσσερα και είναι τα παρακάτω:

- Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτίρια
- Υποδομές
- Δείκτης Ενεργειακής Μετάβασης – Energy Transition Index
- Δείκτης ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας – Digital Economy and Society index

Τα παραπάνω κριτήρια είναι ως επί των πλείστων ποσοτικά, δηλαδή στα δεδομένα υπάρχει σαφής αριθμητική αξιολόγηση. Το μοναδικό ποιοτικό κριτήριο είναι το τεχνολογικό «Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτίρια» όπου τα δεδομένα για αυτό είναι περιγραφικά. Έγινε ποσοτικό με κατάλληλο τρόπο που θα εξηγηθεί σε παρακάτω σημείο τους συγγράμματος.

Επίσης, κάποια από αυτά τα κριτήρια, όπως «Εργασιακή απασχόληση στις ΑΠΕ» και ο «Αριθμός των ενεργειακών κοινοτήτων» έχουν κανονικοποιηθεί ανάλογα με τον πληθυσμό της εκάστοτε χώρας καθώς έτσι μπορεί να γίνει αντικειμενική σύγκριση μεταξύ αυτών και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Παρακάτω ακολουθούν οι χώρες και ο πληθυσμός της κάθε χώρας που θα μελετηθούν:

A/A	Χώρες	Πληθυσμός 2021 [34],[35]	Πληθυσμός ανά εκατομμύρια
1	Αυστρία	8.922.082	8,922
2	Βέλγιο	11.611.419	11,611
3	Βουλγαρία	6.885.868	6,886
4	Κροατία	4.060.135	4,060
5	Τσεχία	10.510.751	10,511
6	Δανία	5.854.240	5,854
7	Φινλανδία	5.535.992	5,536
8	Γαλλία	64.531.444	64,531
9	Γερμανία	83.408.554	83,409
10	Ελλάδα	10.445.365	10,445
11	Ουγγαρία	9.709.786	9,710
12	Ιρλανδία	4.986.526	4,987
13	Ιταλία	59.240.329	59,240
14	Κάτω Χώρες	17.501.696	17,502
15	Πολωνία	38.307.726	38,308
16	Πορτογαλία	10.290.103	10,290
17	Ρουμανία	19.328.560	19,329
18	Σλοβακία	5.447.622	5,448
19	Ισπανία	47.486.935	47,487
20	Σουηδία	10.467.097	10,467

**Πίνακας 3. Πληθυσμός Ευρωπαϊκών χωρών ανά εκατομμύρια άτομα**



## 4.2 Κοινωνικά κριτήρια

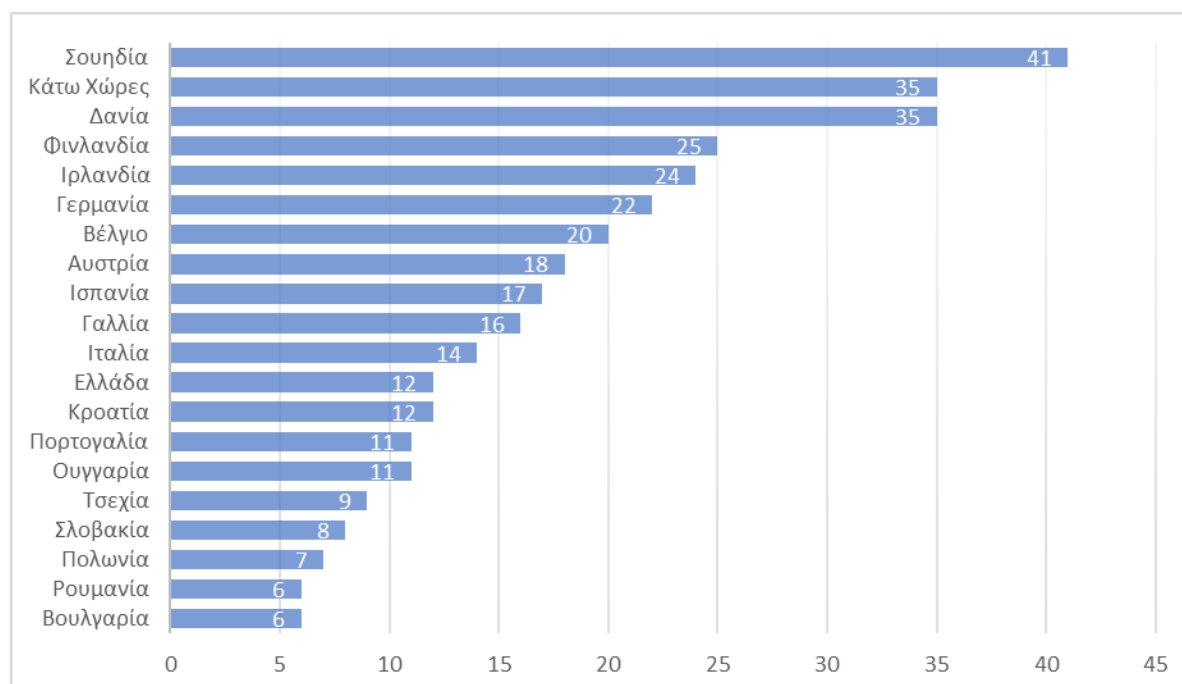
### 4.2.1 Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων

Για το πρώτο κριτήριο έχουμε δεδομένα μίας έρευνας όπου οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν στο ερώτημα ποιο είναι το μοναδικό πιο σημαντικό πρόβλημα που πιστεύουν ότι αντιμετωπίζει όλος ο κόσμος. Τα δεδομένα λήφθηκαν από την αναφορά που δημοσιοποίησε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με το «Ειδικό Ευρωβαρόμετρο 538» όσον αφορά την Κλιματική Αλλαγή και τις απόψεις των Ευρωπαίων πολιτών για αυτήν [36].

Οι πιο συχνές απαντήσεις τους ήταν:

- Η πείνα, η φτώχεια και η έλλειψη πόσιμου νερού
- Οι ένοπλες συγκρούσεις
- Η κλιματική αλλαγή
- Η οικονομική κατάσταση της χώρας κ.ά.

Το κριτήριο είναι ποσοτικό, μετριέται σε κλίμακα [0-100] και το ποσοστό που θεωρεί την κλιματική αλλαγή ως το πιο σημαντικό πρόβλημα φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 2. Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων

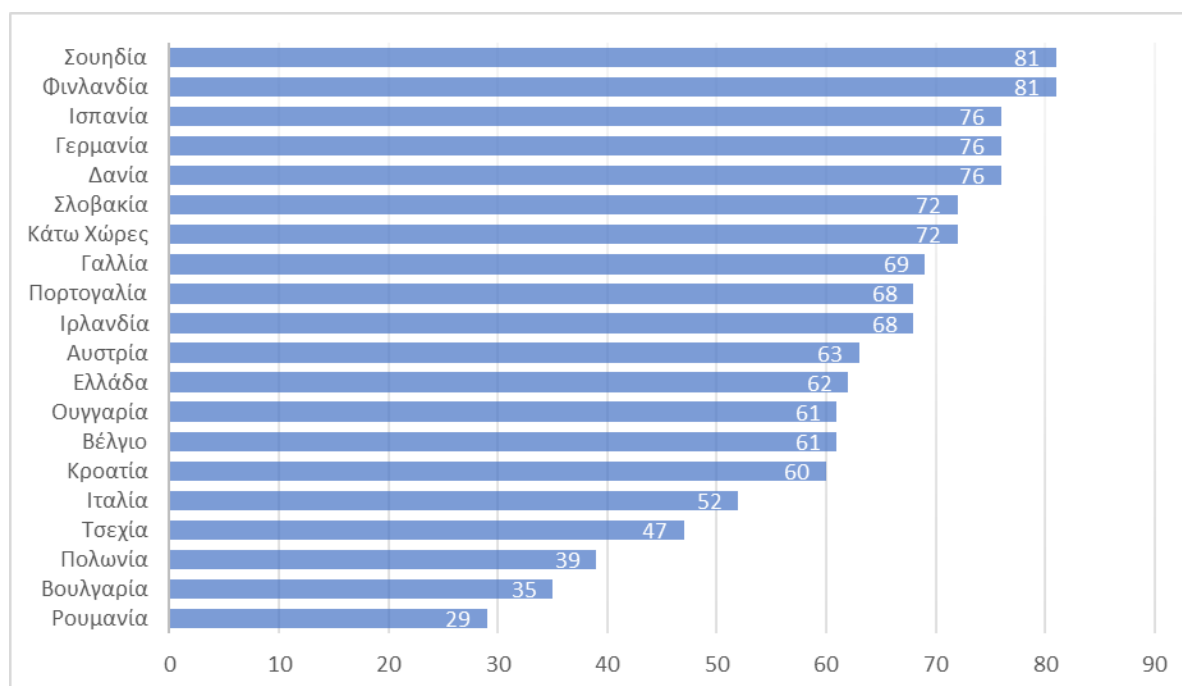
#### 4.2.2 Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής

Από την προηγούμενη έρευνα λήφθηκε και άλλο ένα σημαντικό κριτήριο. Η απάντηση στο ερώτημα εάν έχει λάβει ο Ευρωπαίος πολίτης προσωπική δράση ενάντια στην κλιματική αλλαγή τους τελευταίους 6 μήνες [36].

Στους ερωτηθέντες δόθηκε μια λίστα με 15 ενέργειες και ρωτήθηκαν ποιες είχαν κάνει προσωπικά για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Μερικές από αυτές τις ενέργειες ήταν οι εξής:

- Μείωση σπατάλης νερού και τακτική ανακύκλωση
- Μείωση κατανάλωσης αναλώσιμων αντικειμένων
- Κατά την αγορά νέας ηλεκτρονικής συσκευής, ο καταναλωτής προσέχει την ενεργειακή κατανάλωση να είναι χαμηλή
- Εγκαθιστά στο σπίτι συσκευή που ελέγχει και μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση
- Επιλογή ηλεκτρικού παρόχου με μεγαλύτερο μερίδιο παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κ.ά.

Το κριτήριο είναι ποσοτικό, μετριέται σε κλίμακα [0-100] και το ποσοστό που έλαβε δράση ενάντια της κλιματικής αλλαγής φαίνεται παρακάτω:



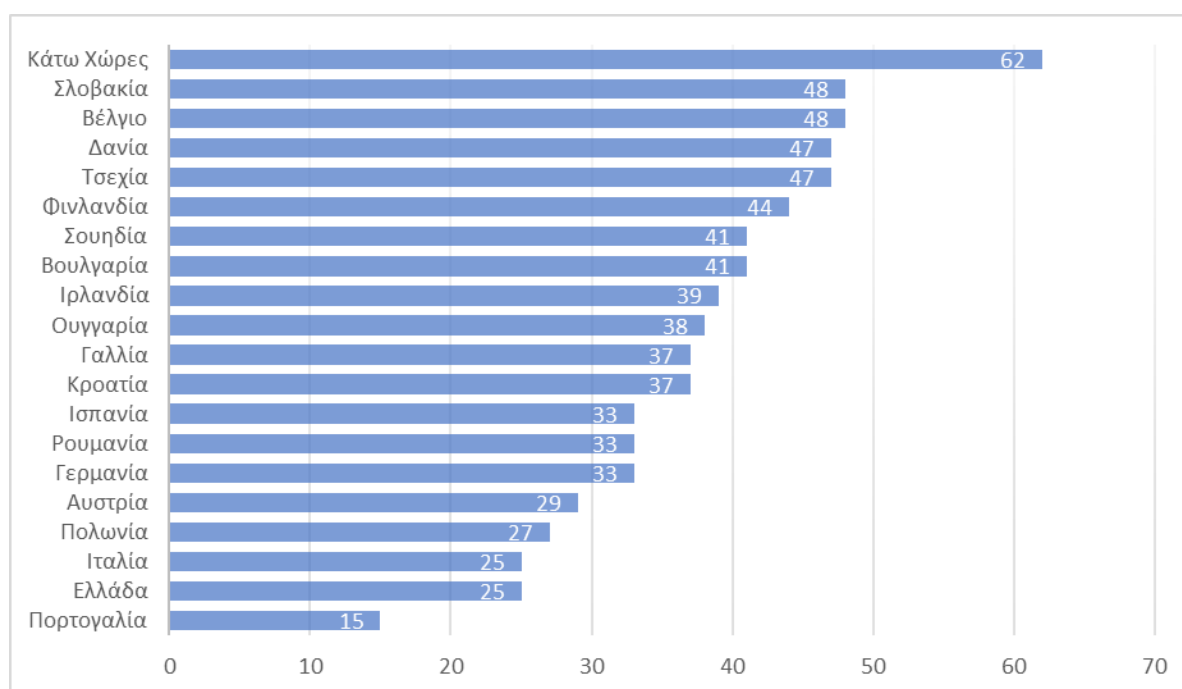
Εικόνα 3. Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής

### 4.2.3 Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού

Αξίζει να γίνει γνωστή η άμεση θέση των Ευρωπαίων στα θέματα ενεργειακής αναβάθμισης του σπιτιού που κατοικούν. Γι' αυτό η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με το «Ειδικό Ευρωβαρόμετρο 527» δημοσιοποίησε δεδομένα όσον αφορά τις αντιλήψεις περί δικαιοσύνης των Ευρωπαίων για την «Πράσινη Μετάβαση» [37].

Το ερώτημα που τέθηκε στους πολίτες είναι αν έχουν λάβει τουλάχιστον ένα μέτρο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του σπιτιού που διαμένουν τα τελευταία 5 χρόνια. Τέτοια μέτρα είναι θερμομόνωση, αλλαγή θυρών, παραθύρων ή του συστήματος θέρμανσης.

Από τα αποτελέσματα υπάρχουν μόνο οι Κάτω Χώρες (62%) όπου η πλειοψηφία το έχει κάνει. Αντίθετα, όχι περισσότερο από το ένα τέταρτο στην Πορτογαλία (15%), την Ιταλία και την Ελλάδα (και οι δύο 25%) έχουν λάβει τέτοια μέτρα. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα και για τις 20 χώρες:



Εικόνα 4. Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού

#### 4.2.4 Εργασιακή απασχόληση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Τελευταίο κοινωνικό κριτήριο αποτελεί το πλήθος των εργαζομένων στις ΑΠΕ σύμφωνα με το βαρόμετρο EurObserv'ER. Αυτό μετρά την πρόοδο που σημειώνεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε κάθε τομέα και σε κάθε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης με όσο το δυνατόν πιο ενημερωμένο τρόπο. Το EurObserv'ER παράγει μια σειρά δεικτών με στοιχεία που καλύπτουν ενεργειακές, τεχνολογικές και οικονομικές διαστάσεις [38].

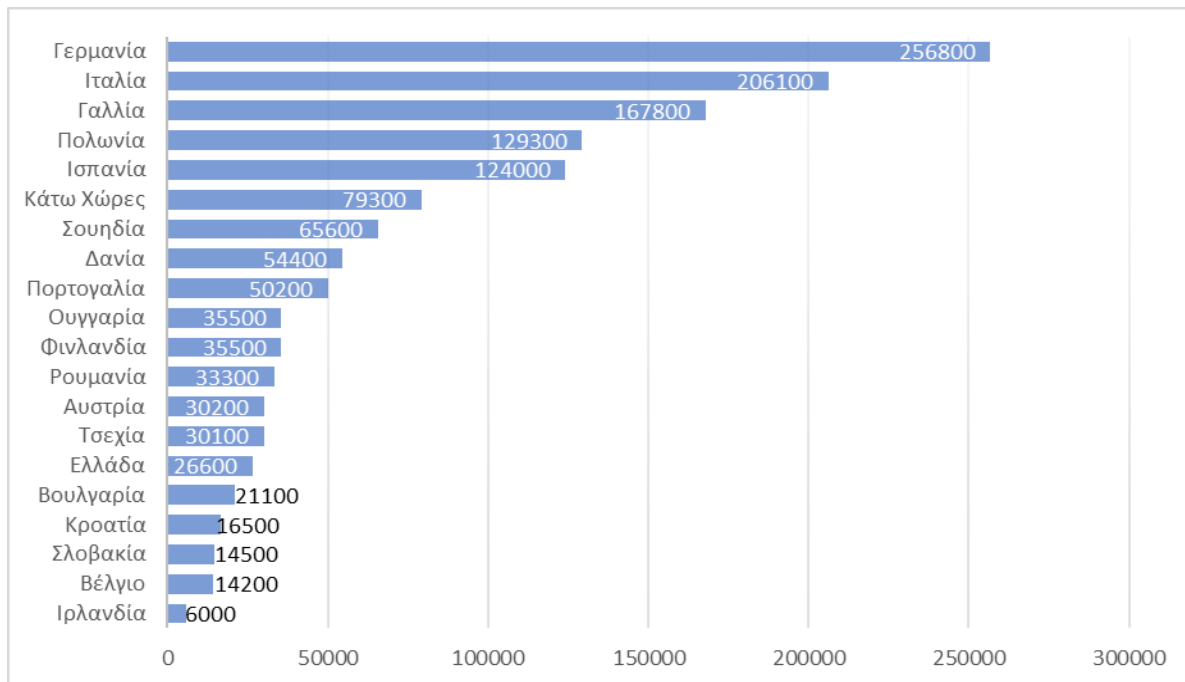
Οι κύριοι στόχοι των βαρομέτρων που αναλύει είναι οι εξής:

- Παρακολούθηση και ανάλυση της ανάπτυξης των τομέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ
- Αξιολόγηση της προόδου των ΑΠΕ σε σύγκριση με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2020
- Διάδοση των αποτελεσμάτων της έρευνας σε Ευρωπαίους δημοσιογράφους και ενεργειακούς παράγοντες
- Ενημέρωση των επισκεπτών του διαδικτύου για τα δεδομένα που αναλύουν

Τα δεδομένα που θα παρουσιαστούν εδώ είναι για την εργασιακή απασχόληση και η EurObserv'ER διευκρινίζει τα παρακάτω [39]:

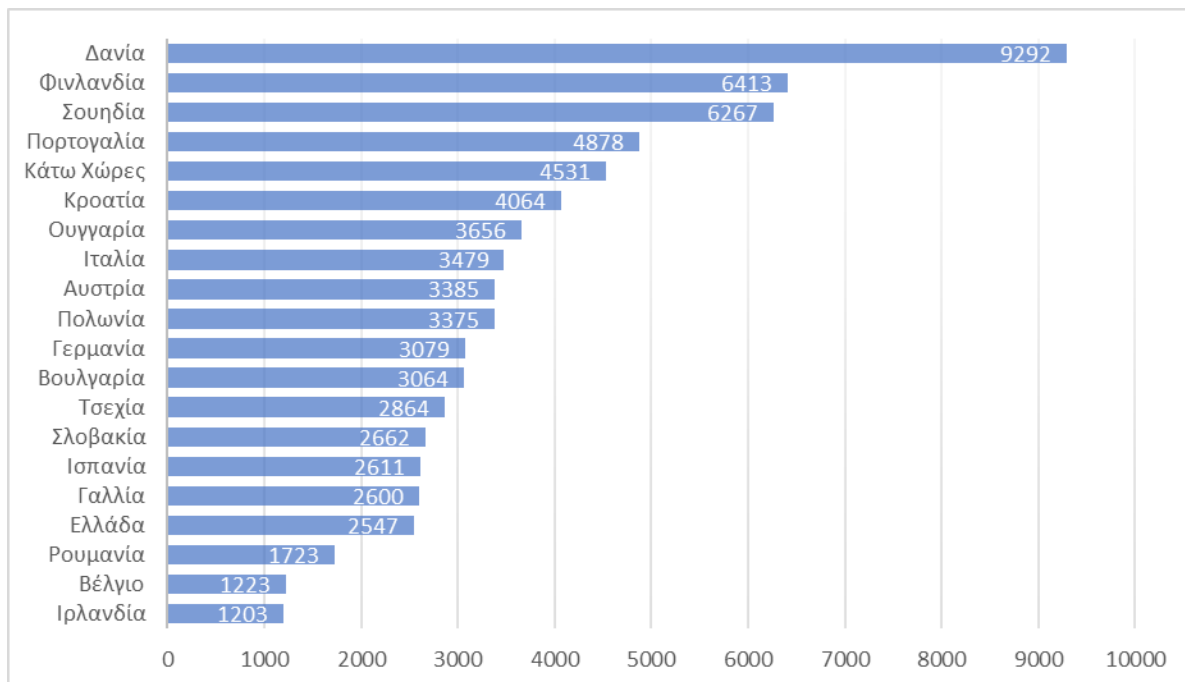
- Τα στοιχεία απασχόλησης που παρουσιάζονται για κάθε ΑΠΕ αναφέρονται στην συνολική απασχόληση, δηλαδή δεν λαμβάνονται υπόψη οι τομείς των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή οι μειωμένες δαπάνες σε άλλους τομείς.
- Τα στοιχεία περιλαμβάνουν τόσο την άμεση όσο και την έμμεση απασχόληση. Η άμεση απασχόληση περιλαμβάνει την κατασκευή εξοπλισμού ΑΠΕ, την κατασκευή μονάδων ΑΠΕ, τη μηχανική και διαχείριση, τη λειτουργία και τη συντήρηση, την προμήθεια και εκμετάλλευση βιομάζας. Η έμμεση απασχόληση αναφέρεται σε δευτερεύουσες δραστηριότητες, όπως οι μεταφορές και άλλες υπηρεσίες.
- Οι κοινωνικοοικονομικοί δείκτες για τους τομείς της βιοενέργειας (βιοκαύσιμα, βιομάζα και βιοαέριο) περιλαμβάνουν τις ανάλογες δραστηριότητες στους τομείς της γεωπονίας, της γεωργίας και της δασοκομίας.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα δεδομένα για τους εργαζόμενους στις ΑΠΕ σε χιλιάδες, των 20 χωρών που μελετώνται πριν την κανονικοποίηση [39]:



**Εικόνα 5. Εργασιακή απασχόληση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε χιλιάδες**

Μετά την κανονικοποίηση ανά εκατομμύριο πληθυσμού τα δεδομένα αυτά είναι τα παρακάτω:



**Εικόνα 6. Εργασιακή απασχόληση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε χιλιάδες ανά εκατομμύριο πληθυσμού**

## 4.3 Πολιτικά Κριτήρια

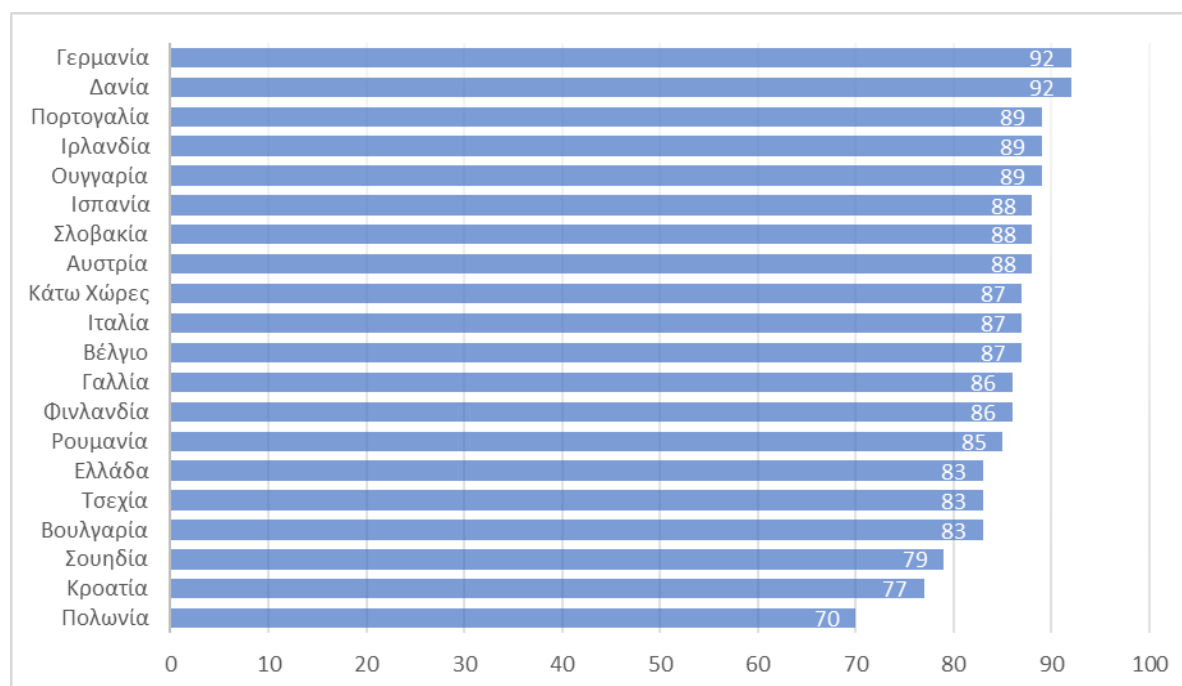
### 4.3.1 Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια-RISE

Σημαντικό ερώτημα αποτελεί το τι θεσμικά πλαίσια και πολιτικές έχουν θεσπίσει οι κυβερνήσεις των Ευρωπαϊκών χωρών. Οι ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια ή αλλιώς Regulatory Indicators for Sustainable Energy (RISE) είναι ένα εγχείρημα της Παγκόσμιας Τράπεζας το οποίο μελετάει ένα σύνολο δεικτών που βοηθούν στη σύγκριση των εθνικών πολιτικών και ρυθμιστικών πλαισίων για τη βιώσιμη ενέργεια. Αξιολογεί την πολιτική και τη ρυθμιστική υποστήριξη των χωρών για καθένα από τους τέσσερις πυλώνες της βιώσιμης ενέργειας: πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, πρόσβαση σε καθαρό μαγείρεμα (για 54 χώρες χωρίς την δυνατότητα πρόσβασης), ενεργειακή απόδοση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Με περισσότερους από 30 δείκτες που καλύπτουν 140 χώρες και αντιπροσωπεύουν πάνω από το 98% του παγκόσμιου πληθυσμού, οι δείκτες RISE παρέχουν ένα σημείο αναφοράς για να βοηθήσει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να συγκρίνουν την τομεακή τους πολιτική και το ρυθμιστικό πλαίσιο σε σχέση με αυτά των περιφερειακών και παγκόσμιων ομοτίμων, και ένα ισχυρό εργαλείο για να βοηθήσει στην ανάπτυξη πολιτικών και κανονισμών που προωθούν στόχους βιώσιμης ενέργειας.

Οι δείκτες RISE ταξινομούν τις χώρες σε μια πράσινη ζώνη με ισχυρές επιδόσεις στο πρώτο τρίτο του εύρους βαθμολογίας 0-100, μια κίτρινη ζώνη με μέτριες επιδόσεις στο δεύτερο τρίτο της βαθμολογίας και μια κόκκινη ζώνη ασθενέστερων επιδόσεων στο τρίτο τρίτο [40].

Παρακάτω ακολουθούν τα αποτελέσματα για τις 20 Ευρωπαϊκές Χώρες που μελετώνται [41]:



Εικόνα 7. Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια - RISE

### 4.3.2 Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων

Πολυάριθμες μελέτες δείχνουν ότι οι πολίτες συμμετέχουν με διάφορους τρόπους σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και χαμηλών εκπομπών άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στη μετάβαση στη βιώσιμη ενέργεια.

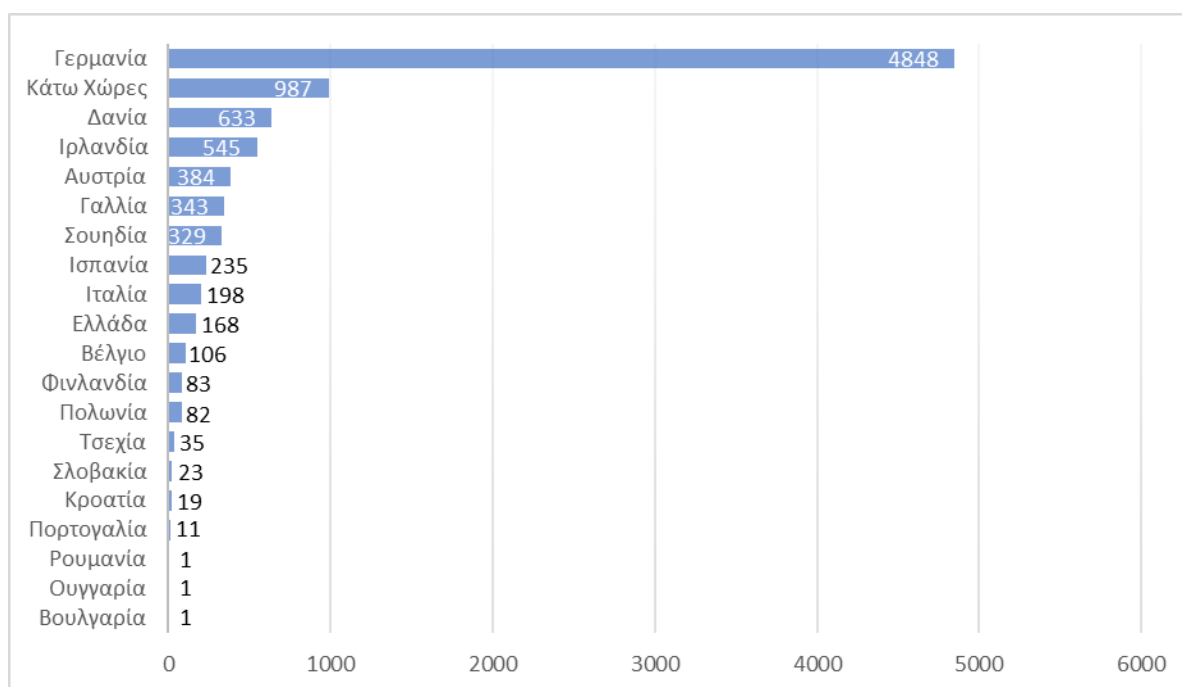
Έτσι, μία μελέτη του περιοδικού Nature, ερευνώντας μια σημαντική συλλογή και αναθεωρώντας άφθονες πηγές δεδομένων από ιστότοπους έως επίσημα μητρώα, παρέχει έναν πανευρωπαϊκό κατάλογο με περισσότερες από 10.000 πρωτοβουλίες και 16.000 μονάδες παραγωγής σε 29 χώρες, με επίκεντρο τα τελευταία 20 χρόνια [42].

Στις χώρες της ΕΕ υπάρχουν 9252 ενεργειακές κοινότητες, αν και μπορούμε να δούμε μεγάλες διαφορές μεταξύ των χωρών μελών: περισσότερες από τις μισές από αυτές βρίσκονται στη Γερμανία, η οποία έχει 4848 ενεργειακές κοινότητες, ενώ στην τελευταία θέση είναι η Βουλγαρία, η Ρουμανία και η Ουγγαρία με μόνο μία κοινότητα.

Αυτές οι κοινότητες μπορούν να συσταθούν ως νομικά πρόσωπα, με τη μορφή συνεταιρισμών, κοινωνικών επιχειρήσεων, ενώσεων ή άλλων τύπων νομικών οντοτήτων μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, επιτρέποντας σε ιδιώτες να συνεργάζονται με τις τοπικές αρχές και τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις για να ενορχηστρώσουν κοινές επενδύσεις στην ενέργεια αγαθών και για συμμετοχή στις ενεργειακές αγορές.

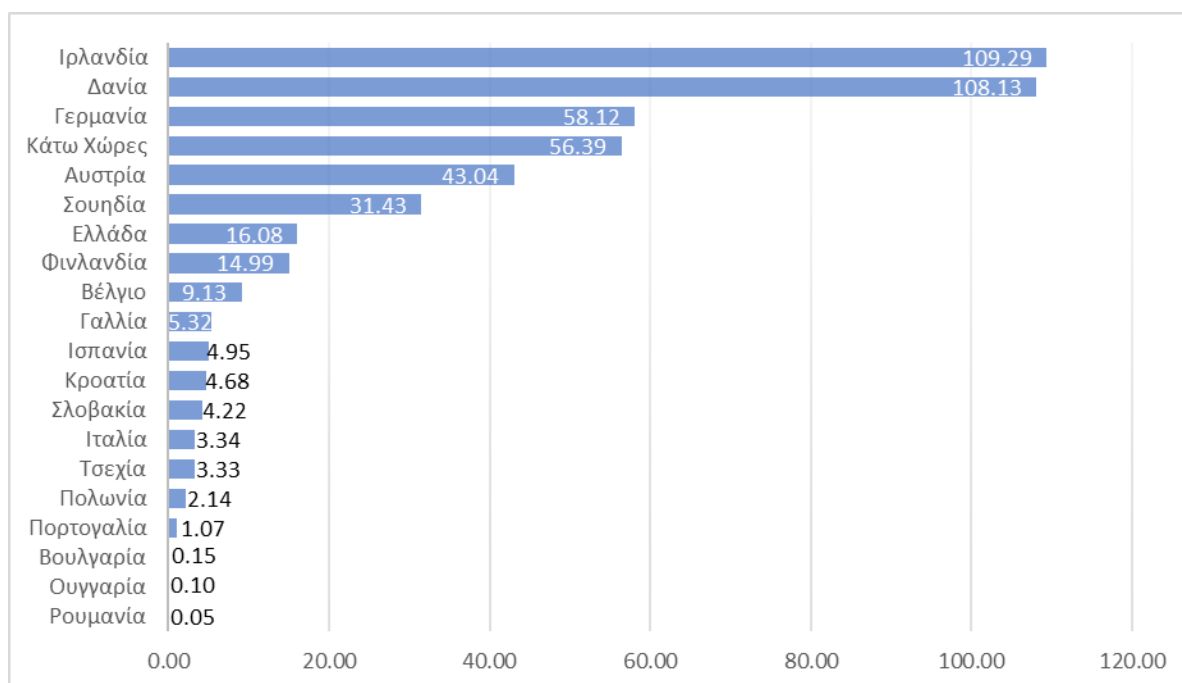
Με την εφαρμογή αυτών των οδηγιών, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει τα νομικά θεμέλια για μια στροφή προς την αξιοποίηση του ενεργειακού πλεονεκτήματος, με τις τοπικές κοινότητες να δρουν όχι μόνο ως καταναλωτές αλλά και ως παραγωγοί ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα, αλλάζοντας έτσι τον τρόπο λειτουργίας της αγοράς ενέργειας προς πιο δημοκρατικές διαδικασίες. Οι ενεργειακές κοινότητες, ανεξαρτήτως τύπου, επιδιώκουν την κοινωνική και εδαφική ένταξη και στοχεύουν στην ενσωμάτωση οικογενειών με χαμηλό εισόδημα και άλλων ευάλωτων ομάδων [43].

Παρακάτω ακολουθεί ο αριθμός των συνολικών ενεργειακών κοινοτήτων [43]:



**Εικόνα 8. Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων**

Για την δίκαιη αξιολόγηση των 20 χωρών ο αριθμός των συνολικών ενεργειακών κοινοτήτων θα κανονικοποιηθεί ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Οπότε προκύπτουν τα παρακάτω δεδομένα:



**Εικόνα 9. Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων ανά εκατομμύριο πληθυσμό**



## 4.4 Οικονομικά Κριτήρια

### 4.4.1 Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας

Η οικονομική ανάπτυξη κάθε χώρας εξαρτάται και από το πλήθος των επιχειρήσεων που δρουν σε αυτή καθώς προωθούν την καινοτομία, την επένδυση στην διάθεση προϊόντων και υπηρεσιών, στη βελτίωση των υποδομών και στην τεχνολογία. Η μελέτη «Doing Business 2020» της Παγκόσμιας Τράπεζας δείχνει ότι οι αναπτυσσόμενες οικονομίες πλησιάζουν τις ανεπτυγμένες οικονομίες με ευκολία στην επιχειρηματική δραστηριότητα.

Ωστόσο, το χάσμα παραμένει μεγάλο. Ένας επιχειρηματίας σε μια οικονομία χαμηλού εισοδήματος ξοδεύει συνήθως περίπου το 50% του κατά κεφαλήν εισοδήματος της χώρας για να ιδρύσει μια εταιρεία, σε σύγκριση με μόλις 4,2% για έναν επιχειρηματία σε μια οικονομία υψηλού εισοδήματος. Χρειάζεται κατά μέσο όρο σχεδόν έξι φορές περισσότερος χρόνος για την έναρξη μιας επιχείρησης στις οικονομίες που κατατάσσονται στις 50 τελευταίες θέσεις από ό,τι στις 20 πρώτες.

Η μελέτη Doing Business αναγνωρίζει το σημαντικό έργο που έχουν κάνει οι χώρες για τη βελτίωση του ρυθμιστικού τους περιβάλλοντος. Μεταξύ των 10 οικονομιών που προχώρησαν περισσότερο, οι προσπάθειες επικεντρώθηκαν στους τομείς της έναρξης μιας επιχείρησης, της διαχείρισης οικοδομικών αδειών και του διασυνοριακού εμπορίου. Γενικά, οι οικονομίες με την υψηλότερη βαθμολογία μοιράζονται πολλά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένης της ευρείας χρήσης ηλεκτρονικών συστημάτων και διαδικτυακών πλατφορμών για τη συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις.

Την ίδια στιγμή, ο λιγότερο μεταρρυθμισμένος τομέας ήταν η επίλυση της αφερεγγυότητας. Η θέσπιση διαδικασιών αναδιοργάνωσης μειώνει τα ποσοστά αποτυχίας των μικρομεσαίων επιχειρήσεων και αποτρέπει την εκκαθάριση αφερέγγυων αλλά βιώσιμων επιχειρήσεων.

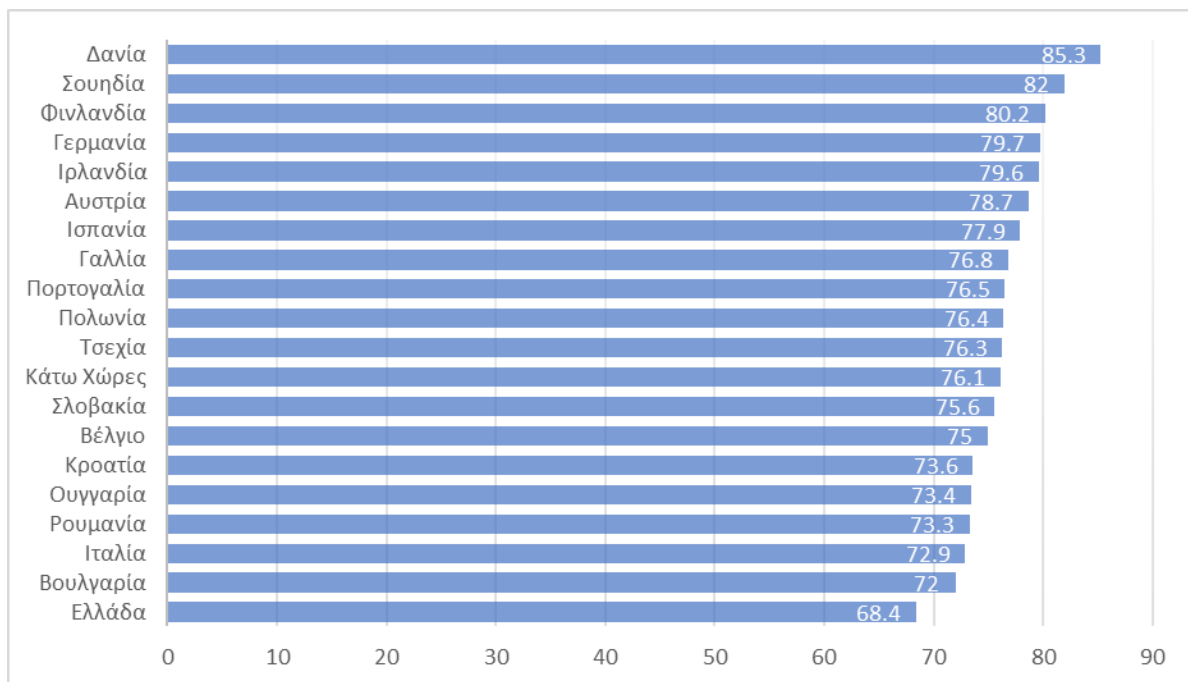
Η Doing Business είναι ένα πολύτιμο εργαλείο που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι κυβερνήσεις για να σχεδιάσουν υγιείς ρυθμιστικές πολιτικές. Παρέχοντας στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής έναν τρόπο να συγκρίνουν την πρόοδο, διεγείρει τη συζήτηση πολιτικής, τόσο με την έκθεση πιθανών προκλήσεων όσο και με τον εντοπισμό καλών πρακτικών και διδαγμάτων [44].

Καταγράφοντας αλλαγές στη νομοθεσία σε 12 τομείς επιχειρηματικής δραστηριότητας σε 190 οικονομίες, αναλύει κανονισμούς που ενθαρρύνουν την αποτελεσματικότητα και υποστηρίζουν την ελευθερία επιχειρηματικής δραστηριότητας.

Η Doing Business μετρά τις εξής διαδικασίες [44]:

- σύστασης επιχειρήσεων,
- πρόσληψης εργαζομένων,
- λήψης οικοδομικής άδειας,
- απόκτησης σύνδεσης με ηλεκτρισμό,
- δήλωσης ακινήτων,
- πρόσβασης σε πίστωση,
- προστασίας των μειοψηφικών επενδυτών,
- πληρωμής φόρων,
- συμμετοχής στο διεθνές εμπόριο,
- συνάπτοντας συμβόλαια με την κυβέρνηση,
- επιβολής συμβολαίων και
- επίλυσης της αφερεγγυότητας.

Παρακάτω ακολουθεί η κατάταξη των 20 Ευρωπαϊκών χωρών που μελετώνται ανάλογα την βαθμολογία που έλαβαν από τους δείκτες της Doing Business [44]:



Εικόνα 10. Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας

#### 4.4.2 Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος

Ακόμη μία σημαντική οικονομική παράμετρος που έχει ως αποτέλεσμα την οικονομική ανάπτυξη αποτελεί το χρηματοοικονομικό σύστημα κάθε χώρας. Κατά την ομαλή λειτουργία του μειώνονται τα φαινόμενα διαφθοράς και υπάρχει εμπιστοσύνη στο χρηματοπιστωτικό σύστημα της αγοράς, των ιδρυμάτων και των υποδομών.

Το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ (World Economic Forum) εισήγαγε το 2018 τον νέο Παγκόσμιο Δείκτη Ανταγωνιστικότητας 4.0 (Global Competitiveness Index 4.0 ή GCI 4.0), μια νέα οικονομική πυξίδα που ήταν τόσο αναγκαία, που βασίζεται σε 40 χρόνια εμπειρίας συγκριτικής αξιολόγησης των παραγόντων της μακροπρόθεσμης ανταγωνιστικότητας.

Ο δείκτης είναι ένα ετήσιο κριτήριο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να κοιτάζουν πέρα από τα βραχυπρόθεσμα και αντιδραστικά μέτρα και να αξιολογήσουν την πρόδοό τους με βάση το πλήρες σύνολο παραγόντων που καθορίζουν την παραγωγικότητα.

Η έκδοση του 2019 καλύπτει 141 οικονομίες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 99% του παγκόσμιου ΑΕΠ. Ο Παγκόσμιος Δείκτης Ανταγωνιστικότητας 4.0 είναι το αποτέλεσμα 103 μεμονωμένων δεικτών, που προέρχονται από έναν συνδυασμό δεδομένων από διεθνείς οργανισμούς καθώς και από την Έρευνα Εκτελεστικής Γνώμης του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ.

Αυτοί οι δείκτες είναι οργανωμένοι σε 12 πυλώνες [45]:

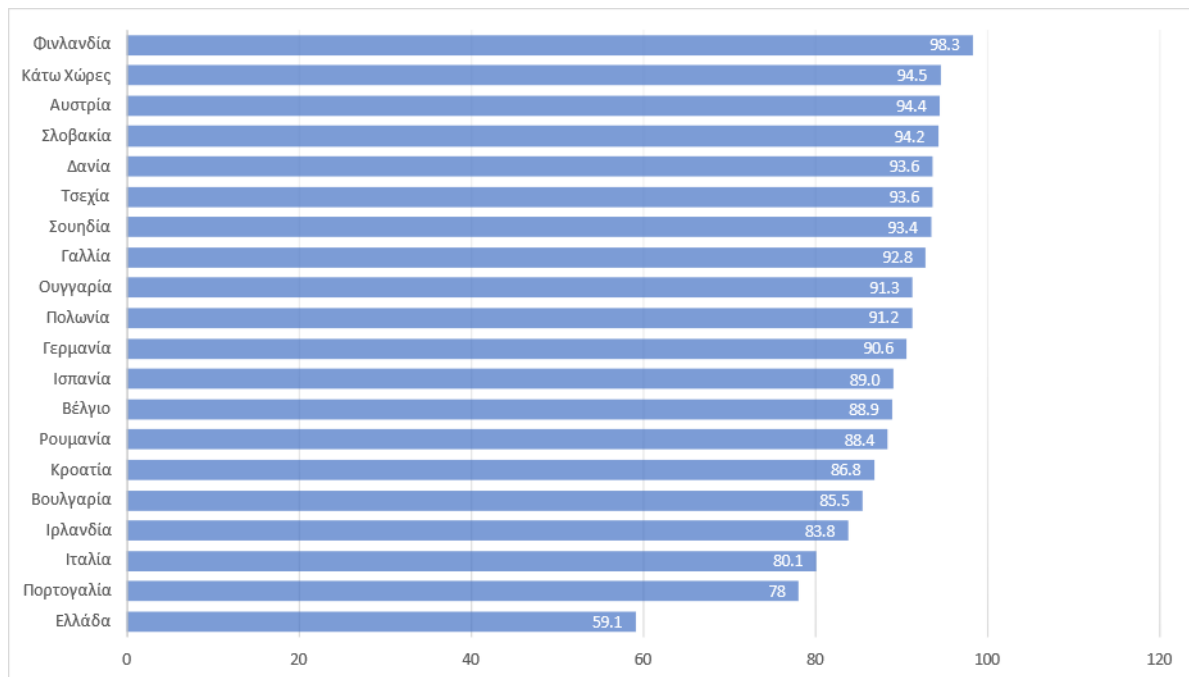
- Θεσμικά όργανα,
- Υποδομές,
- Υιοθέτηση Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ICT),
- Μακροοικονομική σταθερότητα,
- Υγεία,
- Δεξιότητες,
- Αγορά προϊόντων,
- Αγορά εργασίας,
- Χρηματοοικονομικό σύστημα,
- Το μέγεθος της αγοράς,
- Επιχειρηματικός δυναμισμός και
- Ικανότητα καινοτομίας.

Η απόδοση μιας χώρας στα συνολικά αποτελέσματα του GCI μετριέται σε μια κλίμακα από 0 έως 100, όπου το 100 αντιπροσωπεύει μια ιδανική κατάσταση όπου ένα ζήτημα παύει να είναι περιορισμός στην αύξηση της παραγωγικότητας.

Ο πυλώνας του Χρηματοοικονομικού Συστήματος αναλύεται στο Βάθος του Χρηματοοικονομικού Συστήματος και τη Σταθερότητα. Η Σταθερότητα η οποία και επιλέχθηκε σε αυτήν την μελέτη αναλύεται ακόμη περισσότερο στα εξής [45]:

- Την ευρωστία των τραπεζών,
- Το ποσοστό δανείων που αργούν να αποπληρωθούν προς τα συνολικά δάνεια,
- Τον πιστωτικό χώρο, που εκφράζει την μέτρηση της οικονομίας μίας χώρας προς την παραγωγικότητα αυτής,
- Το ποσοστό των κεφαλαίων της προς τα συνολικά σταθμισμένα σε κίνδυνο περιουσιακά στοιχεία

Λαμβάνοντας, λοιπόν, τις τιμές της Σταθερότητας του Χρηματοοικονομικού Συστήματος προκύπτει η παρακάτω κατάταξη για τις 20 χώρες που μελετώνται [45]:



Εικόνα 11. Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος

## 4.5 Τεχνολογικά Κριτήρια

### 4.5.1 Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτίρια

Αυτό το κριτήριο είναι ποιοτικό και βασίζεται στην έως τώρα εφαρμογή του SRI σε κτίρια της Ευρώπης. Θα γίνει μία αξιολόγηση των 20 χωρών προς μελέτη και η εφαρμογή του SRI θα χαρακτηριστεί ως Χαμηλή, Μέτρια και Υψηλή.

#### Υψηλή εφαρμογή

Στην θέση της Υψηλής εφαρμογής ταξινομούνται οι χώρες που βρίσκονται σε Test Phase του σχήματος SRI οι οποίες βάση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι οι Αυστρία, Κροατία, Τσεχία, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Ισπανία και η Σλοβενία. Να σημειωθεί ότι η Σλοβενία δεν χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη [30]. Εκτός του ότι περιλαμβάνονται σε Test Phase αυτές οι χώρες συμπεριλαμβάνονται και σε διαδεδομένες δημοσιεύσεις. Για παράδειγμα, η ομάδα SRI ENACT η οποία στοχεύει να δεσμεύσει τους ενδιαφερόμενους σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο για τη συνδημιουργία εργαλείων και υπηρεσιών για την απορρόφηση του Ευφυούς Δείκτη Ετοιμότητας (SRI), δημοσίευσε μία αναφορά με το τρέχον τοπίο και το σχέδιο δέσμευσης των ενδιαφερομένων μερών στην Ευρώπη. Εκεί παρατίθενται πολλά στοιχεία εφαρμογής του SRI για την Αυστρία, Κροατία, Τσεχία, Ισπανία [46]. Επίσης, το Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων του Εθνικού Κέντρου Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης (EKETA) διεξήγαγε μια συγκριτική μελέτη περίπτωσης εφαρμογής του δείκτη σε ευρωπαϊκά κτίρια στις χώρες Αυστρία, Τσεχία, Δανία [27].

#### Μέτρια εφαρμογή

Στην θέση της Μέτριας εφαρμογής βρίσκονται οι εξής χώρες: Βέλγιο, Βουλγαρία, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ιρλανδία, Ιταλία, Κάτω Χώρες, Πορτογαλία, Ρουμανία. Αυτές έχουν αναφερθεί χαρακτηριστικά στην 3<sup>η</sup> συνεδρία της ολομέλειας (3<sup>rd</sup> Plenary Meeting), για το σχήμα του Smart Readiness Indicator, και μαζί με άλλες Ευρωπαϊκές Χώρες συγκροτούν τις 16 χώρες που θα γίνουν εφαρμογές υπό την αιγίδα του LIFE CET (Clean Energy Transition) που είναι το χρηματοδοτικό μέσο για τη δράση για το περιβάλλον και το κλίμα [47],[48]. Επίσης, στην ίδια δημοσίευση της ομάδας του SRI ENACT έχουμε πληροφορίες για την Βουλγαρία, Ρουμανία και την Ελλάδα [46]. Ακόμη, η ίδια δημοσίευση με πριν του EKETA, παραθέτει και στοιχεία εφαρμογής για την Βουλγαρία και Ελλάδα [27]. Επιπλέον, μια δημοσίευση για την εφαρμογή του σχήματος για μεσογειακά κτίρια σε ενέργειες μετασκευής χρησιμοποιεί ως παράδειγμα την Πορτογαλία [49]. Μία ακόμα δημοσίευση και μία διπλωματική εργασία του πανεπιστημίου του Τορίνο της Ιταλίας κάνουν χρήση του SRI σε κτίρια της Ιταλίας [50],[51]. Τέλος για τις σκανδιναβικές χώρες και με άξονα την Φινλανδία έγινε μια μελέτη εφαρμογής του SRI ως προς την καταλληλότητα του σχήματος στις χώρες κρύου κλίματος [52].

**Χαμηλή εφαρμογή**

Στην τελευταία θέση της Χαμηλής εφαρμογής βρίσκονται οι Πολωνία, Σλοβακία και Σουηδία καθώς η παρουσία δημοσιεύσεων και στοιχείων εφαρμογής για το SRI είναι ανύπαρκτη.

Για τις μετρήσεις στο πρόβλημα Πολυκριτήριας Ανάλυσης θα χρειαστεί να ποσοτικοποιηθούν οι ποιοτικοί χαρακτηρισμοί της Υψηλής, Μέτριας και Χαμηλής εφαρμογής του SRI. Αυτό θα γίνει εάν τεθεί η Υψηλή ως 3, η Μέτρια ως 2 και η Χαμηλή ως 1 στην κλίμακα εφαρμογής του σχήματος.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας της εφαρμογής και των χωρών βάση όσα ειπώθηκαν:

Υψηλή (3)	Αυστρία, Κροατία, Τσεχία, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Ισπανία
Μέτρια (2)	Βέλγιο, Βουλγαρία, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ιρλανδία, Ιταλία, Κάτω Χώρες, Πορτογαλία, Ρουμανία
Χαμηλή (1)	Πολωνία, Σλοβακία, Σουηδία

**Πίνακας 4. Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτίρια**

#### 4.5.2 Υποδομές

Οι υποδομές αναφέρονται στις βασικές φυσικές και οργανωτικές δομές και εγκαταστάσεις που απαιτούνται για τη λειτουργία μιας κοινωνίας, επιχείρησης ή περιοχής. Η υποδομή είναι βασικός καθοριστικός παράγοντας της οικονομικής ανάπτυξης και περιλαμβάνει διάφορους τομείς που υποστηρίζουν τη συνολική λειτουργία μιας χώρας.

Το World Competitiveness Yearbook (WCY) του International Institute for Management Development (IMD), που δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 1989, είναι μια ολοκληρωμένη ετήσια έκθεση και παγκόσμιο σημείο αναφοράς για την ανταγωνιστικότητα των χωρών. Παρέχει συγκριτική αξιολόγηση και τάσεις, καθώς και στατιστικά στοιχεία και δεδομένα ερευνών που βασίζονται σε εκτεταμένη έρευνα. Αναλύει και κατατάσσει τις χώρες ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζονται τις ικανότητές τους για να επιτύχουν μακροπρόθεσμη δημιουργία αξίας. Η ανταγωνιστικότητα μιας οικονομίας δεν μπορεί να περιοριστεί μόνο στο ΑΕΠ και την παραγωγικότητα, επειδή οι επιχειρήσεις πρέπει επίσης να αντιμετωπίσουν πολιτικές, κοινωνικές και πολιτιστικές διαστάσεις. Ως εκ τούτου, οι κυβερνήσεις πρέπει να παρέχουν ένα περιβάλλον που να χαρακτηρίζεται από αποτελεσματικές υποδομές, θεσμούς και πολιτικές που ενθαρρύνουν τη δημιουργία βιώσιμης αξίας από τις επιχειρήσεις.

Το τεύχος αυτό, παρέχει εκτεταμένη κάλυψη 64 οικονομιών, που επιλέχθηκαν με βάση τη διαθεσιμότητα συγκρίσιμων διεθνών στατιστικών και σε συνεργασία με τοπικά συνεργαζόμενα Ινστιτούτα, τα οποία συμβάλλουν στη συλλογή δεδομένων ερευνών και διασφαλίζουν ότι όλα τα δεδομένα είναι αξιόπιστα, ακριβή και ενημερωμένα όσο το δυνατόν.

Με βάση την ανάλυση που έγινε από κορυφαίους μελετητές, η μεθοδολογία της Παγκόσμιας Κατάταξης Ανταγωνιστικότητας χωρίζει το εθνικό περιβάλλον σε 4 κύριους πυλώνες:

- Οικονομικές Επιδόσεις
- Κυβερνητική αποτελεσματικότητα
- Επιχειρηματική αποτελεσματικότητα
- Υποδομές

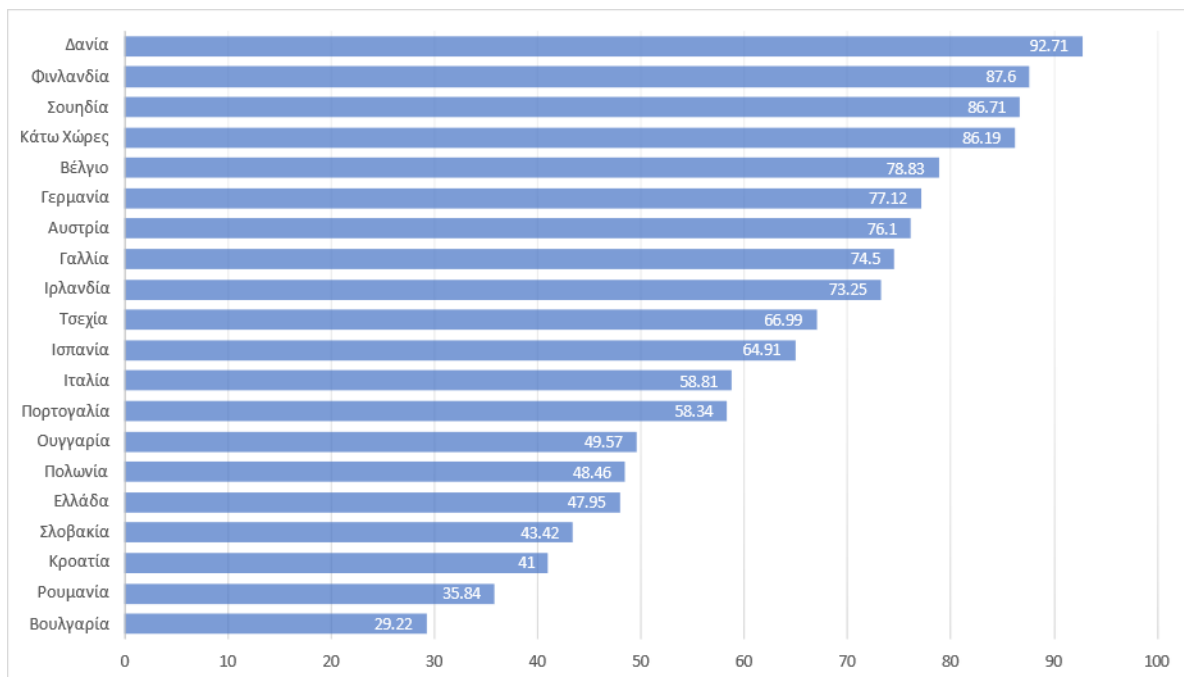
Με τη σειρά του, καθένας από αυτούς τους παράγοντες χωρίζεται σε 5 επιμέρους παράγοντες που τονίζουν κάθε πτυχή των περιοχών που αναλύθηκαν. Συνολικά, η Παγκόσμια Κατάταξη Ανταγωνιστικότητας περιλαμβάνει 20 τέτοιους επιμέρους παράγοντες. Αυτοί οι 20 επιμέρους παράγοντες περιλαμβάνουν 336 κριτήρια, αν και κάθε επιμέρους παράγοντας δεν έχει απαραίτητα τον ίδιο αριθμό κριτηρίων (για παράδειγμα, απαιτούνται περισσότερα κριτήρια για την αξιολόγηση της Εκπαίδευσης παρά για την αξιολόγηση των Τιμών).

Τέλος, η συγκέντρωση των αποτελεσμάτων των 20 επιμέρους παραγόντων κάνει τη συνολική ενοποίηση, η οποία οδηγεί στη συνολική Παγκόσμια Κατάταξη Ανταγωνιστικότητας του IMD [53].

Οι Υποδομές που αποτελούν έναν από τους 4 κύριους πυλώνες αναλύονται στους παρακάτω επιμέρους παράγοντες [53]:

- Βασικές υποδομές (π.χ. έκταση γης, πληθυσμός και αύξηση, δρόμοι, σιδηρόδρομοι, αέριες μεταφορές, ενεργειακές υποδομές, συνολική ενεργειακή κατανάλωση κ.ά. )
- Τεχνολογικές υποδομές (π.χ. επενδύσεις στις τηλεπικοινωνίες, τεχνολογία τηλεπικοινωνιών, χρήστες ίντερνετ, ψηφιακές/τεχνικές δεξιότητες κ.ά.)
- Επιστημονικές υποδομές (π.χ. συνολικά έξοδα σε έρευνα και ανάπτυξη, συνολικό προσωπικό στην έρευνα και ανάπτυξη, απόφοιτοι στις θετικές επιστήμες, πλήθος επιστημονικών άρθρων κ.ά.)
- Υγεία και περιβάλλον (π.χ. συνολικά έξοδα στον τομέα υγείας, υποδομές υγείας, δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης, εκπομπές διοξειδίου άνθρακα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ποιότητα ζωής κ.ά.)
- Εκπαίδευση (π.χ. συνολικά δημόσια έξοδα στην εκπαίδευση, πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, εκπαίδευση διοίκησης, γλωσσικές ικανότητες κ.ά.)

Παρακάτω παρατίθεται η βαθμολογία των 20 χωρών που μελετώνται βάση του πυλώνα των Υποδομών μέρος της Παγκόσμιας Κατάταξης Ανταγωνιστικότητας του IMD [53]:



Εικόνα 12. Υποδομές



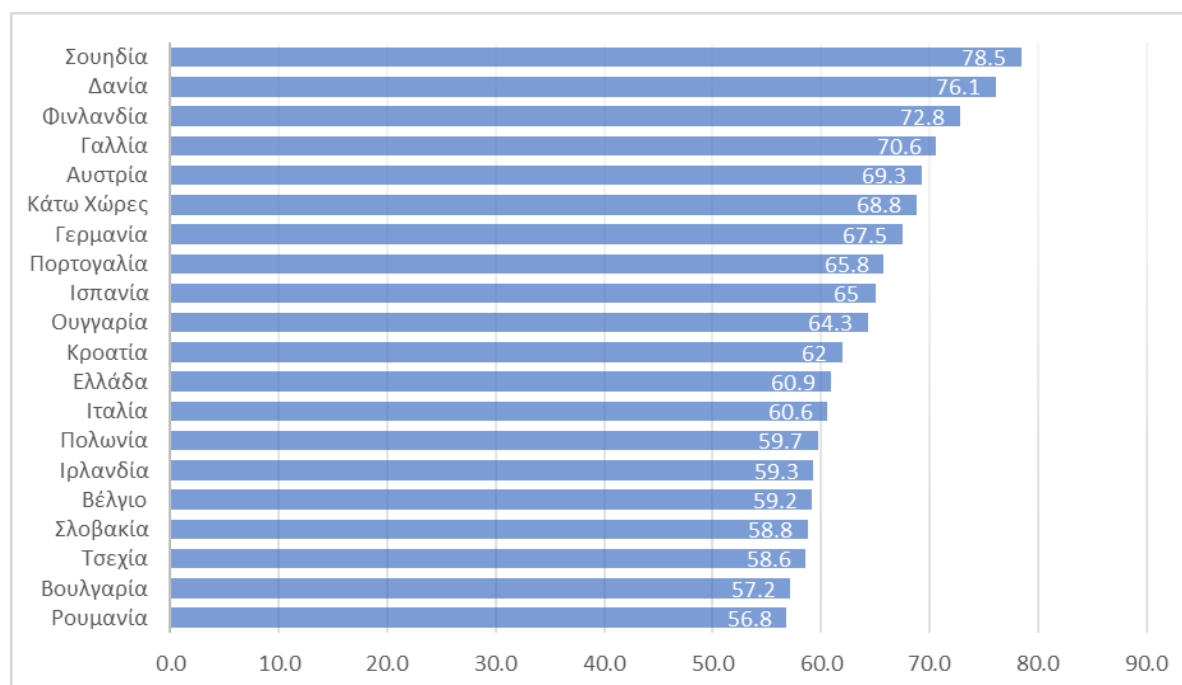
### 4.5.3 Δείκτης ενεργειακής μετάβασης-Energy Transition Index

Το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ δημοσίευσε φέτος μια αναφορά με τίτλο «Προώθηση της Αποτελεσματικής Ενεργειακής Μετάβασης» [54], όπου δείχνει τα αποτελέσματα του Δείκτη Ενεργειακής Μετάβασης (Energy Transition Index - ETI).

Ο Δείκτης Ενεργειακής Μετάβασης μετράει τις χώρες ως προς την απόδοση του ενεργειακού τους συστήματος, καθώς και την ετοιμότητά τους για μετάβαση σε ένα ασφαλές, βιώσιμο, προσιτό και αξιόπιστο ενεργειακό μέλλον.

Ο Δείκτης αξιολογεί τις χώρες σχετικά με τις τρέχουσες επιδόσεις του ενεργειακού τους συστήματος και παρέχει μια μακροπρόθεσμη μέτρηση της ετοιμότητας μετάβασης. Την τελευταία δεκαετία, οι παγκόσμιες βαθμολογίες του βελτιώθηκαν κατά 10%, υποστηριζόμενες από αύξηση 19% στις βαθμολογίες ετοιμότητας μετάβασης, αλλά μόνο 6% αύξηση στις βαθμολογίες απόδοσης του συστήματος. Οι σκανδιναβικές χώρες (Σουηδία, Δανία, Νορβηγία και Φινλανδία) συνεχίζουν να διατηρούν την κορυφαία κατάταξή τους, σημειώνοντας υψηλή βαθμολογία τόσο στην απόδοση του συστήματος όσο και στην ετοιμότητα μετάβασης. Λίγες χώρες, όπως η Κένυα και το Αζερμπαϊτζάν, σημείωσαν σημαντική άνοδο φέτος για επιθετικές προσπάθειες για την ετοιμότητα μετάβασης, βελτιώνοντας το ρυθμιστικό περιβάλλον και την υποδομή τους. Είναι σημαντικό ότι την τελευταία δεκαετία, ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας στον κόσμο, η Κίνα, κέρδισε 43% – περίπου διπλάσιο από τον παγκόσμιο μέσο όρο στις βαθμολογίες ετοιμότητας μετάβασης, φτάνοντας στην πρώτη 20άδα ως η μόνη ασιατική χώρα [54].

Συνολικά αξιολογεί 120 χώρες σε μια βαθμολογία 0-100. Παρακάτω ακολουθεί η βαθμολογία των 20 χωρών που μελετώνται για τον δείκτη ενεργειακής μετάβασης:



Εικόνα 13. Δείκτης ενεργειακής μετάβασης - Energy Transition Index

#### 4.5.4 Δείκτης ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας-Digital Economy and Society Index

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσιεύει από το 2014 αναφορές για τον Δείκτη Ψηφιακής Οικονομίας και Κοινωνίας (Digital Economy and Society Index – DESI). Αυτός από το 2014 έως το 2022 συνόψισε δείκτες σχετικά με τις ψηφιακές επιδόσεις της Ευρώπης και παρακολούθησε την πρόοδο των χωρών της ΕΕ [55].

Οι αναφορές για τον DESI 2022 βασίζονται κυρίως σε δεδομένα του 2021 και παρακολουθούν την πρόοδο που σημειώνεται στα κράτη μέλη της ΕΕ στον ψηφιακό τομέα. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, τα κράτη μέλη προχώρησαν στις προσπάθειές τους για ψηφιοποίηση, αλλά εξακολουθούν να αγωνίζονται για να καλύψουν τα κενά στις ψηφιακές δεξιότητες, τον ψηφιακό μετασχηματισμό των ΜΜΕ και την ανάπτυξη προηγμένων δικτύων 5G.

Ο δείκτης αυτός βασίζεται σε 4 πυλώνες [55]:

- Ανθρώπινο κεφάλαιο, που περιλαμβάνει τις δεξιότητες των χρηστών στο Ίντερνετ,
- Συνδεσιμότητα, που περιέχει την σταθερή ευρυζωνική κάλυψη, ευρυζωνική κάλυψη για κινητά και την τιμολόγηση αυτών των υπηρεσιών,
- Ενσωμάτωση ψηφιακής τεχνολογίας, δηλαδή ψηφιοποίηση των επιχειρήσεων και ψηφιακό εμπόριο,
- Ψηφιακές δημόσιες υπηρεσίες, όπως ψηφιακές πλατφόρμες της κυβέρνησης

Η κατάταξη των 20 χωρών προς μελέτη βρίσκεται στον παρακάτω πίνακα:

Κατάταξη	
Φινλανδία	1
Δανία	2
Κάτω Χώρες	3
Σουηδία	4
Ιρλανδία	5
Ισπανία	6
Αυστρία	7
Γαλλία	8
Γερμανία	9
Πορτογαλία	10
Βέλγιο	11
Ιταλία	12
Τσεχία	13
Κροατία	14
Ουγγαρία	15
Σλοβακία	16
Πολωνία	17
Ελλάδα	18
Βουλγαρία	19
Ρουμανία	20

**Πίνακας 5. Δείκτης ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας-Digital Economy and Society Index**

#### 4.6 Ολοκληρωμένος πίνακας χωρών και κριτηρίων αξιολόγησης

Από τα δεδομένα που αναλύθηκαν παραπάνω, προέκυψε ο συνολικός πίνακας με τις συμπληρωμένες τιμές των 20 χωρών που μελετήθηκαν για τα κριτήρια αξιολόγησης.

Χώρες	Κριτήρια	Κοινωνικά - Social				Πολιτικά - Political		Οικονομικά - Economical		Τεχνολογικά - Technological			
		S1-Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων [0-100]	S2-Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής [0-100]	S3-Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού [0-100]	S4-Εργασιακή απασχόληση σε ΑΠΕ (χιλιάδες)	P1-Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια - RISE [0-100]	P2-Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων	E1-Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας [0-100]	E2-Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος	T1-Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτήρια [1=Χαμηλή, 2=Μέτρια, 3=Υψηλή]	T2-Υποδομές [0-100]	T3-Δείκτης Ενεργειακής Μετάβασης - Energy Transition Indicator [0-100]	T4-Δείκτης Ψηφιακής Οικονομίας και Κοινωνίας - Digital Economy and Society Index [20-1]
Αυστρία		18	63	29	3385	88	43.04	78.7	94.4	3	76.10	69.3	7
Βέλγιο		20	61	48	1223	87	9.13	75.0	88.9	2	78.83	59.2	11
Βουλγαρία		6	35	41	3064	83	0.15	72.0	85.5	2	29.22	57.2	19
Κροατία		12	60	37	4064	77	4.68	73.6	86.8	3	41.00	62.0	14
Τσεχία		9	47	47	2864	83	3.33	76.3	93.6	3	66.99	58.6	13
Δανία		35	76	47	9292	92	108.13	85.3	93.6	3	92.71	76.1	2
Φινλανδία		25	81	44	6413	86	14.99	80.2	98.3	3	87.60	72.8	1
Γαλλία		16	69	37	2600	86	5.32	76.8	92.8	3	74.50	70.6	8
Γερμανία		22	76	33	3079	92	58.12	79.7	90.6	2	77.12	67.5	9
Ελλάδα		12	62	25	2547	83	16.08	68.4	59.1	2	47.95	60.9	18
Ουγγαρία		11	61	38	3656	89	0.10	73.4	91.3	2	49.57	64.3	15
Ιρλανδία		24	68	39	1203	89	109.29	79.6	83.8	2	73.25	59.3	5
Ιταλία		14	52	25	3479	87	3.34	72.9	80.1	2	58.81	60.6	12
Κάτω Χώρες		35	72	62	4531	87	56.39	76.1	94.5	2	86.19	68.8	3
Πολωνία		7	39	27	3375	70	2.14	76.4	91.2	1	48.46	59.7	17
Πορτογαλία		11	68	15	4878	89	1.07	76.5	78.0	2	58.34	65.8	10
Ρουμανία		6	29	33	1723	85	0.05	73.3	88.4	2	35.84	56.8	20
Σλοβακία		8	72	48	2662	88	4.22	75.6	94.2	1	43.42	58.8	16
Ισπανία		17	76	33	2611	88	4.95	77.9	89.0	3	64.91	65.0	6
Σουηδία		41	81	41	6267	79	31.43	82.0	93.4	1	86.71	78.5	4

Πίνακας 6. Ολοκληρωμένος πίνακας χωρών και κριτηρίων αξιολόγησης

## Κεφάλαιο 5: Πολυκριτήρια Ανάλυση

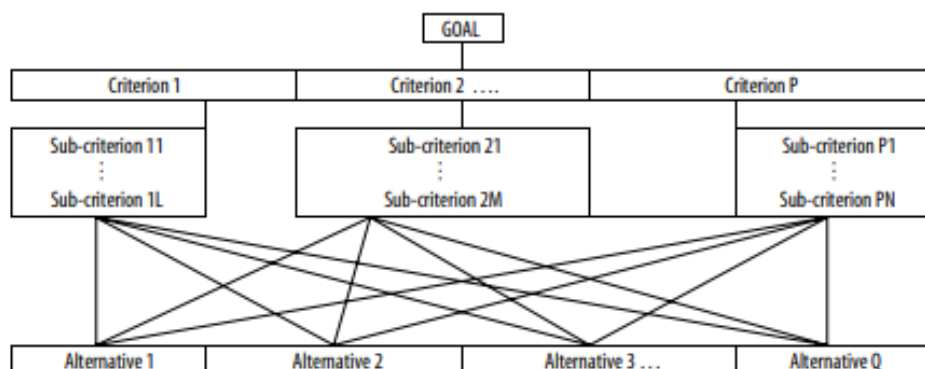
### 5.1 Υπολογισμός βαρών με την μέθοδο Analytical Hierarchy Process

#### 5.1.1 Η μέθοδος Analytical Hierarchy Process - AHP

Η μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP) η οποία αναπτύχθηκε το 1980 από τον Saaty, εξετάζει τον τρόπο προσδιορισμού της σχετικής σημασίας που κατέχει ένα σύνολο από πιθανές δραστηριότητες σε ένα πολυκριτήριο πρόβλημα [56]. Η μέθοδος αυτή καθιστά δυνατή την ενσωμάτωση κρίσεων στο πρόβλημα απόφασης σχετικά με ορισμένα ποιοτικά κριτήρια παράλληλα με τα αντίστοιχα ποσοτικά [57], ενώ στηρίζεται σε τρεις σημαντικές αρχές: πρώτον, στην δομή του υπάρχοντος προβλήματος που πρέπει να επιλυθεί, δεύτερον, στις σχετικές συγκρίσεις μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων και των κριτηρίων και τρίτον, στην σύνθεση των προτεραιοτήτων για την λήψη της ορθότερης απόφασης [58].

Έχει γνωρίσει μεγάλη αποδοχή και εξάπλωση για την επίλυση πολυκριτηριακών προβλημάτων και στηρίζεται σε τέσσερις βασικούς πυλώνες-στάδια. Τα στάδια αυτά παρουσιάζονται και αναλύονται διεξοδικά παρακάτω:

**1<sup>ο</sup> Στάδιο:** Αρχικά εντοπίζονται τα στοιχεία που αφορούν το πρόβλημα απόφασης. Τα στοιχεία αυτά είναι ο σκοπός που πρέπει να επιτευχθεί, τα κριτήρια αξιολόγησης, τα υποκριτήρια και οι εναλλακτικές επιλογές. Έπειτα διατάσσονται σε ιεραρχική δομή, ώστε να είναι πιο εύκολο για τους αποφασίζοντες να μοντελοποιήσουν το πρόβλημα και να αντιληφθούν επαρκώς τις συσχετίσεις ανάμεσα στον απώτερο σκοπό του προβλήματος, τα διάφορα κριτήρια αλλά και τις δυνατές επιλογές. Η τελική απόφαση που πρέπει να ληφθεί τοποθετείται στην κορυφή της ιεραρχικής δομής, ακολουθούν τα κριτήρια και τα υποκριτήρια και τελικά οι εναλλακτικές επιλογές εντοπίζονται στην βάση της ιεραρχικής δομής. Η ύπαρξη ιεραρχικής δομής σε ένα πρόβλημα απόφασης υποδηλώνει ότι τα ανώτερα επίπεδα επηρεάζουν τις αποφάσεις που θα παρθούν για τα κατώτερα επίπεδα και ποτέ το αντίστροφο. Για κάθε ένα από τα προαναφερθέντα επίπεδα ο αποφασίζοντας πραγματοποιεί διμερείς συγκρίσεις [59]. Τα ανωτέρω συνοψίζονται στο παρακάτω σχήμα [60].



Εικόνα 14. Γενική Ιεραρχική Δομή ενός προβλήματος απόφασης

**2<sup>ο</sup> Στάδιο:** Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τόσο την κατά ζεύγη σύγκριση των παραγόντων του προβλήματος (κριτηρίων ή εναλλακτικών) η οποία επιτυγχάνεται με βάση μία κλίμακα εννέα σημείων, όσο και τον υπολογισμό των βαρών των παραγόντων αυτών. Πιο συγκεκριμένα μόλις το πρόβλημα έχει αποσυντεθεί και η ιεραρχία έχει κατασκευαστεί, λαμβάνει χώρα η ανά ζεύγη σύγκριση των κριτηρίων ανάλογα με το επίπεδο επιρροής τους στην διαδικασία απόφασης με βάση την κρίση του εκάστοτε αποφασίζοντα. Η διαδικασία αυτή γίνεται σε κάθε επίπεδο [59]. Η κλίμακα αυτή η οποία συχνά αποκαλείται θεμελιώδης και προτάθηκε από τον Saaty το 1977, κυμαίνεται από το 1 έως το 9 όπου το βάρος με τιμή 1 δηλώνει ότι και τα δύο κριτήρια έχουν ακριβώς την ίδια σημασία για την διαδικασία απόφασης, ενώ το μέγιστο βάρος με τιμή 9 δηλώνει ότι η σχετική σημασία του ενός κριτηρίου ως προς το άλλο στην οικονομία του προβλήματος είναι πολύ μεγαλύτερη. Στόχος της συγκεκριμένης κλίμακας είναι η ποσοτικοποίηση της δύναμης της διαίσθησης του υπευθύνου για τη λήψη αποφάσεων, όσον αφορά οποιαδήποτε από τις δύο εναλλακτικές δυνατότητες σε σχέση με ένα συγκεκριμένο κριτήριο αλλά και όσον αφορά την σχετική σημασία μεταξύ δύο κριτηρίων στην οικονομία του προβλήματος. Η κλίμακα αυτή απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα [56].

Στάθμιση	Ορισμός	Εξήγηση
1	Ίση σημασία	Οι δύο παράγοντες συμβάλλουν εξίσου στο στόχο.
3	Ασθενής Προτίμηση	Η εμπειρία ή κρίση ευνοεί ελαφρώς τον έναν παράγοντα σε σχέση με τον άλλον.
5	Ισχυρή Προτίμηση	Η εμπειρία ή η κρίση ευνοεί καθαρά τον έναν παράγοντα σε σχέση με τον άλλον.
7	Αποδεδειγμένη Προτίμηση	Η κυριαρχία του ενός παράγοντα ως προς τον άλλον έχει αποδειχθεί στην πράξη.
9	Απόλυτη Προτίμηση	Έχει αποδειχθεί στον υπερθετικό βαθμό η κυριαρχία του ενός παράγοντα στην επίτευξη του στόχου.
2, 4, 6, 8	Ενδιάμεσες τιμές	Αν υπάρχει ανάγκη για υποδιαιρέσεις.

**Πίνακας 7. Η θεμελιώδης Κλίμακα της Αναλυτικής Ιεραρχικής Μεθόδου**

Έστω  $C = \{C_j \mid j = 1, 2, 3, \dots, n\}$  το σύνολο των κριτηρίων, τα οποία πρέπει να αξιολογηθούν για την επίλυση του προβλήματος απόφασης. Τότε τα αποτελέσματα των διμερών συγκρίσεων μεταξύ των κριτηρίων ενός επιπέδου συνοψίζονται σε μια μήτρα  $A$  διαστάσεων  $n \times n$ , κάθε στοιχείο της οποίας είναι το πηλίκο των βαρών των κριτηρίων με βάση την παραπάνω κλίμακα.

Αυτός ο πίνακας σύμφωνα με τον Saaty έχει την παρακάτω μορφή:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix},$$

όπου ως  $a_{ij}$  ορίζεται η σύγκριση του ζεύγους των κριτηρίων  $i$  και  $j$ , ενός επιπέδου. Για τις τιμές των στοιχείων  $a_{ij}$ , τα οποία απαρτίζουν τον παραπάνω πίνακα ισχύουν οι κάτωθι ιδιότητες:

1.  $a_{ij} > 1$ , εφόσον το κριτήριο  $i$  προτιμάται έναντι του κριτηρίου  $j$ ,
2.  $a_{ij} < 1$ , εφόσον το κριτήριο  $j$  προτιμάται έναντι του κριτηρίου  $i$ ,
3.  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ ,  $\forall i, j$ , και
4.  $a_{ii} = 1$ , με δεδομένο ότι τα στοιχεία αυτά δηλώνουν την σύγκριση ενός κριτηρίου με τον εαυτό του.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το σύνολο των πιθανών διαβαθμίσεων των προτιμήσεων του κάθε αποφασίζοντα, για κάθε κριτήριο είναι το σύνολο:  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9\}$ , όπου οι αντίστροφες τιμές των βαρών 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 και 9, δηλώνουν τις αντίστροφες προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Εάν δηλαδή ο αποφασίζοντας βαθμολογήσει το κριτήριο  $i$  σε σχέση με το κριτήριο  $j$  με  $a_{ii}$ , τότε αυτομάτως βαθμολογεί και το κριτήριο  $j$  σε σχέση με το κριτήριο  $i$  με  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ . Τα παραπάνω συνοψίζονται στον κάτωθι πίνακα, ο οποίος αποκαλείται πίνακας συγκρίσεων (comparison matrix), παρουσιάστηκε από τον Saaty και περιλαμβάνει τα βάρη ( $w_i$ ) των διμερών συγκρίσεων.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

**3<sup>ο</sup> Στάδιο:** Στο τρίτο στάδιο της μεθόδου γνωρίζοντας τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα όπως αυτές εκφράστηκαν στο δεύτερο στάδιο, η μέθοδος υπολογίζει τα βάρη των παραγόντων του ενός επιπέδου σε σχέση με τα αντίστοιχα του προηγούμενου επιπέδου βάσει των οποίων έγιναν οι συγκρίσεις. Η διαδικασία για τον προσδιορισμό των βαρών των κριτηρίων περιγράφεται στην συνέχεια [61]:

1. Κανονικοποιείται η μήτρα διμερών συγκρίσεων  $A$  η οποία έχει καθοριστεί 2<sup>ο</sup> στάδιο, διαιρώντας τα στοιχεία κάθε στήλης με το άθροισμα των στοιχείων της στήλης αυτής. Το άθροισμα των στοιχείων κάθε στήλης της προκύπτουσας κανονικοποιημένης μήτρας (έστω  $N$ ), είναι ίσο με 1.
2. Υπολογίζεται ο μέσος όρος των στοιχείων κάθε γραμμής της κανονικοποιημένης μήτρας  $N$ . Οι υπολογισμένοι μέσοι όροι αντιστοιχούν στα βάρη των κριτηρίων, τα οποία δίνονται από τον πίνακα στήλη  $W$  διαστάσεων  $n \times 1$  (ιδιοδιάνυσμα του πίνακα  $A$ ).

3. Έπειτα ακολουθεί ο υπολογισμός του Δείκτη Συνέπειας (Consistency Index-CI) και του Λόγου Συνέπειας (Consistency Ratio-CR) του πίνακα A. Εάν ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων παρουσιάζει τέλεια συνέπεια στις καταχωρήσεις των διμερών συγκρίσεων του πίνακα A, τότε οι στήλες του κανονικοποιημένου πίνακα N είναι ίδιες. Μαθηματικά μιλώντας, ένας πίνακας διμερών συγκρίσεων A είναι συνεπής εάν  $a_{ij} \times a_{jm} = a_{im}, \forall i, j, m$ . Ο λόγος CR χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του βαθμού συνέπειας του πίνακα A, και αποδεκτές γίνονται τιμές μικρότερες ή ίσες του 0,1 ( $CR \leq 0,1$ ). Διαφορετικά ο πίνακας χαρακτηρίζεται από έντονη ασυνέπεια και ο υπεύθυνος πρέπει να επαναλάβει τις καταχωρήσεις του στην μήτρα A. Οι σχέσεις υπολογισμού των CI και CR φαίνονται παρακάτω:

$$1. CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

$$2. CR = \frac{CI}{RI}$$

όπου το n αντιπροσωπεύει το πλήθος των κριτηρίων και άρα τη διάσταση του πίνακα A, ο συντελεστής RI (Random Consistency Index) δίνεται από τον παρακάτω πίνακα ανάλογα με το πλήθος (n) των κριτηρίων.

Ο συντελεστής RI προκύπτει ανάλογα με το πλήθος των κριτηρίων που πρέπει να ληφθούν υπόψη και δίνεται από τον παρακάτω πίνακα [56]:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
R.I.	0	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56

Πίνακας 8. Τιμές του τυχαίου συντελεστή R.I. αναλόγως με το πλήθος των κριτηρίων

Το  $\lambda_{max}$  υπολογίζεται με τον παρακάτω τρόπο:

1. Κάθε γραμμή (ή στήλη αντίστοιχα) του πίνακα A πολλαπλασιάζεται με το βάρος του αντίστοιχου κριτηρίου, όπως έχει υπολογιστεί μέσω του ιδιοδιανύσματος W και υπολογίζεται το άθροισμα των γινομένων της γραμμής.
2. Το άθροισμα αυτό διαιρείται, στην συνέχεια, με το διάνυσμα των βαρών (W), όπως και προκύπτει ένας πίνακας-στήλη που περιέχει τις ιδιοτιμές.
3. Η τιμή της  $\lambda_{max}$  ισούται με το άθροισμα των στοιχείων του πίνακα-στήλη των ιδιοτιμών προς το πλήθος (n) των κριτηρίων.
4. Βάσει του  $\lambda_{max}$ , του αριθμού των κριτηρίων (n) και του πίνακα με τιμές του τυχαίου συντελεστή R.I. αναλόγως με το πλήθος των κριτηρίων, υπολογίζονται οι CR και CI.

**4<sup>ο</sup> Στάδιο:** Στο τελευταίο στάδιο της μεθόδου, γίνεται η σύνθεση των τοπικών βαρών των παραγόντων όπως αυτά προέκυψαν από τους πίνακες συγκρίσεων των προηγούμενων σταδίων. Η σύνθεση στην πραγματικότητα είναι η πράξη πολλαπλασιασμού πινάκων βαρών, ξεκινώντας από το κατώτερο ιεραρχικό επίπεδο προς το ανώτερο (bottom-up). Έτσι, αποσαφηνίζονται τα τελικά βάρη των πιθανών εναλλακτικών και επιλέγεται η καταλληλότερη.

### 5.1.2 Υπολογισμός βαρών στο πρόβλημα υιοθέτησης δείκτη Smart Readiness Indicator από τις Ευρωπαϊκές Χώρες

Βάση του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> Σταδίου της μεθόδου Αναλυτικής Ιεράρχησης είναι να δημιουργηθεί τον πίνακα συγκρίσεων ανά ζεύγη (Pair-wise comparison) τον οποίο θα ονομάσουμε Α και είναι ο παρακάτω:

Κριτήριο	S1	S2	S3	S4	P1	P2	E1	E2	T1	T2	T3	T4
S1-Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων	1.00	0.50	0.25	0.33	0.14	0.20	0.33	0.17	0.14	0.20	0.17	0.33
S2-Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής	2.00	1.00	0.50	0.50	0.20	0.25	0.50	0.20	0.20	0.33	0.20	0.50
S3-Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού	4.00	2.00	1.00	2.00	0.33	0.50	1.00	0.33	0.25	1.00	0.33	3.00
S4-Εργασιακή απασχόληση σε ΑΠΕ	3.00	2.00	0.50	1.00	0.25	0.33	1.00	0.33	0.25	2.00	0.33	1.00
P1-Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια - RISE	7.00	5.00	3.00	4.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00	3.00	2.00	5.00
P2-Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων	5.00	4.00	2.00	3.00	0.50	1.00	2.00	2.00	0.33	2.00	1.00	3.00
E1-Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας	3.00	2.00	1.00	1.00	0.33	0.50	1.00	0.50	0.33	2.00	0.33	3.00
E2-Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος	6.00	5.00	3.00	3.00	0.33	0.50	2.00	1.00	0.25	3.00	0.25	4.00
T1-Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτήρια	7.00	5.00	4.00	4.00	1.00	3.00	3.00	4.00	1.00	3.00	1.00	6.00
T2-Υποδομές	5.00	3.00	1.00	0.50	0.33	0.50	0.50	0.33	0.33	1.00	0.25	3.00
T3-Δείκτης Ενεργειακής Μετάβασης - Energy Transition Indicator	6.00	5.00	3.00	3.00	0.50	1.00	3.00	4.00	1.00	4.00	1.00	5.00
T4-Δείκτης Ψηφιακής Οικονομίας και Κοινωνίας - Digital Economy and Society Index	3.00	2.00	0.33	1.00	0.20	0.33	0.33	0.25	0.17	0.33	0.20	1.00

**Πίνακας 9. Πίνακας Α συγκρίσεων ανά ζεύγη**

Τα κριτήρια του Πίνακας 9 τέθηκαν σε σειρά σημαντικότητας, όπως φαίνεται παρακάτω:

P1-Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια-RISE

T1-Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτήρια

E2-Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος

T3-Δείκτης ενεργειακής μετάβασης-Energy Transition Index

P2-Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων

T2-Υποδομές

S3-Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού

E1-Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας

S4-Εργασιακή απασχόληση στις Α.Π.Ε.

T4-Δείκτης ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας-Digital Economy and Society Index

S2-Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής

S1-Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων



Έπειτα, ο Πίνακας 9, των διμερών σχέσεων, κανονικοποιείται, όπως στο 3<sup>ο</sup> Στάδιο, διαιρώντας τα στοιχεία κάθε στήλης με το άθροισμα των στοιχείων της στήλης αυτής. Το άθροισμα των στοιχείων κάθε στήλης της προκύπτουσας κανονικοποιημένης μήτρας (έστω  $N$ ), είναι ίσο με 1. Το αποτέλεσμα της κανονικοποίησης αποτυπώνεται στον Πίνακας 10.

Κριτήριο	S1	S2	S3	S4	P1	P2	E1	E2	T1	T2	T3	T4
S1-Η κλιματική αλλαγή στο επίκεντρο των Παγκόσμιων Προκλήσεων	0.0192	0.0137	0.0128	0.0143	0.0279	0.0198	0.0189	0.0103	0.0272	0.0091	0.0236	0.0096
S2-Ατομική δράση κατά της κλιματικής αλλαγής	0.0385	0.0274	0.0255	0.0214	0.0390	0.0247	0.0283	0.0124	0.0380	0.0152	0.0283	0.0144
S3-Ατομική δράση βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης σπιτιού	0.0769	0.0548	0.0511	0.0857	0.0650	0.0494	0.0566	0.0207	0.0475	0.0457	0.0472	0.0861
S4-Εργασιακή απασχόληση σε ΑΠΕ	0.0577	0.0548	0.0255	0.0429	0.0488	0.0329	0.0566	0.0207	0.0475	0.0915	0.0472	0.0287
P1-Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια - RISE	0.1346	0.1370	0.1532	0.1714	0.1951	0.1977	0.1698	0.1861	0.1901	0.1372	0.2830	0.1435
P2-Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων	0.0962	0.1096	0.1021	0.1286	0.0975	0.0988	0.1132	0.1241	0.0634	0.0915	0.1415	0.0861
E1-Ευκολία επιχειρηματικής δραστηριότητας	0.0577	0.0548	0.0511	0.0429	0.0650	0.0494	0.0566	0.0310	0.0634	0.0915	0.0472	0.0861
E2-Σταθερότητα Χρηματοοικονομικού συστήματος	0.1154	0.1370	0.1532	0.1286	0.0650	0.0494	0.1132	0.0620	0.0475	0.1372	0.0354	0.1148
T1-Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτήρια	0.1346	0.1370	0.2043	0.1714	0.1951	0.2965	0.1698	0.2482	0.1901	0.1372	0.1415	0.1722
T2-Υποδομές	0.0962	0.0822	0.0511	0.0214	0.0650	0.0494	0.0283	0.0207	0.0634	0.0457	0.0354	0.0861
T3-Δείκτης Ενεργειακής Μετάβασης - Energy Transition Indicator	0.1154	0.1370	0.1532	0.1286	0.0975	0.0988	0.1698	0.2482	0.1901	0.1829	0.1415	0.1435
T4-Δείκτης Ψηφιακής Οικονομίας και Κοινωνίας - Digital Economy and Society Index	0.0577	0.0548	0.0170	0.0429	0.0390	0.0329	0.0189	0.0155	0.0317	0.0152	0.0283	0.0287

**Πίνακας 10. Κανονικοποιημένος πίνακας  $N$  ανά ζεύγη βάση του αθροίσματος των στοιχείων ανά στήλη**

Στη συνέχεια, υπολογίζεται ο μέσος όρος των στοιχείων κάθε γραμμής της κανονικοποιημένης μήτρας. Οι υπολογισμένοι μέσοι όροι αντιστοιχούν στα βάρη των κριτηρίων, τα οποία δίνονται από τον πίνακα στήλη  $W$  διαστάσεων  $n \times 1$ . Τα προκύπτοντα βάρη είναι τα παρακάτω:

Κριτήριο	S1	S2	S3	S4	P1	P2	E1	E2	T1	T2	T3	T4
Βάρος Κριτηρίου	0.0172	0.0261	0.0572	0.0462	0.1749	0.1044	0.0581	0.0966	0.1832	0.0537	0.1506	0.0319

**Πίνακας 11. Βάρη κριτηρίων  $W$**

### Υπολογισμός Συνέπειας

Ακολουθώντας ακριβώς την θεωρητική μέθοδο που περιγράφηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο καταλήγουμε στην  $\lambda_{\max}$  η οποία είναι 12,7092. Το CI (Consistency Index) βάση του τύπου προέκυψε 0,0645. Ο RI (Random Index) βάση του πίνακα που παρατέθηκε για πλήθος κριτηρίων  $n=12$  είναι 1,54. Επομένως ο CR (Consistency Ratio) προκύπτει  $0,0419 < 0,1$  που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να είναι αποδεκτή η τιμή. Συνεπώς τα παραπάνω βάρη του Πίνακα 11 είναι αποδεκτά.

## 5.2 Αξιολόγηση ετοιμότητας υιοθέτησης του SRI με την χρήση της μεθόδου TOPSIS

### 5.2.1 Η μέθοδος TOPSIS

Η μέθοδος πολυκριτήριας ανάλυσης Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) των Hwang and Yoon αναπτύχθηκε ως εναλλακτική στην οικογένεια μεθόδων ELECTRE, και είναι μία μέθοδος σύνθεσης αντιστάθμισης, η οποία βασίζεται στην αρχή ότι η επιλεχθείσα δράση πρέπει να φέρει τη μικρότερη γεωμετρική απόσταση από την θετική ιδεατή λύση και τη μεγαλύτερη γεωμετρική απόσταση από την αρνητική [62].

Η μέθοδος TOPSIS περιλαμβάνει την διαμόρφωση και κανονικοποίηση του πίνακα απόφασης (εναλλακτικές x κριτήρια), τον υπολογισμό του σταθμισμένου πίνακα απόφασης, τον προσδιορισμό της θετικής και της αρνητικής ιδεατής λύσης, για την εύρεση μίας τελικής κατάταξης. Στην πορεία η TOPSIS επεκτάθηκε από τον Chen, μέσω της εισαγωγής μίας τριγωνικής μεθόδου για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ δύο τριγωνικών ασαφών αριθμών, διαμορφώνοντας έτσι τη μέθοδο Fuzzy TOPSIS [63], η οποία επεκτάθηκε περαιτέρω για να διαχειρίζεται διαφορετικούς τύπους δεδομένων [64], [65].

Η TOPSIS χαρακτηρίζεται από μία συμπαγή λογική που αναπαριστά τη λογική της ατομικής επιλογής, ενώ ταυτόχρονα θεωρεί τόσο την ιδεατή όσο και την αντί-ιδεατή λύση, και χρησιμοποιεί μία συστηματική, ξεκάθαρη και εύκολα προγραμματιζόμενη υπολογιστική διεργασία. Μακριά από τις μεθόδους διμερών συγκρίσεων, επιτρέπει επίσης την αξιολόγηση μεγάλου αριθμού εναλλακτικών έναντι μεγάλου αριθμού κριτηρίων. Τέλος, χαρακτηρίζεται από διαθεσιμότητα πολλαπλών μεθοδολογικών επεκτάσεων στο ασαφές περιβάλλον [66].

### Μεθοδολογικό Πλαίσιο

Το μοντέλο της TOPSIS περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- 1) Σχεδίαση του πίνακα απόφασης, ο οποίος αποτελείται από εναλλακτικές και κριτήρια αξιολόγησης.

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

Πίνακας 12. Πίνακας Απόφασης

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

- 2) Υπολογισμός του κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης  $R$ , κάθε στοιχείο του οποίου μπορεί να υπολογισθεί ως εξής:

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

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

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

$$p_{ij} = w_{jnorm} \times r_{ij}$$

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

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

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

- 4) Προσδιορισμός των διανυσμάτων της θετικής ιδεατής λύσης  $P^+$  και της αρνητικής ιδεατής λύσης  $P^-$  υπολογίζοντας τις θετικές και αρνητικές ιδεατές λύσεις για κάθε κριτήριο:

$$\begin{aligned} P^+ &= (p_1^+, p_2^+, \dots, p_n^+) \\ P^- &= (p_1^-, p_2^-, \dots, p_n^-) \\ p_i^+ &= \{(max p_{ij}, j \in J) \text{ or } (min p_{ij}, j \in J')\} \\ p_i^- &= \{(min p_{ij}, j \in J) \text{ or } (max p_{ij}, j \in J')\} \end{aligned}$$

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

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

- 5) Υπολογισμός της απόστασης κάθε εναλλακτικής από την θετική ιδεατή λύση και την αρνητική ιδεατή λύση:

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

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

- 6) Τέλος, υπολογισμός της σχετικής εγγύτητας  $D_i$  στην θετική ιδεατή λύση για κάθε εναλλακτική  $A_i$ :

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

### 5.2.2 Αποτελέσματα μεθόδου TOPSIS στο πρόβλημα υιοθέτησης SRI

Έπειτα από τη συλλογή όλων των σχετικών πληροφοριών, τα δεδομένα τροφοδοτούνται στο πολυκριτηριακό μοντέλο για να παραχθούν ποσοτικά αποτελέσματα. Ο υπολογισμός της τελικής κατάταξης για κάθε χώρα σχετικά με την ετοιμότητά της για την εφαρμογή του Δείκτης Ευφυούς Ετοιμότητας στα κτίρια, έγινε χρησιμοποιώντας τη Μέθοδο TOPSIS.

Συνολικά εξετάστηκαν 4 διαφορετικές βαροδοτήσεις στο πολυκριτηριακό μοντέλο. Αυτές είναι οι παρακάτω:

- 1) Βαροδότηση με έμφαση στα κριτήρια
- 2) Βαροδότηση με έμφαση στους πυλώνες (κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό, τεχνολογικό)
- 3) Βαροδότηση με τον μέσο όρο (ΜΟ) κριτηρίων-πυλώνων
- 4) Βαροδότηση με την μέθοδο της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (ΑΗΡ) όπου τα βάρη υπολογίστηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο.

Οι βαροδοτήσεις στα 3 πρώτα συστήματα βαρών έγινε με απλοϊκό τρόπο. Η ελάχιστη βαρύτητα χαρακτηρίστηκε με τον αριθμό 1, η μέτρια βαρύτητα με τον αριθμό 2 και η μέγιστη βαρύτητα με τον αριθμό 3. Στο 4<sup>ο</sup> σύστημα βαροδότησης χρησιμοποιήθηκαν τα βάρη που προέκυψαν μετά από την χρήση της μεθόδου Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας. Ο σκοπός είναι να συγκριθούν οι περιπτώσεις αυτές και να ληφθούν συμπεράσματα για τα αποτελέσματά τους, καθώς και για το ποια είναι πιο αξιόπιστη.

**Βαροδότηση με έμφαση στα κριτήρια**

Εδώ το σύστημα των βαρών που ακολουθήθηκε είναι το εξής:

Κριτήριο	S1	S2	S3	S4	P1	P2	E1	E2	T1	T2	T3	T4
Βάρη στα κριτήρια	1	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	1
Βάρη κανονικοποιημένα με άθροισμα το 1	0.03846	0.07692	0.11538	0.07692	0.11538	0.07692	0.07692	0.07692	0.11538	0.07692	0.11538	0.03846

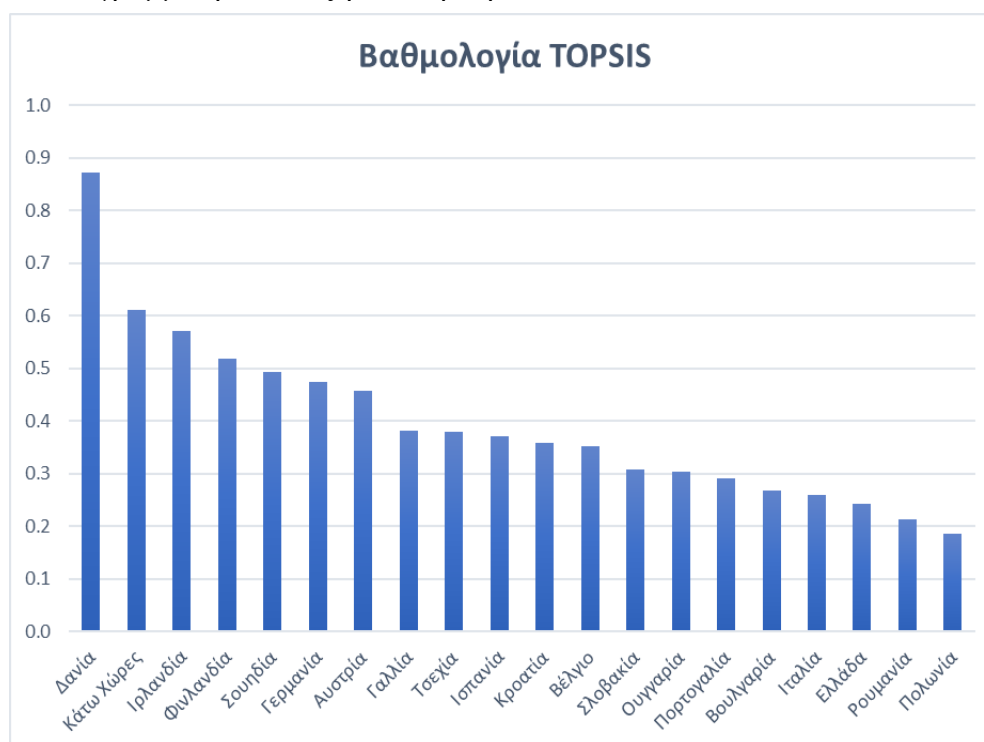
**Πίνακας 13. Βάρη στα κριτήρια**

Η κατάταξη που προέκυψε είναι η παρακάτω:

Κατάταξη	Χώρες	Βαθμολογία TOPSIS
1	Δανία	0.8715
2	Κάτω Χώρες	0.6111
3	Ιρλανδία	0.5701
4	Φινλανδία	0.5175
5	Σουηδία	0.4923
6	Γερμανία	0.4747
7	Αυστρία	0.4572
8	Γαλλία	0.3816
9	Τσεχία	0.3789
10	Ισπανία	0.3700
11	Κροατία	0.3591
12	Βέλγιο	0.3528
13	Σλοβακία	0.3069
14	Ουγγαρία	0.3039
15	Πορτογαλία	0.2912
16	Βουλγαρία	0.2669
17	Ιταλία	0.2586
18	Ελλάδα	0.2428
19	Ρουμανία	0.2129
20	Πολωνία	0.1855

**Πίνακας 14. Κατάταξη χωρών με έμφαση βαρών στα κριτήρια**

Σε διάγραμμα η κατάταξη είναι η παρακάτω:

**Εικόνα 15. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με έμφαση βαρών στα κριτήρια**

**Βαροδότηση με έμφαση στους πυλώνες**

Εδώ το σύστημα των βαρών που ακολουθήθηκε είναι το εξής:

Κριτήριο	S1	S2	S3	S4	P1	P2	E1	E2	T1	T2	T3	T4
Βάρη στους πυλώνες	1	1	1	1	3	3	2	2	3	3	3	3
Βάρη κανονικοποιημένα με άθροισμα το 1	0.03846	0.03846	0.03846	0.03846	0.11538	0.11538	0.07692	0.07692	0.11538	0.11538	0.11538	0.11538

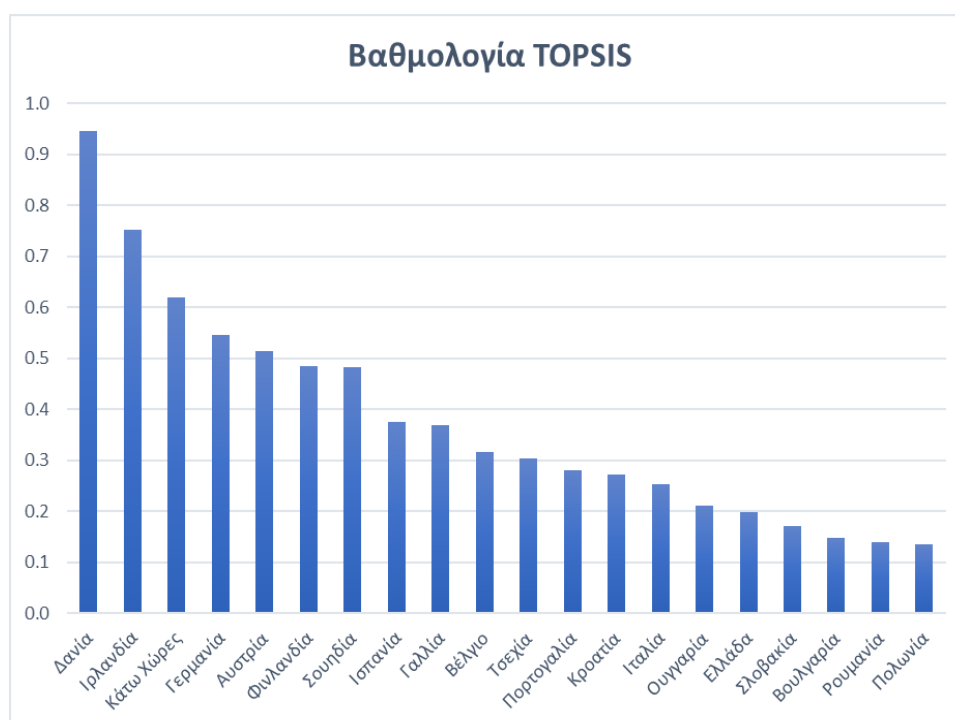
**Πίνακας 15. Βάρη στους πυλώνες**

Η κατάταξη που προέκυψε είναι η παρακάτω:

Κατάταξη	Χώρες	Βαθμολογία TOPSIS
1	Δανία	0.9468
2	Ιρλανδία	0.7514
3	Κάτω Χώρες	0.6188
4	Γερμανία	0.5457
5	Αυστρία	0.5136
6	Φινλανδία	0.4838
7	Σουηδία	0.4826
8	Ισπανία	0.3756
9	Γαλλία	0.3683
10	Βέλγιο	0.3160
11	Τσεχία	0.3039
12	Πορτογαλία	0.2809
13	Κροατία	0.2718
14	Ιταλία	0.2525
15	Ουγγαρία	0.2116
16	Ελλάδα	0.1991
17	Σλοβακία	0.1711
18	Βουλγαρία	0.1467
19	Ρουμανία	0.1401
20	Πολωνία	0.1349

**Πίνακας 16. Κατάταξη χωρών με έμφαση βαρών στους πυλώνες**

Σε διάγραμμα η κατάταξη είναι η παρακάτω:



**Εικόνα 16. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με έμφαση βαρών στους πυλώνες**

**Βαροδότηση με τον μέσο όρο (ΜΟ) κριτηρίων-πυλώνων**

Εδώ το σύστημα των βαρών που ακολουθήθηκε είναι το εξής:

Κριτήριο	S1	S2	S3	S4	P1	P2	E1	E2	T1	T2	T3	T4
Βάρη του ΜΟ κριτηρίων και πυλώνων	1	1.5	2	1.5	3	2.5	2	2	3	2.5	3	2
Βάρη κανονικοποιημένα με άθροισμα το 1	0.03846	0.05769	0.07692	0.05769	0.11538	0.09615	0.07692	0.07692	0.11538	0.09615	0.11538	0.07692

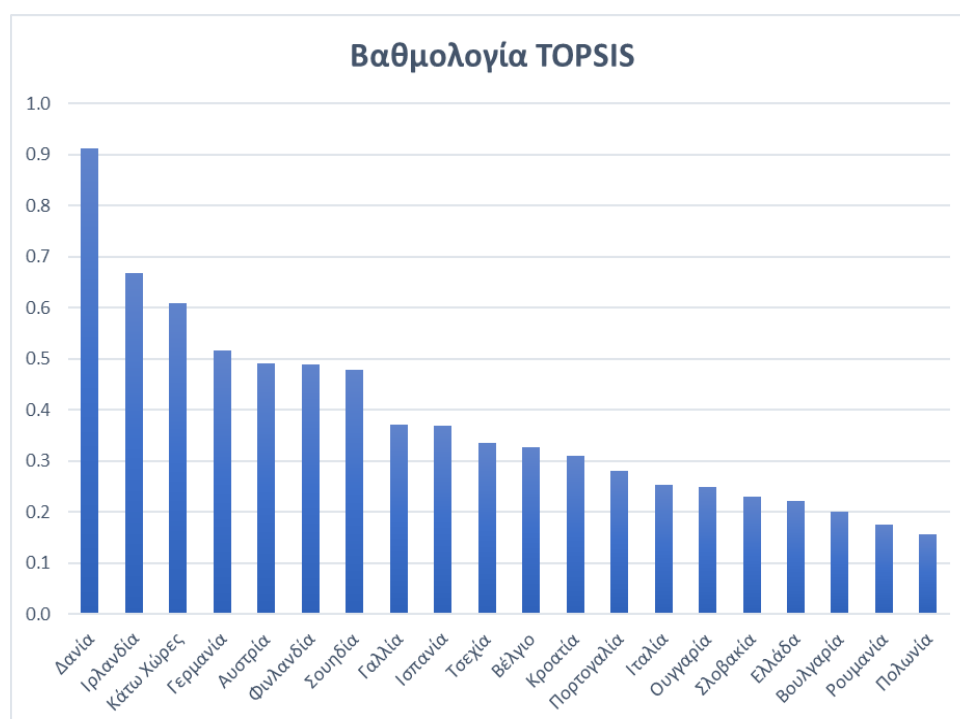
**Πίνακας 17. Βάρη με τον ΜΟ κριτηρίων-πυλώνων**

Η κατάταξη που προέκυψε είναι η παρακάτω:

Κατάταξη	Χώρες	Βαθμολογία TOPSIS
1	Δανία	0.9123
2	Ιρλανδία	0.6679
3	Κάτω Χώρες	0.6083
4	Γερμανία	0.5172
5	Αυστρία	0.4908
6	Φινλανδία	0.4880
7	Σουηδία	0.4782
8	Γαλλία	0.3705
9	Ισπανία	0.3687
10	Τσεχία	0.3344
11	Βέλγιο	0.3262
12	Κροατία	0.3095
13	Πορτογαλία	0.2810
14	Ιταλία	0.2522
15	Ουγγαρία	0.2492
16	Σλοβακία	0.2305
17	Ελλάδα	0.2207
18	Βουλγαρία	0.2008
19	Ρουμανία	0.1741
20	Πολωνία	0.1552

**Πίνακας 18. Κατάταξη χωρών με βάρη από τον ΜΟ κριτηρίων-πυλώνων**

Σε διάγραμμα η κατάταξη είναι η παρακάτω:

**Εικόνα 17. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με βάρη από τον ΜΟ κριτηρίων-πυλώνων**

**Βαροδότηση με την μέθοδο της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (AHP)**

Στην τελευταία μέθοδο, το σύστημα των βαρών που ακολουθήθηκε είναι το εξής:

Κριτήριο	S1	S2	S3	S4	P1	P2	E1	E2	T1	T2	T3	T4
Βάρη με την μέθοδο AHP	0.01719	0.0261	0.05723	0.04623	0.1749	0.10438	0.05805	0.09656	0.18317	0.05374	0.15055	0.03189

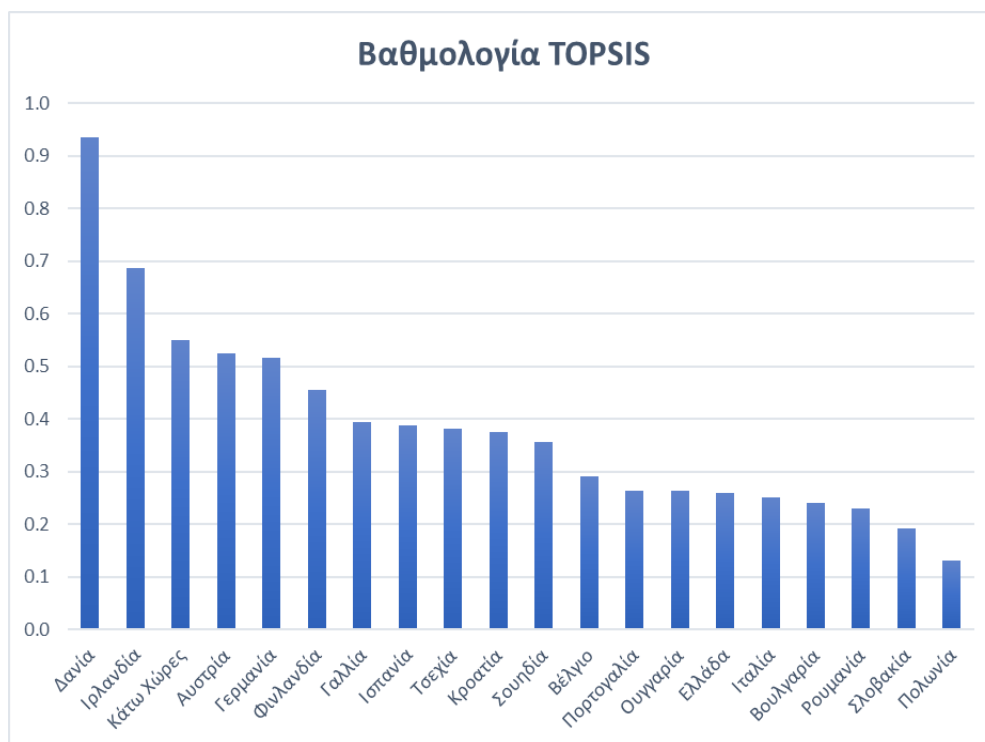
**Πίνακας 19. Βάρη με την μέθοδο AHP**

Η κατάταξη που προέκυψε είναι η παρακάτω:

Κατάταξη	Χώρες	Βαθμολογία TOPSIS
1	Δανία	0.9351
2	Ιρλανδία	0.6874
3	Κάτω Χώρες	0.5491
4	Αυστρία	0.5256
5	Γερμανία	0.5165
6	Φινλανδία	0.4557
7	Γαλλία	0.3932
8	Ισπανία	0.3869
9	Τσεχία	0.3808
10	Κροατία	0.3746
11	Σουηδία	0.3569
12	Βέλγιο	0.2909
13	Πορτογαλία	0.2645
14	Ουγγαρία	0.2635
15	Ελλάδα	0.2592
16	Ιταλία	0.2516
17	Βουλγαρία	0.2397
18	Ρουμανία	0.2301
19	Σλοβακία	0.1922
20	Πολωνία	0.1300

**Πίνακας 20. Κατάταξη χωρών με βάρη από την μέθοδο AHP**

Σε διάγραμμα η κατάταξη είναι η παρακάτω:

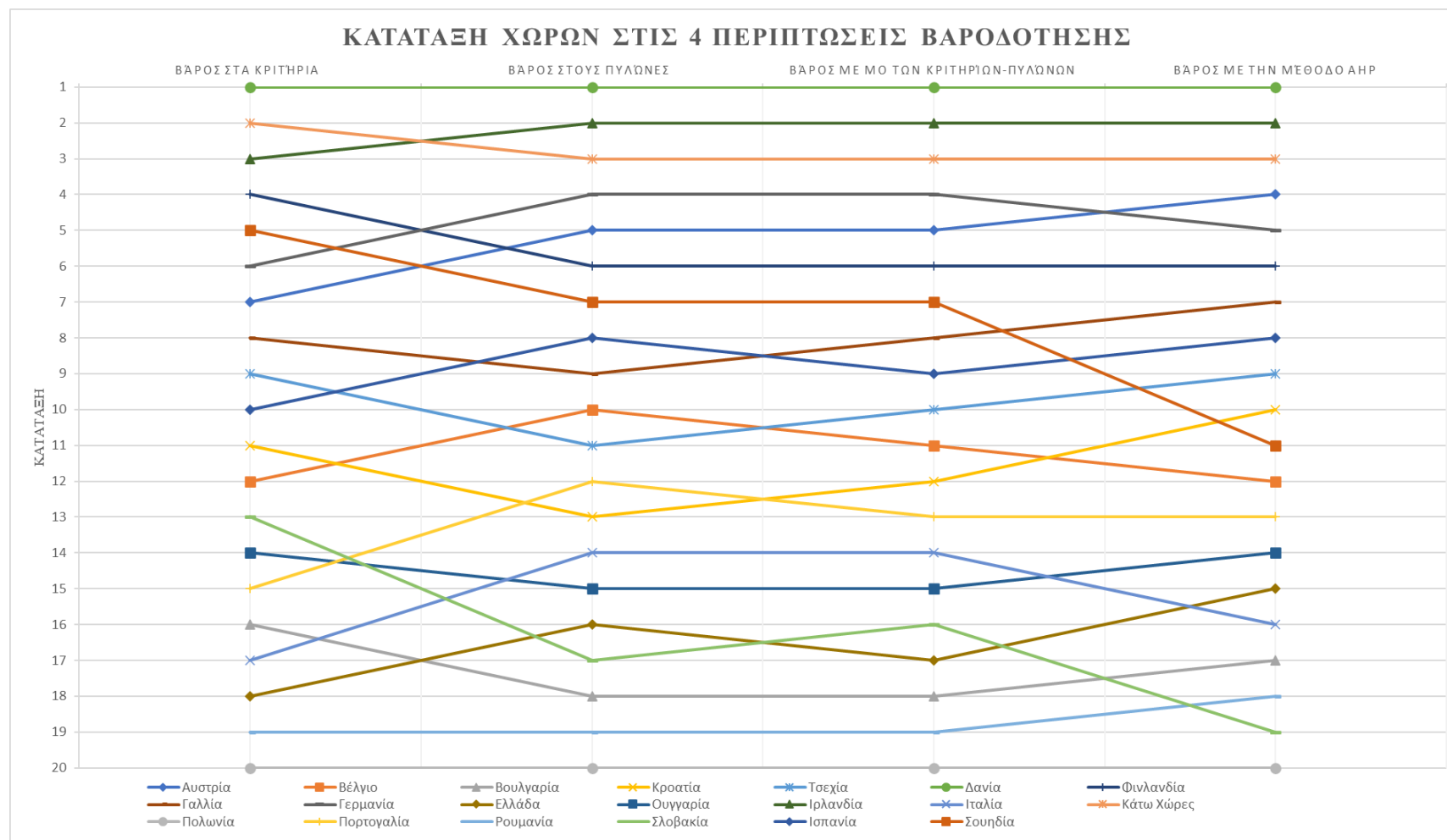


Εικόνα 18. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με βάρη από την μέθοδο AHP



**Σχολιασμός των παραπάνω αποτελεσμάτων**

Για περαιτέρω διευκόλυνση θα τεθούν τα αποτελέσματα με τις 4 περιπτώσεις βαρών σε ένα ενιαίο σχήμα το οποίο φαίνεται παρακάτω:



**Εικόνα 19. Κατάταξη χωρών στις 4 περιπτώσεις βαροδότησης**

Από το σχήμα γίνονται αντιληπτά τα εξής:

- Η Δανία είναι στην κορυφή σε όλες τις περιπτώσεις.
- Η Ιρλανδία και οι Κάτω Χώρες καταλαμβάνουν την 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> θέση.
- Η Φινλανδία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Σουηδία καταλαμβάνουν τις θέσεις 4 έως 7 με εξαίρεση την Σουηδία που στην τελευταία περίπτωση καταλήγει στην 11<sup>η</sup> θέση έχοντας μια από μεγαλύτερες αποκλίσεις στην θέση κατάταξης από τις χώρες που εξετάζονται. Στην θέση της μπαίνει η Γαλλία σε αυτήν την περίπτωση.
- Οι χώρες που βρίσκονται στην κατάταξη από τις θέσεις 8 έως 18 έχουν αποκλίσεις σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Οι χώρες με την μεγαλύτερη απόκλιση είναι οι Κροατία, Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία και Σλοβακία.
- Η Ρουμανία βρίσκεται στην 19<sup>η</sup> θέση με εξαίρεση την τελευταία περίπτωση βαροδότησης που πηγαίνει στην 18<sup>η</sup>.
- Η Πολωνία σε όλες τις περιπτώσεις κατατάσσεται τελευταία στην λίστα.

Αξιοσημείωτη είναι η απόκλιση στις θέσεις που έχουν η Σλοβακία και η Σουηδία. Η μέγιστη απόκλιση η οποία είναι 6 θέσεις προέρχεται από την έμφαση των βαρών σε κριτήρια που δεν ευνοούσαν τις χώρες στην κατάταξη τους με αποτέλεσμα να τις οδηγήσουν σε αυτήν την θέση.

## Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα, περιορισμοί και προτάσεις μελλοντικής εξέλιξης

### 6.1 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων και συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε σκοπό την αξιολόγηση ετοιμότητας υιοθέτησης του Δείκτη Ευφυούς Ετοιμότητας με χρήση Πολυκριτήριας Ανάλυσης. Συνοψίζοντας, για την μελέτη επιλέχθηκαν 12 κριτήρια από 4 βασικούς πυλώνες: κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό και τεχνολογικό. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytical Hierarchy Process) και η μέθοδος Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

Οι χώρες που επιλέχθηκαν είναι 20 και προέκυψαν από τα δεδομένα της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Συγκεκριμένα, δόθηκε έμφαση στην αύξηση του πλήθους των κριτηρίων ώστε να αυξηθεί η αξιοπιστία της έρευνας και λιγότερο στην ικανοποίηση του μέγιστου δυνατού πλήθους χωρών.

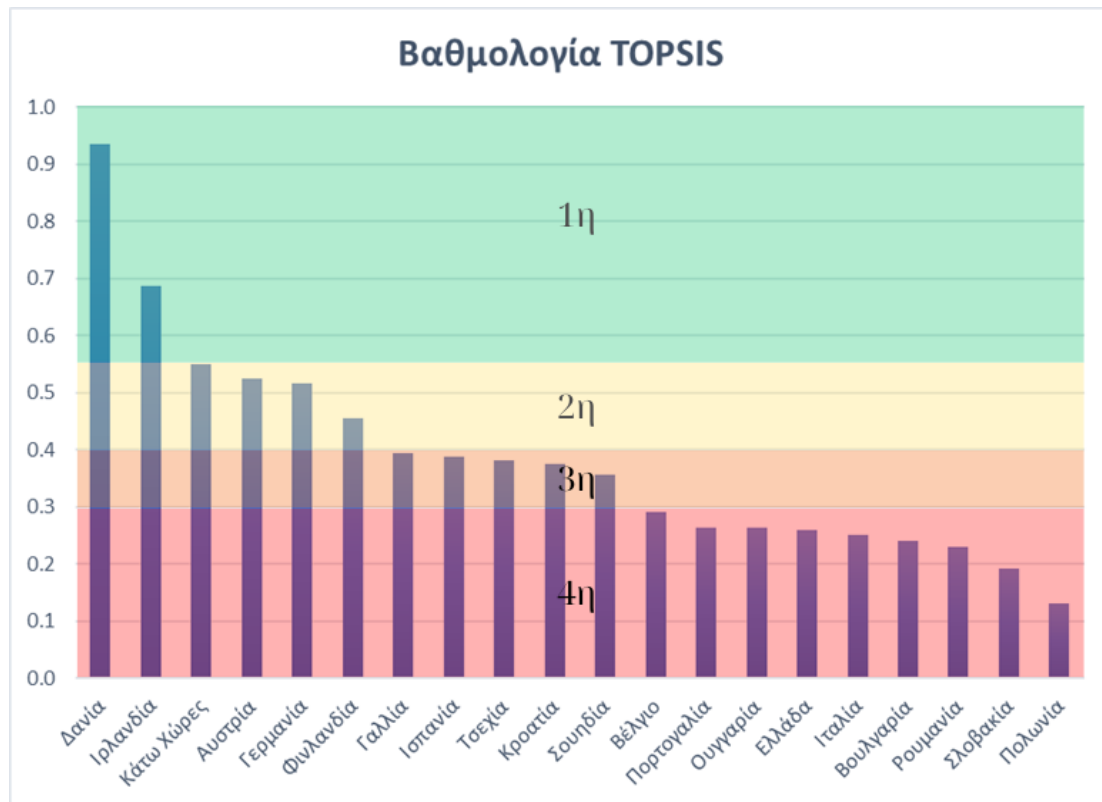
Η έρευνα κατέληξε σε 4 σενάρια κατάταξης των χωρών καθώς επιλέχθηκαν 4 βαροδοτήσεις. Οι πρώτες 2 λήφθηκαν μέσω της σημαντικότητας των κριτηρίων χαρακτηρίζοντας το «1» το λιγότερο σημαντικό και «3» το πιο σημαντικό. Η 3<sup>η</sup> μέθοδος χρησιμοποιεί τον μέσο όρο των 2 πρώτων σεναρίων και η 4<sup>η</sup> μέθοδος υλοποιήθηκε με την μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης.

Η θεωρητικά πιο ακριβής και αξιόπιστη μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η τελευταία, δηλαδή αυτή της Αναλυτικής Ιεράρχησης. Ο λόγος είναι πως εκείνη στηρίζεται σε τρεις σημαντικές αρχές οι οποίες είναι:

- a) η δομή του υπάρχοντος προβλήματος που πρέπει να επιλυθεί,
- b) οι σχετικές συγκρίσεις μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων και των κριτηρίων και
- c) η σύνθεση των προτεραιοτήτων για την λήψη της ορθότερης απόφασης.

Όπως φάνηκε κατά την συλλογή των δεδομένων, αλλά και επιβεβαιώνεται από την εφαρμογή της πολυκριτήριας ανάλυσης η εφαρμογή του SRI είναι σε πρώιμο στάδιο. Αυτό φαίνεται καθώς η Δανία και η Ιρλανδία προπορεύονται σημαντικά στην εφαρμογή του σχήματος και στην ετοιμότητά τους για την μελλοντική εφαρμογή καθώς έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την πιλοτική εφαρμογή του. Συγκεκριμένα, η Δανία βρίσκεται στην πρώτη 5άδα σε όλα τα κριτήρια που τέθηκαν οπότε καταλήγει να βρίσκεται στην κορυφή της κατάταξης και με διαφορά. Από την άλλη, η Ιρλανδία αγγίζει την 2<sup>η</sup> θέση καθώς στα πολιτικά κριτήρια με το σημαντικό βάρος κατέχει υψηλή βαθμολογία.

Τέλος, παρατηρείται ότι δημιουργούνται 4 κατηγορίες αποτελεσμάτων όπου δημιουργούνται ομάδες χωρών με κοντινή βαθμολογία όπως φαίνεται στην Εικόνα 20.



Εικόνα 20. Βαθμολογία TOPSIS χωρών με βάρη από την μέθοδο AHP ανά κατηγορίες

Οι 4 ομάδες που δημιουργήθηκαν αναλύονται ως εξής:

1. Στην 1<sup>η</sup> η βαθμολογία κυμαίνεται από 0,55 έως 1 και κατατάσσονται 2 χώρες. Η Δανία όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι σε υψηλές βαθμολογίες σε όλα τα κριτήρια. Η Ιρλανδία είναι σε υψηλές βαθμολογίες στις βασικές κατηγορίες αλλά το κύριο κριτήριο που την ανεβάζει στην 2<sup>η</sup> θέση είναι το «P2-Αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων» όπου έχει μεγάλο προβάδισμα από την επόμενη χώρα.
2. Στην 2<sup>η</sup> η βαθμολογία κυμαίνεται από 0,4 έως 0,55 και κατατάσσονται 4 χώρες. Αυτές είναι οι Κάτω Χώρες, Αυστρία, Γερμανία και Φινλανδία. Έχουν πολύ καλές βαθμολογίες ιδιαίτερα στο κριτήριο «T1-Εφαρμογή SRI και πλήθος δημοσιεύσεων υπολογισμού σε κτίρια» και παραπλήσιες βαθμολογίες στο κριτήριο P2. Αυτό τις τοποθετεί κοντά στο μέσο της βαθμολογίας.
3. Στην 3<sup>η</sup> η βαθμολογία κυμαίνεται από 0,29 έως 0,4 και κατατάσσονται 6 χώρες. Αυτές διατηρούν μεσαία προς χαμηλή βαθμολογία σε όλα τα κριτήρια. Αξιοσημείωτο παράδειγμα αποτελεί η Σουηδία που παρόλο την θέση της στο κριτήριο P2 όπου ξεπερνάει και ομάδες της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας, στα βασικά κριτήρια «P1-Ρυθμιστικοί δείκτες για βιώσιμη ενέργεια-RISE» και T1 υστερεί και βρίσκεται κάτω του μέσου όρου.
4. Στην 4<sup>η</sup> η βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 0,29 και κατατάσσονται 8 χώρες. Αυτές οι χώρες βρίσκονται στην χαμηλότερη κατάταξη σε σχεδόν όλα τα κριτήρια με ελάχιστες εξαιρέσεις συγκεκριμένων κριτηρίων που καταλαμβάνουν θέση άνω του μέσου όρου.

## 6.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής

Η εφαρμογή του σχήματος SRI προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, συμβάλλοντας στη βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση, στη βελτιωμένη απόδοση του κτιρίου και στη δημιουργία πιο βιώσιμων και έξυπνων δομημένων περιβαλλόντων. Παρακάτω θα επισημανθούν ορισμένα βασικά πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την εφαρμογή του SRI.

Αρχικά, παρέχει τυποποιημένο σύστημα αξιολόγησης της έξυπνης ετοιμότητας των κτιρίων. Αυτή η τυποποίηση επιτρέπει συνεπείς αξιολογήσεις σε διαφορετικά κτίρια, και καθιστά ευκολότερη τη συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής τους. Η χρήση του SRI συμμορφώνει τα κράτη μέλη σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕ, όπως με την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance Building Directive).

Ακόμη, υπάρχει σαφής ενημέρωση για την λήψη αποφάσεων καθώς προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες στους ιδιοκτήτες, τους ενοίκους και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Επιτρέπει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης, επενδύσεις σε έξυπνες τεχνολογίες και τη συνολική βιωσιμότητα των κτιρίων.

Επιπλέον, προωθεί την ενεργειακή απόδοση αφού εστιάζει στις έξυπνες τεχνολογίες και την ενσωμάτωσή τους ενώ ενθαρρύνει την υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών λύσεων. Αυτό συμβάλλει σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, χαμηλότερους λογαριασμούς ρεύματος και μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι ότι, προσφέρει άνεση και ευεξία στους εσωτερικούς χώρους ενώ λαμβάνει υπόψη παράγοντες πέρα από την ενεργειακή απόδοση, συμπεριλαμβανομένης της άνεσης και της ευημερίας. Οι έξυπνες τεχνολογίες που βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος σε εσωτερικούς χώρους μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένες συνθήκες διαβίωσης και εργασίας για τους ενοίκους των κτιρίων.

Τέλος, ο δείκτης ενσωματώνει Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Αυτό ευθυγραμμίζεται με τους στόχους βιωσιμότητας, προωθεί τη χρήση καθαρής ενέργειας και υποστηρίζει τη μετάβαση σε ένα πιο φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό μείγμα.

Με την συστηματική εφαρμογή του σχήματος SRI δεν μπορούν να λείπουν και τα μειονεκτήματα που αναδύονται, όπως είναι το κόστος εγκατάστασης έξυπνων τεχνολογιών, η συμβατότητα αυτών στα κτίρια, η συμπεριφορά των ενοίκων κατά την χρήση αυτών και άλλα.

Η εφαρμογή του SRI συνεπάγεται κόστος για τους ιδιοκτήτες κτιρίων, ιδιαίτερα εάν η μετασκευή είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της έξυπνης ετοιμότητας. Η επένδυση μπορεί να αποτελεί εμπόδιο για ορισμένους ιδιοκτήτες, εφόσον μπορεί να διαθέτουν περιορισμένους οικονομικούς πόρους.

Ακόμη, η συμβατότητα των έξυπνων τεχνολογιών με τα κτίρια μπορεί να είναι τεχνολογικά πολύπλοκη. Ορισμένα κτίρια, ειδικά παλαιότερα, ενδέχεται να αντιμετωπίσουν προκλήσεις όσον αφορά την προσαρμογή και την ενσωμάτωση σύγχρονων συστημάτων, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένες δυσκολίες εφαρμογής.

Επίσης, οι έξυπνες τεχνολογίες συχνά περιλαμβάνουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, εγείροντας ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο μεταξύ των ενοίκων. Οι ιδιοκτήτες και οι ένοικοι κτιρίων μπορεί να είναι επιφυλακτικοί σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις της αυξημένης παρακολούθησης δεδομένων και μπορεί να αντισταθούν στην υιοθέτηση ορισμένων τεχνολογιών.

Τέλος, η συμπεριφορά των ενοίκων και η αρχική αντίσταση για αλλαγή είναι μία πρόκληση κατά την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών. Η επιτυχής εγκόλπωση των έξυπνων τεχνολογιών για την επίτευξη στόχων ενεργειακής απόδοσης εξαρτάται από την οικειότητα και τις ανησυχίες των ενοίκων για την λειτουργικότητα αυτών. Εάν οι κάτοικοι δεν ασχολούνται ενεργά και δεν χρησιμοποιούν τα έξυπνα συστήματα βέλτιστα, η αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ενδέχεται να μην πραγματοποιηθεί πλήρως.

### 6.3 Προτάσεις εξέλιξης

Το σχήμα Smart Readiness Indicator εξετάζει τα πεδία που σχετίζονται με την κατάταξη των κτιρίων ανάλογα την ευφυΐα τους ανοίγοντας επίσης το δρόμο για συστήματα πιστοποίησης κτιρίων με βάση το σχήμα αυτό. Η μετασκευή προς τα έξυπνα κτίρια χρειάζεται οικονομοτεχνική μελέτη όσον αφορά το επενδυτικό κόστος, για να επιτευχθεί η επιθυμητή ευφυΐα και ενεργειακή απόδοση με ικανοποιητικούς χρόνους απόσβεσης. Γι' αυτό τον λόγο, μερικές προτάσεις εξέλιξης είναι οι εξής:

- Περαιτέρω έρευνα θα πρέπει να καθορίσει τη σχέση κόστους ανακαίνισης και ευφυΐας κτιρίου σε κάθε χώρα σχετικά με τη μετασκευή κτιρίων, σύμφωνα με την τυπολογία του κτιρίου ή το έτος κατασκευής.
- Αξιίζει περαιτέρω μελέτης η επίδραση που μπορεί να έχουν τα βάρη δεικτών που καθορίζονται από τον χρήστη στο SRI, λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του κτιρίου.
- Περισσότερη προώθηση συμμετοχής ενός ευρύ φάσματος ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των ιδιοκτητών κτιρίων, των ενοίκων, των παρόχων τεχνολογίας, των υπευθύνων χάραξης πολιτικής και των εμπειρογνομόνων βιωσιμότητας, στην ανάπτυξη και την αναθεώρηση του συστήματος SRI. Θέσπιση μηχανισμών για συνεχή διαβούλευση και ανατροφοδότηση για να διασφαλιστεί ότι ο δείκτης παραμένει σχετικός και ανταποκρίνεται στις ανάγκες των διαφόρων ενδιαφερομένων.
- Είναι απαραίτητη η ευρύτερη εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση, για παράδειγμα, με την διεξαγωγή εκπαιδευτικών εκστρατειών για την ευαισθητοποίηση σχετικά με το SRI μεταξύ των ιδιοκτητών, των χειριστών και των ενοίκων κτιρίων. Ακόμη, ενημέρωση για την κατανόηση των πλεονεκτημάτων των έξυπνων τεχνολογιών για ενεργειακή απόδοση και άνεση σε εσωτερικούς χώρους και καθοδήγηση σχετικά με την εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών και τις πιθανές επιπτώσεις στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη συνολική απόδοση του κτιρίου.
- Καλύτερη σχεδίαση του SRI ώστε να είναι ευέλικτο και προσαρμόσιμο σε διαφορετικούς τύπους κτιρίων, μεγέθη και χρήσεις. Απαραίτητη να ληφθεί υπόψη η ποικιλομορφία των κτιρίων μεταξύ περιοχών και τομέων για να διασφαλιστεί η δυνατότητα εφαρμογής του δείκτη σε διάφορα πλαίσια.
- Ενσωμάτωση ισχυρών μέτρων προστασίας της ιδιωτικής ζωής και ασφάλειας δεδομένων στο σύστημα SRI για την αντιμετώπιση ανησυχιών που σχετίζονται με τη συλλογή και τη χρήση δεδομένων από έξυπνες τεχνολογίες. Καθιέρωση σαφών κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με την ιδιοκτησία, τη συναίνεση και τη διαφάνεια των δεδομένων για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης μεταξύ των ενοίκων και των ιδιοκτητών του κτιρίου.
- Διεξαγωγή παραπάνω έρευνας για την δυνατότητα παροχής κινήτρων ή αναγνώρισης για κτίρια που επιτυγχάνουν υψηλές βαθμολογίες SRI. Τα κίνητρα θα μπορούσαν να είναι οικονομικά, φορολογικά οφέλη ή προνομιακή μεταχείριση σε ρυθμιστικές διαδικασίες. Ακόμα, με την συνεργασία με χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να γίνει

ανάπτυξη μηχανισμών χρηματοδότησης που υποστηρίζουν την υιοθέτηση έξυπνων τεχνολογιών στα κτίρια.

- Επένδυση σε συνεχή έρευνα και ανάπτυξη για τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τις βέλτιστες πρακτικές στον τομέα των έξυπνων κτιρίων. Συνεργασία με ερευνητικά ιδρύματα, βιομηχανικές ενώσεις και παρόχους τεχνολογίας για την αξιοποίηση στις πιο πρόσφατες εξελίξεις και βελτίωση του SRI.
- Εφαρμογή πιλοτικών προγραμμάτων για τη δοκιμή και τη βελτίωση του σχήματος SRI σε πραγματικές ρυθμίσεις. Ανάπτυξη περιπτωσιολογικών μελετών που υπογραμμίζουν τις επιτυχημένες εφαρμογές του SRI για την ανάδειξη της αποτελεσματικότητάς και ενθάρρυνση της ευρύτερης υιοθέτησής του.
- Τέλος, ενίσχυση της συνεργασίας με διεθνείς οργανισμούς και πρωτοβουλίες που εργάζονται για παρόμοιους στόχους. Να μοιραστούν οι βέλτιστες πρακτικές για την συμβολή της ανάπτυξης παγκόσμιων προτύπων για έξυπνα και ενεργειακά αποδοτικά κτίρια.



## Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία

- [1] Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Ιουνίου 2021 για τη θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999 («ευρωπαϊκό νομοθέτημα για το κλίμα»), vol. 243. 2021. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/ell>
- [2] ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. 2019. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- [3] U. N. Environment, “2021 Global Status Report for Buildings and Construction,” UNEP - UN Environment Programme. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <http://www.unep.org/resources/report/2021-global-status-report-buildings-and-construction>
- [4] ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ Κύμα ανακαινίσεων για την Ευρώπη – οικολογικά κτίρια, θέσεις εργασίας, καλύτερη ζωή. 2020. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX:52020DC0662>
- [5] “Deep Renovation: Shifting from exception to standard practice in EU Policy > BPIE - Buildings Performance Institute Europe,” BPIE - Buildings Performance Institute Europe. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.bpie.eu/publication/deep-renovation-shifting-from-exception-to-standard-practice-in-eu-policy/>
- [6] European Commission. Joint Research Centre., Achieving the cost-effective energy transformation of Europe’s buildings: combinations of insulation and heating & cooling technologies renovations : methods and data. LU: Publications Office, 2019. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/278207>
- [7] H. Hutton, “Renovation Roadmap: Making Europe’s homes fit for the 21st Century.” Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.cisl.cam.ac.uk/resources/low-carbon-transformation-publications/renovation-roadmap>
- [8] “Global energy crisis (2021–present),” Wikipedia. Dec. 30, 2023. Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Global\\_energy\\_crisis\\_\(2021%E2%80%93present\)&oldid=1192708102](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Global_energy_crisis_(2021%E2%80%93present)&oldid=1192708102)
- [9] “Global Energy Crisis – Topics,” IEA. Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis>
- [10] “News.” Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.eceee.org/all-news/news/energy-crisis-could-worsen-poverty-for-millions-of-europeans/>
- [11] “Recent crises threaten investment in Europe,” European Investment Bank. Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.eib.org/en/stories/crises-investment-europe>
- [12] “Alleviating fuel poverty in the EU > BPIE - Buildings Performance Institute Europe,” BPIE - Buildings Performance Institute Europe. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.bpie.eu/publication/alleviating-fuel-poverty-in-the-eu/>

- [13] “SocialWatt. 2019. Report on the status quo of energy poverty and its mitigation in the EU. Deliverable of SocialWatt - Connecting Obligated Parties to Adopt Innovative Schemes towards Energy Poverty Alleviation. - Αναζήτηση Google.” Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: [https://www.google.com/search?q=SocialWatt.+2019.+Report+on+the+status+quo+of+energy+poverty+and+its+mitigation+in+the+EU.+Deliverable+of+SocialWatt+-+Connecting+Obligated+Parties+to+Adopt+Innovative+Schemes+towards+Energy+Poverty+Alleviation.&oq=SocialWatt.+2019.+Report+on+the+status+quo+of+energy+poverty+and+its+mitigation+in+the+EU.+Deliverable+of+SocialWatt+-+Connecting+Obligated+Parties+to+Adopt+Innovative+Schemes+towards+Energy+Poverty+Alleviation.&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUqBggAEEUYOzIGCAAQRRg7MgYIARBFGEAyBggCEEUYQDIGCAMQRRg80gEHMTgyajBqNKgCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=SocialWatt.+2019.+Report+on+the+status+quo+of+energy+poverty+and+its+mitigation+in+the+EU.+Deliverable+of+SocialWatt+-+Connecting+Obligated+Parties+to+Adopt+Innovative+Schemes+towards+Energy+Poverty+Alleviation.&oq=SocialWatt.+2019.+Report+on+the+status+quo+of+energy+poverty+and+its+mitigation+in+the+EU.+Deliverable+of+SocialWatt+-+Connecting+Obligated+Parties+to+Adopt+Innovative+Schemes+towards+Energy+Poverty+Alleviation.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqBggAEEUYOzIGCAAQRRg7MgYIARBFGEAyBggCEEUYQDIGCAMQRRg80gEHMTgyajBqNKgCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- [14] Οδηγία 2003/54/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Ιουνίου 2003, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση της οδηγίας 96/92/EK - Δηλώσεις σχετικά με τις δραστηριότητες παροπλισμού και διαχείρισης των αποβλήτων, vol. 176. 2003. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/dir/2003/54/oj/ell>
- [15] Οδηγία 2003/55/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Ιουνίου 2003, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου και την κατάργηση της οδηγίας 98/30/EK, vol. 176. 2003. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/dir/2003/55/oj/ell>
- [16] Οδηγία 2009/72/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13ης Ιουλίου 2009, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και για την κατάργηση της οδηγίας 2003/54/EK (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ), vol. 211. 2009. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/72/oj/ell>
- [17] Οδηγία 2009/73/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13ης Ιουλίου 2009, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου και την κατάργηση της οδηγίας 2003/55/EK (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ), vol. 211. 2009. Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/73/oj/ell>
- [18] N. Attoue, I. Shahrour, and R. Younes, “Smart Building: Use of the Artificial Neural Network Approach for Indoor Temperature Forecasting,” *Energies*, vol. 11, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2018, doi: 10.3390/en11020395.
- [19] A. Ghaffarianhoseini et al., “Intelligent or smart cities and buildings: a critical exposition and a way forward,” *Intelligent Buildings International Journal*, vol. 10, no. 2, Art. no. 2, 2018.
- [20] W. M. To, L. S. L. Lai, K. H. Lam, and A. W. L. Chung, “Perceived Importance of Smart and Sustainable Building Features from the Users’ Perspective,” *Smart Cities*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Dec. 2018, doi: 10.3390/smartcities1010010.
- [21] Οδηγία (ΕΕ) 2018/844 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 30ής Μαΐου 2018, για την τροποποίηση της οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ), vol. 156. 2018. Accessed: Nov. 20, 2023. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj/ell>
- [22] Κατ’ εξουσιοδότηση κανονισμός (ΕΕ) 2020/2155 της Επιτροπής της 14ης Οκτωβρίου 2020 για τη συμπλήρωση της οδηγίας (ΕΕ) 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου με τη θέσπιση προαιρετικού κοινού συστήματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αξιολόγηση της ευφυούς ετοιμότητας των κτιρίων (Κείμενο που

- παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον EOX), vol. 431. 2020. Accessed: Jan. 04, 2024. [Online]. Available: [http://data.europa.eu/eli/reg\\_del/2020/2155/oj/ell](http://data.europa.eu/eli/reg_del/2020/2155/oj/ell)
- [23] Εκτελεστικός κανονισμός (ΕΕ) 2020/2156 της Επιτροπής της 14ης Οκτωβρίου 2020 σχετικά με την αναλυτική περιγραφή των τεχνικών λεπτομερειών για την αποτελεσματική υλοποίηση ενός προαιρετικού κοινού συστήματος της Ένωσης για την αξιολόγηση της ευφούς ετοιμότητας των κτιρίων (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον EOX), vol. 431. 2020. Accessed: Jan. 04, 2024. [Online]. Available: [http://data.europa.eu/eli/reg\\_impl/2020/2156/oj/ell](http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2020/2156/oj/ell)
- [24] European Commission. Directorate General for Energy. and Vito., Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings: summary. LU: Publications Office, 2020. Accessed: Jan. 04, 2024. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/600706>
- [25] J. Al Dakheel, C. Del Pero, N. Aste, and F. Leonforte, “Smart buildings features and key performance indicators: A review,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 61, p. 102328, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.scs.2020.102328.
- [26] J. Vivian, U. Chiodarelli, G. Emmi, and A. Zarrella, “A sensitivity analysis on the heating and cooling energy flexibility of residential buildings,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 52, p. 101815, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.scs.2019.101815.
- [27] V. Apostolopoulos, P. Giourka, G. Martinopoulos, K. Angelakoglou, K. Kourtzanidis, and N. Nikolopoulos, “Smart readiness indicator evaluation and cost estimation of smart retrofiting scenarios - A comparative case-study in European residential buildings,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 82, p. 103921, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.scs.2022.103921.
- [28] T. Märzinger and D. Österreicher, “Extending the Application of the Smart Readiness Indicator—A Methodology for the Quantitative Assessment of the Load Shifting Potential of Smart Districts,” *Energies*, vol. 13, no. 13, Art. no. 13, Jan. 2020, doi: 10.3390/en13133507.
- [29] E. Janhunen, N. Leskinen, and S. Junnila, “The Economic Viability of a Progressive Smart Building System with Power Storage,” *Sustainability*, vol. 12, no. 15, Art. no. 15, Jan. 2020, doi: 10.3390/su12155998.
- [30] “SRI test phases.” Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/sri-test-phases\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/sri-test-phases_en)
- [31] E. Lakatos and A. Arsenopoulos, “Investigating EU financial instruments to tackle energy poverty in households: A SWOT analysis,” *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, vol. 14, no. 6, pp. 235–253, Jun. 2019, doi: 10.1080/15567249.2019.1667456.
- [32] “ELENA – European Local ENergy Assistance,” EIB.org. Accessed: Jan. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.eib.org/en/products/advisory-services/elena/index.htm>
- [33] “Objective of the Fund,” European Energy Efficiency Fund. Accessed: Jan. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.eeef.lu/objective-of-the-fund.html>
- [34] “List of European countries by population,” Wikipedia. Oct. 29, 2023. Accessed: Nov. 21, 2023. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List\\_of\\_European\\_countries\\_by\\_population&oldid=1182540636](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List_of_European_countries_by_population&oldid=1182540636)
- [35] “World Population Prospects - Population Division - United Nations.” Accessed: Nov. 21, 2023. [Online]. Available: <https://population.un.org/wpp/>
- [36] European Commission. Directorate General for Climate Action., Climate change: report. LU: Publications Office, 2023. Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2834/653431>

- [37] European Commission. Directorate General for Employment, Social Affairs and Inclusion. and Kantar., Fairness perceptions of the green transition: report. LU: Publications Office, 2022. Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2767/651172>
- [38] “EurObserv’ER | Measures the progress made by renewable energies European Union,” EurObserv’ER. Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <https://www.eurobserv-er.org/>
- [39] “EurObserv’ER online database,” EurObserv’ER. Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <https://www.eurobserv-er.org/online-database/>
- [40] “About Us | RISE.” Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://rise.esmap.org/about-us>
- [41] “Countries | RISE.” Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://rise.esmap.org/countries>
- [42] A. Wierling et al., “A Europe-wide inventory of citizen-led energy action with data from 29 countries and over 10000 initiatives,” *Sci Data*, vol. 10, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1038/s41597-022-01902-5.
- [43] O. B. e Caucaso, “Europe and energy communities,” OBC Transeuropa. Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.balcanicaucaso.org/eng/eng/Areas/Balkans/Europe-and-energy-communities-223982>
- [44] World Bank, *Doing Business 2020: Comparing Business Regulation in 190 Economies*. Washington, DC: World Bank, 2020. doi: 10.1596/978-1-4648-1440-2.
- [45] “Global Competitiveness Report 2019,” World Economic Forum. Accessed: Nov. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/publications/how-to-end-a-decade-of-lost-productivity-growth/>
- [46] “Deliverables | SRIENACT.” Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://srienact.eu/deliverables/>
- [47] “Stakeholders events and news.” Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/stakeholders-events-and-news\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/stakeholders-events-and-news_en)
- [48] “LIFE.” Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: [https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life\\_en](https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en)
- [49] B. Ramezani, Manuel. G. da Silva, and N. Simões, “Application of smart readiness indicator for Mediterranean buildings in retrofitting actions,” *Energy and Buildings*, vol. 249, p. 111173, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.enbuild.2021.111173.
- [50] I. Vigna, R. Perneti, G. Pernigotto, and A. Gasparella, “Analysis of the Building Smart Readiness Indicator Calculation: A Comparative Case-Study with Two Panels of Experts,” *Energies*, vol. 13, no. 11, Art. no. 11, Jan. 2020, doi: 10.3390/en13112796.
- [51] M. C. Pinto, “Towards smart buildings. Is the Smart Readiness Indicator an effective tool?,” laurea, Politecnico di Torino, 2020. Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://webthesis.biblio.polito.it/16049/>
- [52] E. Janhunen, L. Pulkka, A. Säynäjoki, and S. Junnila, “Applicability of the Smart Readiness Indicator for Cold Climate Countries,” *Buildings*, vol. 9, no. 4, Art. no. 4, Apr. 2019, doi: 10.3390/buildings9040102.
- [53] “World Competitiveness Ranking 2023 - IMD business school for management and leadership courses.” Accessed: Nov. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/2023/>

- [54] “Fostering Effective Energy Transition 2023,” World Economic Forum. Accessed: Nov. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/>
- [55] “The Digital Economy and Society Index (DESI) | Shaping Europe’s digital future.” Accessed: Nov. 25, 2023. [Online]. Available: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>
- [56] T. L. Saaty, *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York ; London: McGraw-Hill International Book Co, 1980.
- [57] M. Badri, “A combined AHP-GP model for quality control systems,” *International Journal of Production Economics*, vol. 72, pp. 27–40, Jun. 2001, doi: 10.1016/S0925-5273(00)00077-3.
- [58] M. P. Amiri, “Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods,” *Expert Systems with Applications*, vol. 37, no. 9, pp. 6218–6224, Sep. 2010, doi: 10.1016/j.eswa.2010.02.103.
- [59] E. Albayrak and Y. C. Erensal, “Using analytic hierarchy process (AHP) to improve human performance: An application of multiple criteria decision making problem,” *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 15, no. 4, pp. 491–503, Aug. 2004, doi: 10.1023/B:JIMS.0000034112.00652.4c.
- [60] N. Bhushan and K. Rai, “The Analytic Hierarchy Process,” in *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*, N. Bhushan and K. Rai, Eds., in *Decision Engineering*. , London: Springer, 2004, pp. 11–21. doi: 10.1007/978-1-85233-864-0\_2.
- [61] 이영, “Operation Research An Introduction 8th Edition H.A. Taha”, Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/35271588/Operation\\_Research\\_An\\_Introduction\\_8th\\_Edition\\_H\\_A\\_Taha](https://www.academia.edu/35271588/Operation_Research_An_Introduction_8th_Edition_H_A_Taha)
- [62] C.-L. Hwang and K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making*, vol. 186. in *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 186. Berlin, Heidelberg: Springer, 1981. doi: 10.1007/978-3-642-48318-9.
- [63] C.-T. Chen, “Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment,” *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 114, no. 1, pp. 1–9, Aug. 2000, doi: 10.1016/S0165-0114(97)00377-1.
- [64] T.-Y. Chen and C.-Y. Tsao, “The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis,” *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 159, pp. 1410–1428, Jun. 2008, doi: 10.1016/j.fss.2007.11.004.
- [65] “Fuzzy multiple attributes group decision-making based on the interval type-2 TOPSIS method - ScienceDirect.” Accessed: Dec. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409007933>
- [66] “Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων | dss lab.” Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: [https://academics.epu.ntua.gr/en/courses/multicriteria\\_decision\\_analysis](https://academics.epu.ntua.gr/en/courses/multicriteria_decision_analysis)