



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



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συγκριτική αξιολόγηση δράσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στη νήσο Πάτμο με τη χρήση Πολυκριτήριας Ανάλυσης

Αποστολόπουλος Βασίλειος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Δούκας Χρυσόστομος, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούνιος 2023



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



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συγκριτική αξιολόγηση δράσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στη νήσο Πάτμο με τη χρήση Πολυκριτήριας Ανάλυσης

Αποστολόπουλος Βασίλειος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Δούκας Χρυσόστομος, Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20^η Ιουνίου 2023

.....
Δούκας Χρυσόστομος
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ψαρράς Ιωάννης
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Μαρινάκης Ευάγγελος
Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούνιος 2023

.....
Αποστολόπουλος Βασίλειος

Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
Πτυχιούχος Φυσικός ΕΚΠΑ

Copyright © Αποστολόπουλος Βασίλειος, 2023
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του ΔΠΜΣ «Τεχνο-Οικονομικά Συστήματα», σε συνεργασία με το Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Χρυσόστομο (Χάρη) Δούκα, Καθηγητή του ΕΜΠ, για την ανάθεση της εργασίας, καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Κωνσταντόπουλο Γεώργιο, για τη συνεργασία, τη βοήθεια και την πολύτιμη καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Αποστολόπουλος Βασίλειος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας αναδεικνύεται πανευρωπαϊκά ως ένα σύνθετο και πολύπλευρο ζήτημα με σημαντικούς κινδύνους για τη διαβίωση των πολιτών. Η επίδραση και αλληλεξάρτηση διαφόρων παραγόντων όπως η συνεχής αύξηση των τιμών ενέργειας, η αδυναμία των εισοδημάτων να καλύψουν τους λογαριασμούς των νοικοκυριών, η χαμηλή ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, έχουν αποδεδειγμένα αρνητικές συνέπειες, οι οποίες εντείνουν την κοινωνική ανισότητα και την ενεργειακή φτώχεια. Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού θεωρείται ενεργειακά φτωχό. Η αντιμετώπιση του φαινομένου απαιτεί πέρα από ευρωπαϊκές ή εθνικές πολιτικές, και δράσεις σε τοπικό επίπεδο.

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση και η αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων δράσεων αντιμετώπισης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου, με τη χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης. Αφού γίνεται εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης σχετικά με τα ενεργειακά ευάλωτα νοικοκυριά και τα κτίρια του οικιακού τομέα στο νησί, εξετάζονται πέντε (5) εναλλακτικά σενάρια δράσεων, τα οποία περιέχουν μέτρα ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής δημοκρατίας για την ενίσχυση των ευάλωτων νοικοκυριών. Ο σχεδιασμός των δράσεων στα περισσότερα σενάρια περιλαμβάνει την ανάπτυξη Ενεργειακής Κοινότητας, όπου ο Δήμος θα αναλάβει τον ρόλο του παράγοντα συντονισμού και υποστήριξης των ευάλωτων νοικοκυριών μέσω εφαρμογής εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού. Για την αξιολόγηση των δράσεων, χρησιμοποιούνται συνολικά 8 δείκτες επίδοσης οι οποίοι επιλέχθηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά της νησιωτικής περιοχής και τις κύριες συνιστώσες του προβλήματος προς επίλυση. Για την υποστήριξη της απόφασης επιλογής του βέλτιστου σεναρίου δράσεων ακολουθείται μια ολιστική προσέγγιση, η οποία, προβλέπει συμμετοχική διαδικασία που λαμβάνει υπόψη τις απόψεις του Δήμου, των πολιτών και των ειδικών στον καθορισμό της σπουδαιότητας των κριτηρίων αξιολόγησης, υιοθετεί αναλυτική μεθοδολογία υπολογισμού των δεικτών, και στηρίζεται στην εφαρμογή αποτελεσματικής μεθόδου πολλαπλών κριτηρίων και τη συγκριτική αξιολόγηση των σεναρίων, καταλήγοντας σε εκείνο το οποίο μεγιστοποιεί τα οφέλη για τα ενδιαφερόμενα μέρη και τους κατοίκους του νησιού.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ενεργειακή φτώχεια, ευάλωτα νοικοκυριά, Ενεργειακές Κοινότητες, ενεργειακή απόδοση, ενεργειακός συμψηφισμός, ενεργειακή δημοκρατία, πολυκριτήρια ανάλυση

ABSTRACT

Energy poverty is a complex and multidimensional phenomenon that affects people's health, well-being, and quality of life, being increasingly recognized as a critical problem across Europe. Various factors such as the high energy prices and the current energy crisis at a global level, the inability of low incomes to cover energy needs, and the poor energy efficiency of buildings, intensify social inequality and energy poverty. According to available data in Greece, a noticeable share of the population is considered energy-poor. Addressing energy poverty requires, apart from European or national policies, actions at the local level.

The aim of this study is to investigate and evaluate alternative strategies for tackling energy poverty in an island region of Greece, Patmos Island, via employing multi-criteria analysis. For this purpose, five (5) intervention scenarios dealing with energy efficiency and energy democratization measures are examined. The study involves an assessment of the current situation regarding energy-vulnerable households and typical residential buildings on the island, as well as suitable criteria selection for the evaluation of the scenarios. Most of the alternatives presented include, among the set of actions, the development of a Renewable Energy Community, where the municipality of Patmos will take responsibility to support vulnerable households via virtual net metering services. In order to evaluate, benchmark, and rank the proposed scenarios, a total of eight (8) indicators were considered based on the specific island characteristics and the main problem dimensions. The relative importance definition of each evaluation criterion relies on a participatory process, which takes into account the opinions and perspectives of energy and sustainability experts, municipality representatives, and citizens to assign weights to the indicators. An integrated evaluation approach is followed, that entails an analytical methodology for weighting and calculating the indicators, the application of an efficient multi-criteria decision analysis method, and the comparative assessment of the scenarios, aiming to facilitate decision-making and identify the optimal scenario that maximizes the benefits for the island ecosystem.

KEYWORDS

energy poverty, vulnerable households, energy communities, energy efficiency, energy democratization, virtual net metering, multi-criteria decision analysis

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	17
1.1 Προς μια ισότιμη και δίκαιη μετάβαση	17
1.2 Σκοπός & Αντικείμενο της Εργασίας.....	19
1.3 Διάρθρωση της Εργασίας	20
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΕ ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	21
2.1 Ενεργειακή Μετάβαση & Ενεργειακή Πολιτική	21
2.2 Ενεργειακή μετάβαση σε νησιωτικές περιοχές της ΕΕ.....	23
2.3 Το ενεργειακό σύστημα στις νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας	25
3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ.....	28
3.1 Περιγραφή της ενεργειακής φτώχειας.....	28
3.2 Στοιχεία για την Ενεργειακή Φτώχεια στην ΕΕ και την Ελλάδα.....	29
3.3 Πολιτικές για την ενεργειακή φτώχεια	33
3.3.1 Πολιτικές για την ενεργειακή φτώχεια σε Ευρωπαϊκό επίπεδο	33
3.3.2 Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες και έργα για την ενεργειακή φτώχεια	35
3.3.3 Πολιτικές για την ενεργειακή φτώχεια σε εθνικό επίπεδο	38
3.4 Οι Ενεργειακές Κοινότητες ως μέσο αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας.....	41
3.4.3 Δράσεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας	51
3.4.3.1 Ανακαίνιση και ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών.....	51
3.4.3.2 Εικονικός Ενεργειακός Συμψηφισμός (Virtual Net Metering).....	52
4. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΠΑΤΜΟΥ	53
4.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση.....	53
4.2 Μελέτη περίπτωσης – Η Πάτμος	56
4.2.1 Περιγραφή των χαρακτηριστικών της περιοχής	56
4.2.2 Διερεύνηση και προσέγγιση βασικών παραμέτρων μελέτης.....	59
4.3 Καθορισμός εναλλακτικών σεναρίων δράσεων για την ενίσχυση των ενεργειακά ευάλωτων νοικοκυριών στο νησί της Πάτμου.....	61
4.4 Κριτήρια/δείκτες για την αξιολόγηση των δράσεων.....	66
4.4 Ενεργειακός Σχεδιασμός: Υπολογιστική Διαδικασία – Υπολογισμός Παραμέτρων & Δεικτών Επίδοσης.....	72
4.5 Πολυκριτήρια ανάλυση.....	80
4.6 Συγκριτική αξιολόγηση και κατάταξη σεναρίων - Αποτελέσματα	82
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Αδυναμία διατήρησης εσωτερικής θερμοκρασίας σε επίπεδα επαρκούς θερμικής άνεσης - % του συνολικού πληθυσμού	31
Εικόνα 2: Οι 3 πυλώνες δράσεων – Σύμφωνο των Δημάρχων	35
Εικόνα 3: Διαδραστικός ηλεκτρονικός χάρτης έργων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας	36
Εικόνα 4: Η νήσος Πάτμος	56
Εικόνα 5: Κλιματικές Ζώνες της Ελλάδας σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ	57

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Ποσοστό νοικοκυριών (%) με αδυναμία αποπληρωμής λογαριασμών ενέργειας	32
Διάγραμμα 2: Ποσοστό (%) πληττόμενων νοικοκυριών σε επίπεδο περιφέρειας	39
Διάγραμμα 3: Επίδοση του Δείκτη I&Ileq ανά περιφέρεια	40
Διάγραμμα 4: Μερίδιο της καταναλισκόμενης ενέργειας για τις διάφορες ενεργειακές χρήσεις των νοικοκυριών στο σύνολο της τελικής κατανάλωσης ενέργειας	60
Διάγραμμα 5: Προκύπτουσα σπουδαιότητα των κριτηρίων (Μέθοδος BAL).....	69
Διάγραμμα 6: Προκύπτουσα βαθμολογία ποιοτικών δεικτών ανά σενάριο μέσω ερωτηματολογίου	71
Διάγραμμα 7: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά σενάριο	76
Διάγραμμα 8: Ενεργειακό κόστος ανά σενάριο	77
Διάγραμμα 9: Εκπομπές CO2 ανά σενάριο	78
Διάγραμμα 10: Ποσοτικά οφέλη σεναρίων και αντίστοιχο κόστος επένδυσης	79

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Ερευνητικά έργα για την ενεργειακή φτώχεια σε Ευρωπαϊκό επίπεδο	37
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά του νησιού και του ΗΣ της Πάτμου	58
Πίνακας 3: Σενάρια δράσεων/παρεμβάσεων	65
Πίνακας 4: Δείκτες αξιολόγησης των δράσεων μέσω πολυκριτήριας ανάλυσης	67
Πίνακας 5: Η σπουδαιότητα των δεικτών (κριτηρίων) μέσω BAL	69
Πίνακας 6: Μερίδιο κατανάλωσης ενέργειας ανά τελική χρήση	73
Πίνακας 7: Ενεργειακή κατανάλωση, εκπομπές CO2 και τιμές κόστους ανά ενεργειακό προϊόν	73
Πίνακας 8: Βασικά χαρακτηριστικά του μέσου τυπικού κτιρίου αναφοράς	73
Πίνακας 9 Ποσοστό εξοικονόμησης ανά δράση	74
Πίνακας 10 Τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά Φ/Β συστημάτων	75
Πίνακας 11: Ποσοστό εξοικονόμησης που επιτυγχάνεται ανά σενάριο δράσεων	75
Πίνακας 12 Τυπικά κόστη παρεμβάσεων/τεχνολογιών	77
Πίνακας 13: Απαιτούμενο κόστος επένδυσης ανά σενάριο δράσεων/παρεμβάσεων	78
Πίνακας 14 Συγκριτική αξιολόγηση σεναρίων	79
Πίνακας 15: Πίνακας Απόφασης για την Αξιολόγηση των Σεναρίων Δράσεων	81
Πίνακας 16: Πίνακας προσδιορισμού ιδεατών λύσεων	81

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Ποσοτικοί στόχοι για την ενεργειακή φτώχεια στο πλαίσιο του ΕΣΕΚ.....	39
Σχήμα 2: Το εργαλείο του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού	52
Σχήμα 3: Σχηματική αναπαράσταση της μεθοδολογικής προσέγγισης.....	55
Σχήμα 4: Παρεμβάσεις Σεναρίου 1 (Σ1).....	62
Σχήμα 5: Παρεμβάσεις Σεναρίου 2 (Σ2).....	63
Σχήμα 6: Παρεμβάσεις Σεναρίου 3 (Σ3).....	63
Σχήμα 7: Παρεμβάσεις Σεναρίου 4 (Σ4).....	64
Σχήμα 8: Σειρά κατάταξης σεναρίων δράσεων	82

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Προς μια ισότιμη και δίκαιη μετάβαση

Η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί ένα πρόβλημα που έχει σοβαρές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις επηρεάζοντας σημαντικό αριθμό νοικοκυριών και στην Ευρώπη [1]. Η έλλειψη πρόσβασης σε καθαρή, ασφαλή, προσιτή ενέργεια και βασικές ενεργειακές υπηρεσίες έχει αρνητικές συνέπειες για την υγεία, την ευημερία και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Η πανδημία COVID-19 και η τρέχουσα ενεργειακή κρίση συνέβαλαν στην περαιτέρω επιδείνωση της κατάστασης δημιουργώντας μεγαλύτερες κοινωνικές ανισότητες. Η ενεργειακή φτώχεια συνδέεται άρρηκτα και με την κλιματική αλλαγή, η οποία αναμένεται να φέρει περαιτέρω αύξηση στη ζήτηση ενέργειας, με τον επιπλέον κίνδυνο να οδηγήσει σταδιακά περισσότερους ανθρώπους στην ενεργειακή φτώχεια. Οι πλέον ευάλωτες και φτωχές κοινότητες αντιμετωπίζουν σοβαρές επιπτώσεις.

Η λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής και της ενεργειακής φτώχειας βρίσκεται στην κορυφή της πολιτικής ατζέντας των κυβερνήσεων στον κόσμο και ιδιαίτερα της Ευρώπης [2]. Η αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας αποτελεί προτεραιότητα πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), γεγονός που αντικατοπτρίζεται από τη διαμόρφωση μιας σειράς νέων κανονισμών και νομικών διατάξεων στο πλαίσιο του πακέτου "Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους" (Clean Energy for all Europeans Package)[3], με ιδιαίτερη έμφαση στην ενεργειακή απόδοση των κατοικιών και τον ρόλο των ενεργειακών κοινοτήτων στην ενεργειακή μετάβαση της Ευρώπης [4].

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Κομισιόν) έχει επίσης αναδείξει μέσω της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal) [5] την ανάγκη για καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας ως βασικό πυλώνα στο πλαίσιο μιας ισότιμης και δίκαιης μετάβασης, με βιώσιμες λύσεις που αφορούν την οικονομική προσιτότητα και την προσβασιμότητα για όλους στην ενέργεια, την ενεργειακή δημοκρατία και τη μετάβαση σε καθαρότερες πηγές ενέργειας, καθώς και με το Κύμα Ανακαινίσεων (Renovation Wave), που στοχεύει να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση των κατοικιών, οδηγώντας σε ελάττωση των ενεργειακών αναγκών, βελτιωμένη θερμική άνεση και καλύτερες συνθήκες διαβίωσης [6].

Ενώ έχουν εφαρμοστεί διάφορες πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, οι ενεργειακές κοινότητες δείχνουν να μπορούν να συμβάλουν περισσότερο στην επίτευξη αυτού του στόχου [7]. Οι ενεργειακές κοινότητες μπορούν επίσης να τονώσουν την τοπική ανάπτυξη και να προωθήσουν τεχνολογίες ΑΠΕ, συμβάλλοντας σε ένα πιο βιώσιμο και δίκαιο ενεργειακό σύστημα. Το μοντέλο της κοινοτικής ενέργειας αναγνωρίζεται πλέον από την ΕΕ ως μια ελπιδοφόρα προσέγγιση για μια δίκαιη μετάβαση, με ειδικότερη αναφορά για το

ζήτημα σε 2 Οδηγίες του Πακέτου Καθαρής Ενέργειας; την Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RED II)[8] και την Οδηγία (ΕΕ) 2019/944 για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (IEMD) [9].

Η μετάβαση σε μία κλιματικά ουδέτερη και βιώσιμη οικονομία απαιτεί το σχεδιασμό κατάλληλων ενεργειακών και κλιματικών πολιτικών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο καθώς και δράσεων σε τοπική κλίμακα. Η κοινοτική ενέργεια έρχεται πλέον να δώσει τη δυνατότητα στις τοπικές κοινωνίες, τα νοικοκυριά και τους πολίτες να μειώσουν τους λογαριασμούς ενέργειας και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους, ενδυναμώνοντας τα άτομα με μεγαλύτερη ανάγκη και προωθώντας τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Η ενεργειακή φτώχεια σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στην Ελλάδα, που επηρεάζει πολλούς ανθρώπους και επιδεινώνει την κοινωνική ανισότητα. Η ανάγκη λήψης μέτρων για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας αναφέρεται στα περισσότερα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα που έχουν υποβληθεί από τα κράτη-μέλη της ΕΕ. Αξίζει να αναφερθεί πως η Ελλάδα είναι το μόνο κράτος που έχει θέσει συγκεκριμένο ποσοτικό στόχο για τη μείωση της ενεργειακής φτώχειας κατά 50% έως το 2025 και κατά 75% έως το 2030 [10]. Επιπλέον, στην Ελλάδα, το θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες, έχει τονίσει τη σημασία τους για τον μετριασμό της ενεργειακής φτώχειας.

Η παρούσα εργασία εξετάζει την δυνατότητα εφαρμογής δράσεων και μέτρων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, σε μια νησιωτική περιοχή της χώρας, την Πάτμο.

1.2 Σκοπός & Αντικείμενο της Εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι η **διερεύνηση εναλλακτικών σεναρίων δράσεων** αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου, εστιάζοντας στα πιο ευάλωτα νοικοκυριά, και η διατύπωση μεθοδολογίας για την **συγκριτική αξιολόγηση των σεναρίων** ώστε να αναγνωρισθεί το καταλληλότερο σενάριο υλοποίησης, που μεγιστοποιεί τα οφέλη για τα ενδιαφερόμενα μέρη στο νησί.

Συγκεκριμένα, μελετώνται διάφορες περιπτώσεις μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης των κατοικιών καθώς και εφαρμογών εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού μέσω ενεργειακής κοινότητας από το Δήμο, με στόχο την ελάττωση του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών, λαμβάνοντας υπόψη, κατά τη διαδικασία αξιολόγησης των δράσεων, τις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν την επιλογή της βέλτιστης λύσης.

Η εργασία ξεκινά με βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με τη διαδικασία της ενεργειακής μετάβασης σε νησιωτικές περιοχές, την περιγραφή του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας και τη σημασία για μια δίκαιη ενεργειακή μετάβαση, καθώς και των κυριότερων πολιτικών και μέτρων σε Ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο.

Η μελέτη περιλαμβάνει εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια στην περιοχή μελέτης, τη νήσο Πάτμο. Στόχος είναι η προσεγγιστική εκτίμηση του αριθμού των πληττόμενων νοικοκυριών από την ενεργειακή φτώχεια, καθώς και η συλλογή χρήσιμων στοιχείων για τα κτίρια του οικιακού τομέα, τις ενεργειακές χρήσεις και καταναλώσεις, την δυναμική του ενεργειακού συστήματος, αλλά και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του νησιού, τα οποία χρειάζονται στους υπολογισμούς και την ανάλυση των σεναρίων.

Η αξιολόγηση και η κατάταξη των σεναρίων γίνεται με την εφαρμογή μεθόδου πολυκριτήριας ανάλυσης η οποία θεωρείται από τις πιο διαδεδομένες μεθοδολογικές προσεγγίσεις σε αντίστοιχα προβλήματα. Με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης και τις παραμέτρους του προβλήματος, πραγματοποιείται επιλογή συγκεκριμένων ποσοτικών και ποιοτικών κριτηρίων (δεικτών αξιολόγησης) για την αξιολόγηση των δράσεων. Για τον προσδιορισμό της σπουδαιότητας των δεικτών ακολουθείται μια συμμετοχική διαδικασία, η οποία στηρίζεται στις απόψεις των ενδιαφερόμενων μερών, δηλ. του Δήμου, των πολιτών και των εξειδικευμένων μηχανικών κι επιστημόνων. Η ποσοτικοποίηση των δεικτών περιλαμβάνει αναλυτική μεθοδολογία για τους ενεργειακούς υπολογισμούς και τις εκτιμήσεις κόστους, ενώ για τους ποσοτικούς δείκτες, γίνεται χρήση της γνώμης των ειδικών. Συνοπτικά, η μελέτη ακολουθεί και λαμβάνει υπόψη τα επόμενα βήματα:

- Εκτίμηση υφιστάμενης κατάστασης (Πάτμος)
- Καθορισμός σεναρίων δράσεων
- Επιλογή κριτηρίων (δεικτών) αξιολόγησης των δράσεων
- Προσδιορισμός σπουδαιότητας δεικτών
- Ποσοτικοποίηση δεικτών για κάθε σενάριο
- Χρήση μοντέλου πολυκριτήριας ανάλυσης για την συγκριτική αξιολόγηση των σεναρίων δράσεων και την υποστήριξη της απόφασης στην επιλογή του βέλτιστου σεναρίου

1.3 Διάρθρωση της Εργασίας

Το περιεχόμενο της παρούσας διπλωματικής διακρίνεται στα ακόλουθα κύρια μέρη:

- Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή. Το παρόν κεφάλαιο, ξεκινά με ένα σύντομο πρόλογο για το θέμα της ενεργειακής φτώχειας και το ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει μια δίκαιη ενεργειακή μετάβαση για την αντιμετώπισή της, μαζί με τα υπόλοιπα οφέλη που παρέχει. Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή του σκοπού της εργασίας καθώς και μια σύντομη αναφορά του αντικειμένου μελέτης.
- Κεφάλαιο 2 – Το κεφάλαιο περιλαμβάνει θεωρητικά στοιχεία για το πλαίσιο, τις διαδικασίες και τις πολιτικές ενεργειακής μετάβασης σε νησιωτικές περιοχές. Ειδικότερα, δίνονται πληροφορίες σχετικά με τα ενεργειακά χαρακτηριστικά, και τις ευκαιρίες μετάβασης των νησιών στην Ευρώπη και την Ελλάδα.
- Κεφάλαιο 3 – Το κεφάλαιο αυτό, περιλαμβάνει θεωρητικά στοιχεία όπου περιγράφεται αναλυτικά το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας, το μοντέλο των ενεργειακών κοινοτήτων και η δυναμική του στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, στην προώθηση της ενεργειακής μετάβασης και της ενεργειακής δημοκρατίας, καθώς και στη δημιουργία βιώσιμης ανάπτυξης. Επιπλέον γίνεται αναφορά στο νομικό πλαίσιο που υπάρχει στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.
- Κεφάλαιο 4 – Εξετάζεται ο σχεδιασμός δράσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στη νησιωτική περιοχή της Πάτμου και παρουσιάζεται αναλυτική μεθοδολογία για την αξιολόγησή τους, στοχεύοντας στην πρόταση βέλτιστης λύσης για τα ευάλωτα νοικοκυριά και την τοπική κοινωνία. Η μελέτη περιλαμβάνει εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης, διερεύνηση και διατύπωση εναλλακτικών σεναρίων δράσεων, συμμετοχική διαδικασία σχεδιασμού, τεχνοοικονομικούς υπολογισμούς και συγκριτική αξιολόγηση με τη χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης. Ο αντίκτυπος και τα αναμενόμενα αποτελέσματα κάθε σεναρίου περιγράφονται αναλυτικά.
- Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα. Το κεφάλαιο περιέχει τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΕ ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

2.1 Ενεργειακή Μετάβαση & Ενεργειακή Πολιτική

Δεδομένου ότι σήμερα οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται συνεχώς σε παγκόσμια κλίμακα, ως επακόλουθο της πληθυσμιακής αύξησης, των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και των κλιματικών συνθηκών, η διαμόρφωση πολιτικών που προωθούν την ενεργειακή αποδοτικότητα και την εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και την ενεργειακή μετάβαση προς βιώσιμες μορφές ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του γενικότερου συνόλου δράσεων και έργων καταπολέμησης αυτών των προκλήσεων σε παγκόσμιο επίπεδο αποσκοπεί στην προώθηση «καθαρών» ενεργειακών πηγών σε συνδυασμό μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας, ενεργειακής ασφάλειας, διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας, έρευνας και καινοτομίας στον ενεργειακό τομέα, αυτό που διεθνώς καλείται «**Ενεργειακή Μετάβαση**» (Energy Transition)[11].

Ως ενεργειακή μετάβαση ορίζεται η διαδικασία της πλήρους μετάβασης του συνολικού ενεργειακού μείγματος προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), η οποία προϋποθέτει μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων (πετρελαίου και φυσικού αερίου) και αυξημένη διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας, εξοικονόμηση ενέργειας και αύξηση της ενεργειακής αυτονομίας, ανάπτυξη έξυπνων ενεργειακών συστημάτων και δικτύων, προώθηση της ηλεκτροκίνησης και σύγκλιση πολιτικών και έργων στους τομείς ενέργειας και μεταφορών.

Η μετάβαση σε μία κλιματικά ουδέτερη και βιώσιμη οικονομία απαιτεί το σχεδιασμό κατάλληλων ενεργειακών και κλιματικών πολιτικών σε παγκόσμια, περιφερειακή καθώς και τοπική κλίμακα. Για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων, η ΕΕ έχει αναπτύξει μια σειρά από πολιτικές και πρωτοβουλίες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα πεδίων και δράσεων όπως ο αειφόρος ενεργειακός σχεδιασμός και η βιώσιμη αστική κινητικότητα, καθώς και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η ανακαίνιση των παλαιών κτιρίων και η κατασκευή νέων με βάση τα απαιτούμενα πρότυπα και προδιαγραφές που ορίζουν οι αρχές της βιωσιμότητας, της τεχνολογικής ανάπτυξης και του κύκλου ζωής, η ανάπτυξη περιοχών και κοινοτήτων με θετικό ισοζύγιο ενέργειας, η αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, η ηλεκτροκίνηση, και η ενεργός συμμετοχή των πολιτών σε θέματα που αφορούν την ενέργεια, τις μεταφορές και το κλίμα.

Η Ευρώπη βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της ενεργειακής μετάβασης. Η στρατηγική της ΕΕ επιδιώκει να προστατέψει το περιβάλλον και να ελαχιστοποιήσει τους κινδύνους για το κλίμα και την ανθρώπινη υγεία. Το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια, λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τη Συμφωνία του Παρισιού (Paris Agreement)[12], έθεσε αρχικά ως στόχους 40% στη μείωση των

εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) το 2030, καθώς και 32% ποσοστό παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, και τουλάχιστον 32.5% αύξηση στην ενεργειακή αποδοτικότητα το 2030 σε σχέση με τα επίπεδα του 1999 [13].

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) [5], στόχος της Ευρώπης είναι να καταστεί το 2050 η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος στον κόσμο, προωθώντας μεταξύ άλλων δράσεις όπως είναι η κυκλική οικονομία, η ενεργειακή απόδοση και η ανάπτυξη καθαρότερων πηγών ενέργειας, καθώς και βαθιά μετασχηματιστικές πολιτικές που εστιάζουν στην έρευνα και την καινοτομία στον ενεργειακό τομέα, και το ευρύτερο φάσμα των πράσινων τεχνολογιών καθώς και οριζόντιων μέτρων που συμβάλλουν στη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια. Ειδικότερα, όπως προβλέπει ο Ευρωπαϊκός νόμος για το Κλίμα (European Climate Law)[14] που υιοθετήθηκε το 2021 για να καθορίσει όσα προβλέπονται στην Πράσινη Συμφωνία, η ΕΕ στοχεύει σε ένα πιο φιλόδοξο ενδιάμεσο στόχο για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου το 2030, επιδιώκοντας μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος κατά τουλάχιστον 55% (Fit for 55 Package) [15].

Επιπλέον, η ΕΕ για να βοηθήσει τη μετάβαση σε ένα καθαρότερο ενεργειακό μείγμα και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε κρατικό/περιφερειακό επίπεδο, πρότεινε την ανάπτυξη εθνικών σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα από τα κράτη-μέλη της (National Energy & Climate Plans-NECPs)[16], τα οποία περιλαμβάνουν στόχους για το 2030 και επίσης κάποιους μακροπρόθεσμους στόχους για το 2050.

Βασικός στόχος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι να ανοικοδομήσει την οικονομία της ΕΕ, η οποία συνδέεται και με την ενεργειακή κρίση που προκάλεσαν η πανδημία της Covid-19 και η ρωσική εισβολή στην Ουκρανία μέσω μιας πράσινης και ψηφιακής μετάβασης.

Υπό αυτό το πρίσμα, το Κύμα Ανακαινίσεων «Renovation Wave» που προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2020 θέτει ως βασικό άξονα την υλοποίηση δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος της Ευρώπης[6]. Δεδομένου ότι ο κτιριακός τομέας θεωρείται υπεύθυνος για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ και το 36% των συνολικών αερίων του θερμοκηπίου, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια είναι αναγκαία για να επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών κατά 55% έως το 2030 και η κλιματική ουδετερότητα έως το 2050[17].

Το **Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα** (ΕΣΕΚ) για την περίοδο 2021-2030 στοχεύει στην αύξηση του συνολικού μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 35% έως το 2030. Στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας το μερίδιο των ΑΠΕ στοχεύει σε άνοδο τουλάχιστον στο 60% έως το 2030. Στον τομέα θέρμανσης και ψύξης, το ποσοστό ΑΠΕ στην τελική

κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να ανέλθει σε 42.5% έως το 2030 (30.6% το 2020) ενώ στην τελική κατανάλωση ενέργειας για τις μεταφορές να αυξηθεί από 6,6% το 2020 σε 19% το 2030 [10]. Το Σχέδιο Δίκαιης Αναπτυξιακής Μετάβασης της Ελλάδας θα αξιοποιήσει συνολική επένδυση 1,63 δισεκατομμυρίων ευρώ από το Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης της ΕΕ για την απανθρακοποίηση στη Δυτική Μακεδονία, τη Μεγαλόπολη και τους παρακείμενους δήμους, καθώς και τη σταδιακή κατάργηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα στα νησιά του Βορειοανατολικού Αιγαίου και την Κρήτη [18], [19].

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στις εφαρμογές και τις τεχνικές περιορισμού των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, έχουν δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για επενδύσεις στον τομέα της ενέργειας στην ΕΕ, οι οποίες, εάν ενταχθούν σε μία αναπτυξιακή πολιτική, μπορούν να υλοποιηθούν επιτυχώς, εξασφαλίζοντας ενεργειακή, περιβαλλοντική και οικονομική βιωσιμότητα.

2.2 Ενεργειακή μετάβαση σε νησιωτικές περιοχές της ΕΕ

Οι νησιωτικές περιοχές θεωρούνται ως ιδανικές πιλοτικές τοποθεσίες που μπορούν να πρωτοστατήσουν στη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια και την βιώσιμη ανάπτυξη. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προωθεί και υποστηρίζει τα ευρωπαϊκά νησιά να αναπτύξουν και να συντάξουν σχέδια καθαρής ενεργειακής μετάβασης, τα οποία θα αποτελέσουν τους οδηγούς προς την απεξάρτηση των νησιωτικών κοινωνιών από τη χρήση τεχνολογιών άνθρακα, μέσω της ορθολογικής χρήσης ενέργειας, της μείωσης της εξάρτησης από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων και της αξιοποίησης του δυναμικού των ΑΠΕ, καθώς και να βρουν τους κατάλληλους πόρους χρηματοδότησης [20].

Για τον σκοπό αυτό, έχει συσταθεί μια ενιαία υπηρεσία χάραξης πολιτικής που υποστηρίζει τις νησιωτικές περιοχές και κοινότητες της Ευρώπης, η οποία ονομάζεται «Μετάβαση των Νησιών της ΕΕ στις Καθαρές Μορφές Ενέργειας» (Clean Energy for EU islands)[21]. Η συγκεκριμένη πρωτοβουλία ξεκίνησε τον Μάιο του 2017 με σκοπό να επιταχύνει τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια στα πάνω από 2.400 κατοικημένα νησιά της Ευρώπης. Η πρωτοβουλία λειτουργεί ως φορέας τεχνικής υποστήριξης και δίκτυο ενημέρωσης των νησιωτικών κοινοτήτων. Μέσω της γραμματείας της πρωτοβουλίας καθώς και της στελέχωσης από εθνικούς εταίρους, οι τοπικοί φορείς των νησιών μπορούν πλέον να ενημερωθούν για πολιτικές και δράσεις που σχετίζονται με τα νησιά στη χώρα τους και σε άλλες χώρες της ΕΕ.

Αρκετά νησιά σε όλη την ΕΕ εφαρμόζουν πολιτικές και έργα για την ενεργειακή τους μετάβαση για περισσότερα από 20 χρόνια, έτσι σήμερα υπάρχει ένα ευρύ φάσμα έργων για άλλα ενδιαφερόμενα νησιά καθώς και κοινότητες. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένα νησιά έχουν αναπτύξει τεχνογνωσία πάνω στην ενεργειακή τεχνολογία

και στις ενεργειακές πολιτικές, οπότε υπάρχει μια σειρά από εμπνευσμένα παραδείγματα και καλές πρακτικές από τη νησιωτική κοινότητα σε όλη την Ευρώπη, για τα υπόλοιπα, που τώρα αρχίζουν τη διαδικασία ενεργειακής μετάβασης.

Επιπλέον, στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της πρωτοβουλίας, έχει αναπτυχθεί με τη συμμετοχή ειδικών επιστημόνων, ένας στρατηγικός οδικός χάρτης βημάτων και προτάσεων για τη μετάβαση στη καθαρή ενέργεια στις νησιωτικές περιοχές και κοινότητες, που ονομάζεται Οδηγός Μετάβασης των Νησιών (Islands Transition Handbook) και αποτελεί βασικό εργαλείο για τη δημιουργία ατζέντας καθαρής ενεργειακής μετάβασης, "Clean Energy Transition Agenda (CETA)" σε κάθε νησί. Η υλοποίηση αυτής της ατζέντας απαιτεί ευρεία δέσμευση και συμμετοχή όλων των σημαντικών ενδιαφερόμενων μερών από το νησί, σύγκλιση κοινοτήτων και τοπικών αρχών σχετικά με δράσεις για το ενεργειακό σύστημα του νησιού και στόχο την απεξάρτηση από τον άνθρακα.

Η ανάπτυξη ενός σχεδίου καθαρής ενεργειακής μετάβασης του νησιού βασίζεται στην «CETA», στα τοπικά χαρακτηριστικά και τις ιδιομορφίες του νησιού καθώς και στις απόψεις και το όραμα όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Διαφέρει από τον παραδοσιακό ενεργειακό σχεδιασμό καθώς εστιάζει σε δραστηριότητες καθαρής και κοινοτικής ενέργειας που απαιτούν ενεργό ρόλο των πολιτών, συμμετοχή τοπικών επιχειρήσεων και υποστήριξη από εκπαιδευτικά και ερευνητικά ιδρύματα.

Η ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου σχεδίου δράσης που θα οδηγήσει στην πράσινη ενέργεια, τη σημαντική μείωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθώς και στο δρόμο προς την ενεργειακή δημοκρατία λέγεται Σχέδιο Καθαρής Ενεργειακής Μετάβασης. Το Σχέδιο Καθαρής Ενεργειακής Μετάβασης επικεντρώνεται στο στρατηγικό σχεδιασμό και στα στάδια της διαδικασίας μετάβασης του νησιού στην καθαρή ενέργεια. Το σχέδιο καθορίζει τα έργα και τις δράσεις που θα υλοποιηθούν, τις προτεινόμενες τεχνολογίες προς εγκατάσταση, τις κοινωνικές δραστηριότητες, τον χρόνο υλοποίησης καθώς και μεθόδους και εργαλεία χρηματοδότησης για τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια στο νησί. Βασικές δραστηριότητες της ατζέντας για τη διαμόρφωση της στρατηγικής μετάβασης είναι:

- Πολιτικές και δεσμεύσεις του νησιού, περιλαμβάνοντας τη δημιουργία κατάλληλου οργανωτικού φορέα μετάβασης (transition team), με τους ρόλους και τις ευθύνες των ενδιαφερόμενων μερών
- Μελέτη και ανάλυση της δυναμικής και των χαρακτηριστικών του νησιού
- Διερεύνηση των πολιτικών και του νομοθετικού πλαισίου που υποστηρίζει τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια του νησιού για την αναγνώριση εμποδίων και ευκαιριών.
- Διερεύνηση και προώθηση συγκεκριμένων αξόνων μετάβασης

Η δίκαιη ενεργειακή μετάβαση είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει κοινές προσπάθειες πολλών διαφορετικών εμπλεκόμενων/ενδιαφερομένων. Θα πρέπει να περιλαμβάνει τις οδηγίες και τους άξονες μετάβασης στην καθαρή ενέργεια βήμα προς βήμα, όπου οι τοπικοί παράγοντες συμπεριλαμβανομένων των εξειδικευμένων τεχνικών, των πολιτών, των επιχειρήσεων και του ακαδημαϊκού κόσμου να συμμετέχουν όλοι στον ενεργειακό και περιβαλλοντικό ανασχεδιασμό της περιοχής τους, όπως για παράδειγμα στο οικοσύστημα των νησιών.

Στη σημερινή εποχή, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, υπάρχει πληθώρα ενεργειακών συστημάτων διαθέσιμων στην αγορά για να υποστηρίξουν μια βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση για τα νησιά της Ευρώπης κι επομένως και της Ελλάδας η οποία είναι ιδιαίτερος νησιωτική χώρα. Η προώθηση και εγκατάσταση των τεχνολογιών αυτών συνήθως γίνεται μέσα από την υλοποίηση σχετικών χρηματοδοτούμενων έργων και προγραμμάτων στα νησιά (clean energy projects for EU islands) και υποστηρίζεται από μια σειρά από πολιτικές, καλές πρακτικές, και δραστηριότητες για τις ανάγκες της ενεργειακής μετάβασης. Η εφαρμογή των τεχνολογιών συνήθως συνδυάζεται με τη λήψη μέτρων κι εφαρμογή ενεργειακών λύσεων που σχετίζονται με την ενεργειακή αποδοτικότητα, τη δημιουργία ενεργειακών κοινοτήτων και την εισαγωγή έξυπνων δικτύων και συστημάτων ελέγχου. Η καταλληλότητα μιας δράσης, ενεργειακής παρέμβασης, ή μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας σε ένα νησί εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες του νησιού καθώς και τους κατά τόπους περιορισμούς για το ενεργειακό σύστημα του νησιού.

2.3 Το ενεργειακό σύστημα στις νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας

Παρά τα κοινά χαρακτηριστικά τους, τα νησιά διαφέρουν πολύ όσον αφορά τις γεωγραφικές και μορφολογικές ιδιαιτερότητες, τις γεωπολιτικές και κλιματικές συνθήκες, το ενεργειακό σύστημα και τη διαθεσιμότητα ενέργειας, την κατανομή του πληθυσμού, τα επίπεδα τουρισμού και άλλες πτυχές, τα οποία επηρεάζουν τη σταθερότητα του ενεργειακού δικτύου και δημιουργούν προκλήσεις ενεργειακού σχεδιασμού.

Η πλήρης μελέτη και ανάλυση των χαρακτηριστικών του νησιού βοηθά σημαντικά στην ανάπτυξη των δράσεων και έργων ενεργειακής μετάβασης. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν κρίσιμους παράγοντες που εξετάζονται λεπτομερώς για να δημιουργηθεί το κατάλληλο σχέδιο «ενεργειακής μετάβασης» του νησιού, και να καθοριστούν οι κύριοι άξονες τους οποίους θα ακολουθήσει η διαδικασία μετάβασης στο νησί, καθώς και τα μέτρα που πρέπει να εφαρμοστούν τόσο από την τοπική κοινωνία όσο και από τους εμπλεκόμενους φορείς.

Ένα σημαντικό βήμα μετάβασης στην καθαρή ενέργεια, είναι η διερεύνηση της δυναμικής του νησιού η οποία αναφέρεται στην υφιστάμενη κατάσταση του

ενεργειακού συστήματος καθώς και των ενεργειακών αναγκών και πόρων του νησιού. Στόχος είναι να υπάρξει μια ολοκληρωμένη εικόνα για την ηλεκτροπαραγωγή, την ενεργειακή κατανάλωση και τα περιθώρια ισχύος στο νησί, η οποία βοηθά στον καθορισμό των βασικών δράσεων και προτεραιοτήτων που θα υποστηρίξουν τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια.

Τα περισσότερα από τα ελληνικά νησιά είναι μη διασυνδεδεμένα με το κύριο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής χώρας. Από τα ελληνικά νησιά, 61 βασίζονται σήμερα σε 28 **αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα** για την κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και χαρακτηρίζονται επίσημα ως **Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ)** από την ελληνική νομοθεσία και την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)[22]. Το κύριο πρόβλημα των ΜΔΝ είναι το αυξημένο κόστος παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της χρήσης πετρελαίου το οποίο αποτελεί ένα ακριβό καύσιμο, ενώ παράλληλα αποτελεί ρυπογόνο παράγοντα για το περιβάλλον. Το μέσο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα ΜΔΝ είναι 2,5 φορές υψηλότερο από ό,τι σε περιοχές με πρόσβαση στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας [23].

Ένα από τα κύρια εμπόδια που αντιμετωπίζει ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα ΜΔΝ σχετίζεται με το γεγονός ότι οι ρυθμιζόμενες τιμές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εμποδίζουν τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια. Η έλλειψη πολιτικών για την υποστήριξη της αποθήκευσης ενέργειας είναι επίσης πολύ σημαντική, ειδικά για τα απομονωμένα συστήματα παραγωγής.

Εκτός του υψηλού κόστους ενέργειας, άλλες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα ΜΔΝ στην Ελλάδα περιλαμβάνουν προβλήματα με την ενεργειακή ασφάλεια λόγω της εξάρτησης από τις εισαγωγές πετρελαίου, τεχνικούς περιορισμούς στην εκμετάλλευση των ΑΠΕ, μεγάλη διακύμανση του φορτίου. Στην περίπτωση των ΜΔΝ, η διανομή και εμπορευματοποίηση ηλεκτρικής ενέργειας ρυθμίζονται από τον Διαχειριστή του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ). Ο ΔΕΔΔΗΕ είναι υπεύθυνος για την διαχείριση της λειτουργίας, και την ενσωμάτωση ΑΠΕ, ΣΗΘΥΑ και υβριδικών συστημάτων στα αυτόνομα μη διασυνδεδεμένα ενεργειακά δίκτυα, καθώς και για τις προδιαγραφές για τις συμβατικές (θερμικές) μονάδες παραγωγής. Τα ΜΔΝ, σύμφωνα με τον ΔΕΔΔΗΕ (Διεύθυνση Διαχείρισης Νήσων):

- Διαφέρουν σημαντικά σε έκταση και πληθυσμό άρα και σε ενεργειακές ανάγκες καθώς και σε περιθώρια διαθέσιμου ηλεκτρικού χώρου
- Έχουν ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό και αιολικό δυναμικό, άρα μεγάλες δυνατότητες για αξιοποίηση ΑΠΕ
- Δεν μπορούν να ανταλλάξουν ηλεκτρική ενέργεια με άλλα ηλεκτρικά συστήματα, παράγοντας που επηρεάζει την αξιοπιστία και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

- Εφόσον έχουν αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα, υπάρχουν συχνά προβλήματα σχετικά με τη σταθερότητα του δικτύου σε όρους τάσης και συχνότητας, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις υψηλών βαθμών διείσδυσης ΑΠΕ οι οποίες αποτελούν διακοπτόμενο φορτίο που εισέρχεται στο ηλεκτρικό σύστημα.

Δεν υπάρχουν νόμοι ή διατάξεις σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο για την ενεργειακή πολιτική στις διάφορες νησιωτικές περιοχές της χώρας. Η προώθηση πολιτικών ενεργειακής μετάβασης, σχεδίων δράσης για την ενέργεια και το κλίμα καθώς και έξυπνων δικτύων για τις νησιωτικές περιοχές της χώρας βασίζεται κυρίως στην εθνική στρατηγική και το εθνικό θεσμικό πλαίσιο [13]. Οι πολιτικές για τα απομονωμένα συστήματα έχουν ενσωματωθεί σε μεγάλο βαθμό στο Νόμο 304/2014 «Κώδικας διαχείρισης ηλεκτρικών συστημάτων μη διασυνδεδεμένων νησιών (κώδικας ΜΔΝ)» [24]. Επιπλέον, το υπάρχον κανονιστικό πλαίσιο χρειάζεται τροποποίηση στην περίπτωση των ΜΔΝ, για την υλοποίηση εφαρμογών έξυπνων δικτύων.

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) ορίζει τη δραστική μείωση των εκπομπών άνθρακα από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής και τη διαχείριση των διασυνδέσεων ως κύριο στόχο για τα ελληνικά νησιά. Ωστόσο, δεν υπάρχει συγκεκριμένη οδηγία για το πώς θα επιτευχθεί η μετάβαση στην καθαρή ενέργεια στα νησιά. Οι δράσεις περιλαμβάνουν την υλοποίηση έργων ΑΠΕ και υβριδικών σταθμών στα ΜΔΝ, καθώς και ψηφιοποίηση και αναβάθμιση του δικτύου διανομής. Η αναλογία εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών ΑΠΕ προς την συνολική δυναμικότητα παραγωγής στα ΜΔΝ είναι πάνω από 18%.

Ο κρίσιμος ρόλος των νησιών για την ενεργειακή μετάβαση και την εθνική οικονομική ανάπτυξη περιγράφεται σαφώς στο Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΔΠΑ) του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ), το οποίο αποτελεί βασικό εργαλείο σχεδιασμού και προγραμματισμού των ενεργειακών επενδύσεων [25]. Τα προτεινόμενα μέτρα επικεντρώνονται στη διασύνδεση των νησιών με το δίκτυο της ηπειρωτικής χώρας ή στην ανάπτυξη αυτοδύναμων συστημάτων ΑΠΕ, όταν οι προτεινόμενες λύσεις δεν είναι εφικτές λόγω οικονομικών ή τεχνικών περιορισμών, ενώ στοχεύουν στη σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και στα πολλαπλά περιβαλλοντικά οφέλη μέσω της αντικατάστασης των θερμικών μονάδων με ΑΠΕ.

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ

3.1 Περιγραφή της ενεργειακής φτώχειας

Το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας, ή **ενεργειακής ένδειας**, και η αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλεί στη σύγχρονη κοινωνία αποτελούν μια παγκόσμια πρόκληση που επηρεάζει εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων τόσο των αναπτυγμένων όσο και των αναπτυσσόμενων χωρών. Η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα σύνθετο και πολύπλευρο ζήτημα που χαρακτηρίζεται από αδυναμία κάλυψης των ενεργειακών αναγκών και περιορισμένη πρόσβαση σε ενεργειακές πηγές, καθώς και βασικές ενεργειακές χρήσεις και υπηρεσίες, για διάφορες ομάδες του πληθυσμού, επηρεάζοντας όμως δυσανάλογα τις ευάλωτες, ευπαθείς και περιθωριοποιημένες κοινότητες [26].

Παρόλο που δεν υπάρχει ακόμα ένας κοινός κι επίσημος πανευρωπαϊκός ορισμός της ενεργειακής φτώχειας, είναι πλέον ευρέως αποδεκτό ότι η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί πρόβλημα σε πολλά κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), και παρατηρείται ακόμα και στις οικονομικά πιο εύρωστες χώρες. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, **γύρω στα 50 εκατομμύρια ανθρώπων στην Ευρωπαϊκή Ένωση** ζουν σε συνθήκες ενεργειακής φτώχειας [27].

Ενεργειακή Φτώχεια

Ως ενεργειακή φτώχεια χαρακτηρίζεται ο αποκλεισμός ή η ανεπαρκής πρόσβαση των νοικοκυριών στην ενέργεια [27], δηλαδή η κατάσταση όπου «τα άτομα ή τα νοικοκυριά δεν είναι σε θέση να καλύψουν βασικές ενεργειακές ανάγκες όπως να εξασφαλίσουν επαρκή/ικανοποιητική θέρμανση/ψύξη στα σπίτια τους, ή να έχουν πρόσβαση σε άλλες ενεργειακές υπηρεσίες [28]. Συνήθως οι λογαριασμοί ενέργειας αντιπροσωπεύουν υψηλό ποσοστό του εισοδήματος ή η κατανάλωση ενέργειας του νοικοκυριού πρέπει να μειωθεί σε βαθμό που επηρεάζει αρνητικά την υγεία και την ευημερία των ανθρώπων.

Η ενέργεια διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο σε διάφορες πτυχές της καθημερινής ζωής, όπως η θέρμανση και ψύξη χώρων, ο φωτισμός, η ετοιμασία φαγητού, η απρόσκοπτη εκτέλεση και λειτουργία διαφόρων διαδικασιών και η πρόσβαση σε πληροφορίες. Η ενεργειακή φτώχεια σχετίζεται με την ύπαρξη, επίδραση και αλληλεξάρτηση διαφόρων παραγόντων όπως η συνεχής αύξηση των τιμών προμήθειας ενέργειας, η αδυναμία των εισοδημάτων να καλύψουν τους λογαριασμούς των νοικοκυριών, η ανεπαρκής ενεργειακή απόδοση στα κτίρια κατοικιών, τα υψηλά επίπεδα ανεργίας, οι ραγδαίες αλλαγές στον τομέα της ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, οι οποίοι έχουν αποδεδειγμένα αρνητικές κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές συνέπειες, εντείνουν την κοινωνική

ανισότητα, εμποδίζουν την οικονομική ανάπτυξη και εγκυμονούν σημαντικούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, την ποιότητα ζωής και το περιβάλλον. Από τους διάφορες παράγοντες, οι 3 κυριότερες αιτίες του φαινομένου θεωρούνται:

- Το χαμηλό εισόδημα/η αδυναμία για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών
- Τα χαμηλά επίπεδα ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
- Οι υψηλές τιμές ενέργειας

Ωστόσο, η ενεργειακή φτώχεια εμφανίζεται σε τοπικό επίπεδο, γεγονός το οποίο καθιστά δύσκολη την ακριβή επίδρασή της. Στην πραγματικότητα, το φαινόμενο έχει άμεση σχέση με τα χαρακτηριστικά της περιοχής, δηλαδή τη γεωγραφική θέση, τις κλιματικές συνθήκες, την κατάσταση και τον τύπο των κτιρίων, τον διαθέσιμο εξοπλισμό θέρμανσης/ψύξης και συσκευών, ακόμα και τοπικές ή ευρύτερες γεωπολιτικές πτυχές που μπορεί να επηρεάζουν τις τιμές της ενέργειας, καθώς και με πτυχές του πληθυσμού και των νοικοκυριών, όσον αφορά την ηλικία, την κατάσταση υγείας ή τη σύνθεση του νοικοκυριού, αλλά, και άλλα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία που μπορούν να επιδεινώσουν την κατάσταση [29].

Η εφαρμογή ίσων δικαιωμάτων και η εξασφάλιση των απαιτούμενων προμηθειών στην ενέργεια ήταν ήδη μια μεγάλη πρόκληση και δέσμευση στην ΕΕ, με **1 στα 4 νοικοκυριά** να αντιμετωπίζει προβλήματα ενεργειακής φτώχειας πριν από την υγειονομική κρίση [30]. Η πανδημία COVID-19 επιδείνωσε περαιτέρω αυτή την κατάσταση καθώς, εκτός από τους οικονομικούς περιορισμούς, τα συνεχόμενα lockdown είχαν οδηγήσει σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας λόγω του περισσότερου χρόνου παραμονής στο σπίτι και των πρακτικών τηλεργασίας. Επιπλέον, ο πόλεμος της Ρωσίας κατά της Ουκρανίας και η απόφαση της Ρωσίας να αναστείλει την παροχή φυσικού αερίου σε πολλά κράτη/μέλη της ΕΕ έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την αγορά ενέργειας, οδηγώντας σε μια ενεργειακή κρίση με πολύ μεγάλες αυξήσεις στις τιμές των ενεργειακών προϊόντων και προβλήματα ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού [31]. Αξιοσημείωτο είναι ότι το 2022 οι τιμές της ενέργειας έφτασαν στα υψηλότερα επίπεδα όλων των εποχών.

3.2 Στοιχεία για την Ενεργειακή Φτώχεια στην ΕΕ και την Ελλάδα

Η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα πολυδιάστατο ζήτημα και επομένως δεν μπορεί να μετρηθεί με έναν μόνο δείκτη. Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) 2018/1999 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, η Επιτροπή οφείλει να παρέχει ενδεικτικές κατευθύνσεις σχετικά με κατάλληλους δείκτες για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας και τον προσδιορισμό των πληττόμενων νοικοκυριών [32].

Τα αποτελέσματα των προσπαθειών που έχουν γίνει για τον ποσοτικό καθορισμό και τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας, αποκαλύπτουν το πραγματικό μέγεθος του φαινομένου. Παρόλο που δεν υπάρχει επίσημος ορισμός της ενεργειακής φτώχειας σε επίπεδο ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τα κράτη μέλη παρακολουθούν

και αναλύουν την εξέλιξη του φαινομένου συστηματικά, εστιάζοντας σε μια σειρά πτυχών, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών δαπανών σε σχέση με το εισόδημα, της αδυναμίας ικανοποίησης βασικών ενεργειακών αναγκών, την ανεπάρκεια των συνθηκών στέγασης, τις καθυστερήσεις σε λογαριασμούς κοινής ωφελείας και την αδυναμία διατήρησης του σπιτιού σε επίπεδα θερμικής άνεσης.

Ωστόσο, υπάρχουν και αρκετοί δείκτες έμμεσης μέτρησης του φαινομένου, που αναφέρονται σε σημαντικές παραμέτρους σχετικές με το ζήτημα, όπως οι τιμές ενέργειας, ο κίνδυνος φτώχειας ή κοινωνικού αποκλεισμού, οι ενεργειακές δαπάνες σε διαφορετικές ομάδες εισοδήματος, ο αριθμός δωματίων που αντιστοιχεί ανά άτομο, το ποσοστό κατοικιών με ενεργειακή πιστοποίηση A; οι εγκαταστάσεις κλιματισμού, η υπερβαίνουσα χειμερινή θνησιμότητα, το μερίδιο πληθυσμού με προβλήματα διαρροής, υγρασίας ή σήψης στην κατοικία τους, η τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο στον οικιακό τομέα με συντελεστή κλιματικής διόρθωσης. Τα κράτη-μέλη έχουν καθορίσει επίσης δικούς τους ορισμούς, δείκτες αξιολόγησης, και μετρήσεις σε εθνικό επίπεδο για την μελέτη του φαινομένου [30].

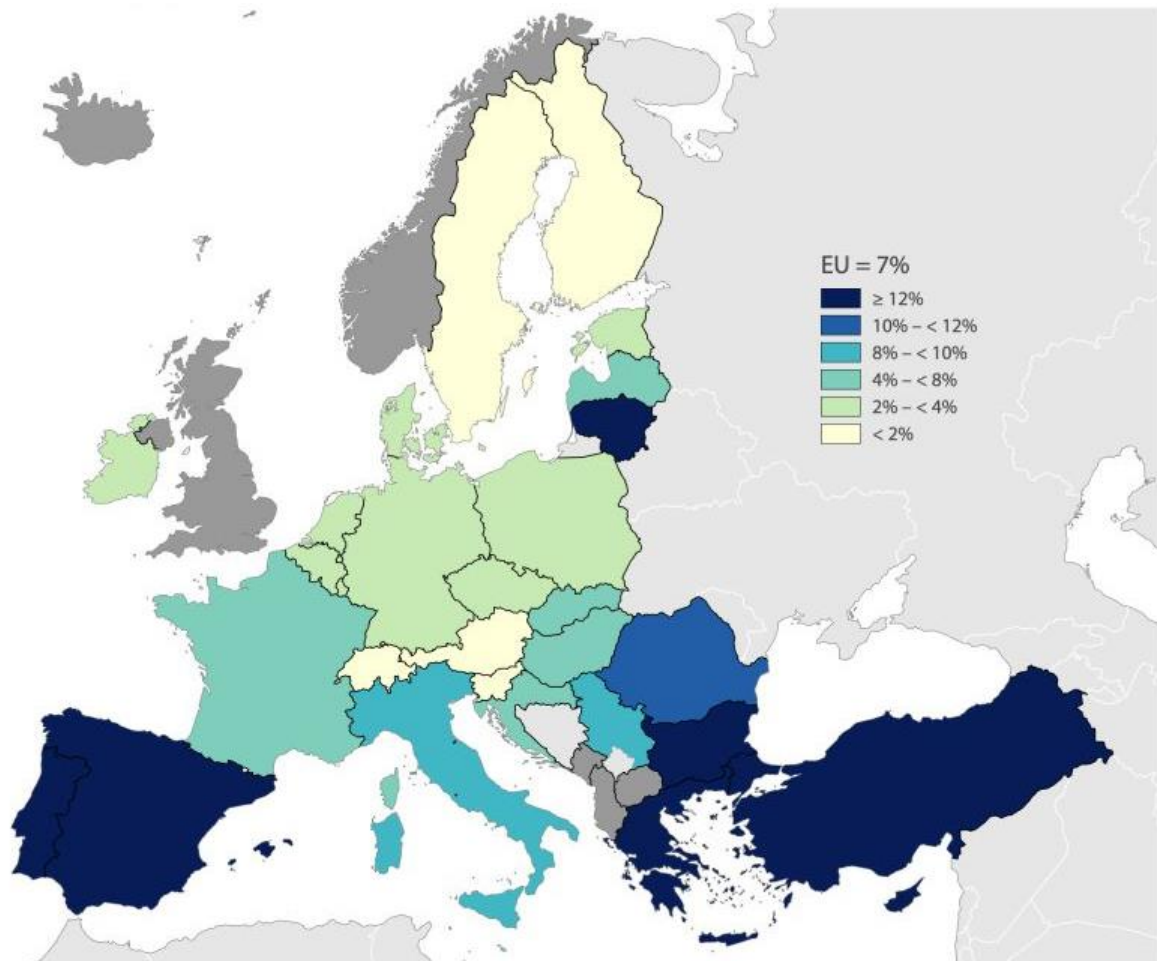
Το Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας (**Energy Poverty Observatory**)¹ της ΕΕ εξέδωσε το 2020 ένα οδηγό για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας ορίζοντας συνολικά 28 δείκτες κι επιλέγοντας 4 από αυτούς ως κύριους δείκτες για τον συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής φτώχειας στα κράτη/μέλη της ΕΕ [2]:

- Αδυναμία εκπλήρωσης ικανοποιητικής θέρμανσης στις κατοικίες: ποσοστό % του συνολικού πληθυσμού ή % των νοικοκυριών με αδυναμία διατήρησης του σπιτιού σε επίπεδα επαρκούς θέρμανσης (**Inability to keep home adequately warm**)
- Αδυναμία αποπληρωμής λογαριασμών ενέργειας στους οργανισμούς κοινής ωφελείας: ποσοστό % του συνολικού πληθυσμού ή % των νοικοκυριών με καθυστερήσεις πληρωμής λογαριασμών (**Arrears on utility bills**)
- Δείκτης 2M – Υψηλό ποσοστό της ενεργειακής δαπάνης επί του οικογενειακού εισοδήματος. Αριθμός νοικοκυριών ή ποσοστό νοικοκυριών (%) με μέρος των ενεργειακών δαπανών στο εισόδημα > διπλάσιο της διαμέσου σε εθνικό επίπεδο (**High share of energy expenditure in income, 2M**)
- Δείκτης M/2 – Αριθμός ή ποσοστό νοικοκυριών (%) στα οποία οι απόλυτες ενεργειακές δαπάνες <1/2 της διαμέσου σε εθνικό επίπεδο (**Low absolute energy expenditure, M/2**)

Σύμφωνα με τελευταία στοιχεία της Eurostat, το 2021, κατά μέσο όρο, το 7% περίπου του πληθυσμού της ΕΕ δεν μπόρεσε να διατηρήσει το σπίτι του επαρκώς ζεστό.

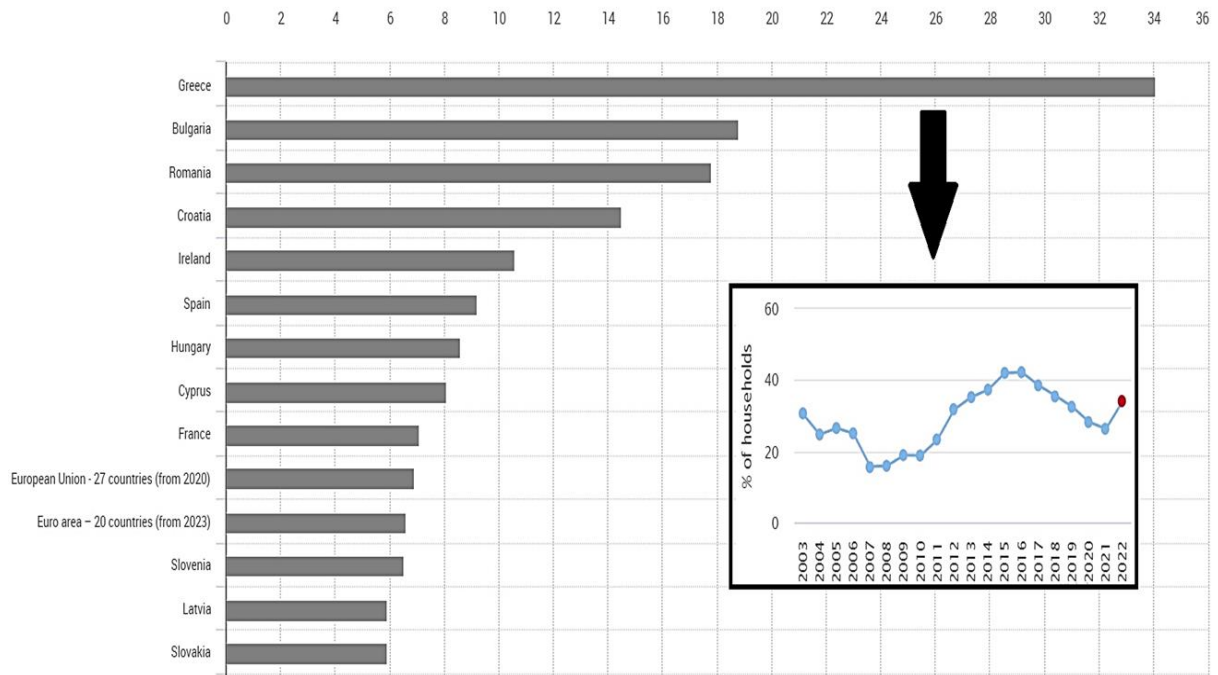
¹Το Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας είναι το προηγούμενο όργανο πληροφόρησης, ανταλλαγής γνώσεων και βέλτιστων πρακτικών σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια στην ΕΕ, το ρόλο του οποίου έχει αναλάβει πλέον ο Συμβουλευτικός Κόμβος για την Ενεργειακή Φτώχεια

Ωστόσο, η κατάσταση είναι αρκετά διαφορετική μεταξύ των χωρών της ΕΕ, με το μεγαλύτερα ποσοστά να αναφέρονται στη Βουλγαρία (24%), στη Λιθουανία (23%), στην Κύπρο (19%), στην Ελλάδα (18%) και στην Πορτογαλία (16%), και τα χαμηλότερα να καταγράφονται στη Φινλανδία (1%), καθώς και τη Σουηδία, τη Σλοβενία και την Αυστρία (κάτω από 2%).



Εικόνα 1: Αδυναμία διατήρησης εσωτερικής θερμοκρασίας σε επίπεδα επαρκούς θερμικής άνεσης - % του συνολικού πληθυσμού (2021) - Πηγή: Eurostat (Arrears on utility bills)

Επιπλέον, σε ότι αφορά την Ελλάδα, όπως φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα, η χώρα μας παρουσίασε για το έτος 2022, το υψηλότερο ποσοστό νοικοκυριών (34.1%) με καθυστερήσεις πληρωμών σε λογαριασμούς για ενεργειακές υπηρεσίες (Arrears on utility bills). Συγκεκριμένα, για το έτος 2022 παρατηρήθηκε ύστερα από χρόνια αύξηση του συγκεκριμένου δείκτη, όπως παρατηρείται από το διάγραμμα.



Διάγραμμα 1: Ποσοστό νοικοκυριών (%) με αδυναμία αποπληρωμής λογαριασμών ενέργειας (2022),
 Πηγή: Eurostat

3.3 Πολιτικές για την ενεργειακή φτώχεια

3.3.1 Πολιτικές για την ενεργειακή φτώχεια σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί σημαντική ανησυχία σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και η ΕΕ έχει εφαρμόσει διάφορες πολιτικές και πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος. Ακολουθούν ορισμένες βασικές ενεργειακές πολιτικές της ΕΕ που στοχεύουν στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας:

Η έννοια της ενεργειακής φτώχειας είναι κεντρική στο πακέτο "**Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους**"[3], μια σειρά νομοθετικών μέτρων για τη δίκαιη ενεργειακή μετάβαση, παρέχοντας γενικές αρχές και πληροφορίες σχετικά με τις πιθανές αιτίες και επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας και τονίζοντας τη σημασία των πολιτικών για την αντιμετώπιση του προβλήματος, ιδίως εκείνων που συνδέονται με τα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) και τις Μακροπρόθεσμες Στρατηγικές Ανακαίνισης². Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνώρισε ότι οι ενεργειακές κοινότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή μετάβαση της Ευρώπης, παρέχοντας για πρώτη φορά νομική αναγνώριση στους μικρότερους φορείς, δηλαδή τους συνεταιρισμούς πολιτών και άλλους τοπικούς φορείς που αναπτύσσουν τα λεγόμενα έργα «ενεργειακών κοινοτήτων».

Η ενεργειακή φτώχεια βρίσκεται στο επίκεντρο και της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (**European Green Deal**)[5], μέσω της οποίας η ΕΕ ανακοινώνει πως θα διασφαλίσει ότι υπάρχουν ευκαιρίες για όλους, στηρίζοντας τους ευάλωτους πολίτες για την αντιμετώπιση των ανισοτήτων και της ενεργειακής φτώχειας. Μέσω της στρατηγικής Κύμα Ανακαίνισης (Renovation Wave) που προωθεί την αύξηση των ανακαινίσεων των κτιρίων, η ΕΕ στοχεύει να ενισχύσει την υγεία και την ευημερία των ευάλωτων ατόμων, μειώνοντας παράλληλα τους λογαριασμούς ενέργειας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 18/05/2022 δημοσίευσε το πακέτο μέτρων με τον τίτλο "**REPowerEU Plan**", το οποίο περιλαμβάνει μεταξύ άλλων την στρατηγική για την ηλιακή ενέργεια και μια έκθεση με συστάσεις σχετικά με την επιτάχυνση των αδειοδοτικών διαδικασιών έργων ΑΠΕ [33]. Το πλάνο αυτό αναγνωρίζει τις ενεργειακές κοινότητες σαν μέρος της λύσης για την απεξάρτηση από το ρωσικό φυσικό αέριο και τα ορυκτά καύσιμα και αντιμετωπίζει την ενεργή συμμετοχή των πολιτών στην αγορά ενέργειας ως έναν σημαντικό πυλώνα που θα ενισχύσει τον τοπικό ενεργειακό εφοδιασμό. Εκτός από την αναγνώριση, η Ελλάδα προχώρησε με την ενσωμάτωση των ευρωπαϊκών διατάξεων για τις ενεργειακές κοινότητες και την υιοθέτηση συγκεκριμένων στόχων σε εθνικό και τοπικό επίπεδο για την

² ΣΥΣΤΑΣΗ (ΕΕ) 2020/1563 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 14ης Οκτωβρίου 2020 σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια

προώθηση και σύσταση ενεργειακών κοινοτήτων με την άμεση συμμετοχή των πολιτών.

Η Οδηγία (ΕΕ) 2012/27 για την ενεργειακή απόδοση (EED) θέτει ένα πλαίσιο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε ολόκληρη την ΕΕ [34]. Θεσπίζει δεσμευτικά μέτρα για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια, τη βιομηχανία και το δημόσιο τομέα. Η οδηγία περιλαμβάνει διατάξεις για την υποστήριξη των ευάλωτων καταναλωτών, όπως το δικαίωμα πρόσβασης σε ενεργειακές υπηρεσίες, μέτρα ενεργειακής απόδοσης και προστασία από την αποσύνδεση.

Η Οδηγία (ΕΕ) 2018/844 για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων (EPBD) εστιάζει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Απαιτεί από τα κράτη μέλη να θεσπίσουν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και να προωθήσουν την ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων. Η οδηγία τονίζει επίσης την ανάγκη να αντιμετωπιστεί η ενεργειακή φτώχεια και να διασφαλιστεί ότι οι ευάλωτοι καταναλωτές έχουν πρόσβαση σε οικονομικά προσιτές ενεργειακές υπηρεσίες [35].

Ενεργειακός οδικός χάρτης κοινωνικής πολιτικής: Ο ενεργειακός οδικός χάρτης κοινωνικής πολιτικής της ΕΕ στοχεύει στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας αναπτύσσοντας ολοκληρωμένες πολιτικές σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο. Προωθεί την κοινωνική καινοτομία, τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας. Ο χάρτης ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν στοχευμένα μέτρα για την υποστήριξη των ευάλωτων νοικοκυριών και τη βελτίωση της πρόσβασής τους σε οικονομικά προσιτή ενέργεια [36].

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)[37] παρέχει οικονομική υποστήριξη στα κράτη μέλη της ΕΕ για επενδύσεις στην ενεργειακή απόδοση, τις ΑΠΕ και τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Αυτές οι επενδύσεις μπορούν να συμβάλουν στη μείωση του ενεργειακού κόστους και στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης για τα νοικοκυριά που πλήττονται από την ενεργειακή φτώχεια.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι 17 στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης που υιοθετήθηκαν από τα Ηνωμένα Έθνη το 2015 για να προωθήσουν και να υποστηρίξουν ένα ευρύτερο πλαίσιο για την υλοποίηση δράσεων και πολιτικών που προάγουν την κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα (**Sustainable Development Goals – SDGs**) αποσκοπούν να λειτουργήσουν ως καθολική έκκληση για δράση από τις χώρες, για τη λήψη μιας σειράς μέτρων που περιλαμβάνουν τον τερματισμό της φτώχειας, την προστασία του πλανήτη και τη διασφάλιση ειρήνης, ισότητας και ευημερίας για όλους μέχρι το 2030 [38].

3.3.2 Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες και έργα για την ενεργειακή φτώχεια Σύμφωνο των Δημάρχων (Covenant of Mayors)

Το Σύμφωνο των Δημάρχων [39] είναι η κορυφαία πρωτοβουλία στην ΕΕ για το Κλίμα και την Ενέργεια μέσω της οποίας οι τοπικοί φορείς δεσμεύονται να υλοποιήσουν δράσεις με βάση 3 πυλώνες - **μετριασμό των εκπομπών** (mitigation), **προσαρμογή** στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής (adaptation), και **μείωση της ενεργειακής φτώχειας** (energy poverty) - με σκοπό να εξασφαλίσουν μια **δίκαιη μετάβαση** κι ένα καλύτερο μέλλον για τους πολίτες. Με βάση τη συγκεκριμένη πρωτοβουλία, δήμοι όλων των κρατών μελών της ΕΕ έχουν προχωρήσει στην ανάπτυξη και υλοποίηση χωρικών σχεδίων και δράσεων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και του αποτυπώματος άνθρακα.

Το Σύμφωνο των Δημάρχων εφαρμόζει πολιτικές και μέτρα για την ενσωμάτωση του πυλώνα της ενεργειακής φτώχειας στα **Σχέδια Δράσης** των δήμων **για την Αειφόρο Ενέργεια και το Κλίμα** (ΣΔΑΕΚ). Σε συνεργασία με το Joint Research Centre (JRC) και το Energy Poverty Advisory Hub (EPAH), και τη σύμπραξη μιας ομάδας ειδικών σε θέματα ενεργειακού σχεδιασμού, ο φορέας υποστήριξης των δήμων ανέπτυξε μεθοδολογία διάγνωσης, σχεδιασμού και υλοποίησης των δράσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στην Ευρώπη [40]. Το όραμα της πρωτοβουλίας είναι πλήρως ευθυγραμμισμένο με το μακροπρόθεσμο στόχο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για κλιματικά ουδέτερες και ανθεκτικές πόλεις με πρόσβαση σε καθαρή, οικονομικά προσιτή, ασφαλή και βιώσιμη ενέργεια μέχρι το 2050. (Ref:www.covenantofmayors.eu)



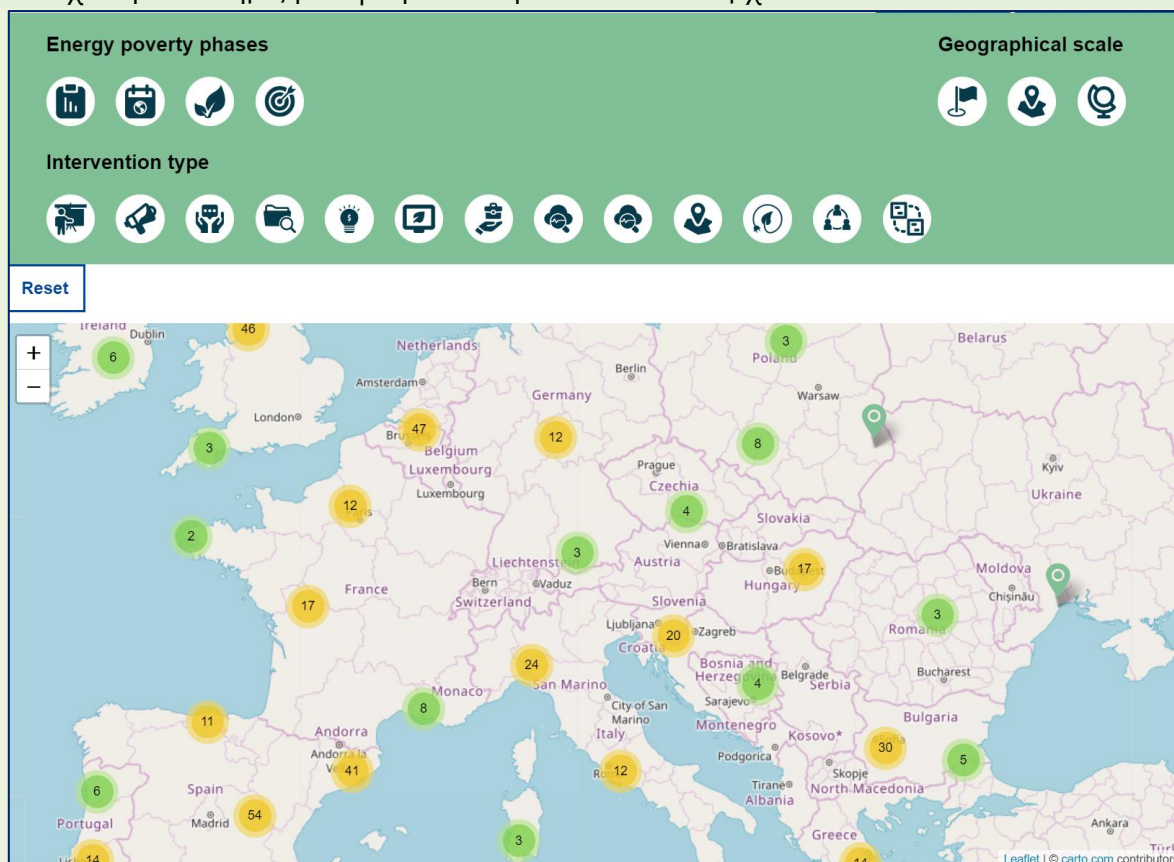
Εικόνα 2: Οι 3 πυλώνες δράσεων – Σύμφωνο των Δημάρχων, Πηγή: CoM

Το Σύμφωνο των Δημάρχων της ΕΕ έχει κινητοποιήσει τους δήμους και τις τοπικές αρχές των πόλεων της ΕΕ να συστρατευτούν για την επιτάχυνση της απανθρακοποίησης αλλά και της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στις πόλεις, δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα στους πολίτες να έχουν πρόσβαση σε ασφαλή, βιώσιμη και καθαρή ενέργεια.

Συμβουλευτικός Κόμβος Ενεργειακής Φτώχειας (Energy Poverty Advisory Hub)

Ο Συμβουλευτικός Κόμβος Ενεργειακής Φτώχειας (EPAH) είναι η νέα πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Κομισιόν) για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας και την επιτάχυνση της δίκαιης ενεργειακής μετάβασης [41]. Το Energy Poverty Advisory Hub συνεχίζει την προσπάθεια που έκανε τα προηγούμενα χρόνια το Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας της ΕΕ (Energy Poverty Observatory) με στόχο να βοηθήσει τα κράτη-μέλη στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, προσφέροντας πόρους, τεχνογνωσία και καθοδήγηση σχετικά με την υλοποίηση συγκεκριμένων δράσεων για την ενεργειακή φτώχεια, όπως:

- Δημοσιεύσεις/ερευνητικά αποτελέσματα για το θέμα της ενεργειακής φτώχειας
- παρακολούθηση και ανάλυση δεικτών ενεργειακής φτώχειας, καταλήγοντας τελικά σε 21 δείκτες μέτρησης και αποτίμησης της εξέλιξης του φαινομένου [42].
- επισκόπηση, χάραξη και αναθεώρηση πολιτικών για την ενεργειακή φτώχεια
- διαδραστικό ηλεκτρονικό χάρτη (EPAH ATLAS), η οποία στηρίζεται σε μια βάση δεδομένων που περιλαμβάνει τοπικά, περιφερειακά και εθνικά έργα και μέτρα αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας παγκοσμίως (Εικόνα 3)
- μαθήματα, πρακτικές και εκπαιδευτικό υλικό για γνώση και ανάπτυξη ικανοτήτων σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια
- τεχνική υποστήριξη και βοήθεια στη των τοπικών αρχών.



Εικόνα 3: Διαδραστικός ηλεκτρονικός χάρτης έργων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας Πηγή: Energy Poverty Advisory Hub (EPAH)

Επιπλέον, με σκοπό τη διερεύνηση των βασικών χαρακτηριστικών των μεθοδολογικών προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται στην ΕΕ για την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας και την ενίσχυση των ευάλωτων κοινωνικών ομάδων, πραγματοποιήθηκε μια ανασκόπηση υφιστάμενων ερευνητικών έργων (π.χ. Η2020 κλπ.) στο πλαίσιο της ΕΕ. Ο παρακάτω Πίνακας περιλαμβάνει μια λίστα των κυριότερων έργων των οποίων τα θέματα σχετίζονται με την ενεργειακή φτώχεια και την ενεργειακή αποδοτικότητα σε ευάλωτες περιοχές.

Πίνακας 1: Ερευνητικά έργα για την ενεργειακή φτώχεια σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Έργο	Σύντομη Περιγραφή
	<p>Το POWERPOOR στοχεύει στην ανάπτυξη προγραμμάτων και δράσεων για τη στήριξη των ενεργειακά φτωχών πολιτών σε 8 Ευρωπαϊκές χώρες μέσω συμβουλευτικής πιστοποιημένων ειδικών σε θέματα υλοποίησης παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης και ΑΠΕ, καθώς και προώθησης συμμετοχικών σχημάτων χρηματοδότησης όπως η σύσταση ενεργειακών κοινοτήτων και το crowdfunding, διευκολύνοντας την ανταλλαγή εμπειριών και τη διάδοση γνώσεων και αυξάνοντας την ενεργό συμμετοχή των πολιτών [43].</p>
	<p>Το SocialWatt αποσκοπεί στη σύνδεση των ενδιαφερόμενων μερών από 11 χώρες σε όλη την Ευρώπη για την υιοθέτηση καινοτόμων μέτρων αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας σύμφωνα με το άρθρο 7 της Οδηγίας (ΕΕ) 2012/27 για την ενεργειακή απόδοση. Τα εργαλεία που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του έργου στοχεύουν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και τους παρόχους ενέργειας στον προσδιορισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, και στο σχεδιασμό δράσεων που εστιάζουν στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κατοικιών τους [44].</p>
	<p>Το ComAct στοχεύει στην βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων πολυκατοικιών σε 5 Ευρωπαϊκές χώρες στις περιοχές της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης και της πρώην Σοβιετικής Ένωσης ώστε να βοηθήσει τις πιο ευάλωτες κοινότητες στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας [45].</p>
	<p>Το ENPOR στοχεύει στην αντιμετώπιση 2 προκλήσεων σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια, τη μέτρηση και τον καθορισμό του φαινομένου στον τομέα των ενοικιαζόμενων ακινήτων, και την εφαρμογή μέτρων ενεργειακής απόδοσης για την καταπολέμησή της, παρέχοντας υποστήριξη τόσο στους ενοικιαστές όσο και τους ιδιοκτήτες [46].</p>
	<p>Το ENGAGER είναι ένα ερευνητικό δίκτυο της πρωτοβουλίας «Ευρωπαϊκή Συνεργασία στην Επιστήμη και την Τεχνολογία» (Cooperation in Science and Technology - COST) και στοχεύει στην ανάπτυξη μιας διεθνούς κοινότητας ερευνητών και επαγγελματιών που επικεντρώνονται στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας στην Ευρώπη. Το δίκτυο αριθμεί σήμερα περισσότερα από 200 μέλη σε πάνω από 40 χώρες [47].</p>

3.3.3 Πολιτικές για την ενεργειακή φτώχεια σε εθνικό επίπεδο

Εθνικό Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας

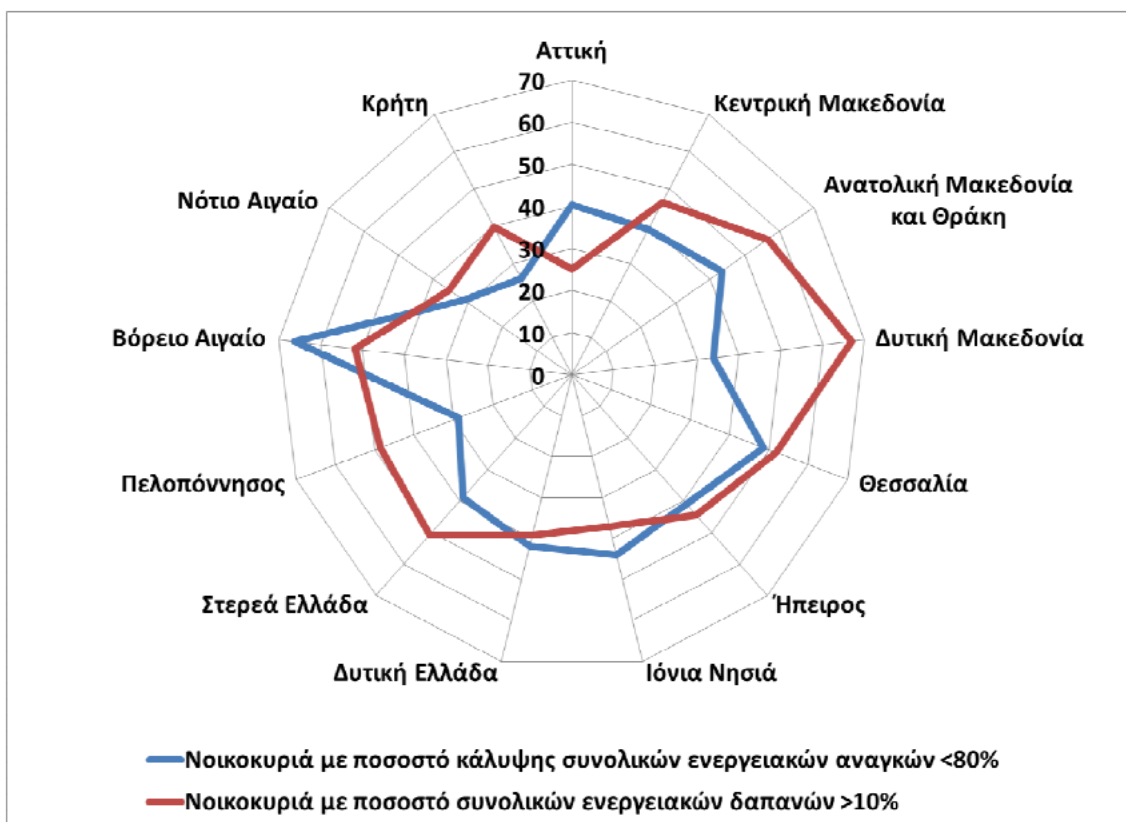
Το Εθνικό Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας αναπτύχθηκε από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) το 2014 και στοχεύει στην ενημέρωση του κοινού και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής για την ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα [48]. Το παρατηρητήριο λειτουργεί ως όργανο πληροφόρησης, έχοντας αναπτύξει συγκεκριμένη μεθοδολογία για την εκτίμηση των πραγματικών επιπέδων ενεργειακής φτώχειας στη χώρα μας, ώστε να συμβάλλει τόσο στην άσκηση αποτελεσματικότερης ενεργειακής πολιτικής με στόχο την επίτευξη οικονομικής και κοινωνικής συνοχής, όσο και στον προσδιορισμό των συνθηκών που εντείνουν το φαινόμενο και μέτρων αντιμετώπισης του.

Η μεθοδολογία έχει σχεδιαστεί με στόχο να αξιοποιούνται τα δεδομένα που συλλέγονται σε ετήσια βάση από την Έρευνα Οικογενειακού Προϋπολογισμού, η οποία διενεργείται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)[49], καθώς και επιπλέον δεδομένα τα οποία αφορούν στα δημογραφικά χαρακτηριστικά του νοικοκυριού, τις κλιματικές συνθήκες, τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κτιρίου κ.λπ. Οι δύο βασικοί δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των επιπέδων ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα είναι:

1. Ποσοστό κάλυψης των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών
2. Ποσοστό του εισοδήματος που δαπανάται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία του ΚΑΠΕ, το ποσοστό κάλυψης των βασικών ενεργειακών αναγκών υπολογίζεται ως ο λόγος της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας προς τη θεωρητικά απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας, και αποτελεί ένδειξη ενεργειακής φτώχειας, όταν τα νοικοκυριά αδυνατούν να καλύψουν τουλάχιστον το 80% των ενεργειακών τους αναγκών.

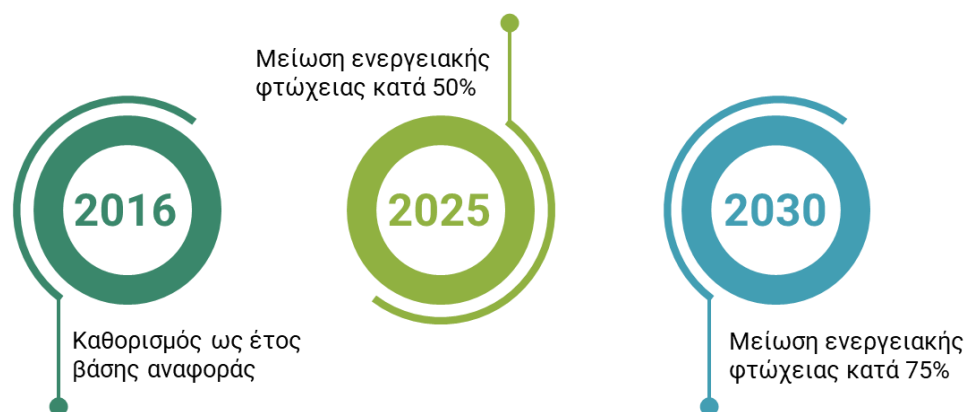
Το ποσοστό του ετήσιου εισοδήματος που δαπανάται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ορίζει το δείκτη «ποσοστό πραγματικών ενεργειακών δαπανών» του νοικοκυριού, και πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 10% για την ένδειξη ενεργειακής φτώχειας. Στο ακόλουθο διάγραμμα παριστάνονται οι 2 δείκτες όταν είχαν υπολογιστεί για το έτος 2011 σε επίπεδο περιφέρειας, με το ποσοστό των πληττόμενων νοικοκυριών να εκτιμάται γύρω στο 40%.



Διάγραμμα 2: Ποσοστό (%) πληττόμενων νοικοκυριών σε επίπεδο περιφέρειας (ΚΑΠΕ, 2011)

Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)

Στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)[10], η αντιμετώπιση του φαινομένου αποτελεί προτεραιότητα και σημαντική πρόκληση έως το έτος 2030 προκειμένου να επιτευχθεί η αντιστροφή των επιπτώσεων στην ελληνική κοινωνία. Αξίζει να αναφερθεί πως η Ελλάδα είναι μόνη χώρα στην ΕΕ, η οποία έχει θέσει συγκεκριμένους στόχους για τη μείωση της ενεργειακής φτώχειας κατά 50% έως το 2025 και κατά 75% έως το 2030.



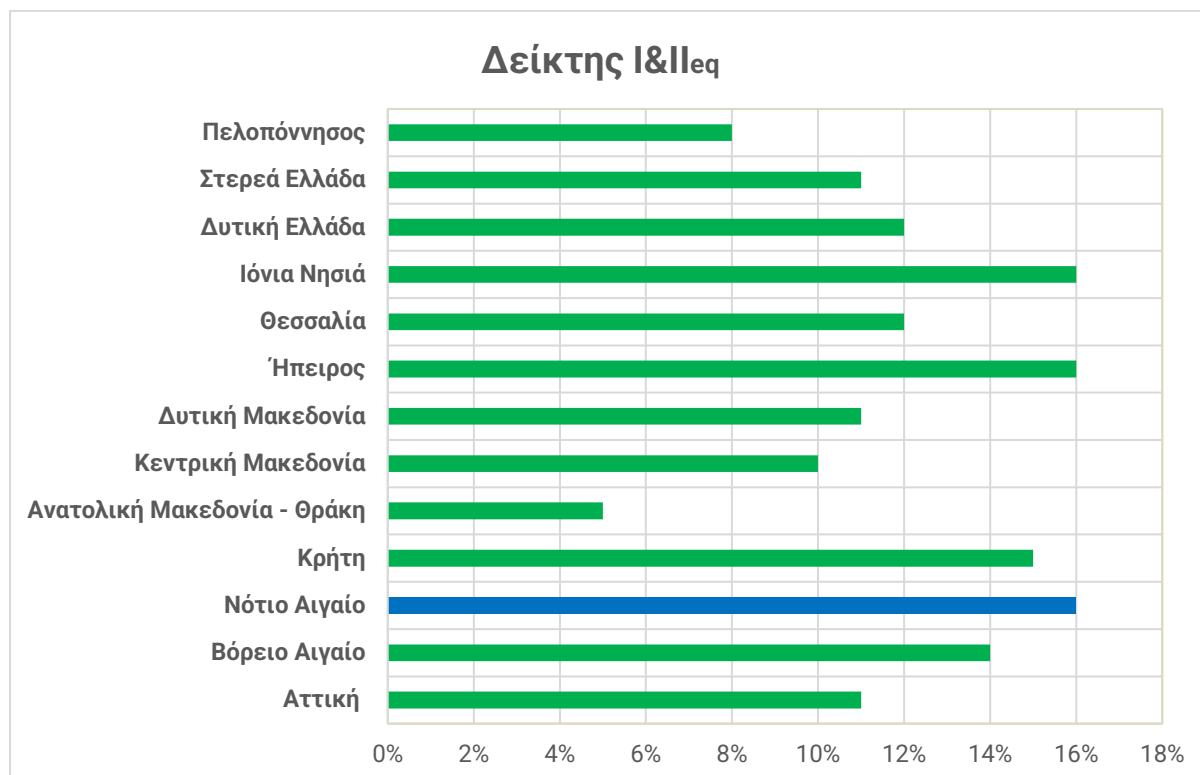
Σχήμα 1: Ποσοτικοί στόχοι για την ενεργειακή φτώχεια στο πλαίσιο του ΕΣΕΚ (2019)

Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Αντιμετώπιση της Ενεργειακής Ένδειας

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Αντιμετώπιση της Ενεργειακής Ένδειας (ΣΔΕΕ) 2021-2023 καθορίζει το μεθοδολογικό πλαίσιο για την εκτίμηση του φαινομένου, καθώς κι ένα σύνολο μέτρων πολιτικής, κινήτρων και επιδοτούμενων δράσεων για τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά, στο πλαίσιο της εφαρμογής μιας συνεκτικής και αποτελεσματικής στρατηγικής, η οποία στοχεύει στη μόνιμη, και μακροπρόθεσμη καταπολέμηση του φαινομένου της ενεργειακής ένδειας [50]. Το Σχέδιο Δράσης (ΣΔΕΕ, 2021) ορίζει έναν σύνθετο και συνδυαστικό δείκτη, τον **Δείκτη I&Ileq**, ως βασικό δείκτη για τον προσδιορισμό των πληττόμενων νοικοκυριών και την παρακολούθηση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας στη χώρα.

- ✓ Συνθήκη I: Το ετήσιο **κόστος** της συνολικής **ενεργειακής κατανάλωσης** κάθε νοικοκυριού να είναι χαμηλότερο από το 80% του ετήσιου κόστους του για την κάλυψη της ελάχιστης απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας
- ✓ Συνθήκη Ileq: Το **ανοιγμένο καθαρό εισόδημα** κάθε νοικοκυριού σε ετήσια βάση να είναι χαμηλότερο από το 60% της διαμέσου του αντίστοιχου εισοδήματος για το σύνολο των νοικοκυριών σύμφωνα με τον ορισμό της σχετική φτώχειας

Στο Διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η επίδοση του Δείκτη I&Ileq σε κάθε περιφέρεια της χώρας για το έτος 2019, φτάνοντας έως και το 16% σε κάποιες περιφέρειες.



Διάγραμμα 3: Επίδοση του Δείκτη I&Ileq ανά περιφέρεια (2019) - Ίδια Επεξεργασία από στοιχεία ΣΔΕΕ, (2021)

Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας

Αναφορές στο φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας υπάρχουν και στο Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας [51], συγκεκριμένα στον Άξονα 1.2: Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος της χώρας και χωροταξική μεταρρύθμιση. Η προτεινόμενη μεταρρύθμιση στοχεύει στην αντιμετώπιση του φαινομένου και προωθεί το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Ενεργειακής Ένδειας.

Θεσμικό πλαίσιο για ενεργειακές κοινότητες - Οι Ν. 4513/2018 & Ν.5037/2023

Το 2018, η Ελλάδα έγινε το πρώτο κράτος μέλος της ΕΕ που απέκτησε ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες και τη θέση τους στην αγορά ενέργειας, περιλαμβάνοντας την υποστήριξη μέτρων για τον μετριασμό της ενεργειακής φτώχειας. Ο Ν.4513/2018 [52] «Ενεργειακές Κοινότητες και άλλες διατάξεις» ορίζει ότι οι ενεργειακές κοινότητες (ΕΚΟΙΝ) έχουν τη νομική μορφή του αστικού συνεταιρισμού αποκλειστικού σκοπού, για την προώθηση της Κοινωνικής και Αλληλέγγυας Οικονομίας (ΚΑΛΟ) και της αειφορίας στον τομέα της Ενέργειας. Το 2023, το πρόσφατο νομοσχέδιο Ν.5037/2023 [53] με τίτλο «Εκσυγχρονισμός της νομοθεσίας για τη χρήση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Ενσωμάτωση των Οδηγιών της ΕΕ 2018/2001 και 2019/944", κατέληξε στην δημιουργία δύο τύπων Ενεργειακών Κοινοτήτων: Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας (ΚΑΕ) και Ενεργειακές Κοινότητες Πολιτών (ΕΚΠ), προβλέποντας απόσυρση του υφιστάμενου καθεστώτος των Ενεργειακών Κοινοτήτων βάσει του Ν. 4513/2018. Η νομοθεσία περιγράφεται αναλυτικά στην επόμενη υποενοήτα.

3.4 Οι Ενεργειακές Κοινότητες ως μέσο αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας

Ο όρος "**κοινοτική ενέργεια**" αναφέρεται στην ανάπτυξη όλων των συλλογικών έργων, δράσεων και πρωτοβουλιών που περιλαμβάνουν τη συμμετοχή των πολιτών στο ενεργειακό σύστημα. Η συμμετοχική διαδικασία στις κοινοτικές ενεργειακές δράσεις εφαρμόζεται τόσο στη λήψη αποφάσεων όσο και στην κατανομή των οφελών και οι δράσεις μπορούν να αναφέρονται σε μια κοινότητα που περιορίζεται σε συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία ή σε μια κοινότητα ενδιαφέροντος [54]. Οι ενεργειακές κοινότητες μπορούν να οριστούν ως τρόπος «οργάνωσης» συλλογικών ενεργειακών δράσεων γύρω από την ανοιχτή, δημοκρατική συμμετοχή και διακυβέρνηση και την παροχή πλεονεκτημάτων για τα μέλη ή την τοπική κοινότητα [55].

Μια ενεργειακή κοινότητα βασίζεται επομένως σε 3 βασικές αρχές:

- Εγγυάται την εθελοντική συμμετοχή, και τη συμμετοχική διαδικασία.
- Συνήθως ελέγχεται μέσω ενός μηχανισμού δημοκρατικής διακυβέρνησης.
- Εστιάζει κυρίως στα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη, και όχι μόνο στο οικονομικό όφελος.

Οι ενεργειακές κοινότητες είναι ένα μοντέλο με πολλά οφέλη για το ενεργειακό σύστημα και την τοπική κοινωνία. Τα μέλη μιας ενεργειακής κοινότητας μπορούν να συστήσουν συνέργειες για να κατέχουν από κοινού και να ελέγχουν δημοκρατικά διάφορα έργα υλοποίησης ΑΠΕ ή ενεργειακής απόδοσης, δημιουργώντας ακόμα και μικροδίκτυα (microgrids) παραγωγής και διανομής ενέργειας, ή να συνεργάζονται σε ένα έργο ενεργειακής μετάβασης. Οι ενεργειακές κοινότητες ακολουθούν συνήθως μια συλλογική προσέγγιση με δημοκρατική διακυβέρνηση, ανεξάρτητα από τη νομική μορφή, το επιχειρηματικό μοντέλο ή τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. Μέσω των ενεργειακών κοινοτήτων, οι πολίτες αναλαμβάνουν ενεργό ρόλο στην **ενεργειακή μετάβαση**, συμβάλλοντας στην επίτευξη βιώσιμων και αειφόρων ενεργειακών λύσεων [56]. Οι ενεργειακές κοινότητες δίνουν τη δυνατότητα επαναφοράς μέρους της διαχείρισης της ενέργειας στα χέρια των ανθρώπων και δημιουργίας ενός νέου ενεργειακού συστήματος που θα λειτουργεί πιο δημοκρατικά για όλους (**ενεργειακή δημοκρατία**)[57]. Επιπλέον, οι ενεργειακές κοινότητες προάγουν την **ενεργειακή ασφάλεια**, την ενεργειακή αυτάρκεια, και την **τοπική ανάπτυξη**. Τα μέλη των κοινοτήτων μπορούν να συμμετέχουν σε δράσεις που προωθούν το βιώσιμο σχεδιασμό και την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Ένα ακόμα πολύ σημαντικό όφελος των ενεργειακών κοινοτήτων είναι την **αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας**, και την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση καθώς και τη δημιουργία θέσεων εργασίας στην τοπική οικονομία. Μέσω της συλλογικής δράσης, οι πολίτες έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν το κόστος ενέργειας, να εξοικονομήσουν ενέργεια και να συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι ενεργειακές κοινότητες μπορούν να περιλαμβάνουν νοικοκυριά, γειτονιές, τοπικούς συνεταιρισμούς, τοπικές αρχές, και επιχειρήσεις.

Οι ενεργειακές κοινότητες τυπικά διατρέχουν διαφορετικά στάδια κατά τη διάρκεια της ζωής τους και κάθε στάδιο συνοδεύεται από ένα συγκεκριμένο σύνολο αναγκών και προκλήσεων [58]. Τα βασικά βήματα - ορόσημα - ροές εργασίας περιλαμβάνουν διαδικασίες που σχετίζονται με (1) την συμμετοχή, ενημέρωση, εκπαίδευση και συμπερίληψη των πολιτών, (2) τον τεχνικό σχεδιασμό και το επιχειρηματικό μοντέλο (3) τους εταίρους και τα ενδιαφερόμενα μέρη και (4) διαδικασίες οργάνωσης και χρηματοδότησης.

3.4.1 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα για τις Ενεργειακές Κοινότητες

Οι ενεργειακές κοινότητες υπήχθησαν για πρώτη φορά στο εθνικό νομικό πλαίσιο με το Νόμο 4513/2018. Η Ελλάδα έγινε το πρώτο κράτος μέλος της ΕΕ που απέκτησε ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες και τη θέση τους στην αγορά ενέργειας. Ο **N.4513/2018** «Ενεργειακές Κοινότητες και άλλες διατάξεις» ορίζει ότι οι ενεργειακές κοινότητες (ΕΚΟΙΝ) έχουν τη νομική μορφή του αστικού συνεταιρισμού αποκλειστικού σκοπού, για την προώθηση της **Κοινωνικής και Αλληλέγγυας Οικονομίας** (ΚΑΛΟ) και της αειφορίας στον τομέα της Ενέργειας, την παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση και πώληση ενέργειας, την προαγωγή της ενεργειακής ασφάλειας στις νησιωτικές περιοχές, την **αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας**, καθώς και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στην τελική χρήση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Το νομοσχέδιο έδωσε τη δυνατότητα σε πολίτες, μικρομεσαίες επιχειρήσεις και φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης να συστήσουν ενεργειακούς συνεταιρισμούς σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Βασικοί άξονες του νομοσχεδίου είναι:

- **Στοιχεία σύστασης των ΕΚΟΙΝ** όπως είναι οι **κατηγορίες μελών των ΕΚΟΙΝ** και ο ελάχιστος αριθμός μελών των ΕΚΟΙΝ. Μέλη μιας ΕΚΟΙΝ μπορούν να είναι φυσικά πρόσωπα με πλήρη δικαιοπρακτική ικανότητα, νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, ΟΤΑ (Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης) α' ή β' βαθμού της ίδιας Περιφέρειας εντός της οποίας βρίσκεται η έδρα της ΕΚΟΙΝ.
- Οι 2 **τύποι ΕΚΟΙΝ**, διακρίνοντας τους συνεταιρισμούς **κερδοσκοπικού** και μη **κερδοσκοπικού χαρακτήρα**. καθώς και **ρυθμίσεις** για το συνεταιριστικό κεφάλαιο και τη διανομή των πλεονασμάτων.
- Η **εντοπιότητα** (τουλάχιστον το 50% συν ένα των μελών να σχετίζονται με τον τόπο στον οποίο βρίσκεται η έδρα) ως αναγκαία συνθήκη για την προώθηση ενεργειακών συνεργειών, την αξιοποίηση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και κοινωνικά οφέλη για τις ΕΚΟΙΝ σε τοπικό επίπεδο, και η **νησιωτικότητα**, ως παράμετρος για ειδικές ρυθμίσεις δεδομένου των πολλών μικρών νησιών στη χώρα, των περιβαλλοντικών θεμάτων των θερμικών μονάδων και του συνεπαγόμενου αυξημένου κόστους παραγωγής ανά κιλοβατώρα.
- Η **δημοκρατική διακυβέρνηση** των ΕΚΟΙΝ, ορίζοντας ανώτατα όρια του ποσοστού συμμετοχής κάθε μέλους στο συνεταιριστικό κεφάλαιο και δυνατότητα ισότιμης συμμετοχής των μελών στη γενική συνέλευση.
- Τα **οικονομικά κίνητρα** και **μέτρα στήριξης** των ΕΚΟΙΝ για την ανάπτυξη σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ αλλά και τα καινοτόμα τεχνολογικά μέσα όπως η **εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού** (net metering) και **εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού** (virtual net metering) για την στήριξη

των ευάλωτων νοικοκυριών και την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας.

- Τα **πεδία δραστηριοτήτων** των ΕΚΟΙΝ.

Ο νόμος ορίζει τα πεδία δραστηριοτήτων, από τα οποία οι ΕΚΟΙΝ είναι υποχρεωμένες να ασκούν έστω ένα, καθώς και αντικείμενα ορισμένων πρόσθετων δραστηριοτήτων. Το καταστατικό των ΕΚΟΙΝ δεν μπορεί να περιλαμβάνει άλλες δραστηριότητες εκτός των αναφερόμενων, ενώ ως μέγιστο γεωγραφικό εύρος δραστηριοτήτων ορίζεται η περιφέρεια που έχει την έδρα της η ΕΚΟΙΝ.

Πεδία πιθανών δραστηριοτήτων των ΕΚΟΙΝ

- Παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση ή πώληση ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ ή υβριδικούς εγκατεστημένους εντός της Περιφέρειας που βρίσκεται η έδρα της ΕΚΟΙΝ ή και εντός όμορης Περιφέρειας για ΕΚΟΙΝ με έδρα εντός της περιφέρειας Αττικής.
- Διαχείριση πρώτης ύλης για την παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας από βιομάζα ή βιορευστά ή βιοαέριο ή μέσω ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων.
- Προμήθεια για τα μέλη της ενεργειακών προϊόντων, συσκευών και εγκαταστάσεων, με στόχο την επίτευξη καλύτερων τιμών για τα μέλη τους, τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και χρήσης συμβατικών καυσίμων καθώς και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Προμήθεια για τα μέλη της ηλεκτροκίνητων οχημάτων υβριδικών ή μη, και εν γένει οχημάτων που χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα.
- Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου εντός της Περιφέρειας που βρίσκεται η έδρα της.
- Παραγωγή, διανομή και προμήθεια θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας εντός της Περιφέρειας που βρίσκεται η έδρα της.
- Διαχείριση της ζήτησης για τη μείωση της τελικής χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας και εκπροσώπηση παραγωγών και καταναλωτών στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
- Ανάπτυξη δικτύου, διαχείριση και εκμετάλλευση υποδομών εναλλακτικών καυσίμων (π.χ. σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων), ή διαχείριση μέσω βιώσιμων μεταφορών (π.χ. στόλος ηλεκτρικών οχημάτων) εντός της Περιφέρειας που βρίσκεται η έδρα της.
- Εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης νερού με χρήση ΑΠΕ εντός της Περιφέρειας που βρίσκεται η έδρα της.
- Παροχή ενεργειακών υπηρεσιών.

Οι επιπλέον δραστηριότητες μια ΕΚΟΙΝ αφορούν:

- Προσέλκυση κεφαλαίων, σύνταξη τεχνοοικονομικών μελετών και τεχνική υποστήριξη για την πραγματοποίηση επενδύσεων αξιοποίησης ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ ή παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης εντός της Περιφέρειας που βρίσκεται η έδρα της.
- Διαχείριση ή συμμετοχή σε προγράμματα χρηματοδότησης σχετικά με τους σκοπούς της και παροχή σχετικών συμβουλών στα μέλη της.
- Ενημέρωση, εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο για θέματα ενεργειακής αιεφορίας.
- Δράσεις για την υποστήριξη ευάλωτων ομάδων και την αντιμετώπιση της ενεργειακής ένδειας, εντός της Περιφέρειας στην οποία βρίσκεται η έδρα της ΕΚΟΙΝ, ανεξάρτητα αν είναι μέλη της ΕΚΟΙΝ, όπως προμήθεια ή συμψηφισμός ενέργειας, ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών ή άλλες δράσεις μείωσης της κατανάλωσης της ενέργειας.

Σε επιστολή τους προς το ΥΠΕΝ, 12 οργανώσεις ενεργειακών κοινοτήτων και 3 ερευνητικοί φορείς (ανάμεσά τους και το Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του ΕΜΠ) είχαν προτείνει αλλαγές και προσθήκες στον υπάρχοντα Ν.4513/2018 προς τη βελτίωση και όχι την αντικατάστασή του, προτείνοντας τότε την ενσωμάτωση των Οδηγιών REDII & IEMD, την πρόβλεψη δράσεων ενημέρωσης για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας, καθώς και την ενίσχυση του μοντέλου του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, εκφράζοντας επίσης την αντίθεσή τους στις κερδοσκοπικές κινήσεις μεγάλων οικονομικών σχημάτων³.

N.5037/2023

Τον Φεβρουάριο του 2023, το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) έθεσε σε δημόσια διαβούλευση νέο σχέδιο νόμου για την ενσωμάτωση της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/2001 για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές⁴ (RED II), καθώς και της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/944 για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας⁵ (IEMD), συμπεριλαμβανομένων των διατάξεων για τις **Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας - ΚΑΕ** (Renewable Energy Communities - RECs) και τις **Ενεργειακές Κοινότητες Πολιτών – ΕΚΠ** (Citizen Energy Communities - CECs). Η διαδικασία κατέληξε στο **N.5037/2023** με τίτλο «Εκσυγχρονισμός της νομοθεσίας για τη χρήση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Ενσωμάτωση των Οδηγιών της ΕΕ 2018/2001 και 2019/944", προβλέποντας απόσυρση του υφιστάμενου καθεστώτος των Ενεργειακών Κοινοτήτων βάσει του Ν. 4513/2018.

³ Ανοιχτή επιστολή προς ΥΠΕΝ για την ενίσχυση του θεσμού των Ενεργειακών Κοινοτήτων - Ημερομηνία 23/05/2022.

⁴ ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (αναδιατύπωση). Renewable Energy Directive – recast (RED II).

⁵ ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2019/944 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 5ης Ιουνίου 2019 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την τροποποίηση της οδηγίας 2012/27/ΕΕ (αναδιατύπωση). Internal Electricity Market Directive (IEMD).

Το νέο νομοσχέδιο για τις Ενεργειακές Κοινότητες δημιουργεί δύο τύπους Ενεργειακών Κοινοτήτων: Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας και Ενεργειακές Κοινότητες Πολιτών - με κοινό χαρακτηριστικό των δύο νέων μορφών ενεργειακών συνεταιρισμών τις κατηγορίες μελών που μπορούν να τις απαρτίζουν, δηλαδή φυσικά πρόσωπα, επιχειρήσεις, ΟΤΑ, και νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου, ενώ στις ΚΑΕ μπορούν να υπαχθούν και αγροτικοί συνεταιρισμοί. Οι Ενεργειακές Κοινότητες που προβλέπονταν με το παλιό νομοσχέδιο δεν μπορούν από την 1η Απριλίου 2023 να δημιουργηθούν πλέον, και από την 1η Νοεμβρίου 2023 ούτε να ξεκινήσουν νέα έργα. Σύμφωνα με το νέο νομικό πλαίσιο, ο ελάχιστος αριθμός μελών που μπορούν να ιδρύσουν ενεργειακή κοινότητα (ΚΑΕ και ΕΚΠ) ανέρχεται σε 30, γεγονός που μπορεί να αξιολογηθεί θετικά ως μέτρο για τη διασφάλιση της πραγματικής συμμετοχής των πολιτών.

Ένα κρίσιμο πρόβλημα του νέου νόμου είναι πως οι εθνικοί ορισμοί που υιοθετούνται για τις ΕΚΠ (RECs) και ΚΑΕ (CECs) επιτρέπουν τη δημιουργία ενεργειακών κοινοτήτων που αποτελούνται αποκλειστικά από δήμους και επιχειρήσεις, περιορίζοντας την ανοικτή πρόσβαση και την εθελοντική συμμετοχή, και ενισχύοντας περισσότερο κερδοσκοπικές βλέψεις των επιχειρήσεων [59]. Στην περίπτωση των ΚΑΕ, τη δυνατότητα αυτή θα έχουν μόνο μικρομεσαίες επιχειρήσεις, ενώ στις ΕΚΠ προβλέπεται για εταιρίες οποιουδήποτε μεγέθους. Επίσης σημαντικό πρόβλημα είναι πως οι μεταβατικές νομοθετικές διατάξεις δεν έχουν αποσαφηνιστεί, δημιουργώντας κανονιστικά θέματα για πολλές ενεργειακές κοινότητες των οποίων τα έργα βρίσκονται επί του παρόντος υπό ανάπτυξη.

Διατάξεις για οικονομικά κίνητρα και εθνικά προγράμματα στήριξης

Διάφορα μέτρα στήριξης για τις Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας (**RECs**) και τις Ενεργειακές Κοινότητες Πολιτών (**CECs**) που ορίζονται στις Ευρωπαϊκές Οδηγίες 2018/2001 (RED II) και 2019/944 (IEMD) έχουν εισαχθεί στο νέο νομοσχέδιο, ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει ανάγκη να ερμηνευτούν περαιτέρω ως νομοθετικές παρεμβάσεις, προκειμένου να διευκρινιστεί τι σημαίνουν σε εθνικό επίπεδο. Για παράδειγμα, η απαίτηση οι διαχειριστές του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας να συνεργάζονται με τις RECs προκειμένου να διευκολύνουν την κοινή χρήση ενέργειας, καθώς επίσης και η απαίτηση να μπορούν οι RECs να συμμετέχουν στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς διακρίσεις σε σύγκριση με άλλους παίχτες της αγοράς. Οι διαχειριστές των ενεργειακών δικτύων (ηλεκτρισμού και αερίου), έχοντας ισχυρή τεχνογνωσία και συνεχή έλεγχο της λειτουργίας του ενεργειακού συστήματος, αποτελούν σημαντικό εταίρο των ΕΚΟΙΝ. Ο ΔΕΔΔΗΕ είναι υπεύθυνος την εκκαθάριση του ενεργειακού συμπηφισμού. Αν και το άρθρο 22(4)(α) της RED II ορίζει ότι τα κράτη-μέλη της ΕΕ θα πρέπει να άρουν τους αδικαιολόγητους ρυθμιστικούς και διοικητικούς φραγμούς που αντιμετωπίζουν οι RECs σε εθνικό επίπεδο, η πρόσφατη ελληνική νομοθεσία θέτει επιπλέον εμπόδια. Αυτό οφείλεται

στο γεγονός ότι θέλει να εξαναγκάσει τις περισσότερες από τις 1400 υπάρχουσες Ενεργειακές Κοινότητες στη Ελλάδα να αλλάξουν τη νομική τους οντότητα σε ΕΚΠ ή ΚΑΕ - με όλες τις πρόσθετες γραφειοκρατικές διαδικασίες που αυτό συνεπάγεται - ή να τις υποχρεώσει να καταργηθούν. Το νέο νομικό πλαίσιο ορίζει επίσης ρητά ότι οι ενεργειακές κοινότητες, ως χωριστές νομικές οντότητες, μπορούν να επωφεληθούν από δημόσια χρηματοδότηση για την προώθηση έργων συλλογικής ιδιοκατανάλωσης και αποθήκευσης.

Οι ενεργειακές κοινότητες ενσωματώνονται επίσης στο Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης, ανοίγοντας περαιτέρω το δρόμο για τη συμμετοχή τους σε ανοικτές προσκλήσεις για δημόσια χρηματοδότηση. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι ο νόμος εξακολουθεί να μην προβλέπει τη δημιουργία μόνιμου αποδοτικού μηχανισμού χρηματοδότησης, δίνοντας έμφαση στους απευθείας διαγωνισμούς δημόσιας χρηματοδότησης. Όπως αναφέρεται χαρακτηριστικά στο σχέδιο νόμου, «με κοινή απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού δύναται να προκηρύσσονται προγράμματα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων και συστημάτων αποθήκευσης από ΚΑΕ, προς εφαρμογή του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, με χρηματοδότηση ιδίως από πόρους της Ε.Ε. και του Εθνικού Προγράμματος Ανάπτυξης». Με το άρθρο 4 του Ν.5037/2023 προβλέπεται η δυνατότητα του «ταυτοχρονισμού» και του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, οπότε οι σταθμοί παραγωγής μπορούν να εγκαθίστανται σε οποιαδήποτε περιφέρεια, ανεξάρτητα από το που βρίσκονται η έδρα της κοινότητας και οι εγκαταστάσεις κατανάλωσης. Επίσης, ο νέος νόμος για τις ενεργειακές κοινότητες ορίζει δυναμικότητα δικτύου 2 GW αποκλειστικά για έργα εφαρμογής εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering) για όλους τους ενδιαφερόμενους, όχι μόνο τις ενεργειακές κοινότητες. Αυτό είναι ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση, αφού η πρόσβαση στο δίκτυο παραμένει βασικό εμπόδιο για πολλές ενεργειακές κοινότητες.

Τα έργα εφαρμογής εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, συμπεριλαμβανομένων των έργων ενεργειακών κοινοτήτων θα επωφεληθούν πλέον από τη δυνατότητα απευθείας σύνδεσης στο Δίκτυο Υψηλής Τάσης (Υ.Τ), παρακάμπτοντας έτσι το επίπονο και σοβαρό ζήτημα του κορεσμού του Δικτύου Μέσης (Μ.Τ) & Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ). Στα θετικά του νέου νομοσχεδίου είναι ότι διατηρεί τις διατάξεις πρόνοιας της παλιάς νομοθεσίας η οποία επιτρέπει στις ενεργειακές κοινότητες να περιλαμβάνουν ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά και νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος. Ωστόσο, τα ευάλωτα νοικοκυριά εξακολουθούν να μην έχουν εύκολη πρόσβαση σε εργαλεία συλλογής πληροφοριών και χρηματοδότησης για τους συνεταιρισμούς των ενεργειακών κοινοτήτων (RED II, άρθρο 22 (2 στ και ζ)).

Το νέο νομικό πλαίσιο δεν ορίζει σαφώς εάν οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις που είναι μέλη μιας ενεργειακής κοινότητας (ΕΚΠ) εξακολουθούν να έχουν τη δυνατότητα να

επωφεληθούν από σχήμα εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού. Επιπλέον, το νέο νομικό πλαίσιο ορίζει ένα πολύ περιορισμένο σύνολο δραστηριοτήτων που μπορούν να αναλάβουν οι ΕΚΠ, παραλείποντας σημαντικά στοιχεία, όπως για παράδειγμα δράσεις σχετικά με την ενεργειακή απόδοση και την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό δημιουργεί μια σαφή διαφοροποίηση, μειώνοντας τη συνοχή που είχε θεσπίσει το προηγούμενο νομικό πλαίσιο.

Τέλος, το νέο νομικό πλαίσιο αναγνωρίζει τους «από κοινού ενεργούς καταναλωτές» ως τρόπο για να επιτρέψει στους ενοίκους που ζουν σε πολυκατοικίες να μοιράζονται την ενέργεια που παράγεται από εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ π.χ. Φ/Β στέγης. Λαμβάνοντας υπόψη πως οι περισσότεροι άνθρωποι στη χώρα κατοικούν σε τέτοια κτίρια, καθώς και τη γραφειοκρατία για τη σύσταση ενεργειακών κοινοτήτων, αυτή η μορφή συλλογικής αυτοκατανάλωσης επιτρέπει έναν πιο ευέλικτο τρόπο εκδημοκρατισμού παραγωγής καθαρής ενέργειας.

3.4.2 Μέτρα πολιτικής – Προτάσεις για βελτίωση

- ❖ Αν και το νέο νομικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες προβλέπει τη δυνατότητα χρήσης δημόσιων πόρων για την οικονομική υποστήριξη έργων (εικονικού) ενεργειακού συμψηφισμού καθώς και έργων αποθήκευσης ενέργειας, δεν διευκρινίζει πως και πότε θα γίνει αυτό. Η Ελλάδα πρέπει να δημιουργήσει έναν μόνιμο και αποδοτικό **μηχανισμό χρηματοδότησης**, ένα σύστημα εγγυήσεων έτσι ώστε οι ενεργειακές κοινότητες να μπορούν να έχουν πρόσβαση σε τραπεζικά δάνεια ή/και προγράμματα επιχορήγησης ώστε να εξαλείψει τους κινδύνους στα πρώτα βήματα (νέων) έργων κοινοτικής ενέργειας, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στη Γερμανία και την Ολλανδία. Οποιαδήποτε δημόσια χρηματοδότηση προς τις ενεργειακές κοινότητες θα πρέπει να εκταμιεύεται μέσω διαγωνισμών που ενσωματώνουν διάφορα κοινωνικά κριτήρια (π.χ. ενίσχυση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, τοπική ανάπτυξη, ένταξη πολιτών, τεχνολογική καινοτομία κ.λπ.) για να αποφευχθεί η εκμετάλλευση των κεφαλαίων από κοινότητες που δεν συμμετέχουν πολίτες.
- ❖ **Επέκταση δραστηριοτήτων.** Οι δραστηριότητες που μπορούν να αναλάβουν οι Κοινότητες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (RECs) θα πρέπει να επεκταθούν πέρα από την απλή παραγωγή και ιδιοκατανάλωση ώστε να συμπεριλάβουν **μέτρα ενεργειακής απόδοσης** και **εξοικονόμησης ενέργειας, υπηρεσίες απόκρισης ζήτησης** (Demand Response) π.χ. αποθήκευση ενέργειας (storage) ή εξισορρόπηση δικτύου (grid balancing) παρέχοντας την ευκαιρία μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις περιόδους αιχμής ή μεταβολής μέρους του φορτίου με κίνητρο τη μειωμένη τιμή ρεύματος (π.χ. νυχτερινό) αλλά και άλλα οικονομικά οφέλη. Οι

RECs θα πρέπει επίσης να έχουν τη δυνατότητα πώλησης ενέργειας μέσα από **Διμερείς Συμβάσεις Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας** (Power Purchase Agreements – **PPAs**), καθώς και την ικανότητα παραγωγής και πώλησης ενέργειας και από άλλες ΑΠΕ όπως αιολικά συστήματα. Τα PPAs που αφορούν ΑΠΕ έχουν πολύ σημαντικά οφέλη καθώς ενισχύουν την ενεργειακή μετάβαση και την ενεργειακή ασφάλεια βοηθώντας στην απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, ενώ ταυτόχρονα αντικαθιστούν την κρατική επιδότηση μέσω των γνωστών πλέον συμβολαίων Feed in Tariff (FiT) ή Feed in Premium (FiP). Τα PPAs μπορούν να εξασφαλίσουν τραπεζική χρηματοδότηση για τα έργα ΑΠΕ, βασιζόμενα στην επιτυχή εκτίμηση των ταμειακών ροών και της καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ) των έργων, ενώ συμβάλλουν επίσης στην αντιστάθμιση του κινδύνου και για τους καταναλωτές (εταιρίες, βιομηχανίες κλπ.), παρέχοντας μια σταθερή τιμή ηλεκτρικής ενέργειας που επιτρέπει τον κατάλληλο προγραμματισμό των λειτουργικών εξόδων μιας επιχείρησης, καθώς και «Εγγυήσεις Προέλευσης», που πιστοποιούν την κατανάλωση από μονάδες παραγωγής πράσινης ενέργειας.

- ❖ Η παρεχόμενη δυναμικότητα δικτύου των 2GW για έργα εφαρμογής εικονικού ενεργειακού συμπηψισμού είναι ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση, καθώς το πρόβλημα της **πρόσβασης στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας** παραμένει βασικό εμπόδιο. Οι ενεργειακές κοινότητες που συστήνονται από πολίτες θα πρέπει να αποκτήσουν προτεραιότητα στην πρόσβαση στο δίκτυο και απλοποιημένες διοικητικές και γραφειοκρατικές διαδικασίες. Επίσης θα πρέπει να δοθούν σαφείς οδηγίες προς ΑΔΜΗΕ και ΔΕΔΔΗΕ σχετικά με τη συνεργασία τους με τις Ενεργειακές κοινότητες, αυστηρά χρονοδιαγράμματα για συνδέσεις στο δίκτυο, κυρώσεις για έλλειψη συμμόρφωσης, και μηχανισμοί παραπόνων για τις εμπλεκόμενες κοινότητες. Τα **στοιχεία** σχετικά με τη **χωρητικότητα του δικτύου** πρέπει να είναι διαφανή και διαθέσιμα σε πραγματικό χρόνο για τις ενεργειακές κοινότητες ώστε να μπορούν να σχεδιάσουν τις δράσεις τους.
- ❖ Το Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και το Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη χρηματοδότηση εθνικών και περιφερειακών **One-Stop-Shops** για την υποστήριξη της δημιουργίας νέων ενεργειακών κοινοτήτων, και να διευκολύνουν την ένταξη των πολιτών, ιδίως σε αγροτικές και μη αστικές περιοχές, όπως στην Ιταλία και την Ισπανία.
- ❖ Ακολουθώντας τα παραδείγματα χωρών όπως η Λιθουανία, η Αυστρία και η Σουηδία, θα πρέπει να διαμορφωθεί **ειδική υπηρεσία ελέγχου** κατά τις φάσεις σύστασης και λειτουργίας των RECs & CECs παρακολουθώντας διαδικασίες όπως η συνδρομή των απαραίτητων κριτηρίων κατά το στάδιο σύστασης, η εκλογή μελών, η κατανομή μερισμάτων και τα ανώτατα όρια

συμμετοχής στο συνεταιριστικό κεφάλαιο, τα είδη δραστηριοτήτων, ώστε να διασφαλιστεί ότι οι ενεργειακές κοινότητες εφαρμόζουν συνεταιριστικό τρόπο λειτουργίας και να αναδειχθούν οι τοπικές πρωτοβουλίες.

- ❖ Το Ελληνικό Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας δεσμεύει 100 εκατομμύρια ευρώ ώστε οι **Δήμοι** να ιδρύσουν ενεργειακές κοινότητες και να βοηθήσουν στην **αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας**. Η Ελληνική Κυβέρνηση θα πρέπει να παράσχει περαιτέρω καθοδήγηση σχετικά με τους κανόνες προμηθειών διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ Δήμων και ενεργειακών κοινοτήτων. Επί του παρόντος σχετικά υποδείγματα συμβάσεων προετοιμάζονται στο πλαίσιο του έργου LIFE-LOOP, του οποίου το πεδίο εφαρμογής περιλαμβάνει την Ελλάδα ως χώρα-στόχο. Τοπικές και περιφερειακές Οι τοπικές αρχές θα πρέπει επίσης (να μπορούν) να παρέχουν κατάλληλα και οικονομικώς προσιτά ακίνητα για την εγκατάσταση των ενεργειακών συστημάτων των κοινοτήτων.
- ❖ **Διακυβέρνηση**. Η ελληνική κυβέρνηση θα πρέπει να παραμείνει σε στενή επαφή με τις νεοσύστατες ενεργειακές κοινότητες με γνώμονα την ευημερία για τους πολίτες. Μέσα από τον συνεχή διάλογο, η κυβέρνηση μπορεί να χαρτογραφήσει όλα τα εμπόδια που οι ελληνικές ενεργειακές κοινότητες αντιμετωπίζουν και να εφαρμόσει κατάλληλα μέτρα πολιτικής. Οι ενεργειακές κοινότητες που αποτελούνται μόνο από επιχειρήσεις δεν θα πρέπει να προωθούνται. Με βάση το άρθρο 22 παρ. 5 της Οδηγίας 2018/2001, η Ελληνική Κυβέρνηση, μέσω του αναθεωρημένου ΕΣΕΚ (2019) θα πρέπει να αναφέρει την πρόοδο που έχει η χώρα να άρει τα εμπόδια και να θέσει ευνοϊκούς όρους για ενεργειακές κοινότητες. Γενικότερα, η κυβέρνηση θα πρέπει να εστιάσει στην ορθή μετάβαση για τις υπάρχουσες ενεργειακές κοινότητες από το Ν.4513/2018 στο νέο Ν.5037/2023 των RECs και CECs.

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), έχει επίσης αναλάβει την ετήσια αξιολόγηση και ανάλυση των διαφόρων φραγμών κι εμποδίων που αντιμετωπίζουν οι ενεργειακές κοινότητες στην Ελλάδα.

3.4.3 Δράσεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας

3.4.3.1 Ανακαίνιση και ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών

Τα **μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης** στις κατοικίες ευάλωτων νοικοκυριών μπορούν να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στη μείωση της ενεργειακής φτώχειας. Πολλά ευάλωτα νοικοκυριά, όπως οικογένειες με χαμηλό εισόδημα, ηλικιωμένοι και άτομα που ζουν σε ανεπαρκή στέγαση, αντιμετωπίζουν συχνά υψηλό ενεργειακό κόστος και ζουν σε ενεργειακά αναποτελεσματικές κατοικίες.

Η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής ανακαίνισης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση των σπιτιών τους, οδηγώντας σε μειωμένους λογαριασμούς ενέργειας και βελτιωμένη άνεση. Αυτά τα μέτρα μπορεί να περιλαμβάνουν αναβαθμίσεις μόνωσης, αντικατάσταση παλαιών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με ενεργειακά αποδοτικές εναλλακτικές λύσεις, εγκατάσταση έξυπνων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας και ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

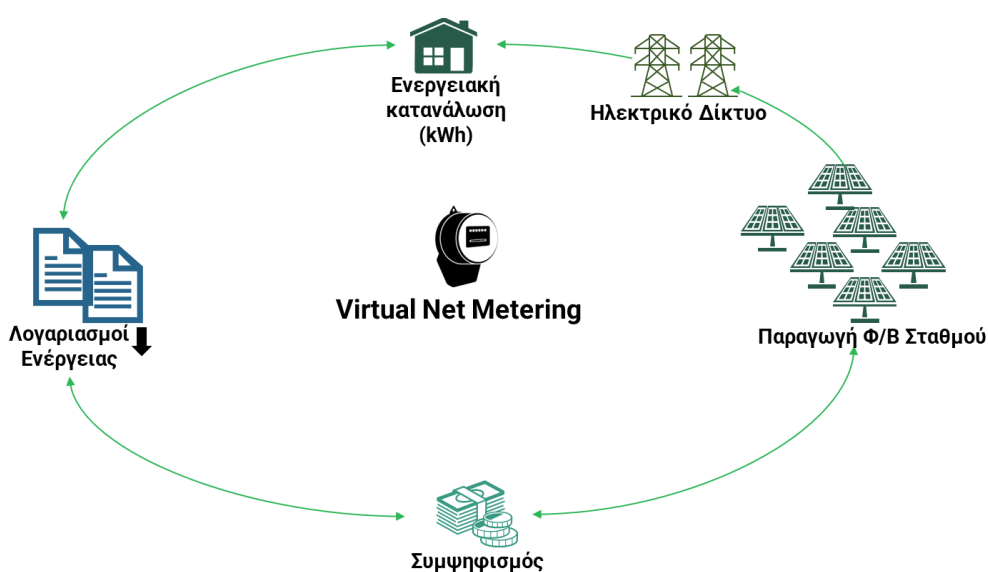
Στοχεύοντας τα κτίρια των ευάλωτων νοικοκυριών, οι πρωτοβουλίες ενεργειακής ανακαίνισης αντιμετωπίζουν άμεσα τις βαθύτερες αιτίες της ενεργειακής φτώχειας, ανακουφίζοντας τα οικονομικά βάρη και ενισχύοντας τη συνολική ευημερία των ενοίκων. Επιπλέον, τέτοια μέτρα συμβάλλουν σε ευρύτερους στόχους βιωσιμότητας μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και προωθώντας μια καθαρότερη και πιο ανθεκτική ενεργειακή υποδομή.

Η προώθηση μέτρων για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων κατοικίας των πληττόμενων νοικοκυριών με σκοπό την καταπολέμηση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας θα συμβάλλει και στον εθνικό στόχο που έχει τεθεί αναφορικά με την ενεργειακή αναβάθμιση του 12%-15% του συνολικού αριθμού των κατοικιών της χώρας δηλαδή 60.000 κατοικίες σε ετήσια βάση.

3.4.3.2 Εικονικός Ενεργειακός Συμψηφισμός (Virtual Net Metering)

Η αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας εντός της περιφέρειας στην οποία βρίσκεται η έδρα μιας ενεργειακής κοινότητας, αποτελεί, βάσει της νομοθεσίας, σκοπό ίδρυσης. Μια πολύ σημαντική ρύθμιση είναι η επέκταση της χρήσης του εργαλείου του **εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού** (virtual net metering) για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας και την υποστήριξη των ευάλωτων νοικοκυριών, ακόμα και στην περίπτωση που δεν είναι μέλη της κοινότητας.

Τα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης έχουν στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες των νοικοκυριών. Το σχήμα εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering), στη γενική του μορφή, έχει σκοπό να αξιοποιήσει την κοινοτική ενέργεια που παράγεται και εισέρχεται στο δίκτυο από έναν σταθμό παραγωγής, π.χ. από ένα φωτοβολταϊκό πάρκο, για να ελαττώσει το ενεργειακό κόστος των νοικοκυριών, παρέχοντας, μέσω διαδικασίας συμψηφισμού και συγκεκριμένης τιμολόγησης (συμψηφισμού) της παραγόμενης ενέργειας, μειωμένες χρεώσεις στους λογαριασμούς κατανάλωσης ενέργειας (Σχήμα 2). Στη διαδικασία λαμβάνονται υπόψη κάθε φορά περιορισμοί ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής και τις παραμέτρους του προβλήματος.



Σχήμα 2: Το εργαλείο του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (Ίδια επεξεργασία)

4. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΠΑΤΜΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σενάρια δράσεων για την στήριξη των ευάλωτων νοικοκυριών στο νησί της Πάτμου, μαζί με την μεθοδολογική προσέγγιση (τις παραδοχές, τις διαδικασίες, τους υπολογισμούς) και τα αποτελέσματα για την αξιολόγησή τους. Η έρευνα εστιάζει στον καθορισμό συγκεκριμένων εναλλακτικών σεναρίων δράσεων με βάση τις δυνατότητες που υπάρχουν σε ένα αυτόνομο ηλεκτρικό σύστημα όπως της Πάτμου, περιλαμβάνοντας δράσεις που σχετίζονται τόσο με την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων όσο και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) με την εφαρμογή του μοντέλου της ενεργειακής κοινότητας.

Η μελέτη των σεναρίων βασίζεται σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία λαμβάνει υπόψη 8 δείκτες αξιολόγησης, συμμετοχική διαδικασία σχεδιασμού, αναλυτικούς υπολογισμούς κι εφαρμογή μοντέλου πολυκριτήριας ανάλυσης. Η συγκριτική αξιολόγηση των δράσεων για την επιλογή του καταλληλότερου σεναρίου βασίζεται σε ενεργειακά, οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά κριτήρια, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τους περιορισμούς σχεδιασμού στους οποίους υπόκειται η υλοποίηση των δράσεων.

4.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση

Σύμφωνα με τη μεθοδολογική προσέγγιση που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της εργασίας, αρχικά γίνεται συλλογή στοιχείων για την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης στην περιοχή μελέτης, τη νησιωτική περιοχή της Πάτμου. Από την καταγραφή και ανάλυση των στοιχείων, βασικοί στόχοι είναι α) η προσεγγιστική εκτίμηση του αριθμού των πληττόμενων νοικοκυριών στο νησί β) ο προσδιορισμός των ενεργειακών χαρακτηριστικών των κτιρίων στον οικιακό τομέα και γ) η ανάλυση της δυναμικής του ενεργειακού συστήματος.

Στη συνέχεια, ακολουθεί η διατύπωση των εναλλακτικών σεναρίων δράσεων για τη στήριξη των ευάλωτων νοικοκυριών. Ο σχεδιασμός προβλέπει την εγκατάσταση ή την υλοποίηση στα κτίρια διαφόρων παρεμβάσεων, με στόχο να μετατραπούν σε κτίρια χαμηλότερων καταναλώσεων, ώστε να μειώσουν το ενεργειακό κόστος για τα νοικοκυριά. Επίσης, διερευνάται και η χρήση του μοντέλου της κοινοτικής ενέργειας για τη μείωση του ενεργειακού κόστους και τη διασφάλιση ενεργειακής ασφάλειας. Έτσι, τα περισσότερα σενάρια περιλαμβάνουν την εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού για την περαιτέρω μείωση του κόστους των λογαριασμών των νοικοκυριών, ενώ θα υπάρχει κι ένα σενάριο συνδυαστικών μέτρων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων.

Για την αξιολόγηση των σεναρίων δράσεων, χρησιμοποιούνται 8 δείκτες ως κριτήρια, οι οποίοι χωρίζονται σε 4 ποσοτικούς και 4 ποιοτικούς. Η βαθμολόγηση της σπουδαιότητας των κριτηρίων, με την ανάθεση βαρών στους δείκτες αξιολόγησης, προέκυψε από την κατασκευή ερωτηματολογίου που διανεμήθηκε και χρησιμοποιήθηκε ως ερευνητικό εργαλείο και μέσο συμμετοχικής διαδικασίας σχεδιασμού στην αξιολόγηση των δράσεων. Η ποσοτικοποίηση των 4 ποιοτικών δεικτών πραγματοποιείται και αυτή με ερωτηματολόγιο.

Οι διάφοροι υπολογισμοί για την εκτίμηση των απαιτούμενων παραμέτρων σχεδιασμού που οδηγούν στην εκτίμηση της επίδοσης των δεικτών ανά σενάριο, βασίζονται σε μεθοδολογία που εφαρμόζεται στα Σχέδια Δράσης Αειφόρου Ενέργειας και Κλίματος (ΣΔΑΕΚ), λαμβάνοντας υπόψη επίσης τεχνικές μελέτες εξοικονόμησης ενέργειας, και διαστασιολόγησης συστημάτων ΑΠΕ, και εκτιμήσεις κόστους.

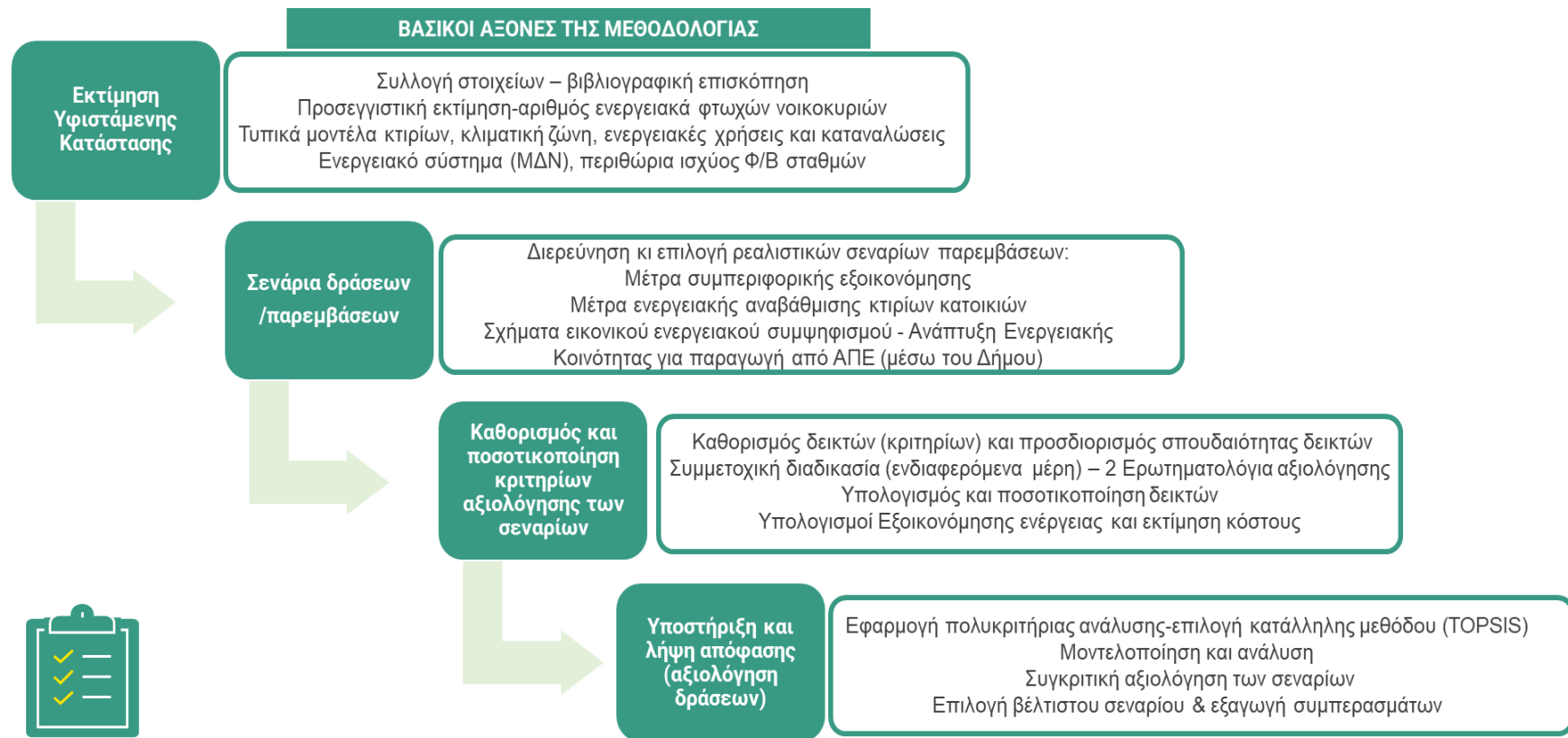
Η μελέτη διερευνά συνολικά 5 προτεινόμενες εναλλακτικές/διαφορετικά σενάρια παρεμβάσεων τα οποία αξιολογούνται με τη χρήση της πολυκριτήριας ανάλυσης (Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) και συγκεκριμένα μέσω της μεθόδου TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution).

Ειδικότερα, για την ευκολότερη ανάλυση και παρακολούθηση των μεταβλητών εισόδου και των αποτελεσμάτων, αναπτύχθηκε ενιαίο μοντέλο για τους τεχνοοικονομικούς υπολογισμούς και την εφαρμογή της πολυκριτήριας ανάλυσης μέσω της μεθόδου TOPSIS σε υπολογιστικό φύλλο Excel.

Η συλλογή δεδομένων έγινε με αξιοποίηση των παρακάτω πηγών:

- Δήμος Πάτμου
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), Eurostat
- Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ)
- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK)
- Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ)
- Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ)
- ΔΕΗ
- ΕΜΠ
- σχετική βιβλιογραφία

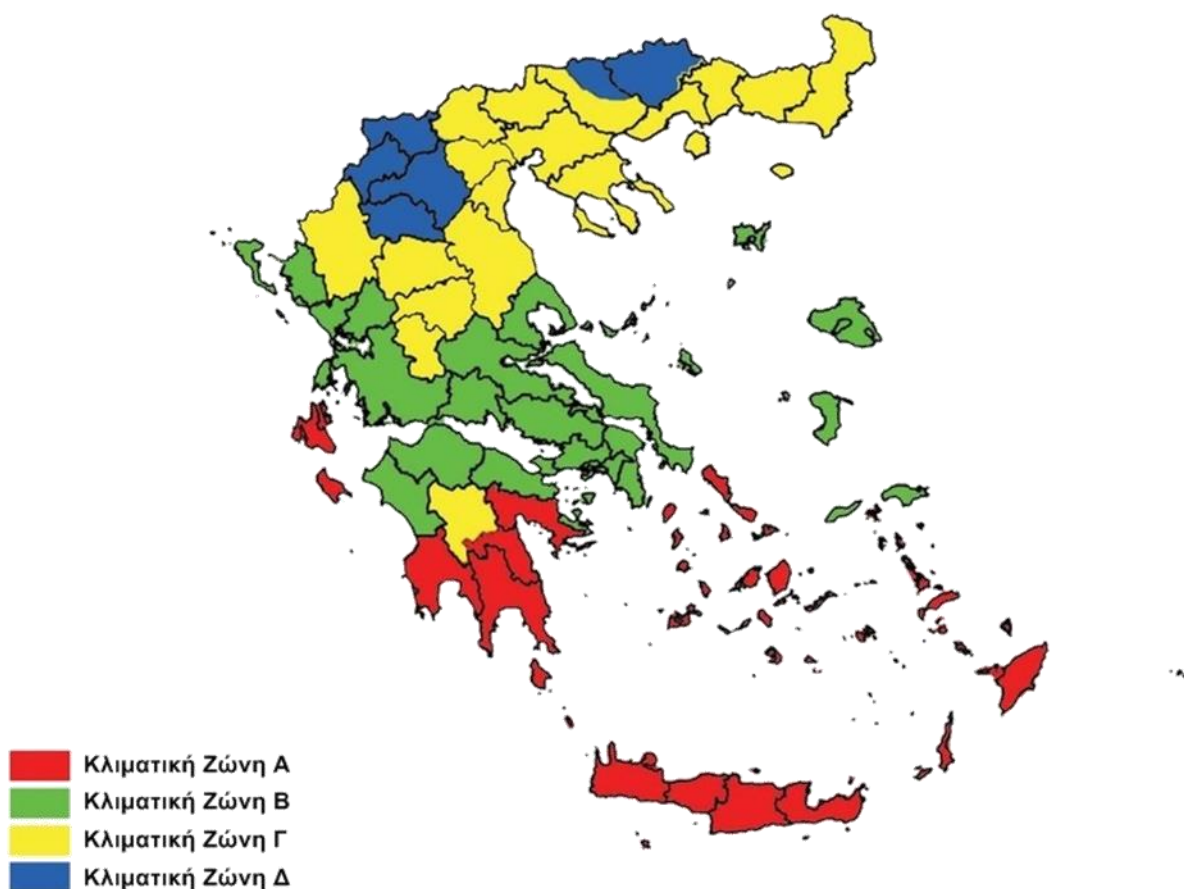
Οι βασικοί άξονες της μεθοδολογίας παρουσιάζονται εποπτικά στο σχήμα της επόμενης σελίδας.



Σχήμα 3: Σχηματική αναπαράσταση της μεθοδολογικής προσέγγισης

κηρυχθεί μνημείο πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO (1999) [61]. Ειδικότερα, η Πάτμος αναγνωρίζεται στο σύνολό της ως τόπος ιστορικός/αρχαιολογικός καθώς, επίσης και περιοχή που περιλαμβάνει τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (ΤΙΦΚ) [62], με καθεστώς προστασίας όπως ορίζεται βάσει του Ν.4858/2021 και των διατάξεων του Ν. 3028/2002, για την υλοποίηση και εκτέλεση έργων.

Το κλίμα των Δωδεκανήσων είναι μεταβατικού τύπου από το εύκρατο στο ξηρό τροπικό και χαρακτηρίζεται από έντονη ηλιοφάνεια και θερινή ξηρασία. Σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (KENAK), η Πάτμος κατατάσσεται στην Κλιματική Ζώνη Α, τη θερμότερη κλιματική ζώνη της χώρας.



Εικόνα 5: Κλιματικές Ζώνες της Ελλάδας σύμφωνα με τον KENAK

Η Πάτμος είναι ένα Μη Διασυνδεδεμένο Νησί (ΜΔΝ), οπότε και ένα από τα 28 αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα της χώρας. Το Ηλεκτρικό Σύστημα (ΗΣ) Πάτμου καλύπτει τις ανάγκες 3.047 κατοίκων. Το νησί της Πάτμου διαθέτει τοπικό σταθμό παραγωγής της ΔΕΗ που λειτουργεί με ντίζελ (ή βαρύ μαζούτ) και βρίσκεται στον οικισμό της Σκάλας. Διαθέτει ακόμα 2 Α/Γ συνολικής ισχύος 1.200 kW στο βόρειο άκρο του νησιού σε υψόμετρο 90 m, καθώς και Φ/Β σταθμό ισχύος 150 kW. Σύμφωνα με στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ, η εγκατεστημένη ισχύς των θερμικών μονάδων είναι 8.93 MW, η μέγιστη αιχμή ζήτησης γύρω στα 6.14 MW, ενώ η ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για το 2022 ήταν περίπου 19130 MWh [63]. Το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή ήταν 15.9%. Το όριο για την εγκατάσταση Φ/Β σταθμών στην Πάτμο προκειμένου να μην παραβιάζεται η ελάχιστη φόρτιση των συμβατικών μονάδων του συστήματος είναι 676 kW [64]. Οι πληροφορίες για χαρακτηριστικά του ενεργειακού συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά του νησιού και του ΗΣ της Πάτμου (2022)

ΗΣ Πάτμου	
Πληθυσμός (#)	3047
Ετήσια Ζήτηση Ηλεκτρικής Ενέργειας (MWh)	19130.21
Μέγιστη Ετήσια Αιχμή Ζήτησης (MW) (2021)	6.14
Εγκατεστημένη Ισχύς Συμβατικών Μονάδων (MW)	8.93
Εγκατεστημένη Ισχύς αιολικών πάρκων (Α/Γ) (MW)	1.20
Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β σταθμών (MW)	0.15
Περιθώρια Ισχύος Φ/Β σταθμών (MW)	0.676
Ποσοστό Συμμετοχής ΑΠΕ στην Ηλεκτροπαραγωγή (%)	15.91%

Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, ο πληθυσμός μπορεί να αυξηθεί σημαντικά, καθώς το νησί είναι δημοφιλής τουριστικός προορισμός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ημερήσια και εποχιακή διακύμανση της ζήτησης η οποία δημιουργεί απαιτητικές λειτουργικές συνθήκες για τις συμβατικές μονάδες, με αποτέλεσμα να λειτουργούν με μειωμένο βαθμό απόδοσης και υψηλό κόστος.

Συνοψίζοντας τις βασικές πληροφορίες, η Πάτμος:

- Υπάγεται διοικητικά στα Δωδεκάνησα και στην Περιφέρεια ΝΑ Αιγαίου
- Έχει (ως δήμος) πληθυσμό 3047 κατοίκων
- Είναι Μη Διασυνδεδεμένο Νησί (ΜΔΝ) με αυτόνομο ΗΣ (ΗΣ Πάτμου)
- Ανήκει στην Κλιματική Ζώνη Α (ΚΕΝΑΚ)
- Έχει το 59% των κτιρίων του οικιακού τομέα πριν τον Κ.Θ.Κ (ΕΛΣΤΑΤ)
- Διαθέτει υψηλό ηλιακό & αιολικό δυναμικό
- Έχει έντονη τουριστική ανάπτυξη (εποχικότητα ζήτησης)

- Χωροταξικοί περιορισμοί: N.4858/2021, UNESCO (1999)
- Ενεργειακοί περιορισμοί: Περιθώρια ισχύος Φ/Β Σταθμών (ΔΕΔΔΗΕ, ΡΑΕ)

4.2.2 Διερεύνηση και προσέγγιση βασικών παραμέτρων μελέτης

Η βασικότερη πρόκληση για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας είναι η εκτίμηση του αριθμού των πληττόμενων νοικοκυριών. Ο αριθμός των ευάλωτων νοικοκυριών εκτιμάται βάσει του δείκτη $I&Ileq$ σε επίπεδο περιφέρειας, όπως ορίζεται στο Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Ενεργειακής Ένδειας.

Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα της υποενότητας 3.3.3, για την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου προκύπτει: $I&Ileq = 16\%$. Στη συνέχεια αξιοποιούνται δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ για την περιοχή μελέτης. Το σύνολο των νοικοκυριών στην Πάτμο αποτιμάται σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, σε 1200, επομένως μια προσεγγιστική εκτίμηση των πληττόμενων νοικοκυριών από την ενεργειακή φτώχεια στο νησί, είναι **192 νοικοκυριά**.

Η εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης περιλαμβάνει ακόμα την εκτίμηση των χαρακτηριστικών των νοικοκυριών και του οικιακού τομέα (κτίρια, εξοπλισμός) της νησιωτικής περιοχής. Ο ενεργειακός σχεδιασμός έγινε με βάση παραμέτρους όπως η κλιματική ζώνη, η σύνθεση του νοικοκυριού, η περίοδος κατασκευής και ο τύπος των κτιρίων του οικιακού τομέα στην Πάτμο. Ενώ μελετήθηκαν τρεις διαφορετικές τυπολογίες κτιρίων, για τις ανάγκες της διπλωματικής και της πολυκριτήριας ανάλυσης επιλέχθηκε να μελετηθεί ένα μέσο τυπικό κτίριο που ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά της περιοχής.

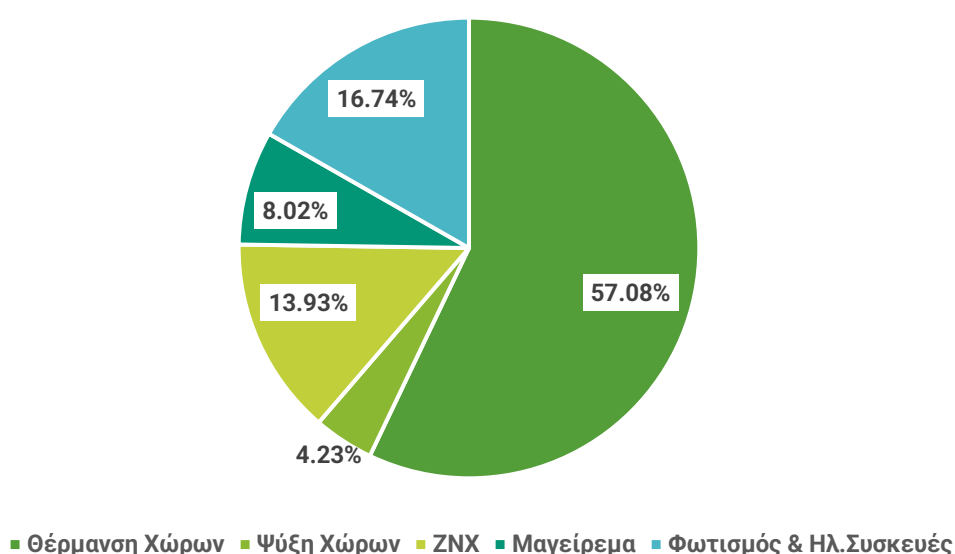
Το νησί έχει 1200 μόνιμες κατοικίες, οι οποίες είναι κυρίως μονοκατοικίες (μικρές ή πιο μεγάλες) και διπλοκατοικίες. Οι περισσότερες από αυτές έχουν ωφέλιμη επιφάνεια γύρω στα 90 m² ή 120 m², και θεωρούνται τυπικού μεγέθους για το νησί. Επομένως έγινε η παραδοχή ότι το τυπικό κτίριο έχει εμβαδό $S_{av}=105 \text{ m}^2$.

Επιπλέον σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, η σύνθεση του νοικοκυριού είναι κατά μέσο όρο τριμελής, ενώ το 59% των κτιρίων του οικιακού τομέα στο νησί, είναι κατασκευασμένα πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης (πριν το έτος 1980), παράμετρος η οποία θεωρήθηκε για όλες τις κατοικίες των ευάλωτων νοικοκυριών.

Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ και του ΚΑΠΕ, τα ελληνικά νοικοκυριά καταναλώνουν ένα ποσό της τάξης των **13.994 kWh** ανά έτος για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους (2012). Από ανάλυση πρόσφατων στοιχείων, αυτή η ενεργειακή κατανάλωση θεωρείται λογική ακόμη και σήμερα για ένα τυπικό νοικοκυριό, ιδιαίτερα σε μια απομακρυσμένη, μη συνδεδεμένη με το δίκτυο νησιωτική περιοχή, όπως η Πάτμος, η οποία εξαρτάται και από σημαντικά ποσά καύσης πετρελαίου θέρμανσης στην τελική ενεργειακή κατανάλωση των κατοικιών.

Δεδομένου ότι ο καθορισμός των ενεργειακών χρήσεων είναι ιδιαίτερης σημασίας για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας, για τις ενεργειακές χρήσεις της τελικής κατανάλωσης ενέργειας των νοικοκυριών, έγινε χρήση πιο νέων στοιχείων σε εθνικό επίπεδο, αφού θεωρήθηκε ότι έχουν αλλάξει πολύ περισσότερο οι συνήθειες των νοικοκυριών. Η θέρμανση χώρων αποτελεί τη βασική ενεργειακή χρήση, η οποία έχει άμεση σχέση με την ενεργειακή φτώχεια. Οι μέσες τιμές για τις ενεργειακές χρήσεις των κατοικιών σε εθνικό επίπεδο παρουσιάζονται στο επόμενο διάγραμμα. Οι συγκεκριμένες τιμές επιλέχθηκαν για τον ενεργειακό σχεδιασμό και την αξιολόγηση των δράσεων.

Ενεργειακές χρήσεις στις κατοικίες σε εθνικό επίπεδο



Διάγραμμα 4: Μερίδιο της καταναλισκόμενης ενέργειας για τις διάφορες ενεργειακές χρήσεις των νοικοκυριών στο σύνολο της τελικής κατανάλωσης ενέργειας (Πηγή: Eurostat, 2020)

Η ενέργεια που απαιτείται για τη **θέρμανση χώρων** αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό τελικής χρήσης από τα νοικοκυριά στη χώρα, όντας πάνω 57% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας (**57.08%**). Ακολουθεί η δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό και τις ηλεκτρικές συσκευές με 13.93% και η ενέργεια για παροχή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) με 16.74%, ενώ η ενέργεια που χρησιμοποιείται για μαγείρεμα είναι περίπου το 8.02% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η καταναλισκόμενη ενέργεια για ψύξη χώρων είναι μόλις 4.23% λόγω της έντονης εποχικότητας χρήσης.

4.3 Καθορισμός εναλλακτικών σεναρίων δράσεων για την ενίσχυση των ενεργειακά ευάλωτων νοικοκυριών στο νησί της Πάτμου

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου μελετώνται 5 εναλλακτικά σενάρια δράσεων, τα οποία θα αξιολογηθούν με τη χρήση δεικτών και πολυκριτήριας ανάλυσης. Σε αυτή την υποενότητα παρουσιάζονται τα σενάρια, τα οποία περιέχουν δράσεις και παρεμβάσεις για την παροχή μόνιμης και αποτελεσματικής στήριξης στα 192 ευάλωτα νοικοκυριά στο νησί, όπως εκτιμήθηκαν βάσει του δείκτη I&Ileq.

Ο σχεδιασμός προβλέπει κυρίως την εγκατάσταση ή την τοποθέτηση στα κτίρια διαφόρων ενεργειακά αποδοτικών υλικών και συστημάτων, αλλά και τη λήψη μέτρων συμπεριφορικής διαχείρισης και συντήρησης των συστημάτων με στόχο να μετατραπούν σε κτίρια χαμηλότερων καταναλώσεων και να μειώσουν το ενεργειακό κόστος για τα νοικοκυριά. Επίσης, θα διερευνηθεί το μοντέλο της κοινοτικής ενέργειας για τη μείωση του ενεργειακού κόστους και τη διασφάλιση ενεργειακής ασφάλειας. Έτσι, τα περισσότερα σενάρια (4 από τα 5) περιλαμβάνουν την εφαρμογή σχήματος εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού για την μείωση των λογαριασμών των νοικοκυριών, ενώ θα υπάρχει κι ένα σενάριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, το οποίο περιέχει ένα συνολικό πακέτο μέτρων.

Επίσης, περιέχονται και κάποιες οριζόντιες παρεμβάσεις που θεωρούνται σε όλα τα σενάρια δράσεων. Η τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για ZNX και συστημάτων φωτισμού τύπου LED υψηλής ενεργειακής απόδοσης προτείνεται σε όλα τα σενάρια. Επιπλέον, λόγω των υψηλών τιμών ενέργειας αλλά και της, η λήψη μέτρων συμπεριφορικής εξοικονόμησης ενέργειας προτείνεται σε όλα τα σενάρια δράσεων και θεωρείται επιτακτική. Η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί μέσω συμπεριφορικών μέτρων είναι από 5% έως 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην κατοικία. Τα συμπεριφορικά μέτρα περιλαμβάνουν:

- Ορθολογική χρήση οικιακών συσκευών (ψυγείο, κουζίνα, πλυντήρια, φούρνους)
- Ελάττωση περιττής χρήσης φωτισμού
- Ρύθμιση θερμοστάτη συστήματος θέρμανσης
- Ρύθμιση θερμοστάτη κλιματιστικών
- Χρήση χρονοδιακόπτη σε ηλεκτρικές συσκευές
- Μη χρήση λειτουργίας αναμονής στις συσκευές (τηλεόραση, Η/Υ, κλπ.)

Τα σενάρια παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

Σενάριο 1: Ανακαίνιση του κτιριακού κελύφους

Στο σενάριο 1 (Σ1) προτείνονται αποκλειστικά παρεμβάσεις που αφορούν την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους των κατοικιών των ευάλωτων νοικοκυριών στο νησί της Πάτμου και εργασίες συντήρησης των υπάρχοντων συστημάτων θέρμανσης. Στο σενάριο αυτό, όπως και σε όλα τα σενάρια, προτείνεται επιπλέον η εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα για ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ). Το σενάριο περιλαμβάνει τις ακόλουθες παρεμβάσεις:

- Θερμομόνωση στέγης/οροφής, εξωτερικής τοιχοποιίας και δαπέδων, καθώς και αεροστεγάνωση.
- Αντικατάσταση κουφωμάτων (πλαίσια και υαλοστάσια, διπλοί ενεργειακοί υαλοπίνακες)
- Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης (εξωτερικά προστατευτικά φύλλα)
- Τοποθέτηση συστημάτων φωτισμού τύπου LED υψηλής ενεργειακής απόδοσης
- Συντήρηση εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης λέβητα πετρελαίου
- Εγκατάσταση θερμοστατικών κεφαλών στα σώματα θέρμανσης
- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για παροχή ΖΝΧ



Σχήμα 4: Παρεμβάσεις Σεναρίου 1 (Σ1)

***ΣΕΝΑΡΙΑ:** Στο πλαίσιο της μελέτης, στα υπόλοιπα σενάρια δράσεων, εκτός από παρεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης, προτείνεται η δημιουργία Ενεργειακής Κοινότητας (ΚΑΕ) από το Δήμο Πάτμου προς στήριξη στα ευάλωτα νοικοκυριά του νησιού (192 νοικοκυριά), μέσω της εγκατάστασης Φ/Β σταθμού και της εφαρμογής εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering), δηλαδή την συσχέτιση του πλεονάσματος από το ΔΕΔΔΗΕ με τους μετρητές κατανάλωσης για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των ευάλωτων νοικοκυριών του νησιού.

Σενάριο 2: Εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού μέσω ενεργειακής κοινότητας του Δήμου & παρεμβάσεις μικρής κλίμακας

Στο σενάριο αυτό (Σ2) προτείνεται σχήμα εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering) το οποίο προϋποθέτει την ανάπτυξη ενεργειακής κοινότητας (Κοινότητας Ανανεώσιμης Ενέργειας - ΚΑΕ) από το Δήμο με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού (Φ/Β) πάρκου σε χωροθετημένη περιοχή του νησιού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι παρεμβάσεις μικρής κλίμακας στις κατοικίες περιλαμβάνουν:

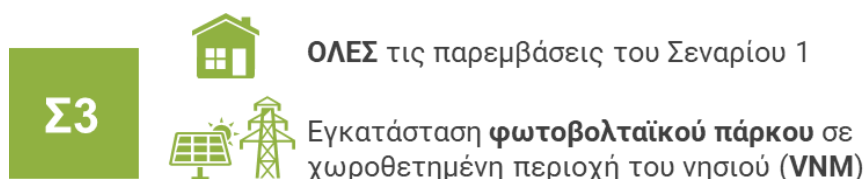
- Τοποθέτηση συστημάτων φωτισμού τύπου LED υψηλής ενεργειακής απόδοσης
- Συντήρηση εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης λέβητα πετρελαίου
- Εγκατάσταση θερμοστατών αντιστάθμισης/θερμοστατικών κεφαλών στα σώματα θέρμανσης
- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για παροχή ΖΝΧ



Σχήμα 5: Παρεμβάσεις Σεναρίου 2 (Σ2)

Σενάριο 3: Ανακαίνιση του κτιριακού κελύφους των κατοικιών & Εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering)

Στο σενάριο 3 (Σ3), για τη μείωση του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών προτείνεται συνδυαστικά η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και σχήμα εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού μέσω ενεργειακής κοινότητας του Δήμου Πάτμου. Με άλλα λόγια, το σενάριο περιέχει όλες τις κτιριακές παρεμβάσεις του Σεναρίου 1 (Σ1) μαζί με εφαρμογή virtual net metering (VNM).

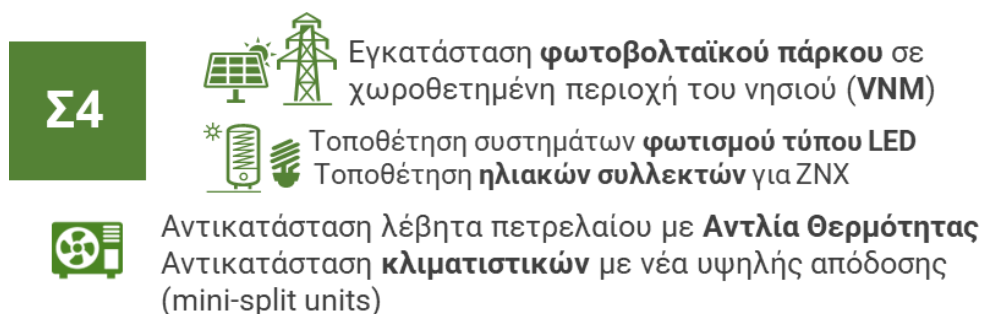


Σχήμα 6: Παρεμβάσεις Σεναρίου 3 (Σ3)

Σενάριο 4: Χρήση Α/Θ για θέρμανση/ψύξη & Εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering)

Το σενάριο 4 (Σ4) εστιάζει στην αντικατάσταση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης (και όχι σε παρεμβάσεις στο κέλυφος των κτιρίων) μαζί με την ανάπτυξη ενεργειακής κοινότητας από το Δήμο για την εφαρμογή του virtual net metering. Συγκεκριμένα προτείνεται η αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με αντλία θερμότητας (Α/Θ) αέρα-νερού και η αντικατάσταση των κλιματιστικών με κλιματιστικά (a/c) νέας τεχνολογίας και υψηλής απόδοσης (mini-split units). Επομένως, οι δράσεις είναι ακόλουθες:

- A. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου σε χωροθετημένη περιοχή του νησιού
- B. Κτιριακές Παρεμβάσεις:
 - Αντικατάσταση κεντρικής θέρμανσης λέβητα πετρελαίου με Α/Θ
 - Αντικατάσταση κλιματιστικών με νέα υψηλής απόδοσης
 - Τοποθέτηση συστημάτων φωτισμού τύπου LED υψηλής ενεργειακής απόδοσης
 - Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για παροχή ZNX



Σχήμα 7: Παρεμβάσεις Σεναρίου 4 (Σ4)

Σενάριο 5: Ανακαίνιση των κατοικιών των νοικοκυριών προς κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

Το συγκεκριμένο σενάριο στοχεύει στην ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών προς κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (Nearly Zero Energy Buildings) θεωρώντας παρεμβάσεις τόσο στο κέλυφος όσο και στα Η/Μ συστήματα των σπιτιών (με χρήση Α/Θ), καθώς και την ανάπτυξη της ενεργειακής κοινότητας από τον Δήμο για παραγωγή καθαρής ενέργειας και εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό (virtual net metering) μέσω εγκατάστασης μονάδας Φ/Β συστημάτων.

Nearly Zero Energy Building (NZEB) είναι το κτίριο που έχει πολύ καλή ενεργειακή συμπεριφορά και έχει ελαχιστοποιήσει τις ανάγκες για ενεργειακή κατανάλωση. Η μικρή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται το κτίριο πρέπει να καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από παραγωγή ΑΠΕ επί τόπου ή σταθμούς της περιοχής.

Οι δράσεις του **Σ5** είναι οι ακόλουθες:

- A. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου σε χωροθετημένη περιοχή του νησιού
- B. Κτιριακές Παρεμβάσεις:
- Θερμομόνωση και αεροστεγάνωση
 - Αντικατάσταση κουφωμάτων
 - Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης
 - Τοποθέτηση συστημάτων φωτισμού τύπου LED υψηλής ενεργειακής απόδοσης
 - Αντικατάσταση κεντρικής θέρμανσης λέβητα πετρελαίου με A/Θ
 - Αντικατάσταση κλιματιστικών με νέα υψηλής απόδοσης (a/c mini split units)
 - Εγκατάσταση Συστήματος Μηχανικού Αερισμού με Ανάκτηση Θερμότητας (Mechanical Ventilation with Heat Recovery – MVHR)
 - Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος αυτόματου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (Building Management System – BMS)
 - Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για παροχή ΖΝΧ

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει συνοπτικά και εποπτικά τις δράσεις όλων των σεναρίων.

Πίνακας 3: Σενάρια δράσεων/παρεμβάσεων

ΣΕΝΑΡΙΑ	Σ 1	Σ 2	Σ 3	Σ 4	Σ 5
Συνοπτική Περιγραφή	BE	PVs	BE & PVs	PVs & HPs	nZEB
ΚΕΛΥΦΟΣ	Θερμομόνωση		Θερμομόνωση		Θερμομόνωση
	Κουφώματα		Κουφώματα		Κουφώματα
	Σκίαση		Σκίαση		Σκίαση
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	Φωτισμός LED	Φωτισμός LED	Φωτισμός LED	Φωτισμός LED	Φωτισμός LED
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	*Λέβητας Πετρελαίου	*Λέβητας Πετρελαίου	*Λέβητας Πετρελαίου	A/Θ	A/Θ
	Συντήρηση	Συντήρηση	Συντήρηση		
	Θερμοστάτες	Θερμοστάτες	Θερμοστάτες		
ΨΥΞΗ				A/Θ & A/C	A/Θ & A/C
ΑΕΡΙΣΜΟΣ					MVHR
ZNX	Ηλιακοί Συλλέκτες (100%)	Ηλιακοί Συλλέκτες (100%)	Ηλιακοί Συλλέκτες (100%)	Ηλιακοί Συλλέκτες (100%)	Ηλιακοί Συλλέκτες (100%)
ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ					BEMS
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)		Virtual Net Metering (VNM)	Virtual Net Metering (VNM)	Virtual Net Metering (VNM)	Virtual Net Metering (VNM)
		Φ/Β Σταθμός	Φ/Β Σταθμός	Φ/Β Σταθμός	Φ/Β Σταθμός
		ΚΑΕ	ΚΑΕ	ΚΑΕ	ΚΑΕ

*Τα σενάρια Σ1, Σ2, Σ3 προβλέπουν συντήρηση της υπάρχουσας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης (συνήθης/συμβατικός λέβητας πετρελαίου)

4.4 Κριτήρια/δείκτες για την αξιολόγηση των δράσεων

Για την αξιολόγηση δράσεων αντιμετώπισης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου επιλέχθηκαν συνολικά 8 δείκτες με βάση τις κύριες παραμέτρους του προβλήματος και τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Η μελέτη αποσκοπεί στην αξιολόγηση των δράσεων με τη χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης. Οι δείκτες κατηγοριοποιούνται ως κριτήρια με βάση το ευρύτερο πεδίο ή τομέα μελέτης στον οποίο αναφέρονται, καθώς και με τον τρόπο εκτίμησής τους.

Έτσι, υπάρχουν 2 δείκτες που αφορούν το πεδίο της ενέργειας (εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή ασφάλεια), 2 οικονομικοί δείκτες (κόστος παρεμβάσεων, ενεργειακό κόστος νοικοκυριών (μείωση), 1 περιβαλλοντικός (μείωση ανθρακικού αποτυπώματος) και 3 κοινωνικοί δείκτες (συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής, συνεισφορά στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, επίδραση στον τουρισμό).

Επιπλέον, υπάρχουν συνολικά 4 ποσοτικοί δείκτες, αλλά και 4 ποιοτικοί δείκτες αξιολόγησης ώστε να ληφθούν υπόψη τα οφέλη και οι επιπτώσεις που δεν μπορούν εύκολα εκτιμηθούν υπολογιστικά και να μπορέσουν να ποσοτικοποιηθούν. Οι 4 ποσοτικοί δείκτες είναι: εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος παρεμβάσεων, ενεργειακό κόστος νοικοκυριών (μείωση), μείωση ανθρακικού αποτυπώματος, και οι 4 ποιοτικοί δείκτες είναι: ενεργειακή ασφάλεια, συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής, συνεισφορά στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, επίδραση στον τουρισμό. Στη συνέχεια δίνεται μια σύντομη περιγραφή του στόχου κάθε δείκτη επίδοσης.

Εξοικονόμηση Ενέργειας: Ο δείκτης εκτιμά και υπολογίζει το ποσό καθώς και το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται μετά την υλοποίηση των δράσεων ή των παρεμβάσεων ανά σενάριο.

Ενεργειακή Ασφάλεια: Ο δείκτης αξιολογεί το επίπεδο διασφάλισης της προμήθειας ενέργειας και ικανοποίησης της ζήτησης των ενεργειακών αναγκών για κάθε σενάριο λαμβάνοντας υπόψη το βαθμό εξάρτησης από εισαγωγές σε ορυκτά καύσιμα, το βαθμό διαθεσιμότητας και διαφοροποίησης των ενεργειακών πηγών.

Κόστος Παρεμβάσεων: Ο δείκτης εκτιμά το κόστος επένδυσης που απαιτείται για την υλοποίηση των παρεμβάσεων ανά σενάριο.

Ενεργειακό Κόστος (Μείωση Ενεργειακού Κόστους Νοικοκυριών): Ο δείκτης εκτιμά τη μείωση του κόστους για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών που επιτυγχάνεται στους λογαριασμούς των νοικοκυριών ανά σενάριο.

Μείωση Ανθρακικού Αποτυπώματος-Εκπομπών CO₂: Ο δείκτης υπολογίζει την ελάττωση στο συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα δηλ. στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που μπορεί να επιτευχθεί ανά σενάριο.

Συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής: Ο δείκτης εκφράζει το επίπεδο συμβατότητας που έχει το προτεινόμενο σενάριο δράσεων (π.χ. παρεμβάσεις ανακαίνισης, ενσωμάτωση τεχνολογικών λύσεων και Η/Μ εξοπλισμού στις οικιστικές μονάδες, εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ στην ευρύτερη περιοχή του νησιού) με τον πολιτισμικό και αρχαιολογικό χαρακτήρα, την ιστορική αξία, την παράδοση και την αρχιτεκτονική της νησιωτικής περιοχής της Πάτμου.

Συνεισφορά στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης: Ο δείκτης αντιπροσωπεύει το βαθμό στον οποίο το προτεινόμενο σενάριο δράσεων συμβάλλει στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, εξετάζοντας σε πόσους στόχους έχει συνεισφορά.

Επίδραση στον Τουρισμό: Ο δείκτης επισημαίνει κατά πόσο το προτεινόμενο σενάριο δράσεων έχει οφέλη ή αρνητικές επιπτώσεις στον τουρισμό για τη νησιωτική περιοχή και τους κατοίκους.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι δείκτες:

Πίνακας 4: Δείκτες αξιολόγησης των δράσεων μέσω πολυκριτήριας ανάλυσης

Πεδίο	Δείκτης	Μονάδες
Ενέργεια	E.1 Εξοικονόμηση ενέργειας	kWh/y, kWh/m ² /y, %
Ενέργεια	E.2 Ενεργειακή ασφάλεια	Likert Scale
Οικονομία	EC.1 Κόστος παρεμβάσεων	€/m ²
Οικονομία	EC.2 Μείωση ενεργειακού κόστους νοικοκυριών	€/y, %
Περιβάλλον	EN.1 Μείωση ανθρακικού αποτυπώματος	kgCO ₂ /y, %
Κοινωνία	S.1 Συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής	Likert Scale
Κοινωνία	S.2 Συνεισφορά στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης	Likert Scale
Κοινωνία	S.3 Επίδραση στον τουρισμό	Likert Scale

4.4.1 Απόδοση βαρών στα κριτήρια αξιολόγησης των δράσεων

Η βαθμολόγηση της σπουδαιότητας των κριτηρίων, με την κατανομή και την ανάθεση βαρών στους δείκτες αξιολόγησης, προέκυψε από την κατασκευή ερωτηματολογίου που διανεμήθηκε και χρησιμοποιήθηκε ως ερευνητικό εργαλείο και μέσο συμμετοχικής διαδικασίας σχεδιασμού στην αξιολόγηση των δράσεων.

Δεδομένου ότι κάθε δείκτης έχει διαφορετική συνεισφορά στην αξιολόγηση των δράσεων και τη διαμόρφωση της τελικής απόφασης, προκειμένου να μελετηθεί και να αξιολογηθεί ο σχεδιασμός των δράσεων με όσο το δυνατόν πιο συμμετοχικό και αντικειμενικό τρόπο, για την απόδοση βαρών στα κριτήρια αξιολόγησης, αποφασίστηκε να διενεργηθεί έρευνα με χρήση Ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα). Η συμμετοχική διαδικασία που ακολουθήθηκε βασίστηκε στις απόψεις των βασικών ενδιαφερόμενων μερών για το σχεδιασμό, δηλαδή το Δήμο Πάτμου, τους πολίτες του νησιού, και μελετητές/μηχανικούς με εξειδικευμένη τεχνογνωσία σε θέματα ενέργειας και εμπειρία στην επίλυση αντίστοιχων προβλημάτων.

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε για την απόδοση των βαρών, δηλαδή τον καθορισμό της σπουδαιότητας καθενός από τους 8 δείκτες αξιολόγησης, είναι η Budget Allocation (BAL), η οποία θεωρεί την κατανομή πόντων στους δείκτες από ένα σύνολο 100 πόντων. Η BAL επιλέχθηκε λόγω της συμμετοχικής προσέγγισης που προσφέρει, της ευκολίας στην χρήση της, της αποτελεσματικότητας και της σαφήνειας στην απόδοση βαρών (%), καθώς και του σύντομου χρόνου εκτέλεσής της. Η μέθοδος είναι κατάλληλη όταν υπάρχουν το πολύ έως 10-12 δείκτες.

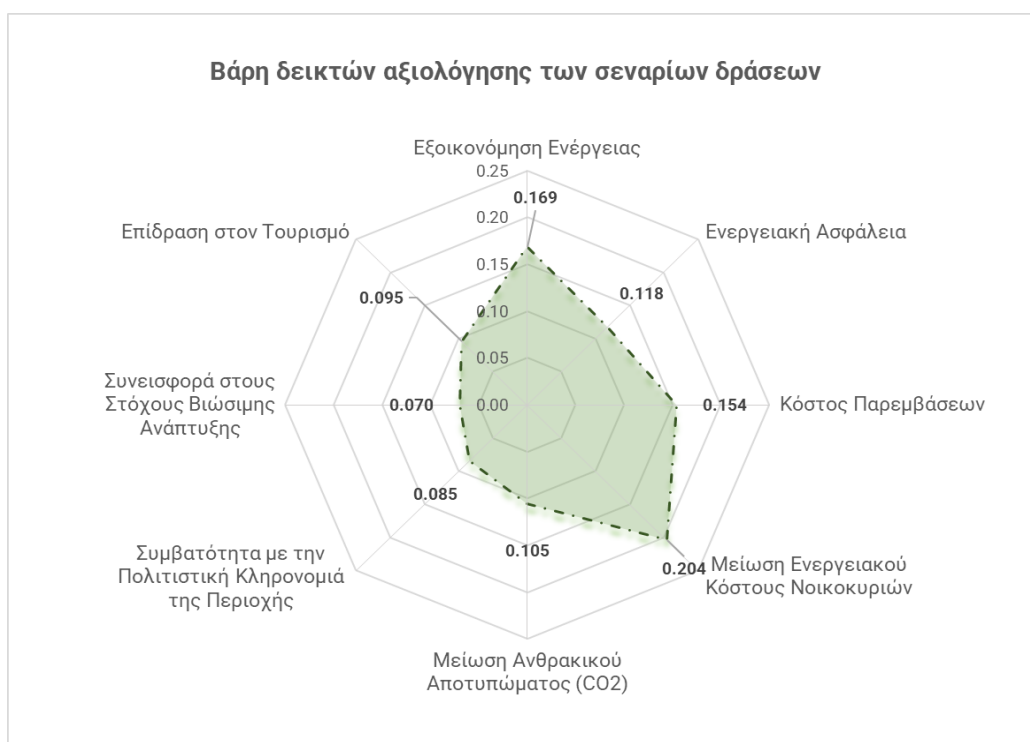
Σύμφωνα με τη BAL, τα βάρη των δεικτών πρέπει επίσης να προσαρμόζονται στους στόχους, τις πολιτικές, τις ανάγκες και ιδιαιτερότητες σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, ζητήθηκε να βαθμολογηθεί η σπουδαιότητα των δεικτών/κριτηρίων στην αξιολόγηση δράσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου, δηλαδή η βαρύτητα που πρέπει να έχουν οι δείκτες, με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περίπτωσης υπό μελέτη. Σκοπός ήταν να κατανεμηθούν οι 100 πόντοι από τους συμμετέχοντες/αξιολογητές, με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχεται μια ολοκληρωμένη στρατηγική για το θέμα.

Έπρεπε να τηρηθούν οι εξής κανόνες: α) Όλοι οι δείκτες έπρεπε να αποκτήσουν βαρύτητες, οπότε κάθε δείκτης έπρεπε να λάβει τουλάχιστον "1" πόντο/βαθμό. β) Στόχος της μελέτης είναι η μείωση του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών, επομένως ο αντίστοιχος δείκτης έπρεπε να λάβει την υψηλότερη βαθμολογία. γ) Προφανώς, το άθροισμα βαρών όλων των δεικτών θα πρέπει να είναι 100.

Το ερωτηματολόγιο απόδοσης βαρών έλαβε συνολικά 24 απαντήσεις: Δήμος (5), πολίτες (7), μηχανικοί/ειδικοί σε θέματα ενέργειας (12). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 5: Η σπουδαιότητα των δεικτών (κριτηρίων) μέσω BAL

Δείκτης	Βαρύτητα	(%)
E.1 Εξοικονόμηση ενέργειας	0.169	16.87%
E.2 Ενεργειακή ασφάλεια	0.118	11.75%
EC.1 Κόστος παρεμβάσεων	0.154	15.42%
EC.2 Μείωση ενεργειακού κόστους νοικοκυριών	0.204	20.42%
EN.1 Μείωση ανθρακικού αποτυπώματος	0.105	10.54%
S.1 Συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής	0.085	8.46%
S.2 Συνεισφορά στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης	0.070	7.00%
S.3 Επίδραση στον τουρισμό	0.095	9.54%
ΣΥΝΟΛΟ	1.00	100%



Διάγραμμα 5: Προκύπτουσα σπουδαιότητα των κριτηρίων (Μέθοδος BAL)

4.4.2 Ποσοτικοποίηση ποιοτικών δεικτών/κριτηρίων

Για την ποσοτικοποίηση των ποιοτικών δεικτών χρησιμοποιήθηκε η ευρέως διαδεδομένη 5-βάθμια κλίμακα βαθμολόγησης της επίδοσης των δεικτών από το 1 έως το 5 (Likert Scale). Η ποιοτική μέτρηση κάθε δείκτη που αντιστοιχεί σε κάθε σκορ/αριθμό της κλίμακας είναι η ακόλουθη:

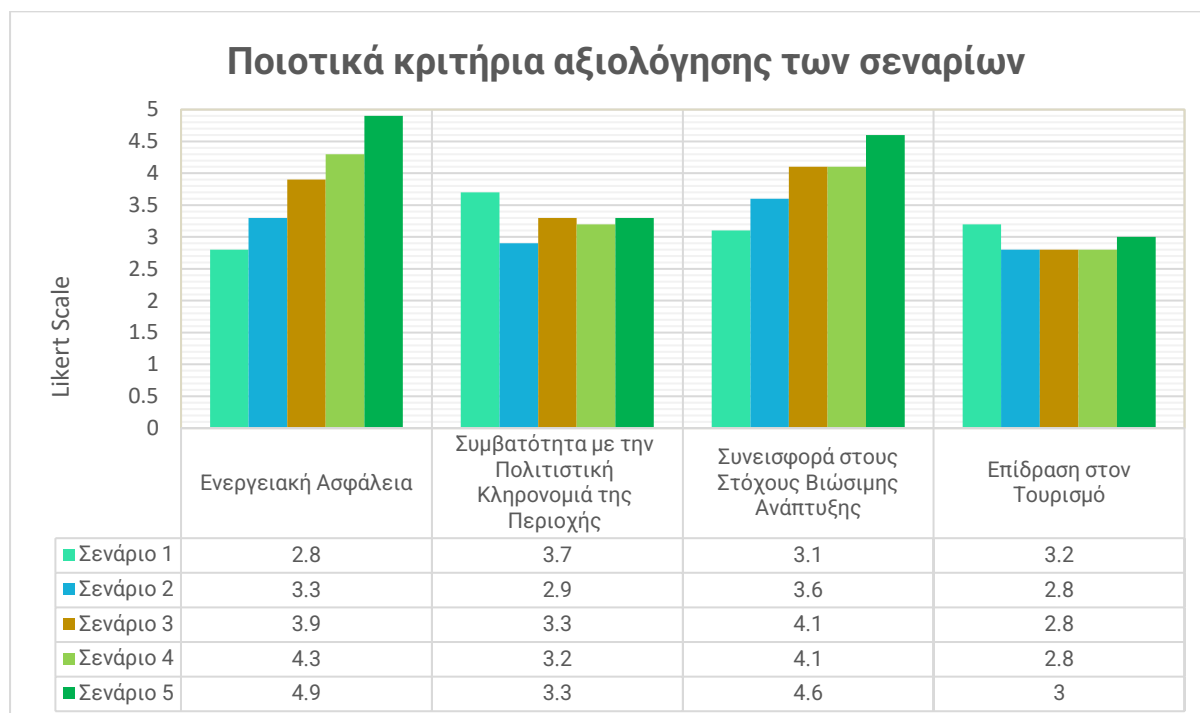
Ενεργειακή Ασφάλεια
Καθόλου ενεργειακή ασφάλεια 1-2-3-4-5 Πολύ υψηλή ενεργειακή ασφάλεια 1. Καθόλου. Το σενάριο δράσεων δεν προσφέρει καθόλου ενεργειακή ασφάλεια 2. Χαμηλή. Το σενάριο δράσεων προσφέρει περιορισμένα επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας 3. Ικανοποιητική. Το σενάριο δράσεων προσφέρει ικανοποιητικά επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας 4. Υψηλή. Το σενάριο δράσεων προσφέρει υψηλά επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας 5. Πολύ υψηλή. Το σενάριο προσφέρει πολύ υψηλά επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας στους χρήστες
Συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής
Καθόλου συμβατότητα 1-2-3-4-5 Πολύ υψηλή συμβατότητα 1. Καθόλου. Μηδενικό επίπεδο συμβατότητας του σεναρίου δράσεων με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής 2. Χαμηλή. Χαμηλό επίπεδο συμβατότητας του σεναρίου δράσεων με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής 3. Μέτρια. Μέτριο επίπεδο συμβατότητας του σεναρίου δράσεων με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής 4. Υψηλή. Υψηλό επίπεδο συμβατότητας του σεναρίου δράσεων με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής 5. Πολύ υψηλή. Πολύ υψηλό επίπεδο συμβατότητας του σεναρίου δράσεων με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής
Συνεισφορά στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης
Συμβολή σε τουλάχιστον 1 SDG 1-2-3-4-5 Συμβολή σε τουλάχιστον 5 SDGs  1. Το σενάριο δράσεων συμβάλλει στην επίτευξη τουλ. 1 στόχου βιώσιμης ανάπτυξης 2. Το σενάριο δράσεων συμβάλλει στην επίτευξη 2 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης 4. Το σενάριο δράσεων συμβάλλει στην επίτευξη 3 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης 4. Το σενάριο δράσεων συμβάλλει στην επίτευξη 4 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης 5. Το σενάριο δράσεων συμβάλλει στην επίτευξη τουλ. 5 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης

Επίδραση στον Τουρισμό

Πολύ αρνητική επίδραση 1-2-3-4-5 Πολύ θετική επίδραση

1. Πολύ αρνητική. Οι δράσεις που περιλαμβάνονται στο προτεινόμενο σενάριο έχουν πολύ αρνητική επίδραση στον τουρισμό
2. Αρνητική. Οι δράσεις που περιλαμβάνονται στο προτεινόμενο σενάριο έχουν αρνητική επίδραση στον τουρισμό
3. Ουδέτερη. Οι δράσεις που περιλαμβάνονται στο προτεινόμενο σενάριο δεν έχουν ούτε θετική ούτε αρνητική επίδραση στον τουρισμό
4. Θετική. Οι δράσεις που περιλαμβάνονται στο προτεινόμενο σενάριο έχουν θετική επίδραση στον τουρισμό

Η εκτίμηση της βαθμολογίας των δεικτών ανά σενάριο έγινε με ένα ακόμη ερωτηματολόγιο ως ερευνητικό εργαλείο (βλ. Παράρτημα), το οποίο αυτή τη φορά συμπληρώθηκε μόνο από τους εξειδικευμένους μελετητές/μηχανικούς του σχεδιασμού (12 απαντήσεις). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 6: Προκύπτουσα βαθμολογία ποιοτικών δεικτών ανά σενάριο μέσω ερωτηματολογίου

Όπως εύκολα διαπιστώνεται, τα επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας καθώς και η συμβολή στην επίτευξη στόχων βιώσιμης ανάπτυξης (SDGs) διαφοροποιείται σημαντικά ανά σενάριο, με το Σ1 που περιέχει κυρίως παθητικές παρεμβάσεις να έχει τη χαμηλότερη βαθμολογία, και το Σ5 που περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο και συνδυαστικό πακέτο δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης και κοινοτικής ηλεκτροπαραγωγής με στόχο το μετασχηματισμό των κτιρίων σε σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας την υψηλότερη και στους 2 αυτούς δείκτες.

Αν συνυπολογιστεί ότι, τα σενάρια Σ2, Σ3, Σ4 επίσης περιέχουν την παραγωγή καθαρής ενέργειας από ΑΠΕ μέσω της ενεργειακής κοινότητας του Δήμου, με το Σ2 να περιλαμβάνει μόνο παρεμβάσεις μικρής κλίμακας, το Σ3 να συμπεριλαμβάνει τις παρεμβάσεις του Σ1, και το Σ4 να προωθεί περαιτέρω την απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την χρήση ηλεκτρισμού και για θέρμανση μέσω αποδοτικών Α/Θ, οι απαντήσεις των experts κρίνονται λογικές. Σε ότι αφορά τον τουρισμό, κρίνεται ότι δεν επηρεάζεται σημαντικά από την εφαρμογή των σεναρίων δράσεων, ενώ σχετικά με τη συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της νησιωτικής περιοχής της Πάτμου, τα σενάρια που περιέχουν παθητικές παρεμβάσεις (Σ1, Σ3, Σ5) οι οποίες αυξάνουν την αισθητική και βελτιώνουν την αρχιτεκτονική των κτιρίων, έχουν λάβει καλύτερη βαθμολογία.

4.4 Ενεργειακός Σχεδιασμός: Υπολογιστική Διαδικασία – Υπολογισμός Παραμέτρων & Δεικτών Επίδοσης

Σε αυτό το μέρος της εργασίας, πραγματοποιείται λεπτομερής ανάλυση και επεξεργασία όλων των δεδομένων που λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό των δράσεων, με σκοπό τον υπολογισμό των απαιτούμενων μεγεθών, παραμέτρων, και των δεικτών επίδοσης. Συγκεκριμένα:

- Για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας (και του ανθρακικού αποτυπώματος) ακολουθείται αναλυτική μεθοδολογία ενεργειακού σχεδιασμού και ανάλυσης που εφαρμόζεται στα Σχέδια Δράσης Αειφόρου Ενέργειας και Κλίματος (ΣΔΑΕΚ) και σε μελέτες ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων.
- Για τη διαστασιολόγηση των συστημάτων ΑΠΕ, χρησιμοποιήθηκε μεθοδολογία που εφαρμόζεται σε σχετικές τεχνοοικονομικές μελέτες διαστασιολόγησης και σε Ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα.
- Για τους υπολογισμούς κόστους (κόστους παρεμβάσεων και ενεργειακού κόστους) έγιναν εκτιμήσεις με βάση τιμές της αγοράς και σχετικές μελέτες.

Ειδικότερα, υπολογίζεται η εξοικονόμηση ενέργειας κάθε σεναρίου σε σύγκριση με το βασικό σενάριο της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς και η αναγκαία ηλεκτροπαραγωγή στις περιπτώσεις χρήσης ΑΠΕ μέσω εφαρμογής εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, μαζί με την απαιτούμενη ισχύ εγκατάστασης των συστημάτων. Οι δράσεις συμβάλλουν στη μείωση του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών, η οποία εκτιμάται με βάση τις τρέχουσες τιμές κόστους της αγοράς της ενέργειας. Επιπλέον, προσδιορίζεται η διαφορά κάθε σεναρίου στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Για την κοστολόγηση κάθε σεναρίου δράσεων, πέρα από την έρευνα αγοράς, γίνονται κάποιες εύλογες παραδοχές για τις επιφάνειες του κελύφους που θα ανακαινιστούν.

Ενεργειακά Δεδομένα & Υπολογισμοί

Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται οι ενεργειακές καταναλώσεις σε επίπεδο κατοικίας, ανά τελική χρήση και ανά καύσιμη ύλη/προϊόν ενέργειας αντίστοιχα, όπως αυτές υπολογίστηκαν με χρήση των δεδομένων, καθώς και τα κτιριακά χαρακτηριστικά του μέσου κτιρίου που μελετήθηκε. Για τους αναγκαίους υπολογισμούς της παρούσας εργασίας, το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση χώρων έχει θεωρηθεί 25%.

Για τον υπολογισμό των εκπομπών, στην περίπτωση των καυσίμων χρησιμοποιήθηκαν οι τυπικοί μέσοι εθνικοί συντελεστές εκπομπών λόγω κατανάλωσης ενέργειας που προτείνονται στις οδηγίες του Συμφώνου των Δημάρχων: πετρέλαιο: 0.268 kgCO₂/kWh, βιομάζα: 0.410 kgCO₂/kWh, ενώ για την ηλεκτρική ενέργεια, λαμβάνοντας υπόψη το ενεργειακό μίγμα στα ΜΔΝ των Δωδεκανήσων, ο συντελεστής θεωρήθηκε ίσος με 0.785 kgCO₂/kWh.

Πίνακας 6: Μερίδιο κατανάλωσης ενέργειας ανά τελική χρήση

Ενεργειακή χρήση	(%)	kWh/y
Θέρμανση Χώρων	57.08%	7,988.2
Ψύξη Χώρων	4.23%	591.9
Παροχή ΖΝΧ	13.93%	1,949.1
Μαγείρεμα	8.02%	1,121.8
Φωτισμός & Ηλεκτρικές Συσκευές	16.74%	2,343.0
ΣΥΝΟΛΟ	100.00%	13,994.0

Πίνακας 7: Ενεργειακή κατανάλωση, εκπομπές CO₂ και τιμές κόστους ανά ενεργειακό προϊόν

Φορέας Ενέργειας	(%)	kWh/y	kgCO ₂ /y	Τιμή (€/kWh)
Ηλεκτρική Ενέργεια	46.64%	6,526.7	5,123.5	0.246
Πετρέλαιο	48.32%	6,761.2	1,812.0	0.135
Βιομάζα (Ξύλο)	5.05%	706,1	289.5	0.353
ΣΥΝΟΛΟ	100.00%	13994.0	7,225.0	-

Πίνακας 8: Βασικά χαρακτηριστικά του μέσου τυπικού κτιρίου αναφοράς

Χαρακτηριστικά τυπικού κτιρίου	Μονοκατοικίες (Sav=105m ²)
Συνολικός αριθμός κατοικιών	192
Συνολική επιφάνεια (τ.μ.)	20,160.0
Επιφάνεια κελύφους κτιρίων (τ.μ.)	47,040.0
Επιφάνεια ανοιγμάτων (τ.μ.)	4,032.0
Επιφάνεια σκίασης (τ.μ.)	1,209.6
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας (kWh/y/m ²)	133.28

Υπολογισμοί εξοικονόμησης ενέργειας, CO2 και εκτίμηση κόστους

Υπολογίζονται οι καταναλώσεις κάθε σεναρίου σε σύγκριση με το βασικό σενάριο της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και η διαφορά στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Για την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται, από κάθε ξεχωριστή δράση, τεχνολογία ή παρέμβαση στα κτίρια, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τη Μακροπρόθεσμη Στρατηγική Ανακαίνισης και το Σχέδιο Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων Περιφερειών και Δήμων του ΥΠΕΝ (Πίνακας 9).

Πίνακας 9 Ποσοστό εξοικονόμησης ανά δράση

Δράσεις/Παρεμβάσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης	Ποσοστό Εξοικονόμησης
Θερμομόνωση (περ. αεροστεγάνωση)	50% της Θ.Ε
Κουφώματα (Πλαίσια αλουμινίου & διπλοί ενεργειακοί υαλοπίνακες)	17% της Θ.Ε
Συστήματα σκίασης (Εξωτερικά προστατευτικά φύλλα)	10% της Ψ.Ε
Συστήματα φωτισμού τύπου LED	60% της Η.Ε
Συντήρηση κεντρικής εγκατάστασης λέβητα πετρελαίου	10% της Θ.Ε
Θερμοστατικές κεφαλές στα σώματα θέρμανσης	3% της Θ.Ε
Αντλία θερμότητας (Α/Θ) & Κλιματιστικά A/C split units	70% της Η.Ε
Σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας (Mechanical Ventilation with Heat Recovery - MVHR)	10% της Η.Ε
Ηλιακοί συλλέκτες με δεξαμενή νερού	50% της ΖΝΧ
Σύστημα αυτόματου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (Building Management System – BMS)	20% της Σ.Ε
Μέτρα συμπεριφορικών αλλαγών	5% της Σ.Ε

Για τα Φ/Β συστήματα net metering εκτιμήθηκε το δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής με βάση τις κλιματικές συνθήκες της Πάτμου, ενώ επίσης θεωρήθηκε ταυτοχρονισμός 70%. Στη Νότια Ελλάδα η ηλεκτρική ενέργεια που παράγει 1kW Φ/Β είναι 1300-1600 kWh/kWp κάθε έτος. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, για τη διαστασιολόγηση, λήφθηκαν υπόψη οι περιορισμοί ισχύος/ηλεκτρικού χώρου του ΗΣ της Πάτμου.

Για τον προσδιορισμό του κόστους των Φ/Β συστημάτων πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση στη βιβλιογραφία και έρευνα αγοράς σε εταιρίες εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων για την τελική διασταύρωση του εύρους τιμών, για συστήματα net metering, και όχι αυτόνομα. Το κόστος κυμαίνεται από 1000-1300 €/kWp και περιλαμβάνει το κόστος αγοράς και τοποθέτησης, το κόστος λοιπού εξοπλισμού, όπως βάσεων στήριξης, αντιστροφέα ισχύος (inverter), ηλεκτρολογικού υλικού και συστήματος αντικεραυνικής προστασίας. Επιλέχθηκε κόστος 1300 €/kWp με έναν συντελεστή διόρθωσης κλίμακας της τάξης του 0.85, όπως ορίζεται στη βιβλιογραφία για την περίπτωση συστημάτων οικονομικών κλίμακας.

Πίνακας 10 Τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά Φ/Β συστημάτων

Ενεργειακή κοινότητα – Φ/Β Σταθμός		
Φ/Β συστήματα	Τιμή Κόστους /kW	1300 €/kWp
Οικονομίες κλίμακας – Cost Capacity Factor	Συντελεστής Διόρθωσης	0.85
Ταυτοχρονισμός	Ποσοστό ταυτοχρονισμού (%)	70%
Περιθώρια εγκατάστασης	Όριο Ισχύος	676 kW
Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή	Ηλ. Ενέργεια/Μονάδα Ισχύος	1600 kWh/kWp
Virtual Net Metering	Τιμή συμψηφισμού	0.182 €/kWh

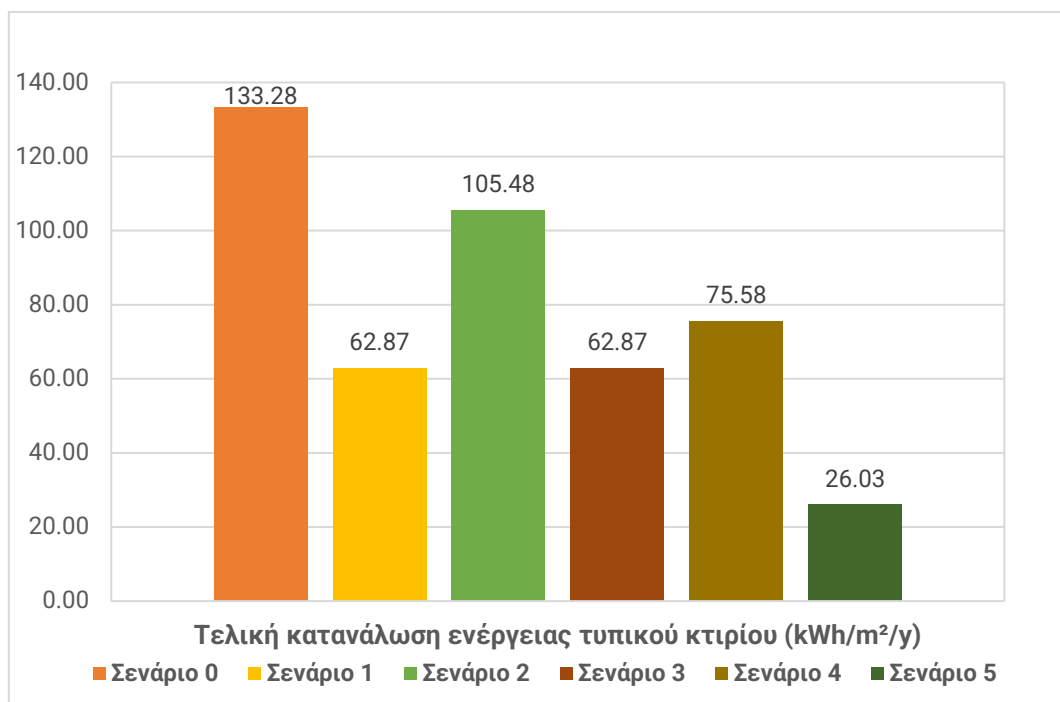
Στον επόμενο Πίνακα παρουσιάζεται αναλυτικά το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται για κάθε σενάριο δράσεων, καθώς και η ηλεκτροπαραγωγή της ενεργειακής κοινότητας που πρέπει να διατεθεί για ενεργειακό συμψηφισμό για την ανακούφιση των νοικοκυριών, μαζί με την απαιτούμενη ισχύ των Φ/Β συστημάτων.

Πίνακας 11: Ποσοστό εξοικονόμησης που επιτυγχάνεται ανά σενάριο δράσεων

Savings (kWh/y)	Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	699.70	699.70	699.70	699.70	699.70
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	4,322.02		4,322.02		4,322.02
ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	734.74		734.74		734.74
ΣΚΙΑΣΗ	59.19		59.19		59.19
ΦΩΤΙΣΜΟΣ LED	146.85	146.85	146.85	146.85	146.85
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΛΕΒ.	358.73	864.40	358.73		
ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ	96.86	233.39	96.86		
Α/Θ				4,237.45	3,311.08
ΜΗΧ. ΑΕΡΙΣΜΟΣ					268.32
ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛ.	974.56	974.56	974.56	974.56	974.56
BEMS					744.46
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑ ΚΤΙΡΙΟ	7,392.65	2,918.91	7,392.65	6,058.56	11,260.93
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑ m ²	70.41	27.80	70.41	57.70	107.25
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	52.83%	20.86%	52.83%	43.29%	80.47%
Ε.ΚΟΙΝ (VNM)		Σ2	Σ3	Σ4	Σ5
Φ/Β ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/y)		5,214.19	4,153.76	4,388.41	2,492.27
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)		625.7	498.5	526.6	299.1
ΑΠΑΙΤ.ΙΣΧΥΣ/ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟ (kW)		3.26	2.60	2.74	1.56

Η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί μέσω των σεναρίων Σ1, Σ3 είναι σημαντική και εκτιμάται ότι είναι γύρω στο 52.83%. Τα σενάρια Σ2 και Σ4 εστιάζουν

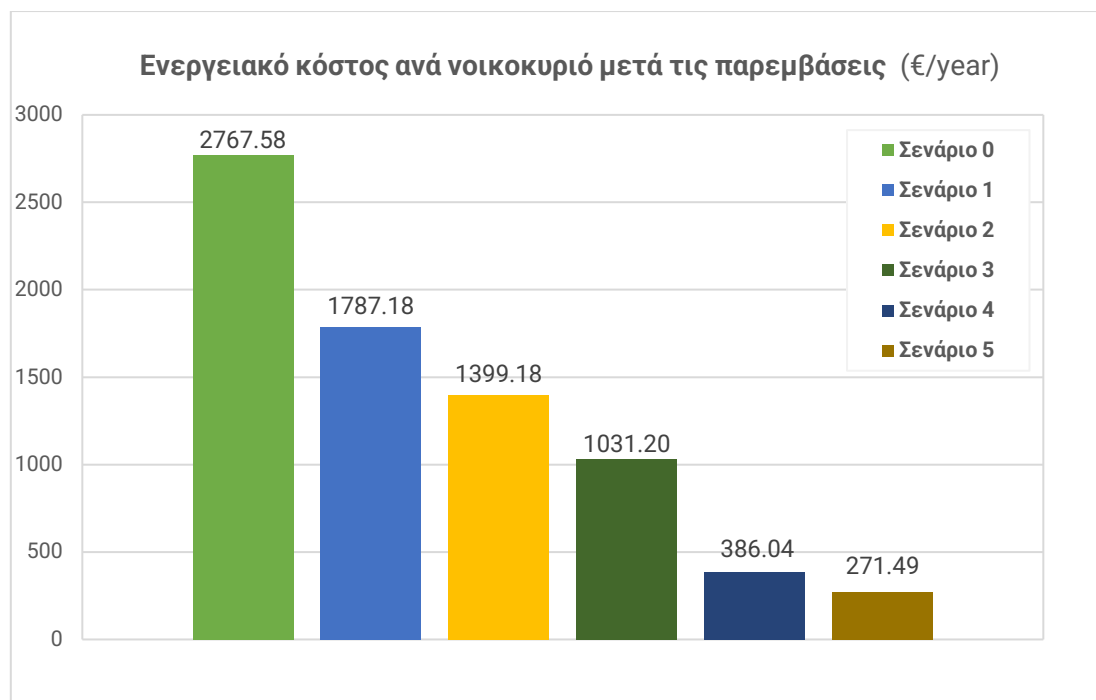
περισσότερο στην αξιοποίηση του σχήματος του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού για τη μείωση του ενεργειακού κόστους, γι αυτό κι επιτυγχάνουν χαμηλότερα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ το Σ5 οδηγεί λόγω πολλαπλών μέτρων ενεργειακής απόδοσης σε θερμική κα ηλεκτρική ενεργειακή κατανάλωση στο υψηλότερο ποσοστό εξοικονόμησης. Το επόμενο διάγραμμα παρουσιάζει την τελική κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό ανά μονάδα επιφανείας τυπικού κτιρίου, η οποία αντιπροσωπεύει την συνολική ετήσια πραγματική κατανάλωση ενέργειας για τις διάφορες τελικές χρήσεις από τα νοικοκυριά. Το σενάριο 0 (Σ0) αναφέρεται στην υφιστάμενη κατάσταση, η οποία χρησιμοποιείται ως βάση αναφοράς (Baseline) για την σύγκριση των αποτελεσμάτων.



Διάγραμμα 7: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά σενάριο

Από το Πίνακα διαπιστώνεται επίσης, σχετικά με τη διαστασιολόγηση των Φ/Β συστημάτων της ενεργειακής κοινότητας, ότι κανένα σενάριο δεν ξεπερνά τα διαθέσιμα περιθώρια ισχύος, με την περίπτωση του Σ2 (625.7 kW) βέβαια να είναι αρκετά οριακή.

Για τον υπολογισμό του νέου ενεργειακού κόστους μετά την υλοποίηση των παρεμβάσεων ανά σενάριο χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των ενεργειακών προϊόντων που αναγράφονται στον Πίνακα 7. Οι τιμές για την ηλεκτρική ενέργεια προέρχονται από τις χρεώσεις που δίνονται σε πρόσφατο οικιακό τιμολόγιο της ΔΕΗ, ενώ για τα καύσιμα από σχετική τεχνική μελέτη του ΕΜΠ «Σύγκριση κόστους θέρμανσης από διάφορες τεχνολογίες»[65]. Για τον υπολογισμό του οφέλους από τα Φ/Β virtual net metering, η εκτίμηση έγινε λαμβάνοντας υπόψη τιμή συμψηφισμού 0.182 €/kWh[66].



Διάγραμμα 8: Ενεργειακό κόστος ανά σενάριο

Όσον αφορά τη μείωση του ενεργειακού κόστους (και των λογαριασμών ενέργειας), τα σενάρια που περιλαμβάνουν ενεργειακό συμψηφισμό από Φ/Β επιτυγχάνουν υψηλότερη επίδοση, ενώ οι παθητικές παρεμβάσεις έχουν υψηλότερη επίδοση στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Στη συνέχεια υπολογίζονται τα κόστη που προέκυψαν για την υλοποίηση των παρεμβάσεων. Οι τιμές κόστους ανά παρέμβαση ενεργειακής αναβάθμισης έχουν εκτιμηθεί βάσει έρευνας της αγοράς, καθώς και στοιχείων του ΥΠΕΝ (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ 2023 [67], κλπ.)

Πίνακας 12 Τυπικά κόστη παρεμβάσεων/τεχνολογιών

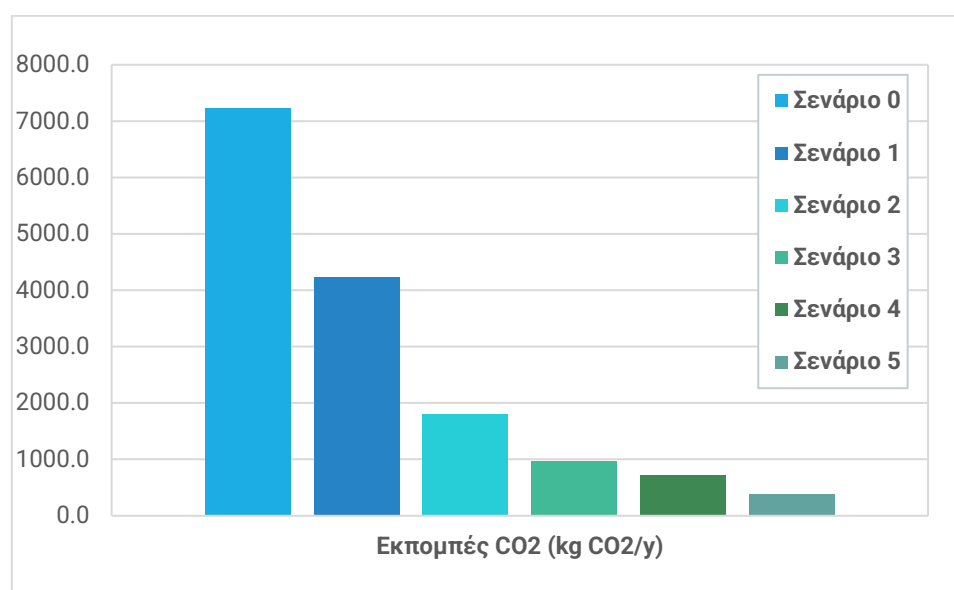
Κτιριακές παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης	Κόστος	Χρ. Μονάδες
Θερμομόνωση (περ. και αεροστεγάνωση)	60	€/m ²
Κουφώματα (Πλαίσια αλουμινίου & διπλοί ενεργειακοί υαλοπίνακες	320	€/m ²
Συστήματα σκίασης (Εξωτερικά προστατευτικά φύλλα)	175	€/m ²
Συστήματα φωτισμού τύπου LED	2	€/m ²
Συντήρηση κεντρικής εγκατάστασης λέβητα πετρελαίου	30	€/έτος
Θερμοστατικές κεφαλές στα σώματα θέρμανσης	15	€/μονάδα
Κλιματιστικά νέας γενιάς τύπου Inverter (A/C mini-split units)	600	€/μονάδα
Αντλία θερμότητας (Α/Θ)	7,200	€/μονάδα
Σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας (Mechanical Ventilation with Heat Recovery - MVHR)	935	€/μονάδα
Ηλιακοί συλλέκτες με δεξαμενή ZNX	1,250	€/μονάδα
Σύστημα αυτόματου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (Building Management System – BMS)	30	€/m ²

Πίνακας 13: Απαιτούμενο κόστος επένδυσης ανά σενάριο δράσεων/παρεμβάσεων

Κόστος (€)	Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5
Φ/Β ΠΑΡΚΟ		550,788.10	581,902.8	330,475.3	429,469.6
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	2,822,400.0		2,822,400.0		2,822,400.0
ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	1,290,240.0		1,290,240.0		1,290,240.0
ΣΚΙΑΣΗ	211,680.0		211,680.0		211,680.0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ LED	40,320.0	40,320.0	40,320.0	40,320.0	40,320.0
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΛΕΒ.	57,600.0	57,600.0	57,600.0		
ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ	17,280.0	17,280.0	17,280.0	17,280.0	17,280.0
Α/Θ & Α/Σ				1,612,800.0	1,612,800.0
ΜΗΧ. ΑΕΡΙΣΜΟΣ					179,520.0
ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛ.	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000.0
BEMS					604,800.0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ(€)	4,679,520.0	905,988.1	5,261,422.8	2,240,875.3	7,448,509.6

Το κόστος επένδυσης για το Σ2 που βασίζεται κυρίως στο σχήμα ενεργειακού συμψηφισμού μέσω της ενεργειακής κοινότητας του δήμου είναι αρκετά χαμηλό, ωστόσο το σενάριο δεν επιτυγχάνει υψηλά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης του ενεργειακού κόστους. Επιπλέον, το κόστος επένδυσης είναι προσιτό για το σενάριο Σ4, αν αναλογιστεί κανείς τόσο την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται όσο και την ελάττωση του ενεργειακού κόστους για τα νοικοκυριά του νησιού. Τα υπόλοιπα σενάρια έχουν συγκριτικά αυξημένο κόστος επένδυσης.

Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζεται η διαφορά στο ανθρακικό αποτύπωμα σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, μετά τις παρεμβάσεις των σεναρίων. Η ευεργετική επίδραση της παραγωγής ΑΠΕ κυρίως, αλλά και των μέτρων εξοικονόμησης είναι εμφανής.

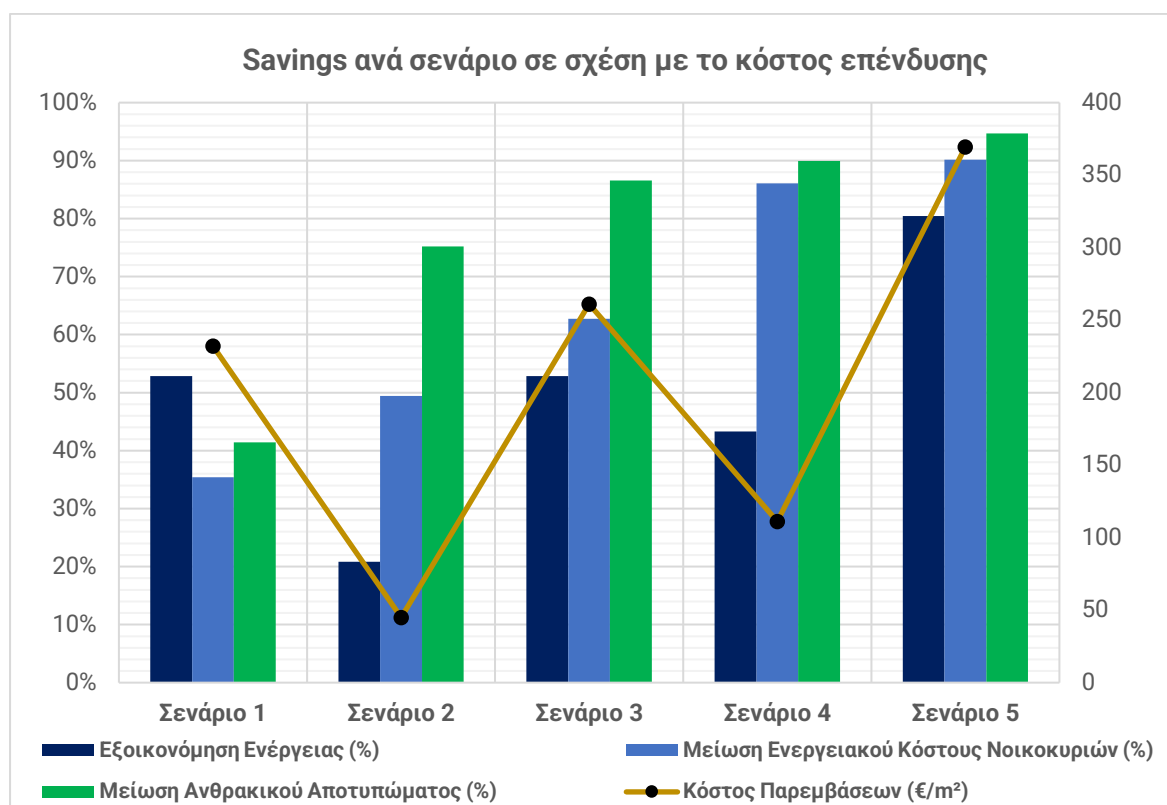


Διάγραμμα 9: Εκπομπές CO2 ανά σενάριο

Ο επόμενος πίνακας μαζί με το επόμενο γράφημα παρουσιάζουν ύστερα από τις ανάλογες αναγωγές τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των υπολογισμών για κάθε σενάριο δράσεων.

Πίνακας 14 Συγκριτική αξιολόγηση σεναρίων

SAVINGS (%)	Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (%)	52.83%	20.86%	52.83%	43.29%	80.47%
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (%)	35.42%	49.44%	62.74%	86.05%	90.19%
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (%)	41.42%	75.19%	86.56%	89.94%	94.72%
ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ	233.12 €/m ²	44.94 €/m ²	260.98 €/m ²	111.15 €/m ²	369.47 €/m ²
Ε.ΚΟΙΝ (VNM)		Σ2	Σ3	Σ4	Σ5
Φ/Β ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/y)		5,214.19	4,153.76	4,388.41	2,492.27
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)		625.7	498.5	526.6	299.1
ΑΠΑΙΤ.ΙΣΧΥΣ/ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟ (kW)		3.26	2.60	2.74	1.56



Διάγραμμα 10: Ποσοτικά οφέλη σεναρίων και αντίστοιχο κόστος επένδυσης

4.5 Πολυκριτήρια ανάλυση

Για την κατάταξη των σεναρίων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)[68]. Η TOPSIS αποτελεί μέθοδο σύνθεσης αντιστάθμισης, βασισμένη στην αρχή ότι η επιλεχθείσα εναλλακτική οφείλει να έχει την ελάχιστη γεωμετρική απόσταση από τη θετική ιδεατή λύση και τη μέγιστη από την αρνητική [69]. Υπολογίζει την σχετική εγγύτητα Di στην θετική ιδεατή λύση για κάθε εναλλακτική Ai . Η μέθοδος επιλέχθηκε γιατί έχει αρκετά συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες μεθόδους πολυκριτήριας ανάλυσης, προσφέροντας σχετικά απλοποιημένη μαθηματική μοντελοποίηση και άμεση κατανόηση των αποτελεσμάτων. Τα πλεονεκτήματα της TOPSIS συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Παρέχει μια συνεπή αριθμητική λογική η οποία την κάνει να είναι μια απλή και κατανοητή μέθοδος
- Απαιτεί μια συστηματική και εύκολα προγραμματιζόμενη υπολογιστική διαδικασία
- Λαμβάνει υπόψιν ταυτόχρονα τόσο την ιδεατή όσο και την αντι-ιδεατή λύση για την αξιολόγηση των εναλλακτικών
- Επιτρέπει μεγάλο αριθμό κριτηρίων και εναλλακτικών

Το πρώτο βασικό βήμα επίλυσης της μεθόδου είναι η δημιουργία του Πίνακα Απόφασης. Έπειτα από την κατάστρωση του πίνακα απόφασης, πραγματοποιείται κανονικοποίηση των σταθμισμένων δεικτών αξιολόγησης των εναλλακτικών.

Ο κανονικοποιημένος πίνακας απόφασης υπολογίζεται μέσω της σχέσης:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Και ύστερα πολλαπλασιάζεται με τα βάρη των κριτηρίων:

$$p_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (2)$$

Ακολουθεί ο προσδιορισμός της θετικής και της αρνητικής ιδεατής λύσης Pi^+ και Pi^- για κάθε κριτήριο/δείκτη. Στη συνέχεια, υπολογίζεται η ευκλείδια απόσταση κάθε εναλλακτικής από την θετική ιδεατή λύση Si^+ και από την αρνητική ιδεατή λύση Si^- και η σχετική εγγύτητα Di στην θετική ιδεατή λύση για κάθε εναλλακτική Ai , με βάση την οποία γίνεται η τελική κατάταξη.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (p_{ij} - p_j^+)^2} \quad (3)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (p_{ij} - p_j^-)^2} \quad (4)$$

$$D_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (5)$$

Ο Πίνακας Απόφασης προκύπτει από τις τελικές υπολογισθείσες τιμές των 8 δεικτών αξιολόγησης των σεναρίων, επομένως είναι ο ακόλουθος:

Πίνακας 15: Πίνακας Απόφασης για την Αξιολόγηση των Σεναρίων Δράσεων

ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΡΑΣΕΩΝ/ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ		Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5
ΚΡΙΤΗΡΙΑ/ΔΕΙΚΤΕΣ	ΒΑΡΗ	BE	PVs	BE & PVs	PVs & HPs	nZEB
E.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ(%)	16.87%	52.83%	20.86%	52.83%	43.29%	80.47%
E.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	11.75%	2.8	3.3	3.9	4.3	4.9
EC.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ (€/m ²)	15.42%	232.12	44.94	260.98	111.15	369.47
EC.2 ΜΕΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ (%)	20.42%	35.42%	49.44%	62.74%	86.05%	90.19%
EN.1 ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂ (%)	10.54%	41.42%	75.19%	86.56%	89.94%	94.72%
S.1 ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	8.46%	3.7	2.9	3.3	3.2	3.3
S.2 ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΣΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	7.00%	3.1	3.6	4.1	4.1	4.6
S.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΤΟΥΡΙΣΜΟ	9.54%	3.2	2.8	2.8	2.8	3

Ο προσδιορισμός της θετικής και της αρνητικής ιδεατής λύσης για κάθε κριτήριο/δείκτη έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Πίνακας 16: Πίνακας προσδιορισμού ιδεατών λύσεων

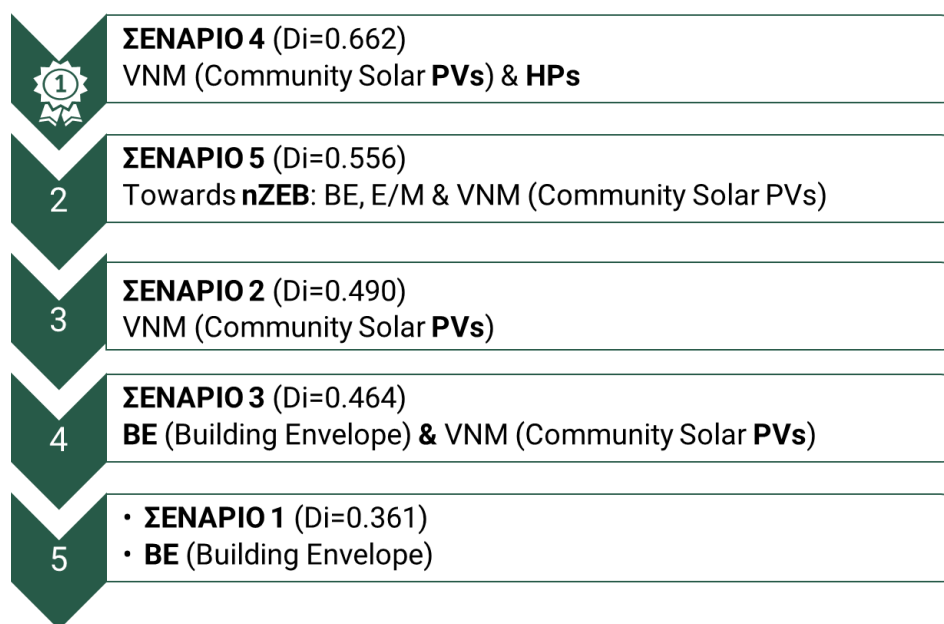
Δείκτες Αξιολόγησης	Ιδεατές Λύσεις	χ+	χ-	p_i^+	p_i^-
	Στόχος	Best	Worst	Θετική	Αρνητική
E.1 Εξοικονόμηση Ενέργειας	Max	0.8047	0.2086	0.1358	0.0352
E.2 Ενεργειακή Ασφάλεια	Max	4.9	2.8	0.5758	0.3290
EC.1 Κόστος παρεμβάσεων	Min	44.94	369.47	6.9297	56.9722
EC.2 Μείωση ενεργειακού κόστους νοικοκυριών	Max	0.9019	0.3542	0.1842	0.0723
EN.1 Μείωση εκπομπών CO ₂	Max	0.9472	0.4142	0.0998	0.0437
S.1 Συμβατότητα με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής	Max	3.7	2.9	0.3130	0.2453
S.2 Συνεισφορά στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης	Max	4.6	3.1	0.3220	0.2170
S.3 Επίδραση στον τουρισμό	Max	3.2	2.8	0.3053	0.2671

4.6 Συγκριτική αξιολόγηση και κατάταξη σεναρίων - Αποτελέσματα

Στη συγκεκριμένη υποενότητα πραγματοποιείται συγκριτική αξιολόγηση των σεναρίων, μέσω των δεικτών επίδοσης και ορίζεται η τελική τους κατάταξη μέσω της μεθόδου TOPSIS.

Οι υπολογισμοί των ιδεατών λύσεων, καθώς και η κανονικοποίηση των δεικτών, ο υπολογισμός των ευκλείδειων αποστάσεων από την θετική και την αρνητική ιδεατή λύση (Παράρτημα), και τέλος ο προσδιορισμός της κρίσιμης παραμέτρου κατάταξης των σεναρίων, δηλ. της σχετικής εγγύτητας D_i στην θετική ιδεατή λύση, για κάθε σενάριο, προέκυψαν από τη μοντελοποίηση της μεθόδου TOPSIS.

Σύμφωνα με την μέθοδο TOPSIS, η κατάταξη των σεναρίων δράσεων, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα, είναι η ακόλουθη: 1^ο το Σ4, 2^ο το Σ5, 3^ο το Σ2, 4^ο το Σ3, και 5^ο το Σ1.



Σχήμα 8: Σειρά κατάταξης σεναρίων δράσεων

Ειδικότερα, διαπιστώνονται τα εξής:

- Το Σενάριο 4 (Σ4), το οποίο περιλαμβάνει την εφαρμογή σχήματος εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering) μέσω της ενεργειακής κοινότητας, μαζί με χρήση αντλίας θερμότητας (A/Θ), προκύπτει ως η καλύτερη επιλογή γιατί παράσχει πολλαπλά οφέλη. Το Σ4 αποτελεί μια οικονομικά εφικτή λύση η οποία, σύμφωνα με τα αποτελέσματα, προσφέρει συνδυαστικά μια ελάττωση του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών κατά 86%, εξοικονόμηση ενέργειας πάνω από 43%, υψηλά επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας και βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς και μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος σχεδόν 90%. Το Σ4 έχει την 2η καλύτερη επίδοση σε 5 δείκτες.

- Τα Σενάρια Σ5 και Σ2 ακολουθούν με το Σ5 να έχει σαν βασικό μειονέκτημα το υψηλότερο κόστος επένδυσης από όλα τα σενάρια, ενώ το Σ2 να χρειάζεται μεν το μικρότερο κόστος επένδυσης αλλά να υπολείπεται πολύ στα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών, σε σχέση με τα δύο πρώτα σενάρια.
- Τα σενάρια Σ3 και Σ1 βρίσκονται στην 4^η και 5^η θέση αντίστοιχα. Αν και προσφέρουν ως βασικό πλεονέκτημα το υψηλό επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας, έχουν σχετικά υψηλό κόστος επένδυσης για την υλοποίηση των παρεμβάσεων.
- Η εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού αποτελεί τεχνικά εφικτή λύση στο ΜΔΝ της Πάτμου για όλα τα σενάρια που εξετάστηκε. Όπως διαπιστώθηκε κατά το σχεδιασμό, η απαιτούμενη ισχύς για την εγκατάσταση Φ/Β σταθμού και την ανάπτυξη ενεργειακής κοινότητας από το Δήμο δεν υπερβαίνει σε κανένα σενάριο τα περιθώρια ισχύος Φ/Β του ηλεκτρικού συστήματος του νησιού (676 kW). Ειδικότερα, για το Σ5 χρειάζονται 299.1 kW λόγω του υψηλού ποσοστού εξοικονόμησης ενέργειας, Σ3 (498.5 kW), Σ4 (526.6 kW), και το Σ2 απαιτεί την περισσότερη ισχύ εγκατάστασης (625.7 kW), λόγω του υψηλότερου ποσού υπολειπόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να καλυφθεί.
- Επιπλέον, από ανάλυση ευαισθησίας σχετική με την επίδραση των δράσεων διαπιστώνεται ότι η τοποθέτηση (ή μη) ηλιακών συλλεκτών, ή η περίπτωση μέρος των ευάλωτων νοικοκυριών να διαθέτουν ήδη ηλιακό συλλέκτη, δεν επηρεάζει την σειρά κατάταξης των σεναρίων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξέτασε την εφαρμογή πέντε σεναρίων δράσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας και τη μείωση του ενεργειακού κόστους των ευάλωτων νοικοκυριών στο νησί της Πάτμου. Τα σενάρια εστίασαν στην ανακαίνιση και ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών των νοικοκυριών, καθώς και στην δημιουργία ενεργειακής κοινότητας από το δήμο στη νησιωτική περιοχή μελέτης για την παραγωγή καθαρής ενέργειας και την εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού.

Τα σενάρια δράσεων αξιολογήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη οκτώ κριτήρια και χρήση μεθόδου πολυκριτήριας ανάλυσης. Η υλοποίηση του σεναρίου 4, που συνδυάζει εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό από το Φ/Β σταθμό της Ε.Κοιν του Δήμου και Α/Θ για θέρμανση/ψύξη, προέκυψε ως η πιο αποτελεσματική, τεχνικά εφικτή και βιώσιμη λύση με πολλαπλά οφέλη για τα ενεργειακά ευάλωτα νοικοκυριά. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πολυκριτήριας ανάλυσης και την αξιολόγηση των σεναρίων προκύπτουν βασικά συμπεράσματα για τις δυνατότητες και τα οφέλη των δράσεων.

- Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι, τα σενάρια που περιλαμβάνουν παθητικές παρεμβάσεις (κέλυφος) επιτυγχάνουν υψηλότερα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ τα σενάρια που περιλαμβάνουν ενεργειακό συμψηφισμό από Φ/Β επιτυγχάνουν υψηλότερα ποσοστά μείωσης του ενεργειακού κόστους.
- Από τη μελέτη αναδείχθηκε επίσης, ότι η εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα μείωσης του ενεργειακού κόστους, λόγω του ενεργειακού προφίλ των κατοίκων (αυξημένη ηλεκτρική κατανάλωση) και του υψηλού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού αποτελεί τεχνικά εφικτή λύση στο ΜΔΝ της Πάτμου χωρίς να παραβιάζονται τα ελάχιστα όρια λειτουργίας των συμβατικών μονάδων.
- Εκτός από τη μείωση του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών, ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος σχεδιασμού αποτελεί και το κόστος των παρεμβάσεων, το οποίο μαζί με το ενεργειακό κόστος και την εξοικονόμηση ενέργειας ιεραρχήθηκαν στην κορυφή των προτεραιοτήτων από τους αποφασίζοντες. Επομένως, η οικονομική αποδοτικότητα των λύσεων πρέπει να εξασφαλίζεται, ώστε οι παρεμβάσεις να προσφέρουν το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα για την επίτευξη βιωσιμότητας.
- Οι παρεμβάσεις μόνο στο κέλυφος (Σ1) παρά το ότι έχουν συγκρίσιμο κόστος επένδυσης με τα υπόλοιπα σενάρια, δεν επιτυγχάνουν ιδιαίτερα υψηλή μείωση στο ενεργειακό κόστος ούτε ενεργειακή ασφάλεια, επομένως εξάγεται το συμπέρασμα ότι θα πρέπει να συνδυαστούν με σχήμα ενεργειακού

συμψηφισμού για να καλυφθεί το υπολειπόμενο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά παράλληλα να μειωθεί και το ανθρακικό αποτύπωμα.

Η μεθοδολογία της πολυκριτήριας ανάλυσης παρείχε μια αξιόπιστη και ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αξιολόγηση έργων και σχεδίων δράσεων, προς την πρόταση βέλτιστης λύσης, λόγω της δυνατότητας χρήσης ενός ευρύτερου συνόλου κριτηρίων, αλλά και της συγκριτικής αξιολόγησης πολλών εναλλακτικών.

Συνοψίζοντας, η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί μία από τις κύριες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν με γνώμονα τη δίκαιη μετάβαση προς ένα βιώσιμο και πράσινο ενεργειακό σύστημα και την προστασία των ευάλωτων ομάδων. Από τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε, συνάγεται ότι, ο συνδυασμός της χρήσης μοντέλων ενεργειακών κοινοτήτων και εργαλείων ενεργειακού συμψηφισμού μαζί με τη λήψη αποδοτικών μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας αναδεικνύεται ως μέσο που μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας, ενώ ταυτόχρονα να προάγει την ενεργειακή μετάβαση, προσφέροντας τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά οφέλη. Η στρατηγική ενεργειακής μετάβασης πρέπει να επιδιώκει την επίτευξη κοινωνικής δικαιοσύνης και ενεργειακής δημοκρατίας, δηλαδή τη δίκαιη κατανομή των οφελών και των ευκαιριών κατά την προσπάθεια ενσωμάτωσης πιο αιεφόρων ενεργειακών λύσεων και πρακτικών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A. Ερωτηματολόγιο για την απόδοση βαρών στους δείκτες - Budget Allocation Method (BAL)

Δείκτες αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων δράσεων για την ενίσχυση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στο νησί της Πάτμου

Edit Test



Created by Vasilis Apostolopoulos on May 18, 2023 at 1:20AM

2 Questions Jump to question

Preview Test Share Report

1. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου μελετώνται 5 εναλλακτικά σεναρία δράσεων, τα οποία θα αξιολογηθούν με τη χρήση δεικτών και πολυκριτήριας ανάλυσης. Σας έχει ανατεθεί ένα σετ 100 πόντων για να βαθμολογήσετε τη σημαντικότητα, δηλαδή τη βαρύτητα που πρέπει να έχουν οι δείκτες με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περίπτωσης υπό μελέτη.

Σε ποιο βαθμό θεωρείτε τον κάθε δείκτη σημαντικό στην αξιολόγηση δράσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου;

Κατανείμτε τους 100 πόντους παρέχοντας περισσότερους στους δείκτες που θεωρείτε πιο σημαντικούς και λιγότερους σε αυτούς που θεωρείτε λιγότερο σημαντικούς.

Θα πρέπει να τηρηθούν οι εξής κανόνες: α) Όλοι οι δείκτες πρέπει να αποκτήσουν βαρύτητες, οπότε κάθε δείκτης θα πρέπει να λάβει τουλάχιστον "1" πόντο/βαθμό. β) Στόχος της μελέτης είναι η μείωση του κόστους για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών, επομένως ο δείκτης "κόστος για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών" θα πρέπει να λάβει την υψηλότερη βαθμολογία. γ) Το άθροισμα βαρών όλων των δεικτών θα πρέπει να είναι 100.

	Points
Εξοικονόμηση Ενέργειας	<input type="text" value="0"/>
Ενεργειακή Ασφάλεια	<input type="text" value="0"/>
Κόστος για την Υλοποίηση των Παρεμβάσεων	<input type="text" value="0"/>
Κόστος για την Κάλυψη των Ενεργειακών Αναγκών	<input type="text" value="0"/>
Μείωση Ανθρακικού Αποτυπώματος	<input type="text" value="0"/>
Συμβατότητα με την Πολιτιστική Κληρονομιά της Περιοχής	<input type="text" value="0"/>
Συνεισφορά στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης	<input type="text" value="0"/>
Επίδραση στον Τουρισμό	<input type="text" value="0"/>
Points : 100 available.	Total 0

B. Απόσπασμα ερωτηματολογίου ποσοτικοποίησης των ποιοτικών κριτηρίων – Likert Scale



Ενότητα 1 από 7

Ποιοτικά κριτήρια αξιολόγησης των εναλλακτικών σεναρίων δράσεων αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου



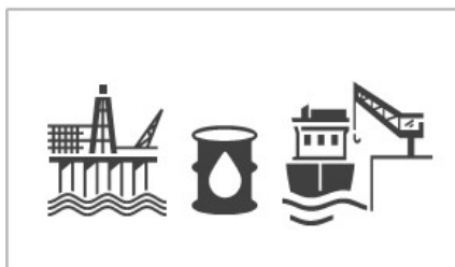
Το ερωτηματολόγιο που ακολουθεί χρησιμοποιείται ως ερευνητικό εργαλείο στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου εργασίας στο ΔΠΜΣ Τεχνο-Οικονομικά Συστήματα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Η μελέτη αποσκοπεί στην αξιολόγηση δράσεων αντιμετώπισης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας στο νησί της Πάτμου με τη χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης. Για το σκοπό αυτό, υπάρχουν συνολικά 8 κριτήρια (4 ποσοτικά και 4 ποιοτικά) τα οποία εκφράζονται από αντίστοιχους δείκτες αξιολόγησης με βάση τα χαρακτηριστικά της περιοχής και τις κύριες συνιστώσες του προς επίλυση προβλήματος.

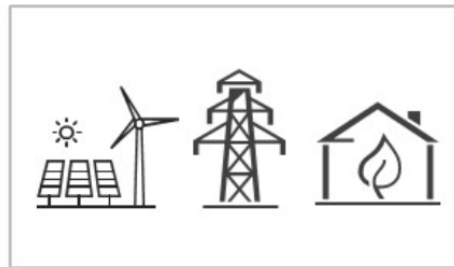
Σκοπός του παρόντος ερωτηματολογίου είναι η βαθμολόγηση της επίδοσης κάθε εναλλακτικού σεναρίου δράσεων στους δείκτες των 4 ποιοτικών κριτηρίων του προβλήματος.

Ενεργειακή Ασφάλεια *

Ο δείκτης αξιολογεί το επίπεδο διασφάλισης της προμήθειας ενέργειας και ικανοποίησης της ζήτησης των ενεργειακών αναγκών λαμβάνοντας υπόψη το βαθμό εξάρτησης από εισαγωγές σε ορυκτά καύσιμα, το βαθμό διαθεσιμότητας και διαφοροποίησης των ενεργειακών πηγών.



VS



- 1. Καθόλου. Το σενάριο δράσεων δεν προσφέρει καθόλου ενεργειακή ασφάλεια
- 2. Χαμηλή. Το σενάριο δράσεων προσφέρει περιορισμένα επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας
- 3. Ικανοποιητική. Το σενάριο δράσεων προσφέρει ικανοποιητικά επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας
- 4. Υψηλή. Το σενάριο δράσεων προσφέρει υψηλά επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας
- 5. Πολύ υψηλή. Το σενάριο προσφέρει πολύ υψηλά επίπεδα ενεργειακής ασφάλειας στους χρήστες

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ Ερωτηματολογίων:

A. Ερωτηματολόγιο για την απόδοση βαρών στους δείκτες - Budget Allocation Method (BAL)
<https://my.helio.app/t/01HOWYGYWN8C8FG7EREQ2900C>

B. Ερωτηματολόγιο για την ποσοτικοποίηση των ποιοτικών κριτηρίων – Likert Scale:
<https://forms.gle/2zdH27qUYkH1ofMUA>

Γ. Πίνακας Συντομεύσεων/Συντμήσεων

Ακρωνύμιο	Αναλυτικός Τρόπος Γραφής
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Α/Γ	Ανεμογεννήτριες
Α/Θ	Αντλία Θερμότητας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚΟΙΝ	Ενεργειακές Κοινότητες
ΕΚΠ	Ενεργειακές Κοινότητες Πολιτών
ΖΝΧ	Ζεστό Νερό Χρήσης
Η.Ε.	Ηλεκτρική Ενέργεια
ΗΣ	Ηλεκτρικό Σύστημα
Η/Μ	Ηλεκτρομηχανολογικός
Θ.Ε.	Θερμική Ενέργεια
ΚΑΕ	Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας
ΜΔΝ	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Σ.Ε.	Συνολική Ενέργεια
ΣΔΑΕΚ	Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας και Κλίματος
ΣΗΘΥΑ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
Φ/Β	Φωτοβολταϊκά
BAL	Budget Allocation
BE	Building Envelope
BMS	Building Management System
CECs	Citizen Energy Communities
CETA	Clean Energy Transition Agenda
ΕΡΑΗ	Energy Poverty Advisory Hub
ΕΡΟΒ	Energy Poverty Observatory
Ε/Μ	Electromechanical
HPs	Heat Pumps
MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis
MVHR	Mechanical Ventilation with Heat Recovery
NZEB	Near Zero Energy Building
PPAs	Power Purchase Agreements
PVs	Photovoltaics
RECs	Renewable Energy Communities
SDGs	Sustainable Development Goals
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution
VNM	Virtual Net Metering

Δ. Απόσπασμα υπολογισμών μεθόδου TOPSIS

TOPSIS Method $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$	Κανονικοποίηση σταθμισμένων δεικτών των σεναρίων Pij (R matrix)									
	$p_{ij} = w_j \times r_{ij}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0.07435	0.02936	0.07435	0.06094	0.11326					
	0.03763	0.04435	0.05241	0.05779	0.06585					
	0.06852	0.01327	0.07704	0.03281	0.10906					
	0.04752	0.06632	0.08416	0.11543	0.12098					
	0.02444	0.04435	0.05106	0.05306	0.05588					
	0.04255	0.03335	0.03795	0.03680	0.03795					
	0.02467	0.02865	0.03263	0.03263	0.03661					
0.04669	0.04085	0.04085	0.04085	0.04377						
$(p_{ij} - p_j^+)^2$										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.03891	0.0839	0.03891	0.05232	0						
0.02822	0.0215	0.01344	0.00806	0						
-0.0553	0	-0.0638	-0.0195	-0.0958						
0.07346	0.05466	0.03682	0.00555	0						
0.03144	0.01152	0.00481	0.00282	0						
0	0.0092	0.0046	0.00575	0.0046						
0.01194	0.00796	0.00398	0.00398	0						
0	0.00584	0.00584	0.00584	0.00292						
$(p_{ij} - p_j^-)^2$										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
-0.045	0	-0.045	-0.0316	-0.0839						
0	-0.0067	-0.0148	-0.0202	-0.0282						
0.04054	0.0958	0.03202	0.07625	0						
0	-0.0188	-0.0366	-0.0679	-0.0735						
0	-0.0199	-0.0266	-0.0286	-0.0314						
-0.0092	0	-0.0046	-0.0034	-0.0046						
0	-0.004	-0.008	-0.008	-0.0119						
-0.0058	0	0	0	-0.0029						

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. European Energy Network (2019). Energy Poverty: EnR Position Paper.
2. Bouzarovski, S.; Thomson, H.; Cornelis, M. Confronting Energy Poverty in Europe: A Research and Policy Agenda. *Energies* 2021, 14, 858, doi:10.3390/en14040858.
3. European Commission (2019). Clean Energy for All Europeans Package. Available online: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en (accessed on 20 June 2023).
4. Bouzarovski, S.; Thomson, H.; Cornelis, M.; Varo, A.; Guyet, R. Towards an Inclusive Energy Transition in the European Union: Confronting Energy Poverty Amidst a Global Crisis; European Commission: Brussels, Belgium, 2020; ISBN 9789276196358. Available online: <https://euneighbourseast.eu/news/publications/towards-an-inclusive-energy-transition-in-the-european-union-confronting-energy-poverty-amidst-a-global-crisis/> (accessed on 20 June 2023).
5. European Commission. The European Green Deal. COM (2019) 640 Final; EC: Brussels, Belgium, 11 December 2019.
6. European Commission. Renovation Wave. 2020. Available online: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en. (accessed on 20 June 2023).
7. Konstantopoulos, G.; Kanellou, E.; Kontogiannis, K. Exploring the Community Energy Actions to Alleviate Energy Poverty in the Greek Context. *Technical Annals* 2023, 1, doi:10.12681/ta.34183.
8. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. *Off J Eur Union* 2018, 82–209.
9. Directive 2019/944/EU of 5 June 2019 on Common Rules for the Internal Market for Electricity and Amending Directive 2012/27/EU. *Off J Eur Union* 2019, 125–199.
10. Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα - ΦΕΚ Β'4893. Available online: <https://ypen.gov.gr/energeia/esek/> (accessed on 20 June 2023).
11. Ενεργειακή πολιτική: γενικές αρχές | Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση | Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. Available online: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/68/energy-policy-general-principles> (accessed on 20 June 2023).
12. UNFCCC (2015). The Paris Agreement. UN Climate Change Conference (COP21). Available online: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (accessed on 29 June 2023).
13. European Commission. 2030 Climate & Energy Framework. Available online: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en (accessed on 20 June 2023).
14. *Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 Establishing the Framework for Achieving Climate Neutrality and Amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law');* 2021; Vol. 243;.
15. Council of the European Union (2021). Fit for 55 Package. Available online: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (accessed on 20 June 2023).
16. European Commission. National Energy and Climate Plans (NECPs). Available Online: https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/overall-targets/national-energy-and-climate-plans-necps_en (Accessed on 20 June 2023).

17. Apostolopoulos, V.; Giourka, P.; Martinopoulos, G.; Angelakoglou, K.; Kourtzanidis, K.; Nikolopoulos, N. Smart Readiness Indicator Evaluation and Cost Estimation of Smart Retrofitting Scenarios - A Comparative Case-Study in European Residential Buildings. *Sustainable Cities and Society* 2022, *82*, 103921, doi:10.1016/j.scs.2022.103921.
18. Press Corner. EU Cohesion Policy: €1.63 Billion for TJTP in Greece. European Commission. 16 June 2022. Available online: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_3711 (accessed on 20 June 2023).
19. ΕΥΔΑΜ (2023). Ειδική Υπηρεσία Δίκαιης Αναπτυξιακής Μετάβασης. Available online: <https://eydam.gr/> (accessed on 30 June 2023).
20. Katsaprakakis, D.A.; Proka, A.; Zafirakis, D.; Damasiotis, M.; Kotsampopoulos, P.; Hatziargyriou, N.; Dakanali, E.; Arnaoutakis, G.; Xevgenos, D. Greek Islands' Energy Transition: From Lighthouse Projects to the Emergence of Energy Communities. *Energies* 2022, *15*, 5996, doi:10.3390/en15165996.
21. Clean Energy for EU Islands (2017). European Commission. Available online: <https://clean-energy-islands.ec.europa.eu/> (accessed on 20 June 2023).
22. Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΔΠΑ) 2023-2032 του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ). Available online: <http://www.admie.gr/systima/anaptyxi/dekaetes-programma-anaptyxis> (accessed on 20 June 2023).
23. Katsoulakos, N.M. An Overview of the Greek Islands' Autonomous Electrical Systems: Proposals for a Sustainable Energy Future. *Smart Grid and Renewable Energy* 2019, *10*, 55, doi:10.4236/sgre.2019.104005.
24. Κώδικας Διαχείρισης ΜΔΝ-Νόμος 304/2014 «Κώδικας Διαχείρισης Ηλεκτρικών Συστημάτων Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (Κώδικας ΜΔΝ)». Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ). Available online: <https://deddie.gr/el/themata-tou-diaxeiristi-mi-diasundedemenwn-nisiwn/ruthmistiko-plaisio-mdn/kwdikas-diaxeirisis-ilektrikwn-sustimatwn-mdn/kwdikas-diaxeirisis-mdn/> (accessed on 20 June 2023).
25. Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΔΠΑ) 2022-2031 του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ). Available online: <http://www.admie.gr/systima/anaptyxi/dekaetes-programma-anaptyxis> (accessed on 20 June 2023).
26. Ballesteros-Arjona, V.; Oliveras, L.; Bolívar Muñoz, J.; Olry de Labry Lima, A.; Carrere, J.; Martín Ruiz, E.; Peralta, A.; Cabrera León, A.; Mateo Rodríguez, I.; Daponte-Codina, A.; et al. What Are the Effects of Energy Poverty and Interventions to Ameliorate It on People's Health and Well-Being?: A Scoping Review with an Equity Lens. *Energy Research & Social Science* 2022, *87*, 102456, doi:10.1016/j.erss.2021.102456.
27. Ίδρυμα Χάινριχ Μπελ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα (2019). Ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα 2.0. Πολιτικές εξελίξεις και προτάσεις κοινωνικής καινοτομίας για την αντιμετώπισή της. ISBN: 978-618-84649-0-2. Available online: <https://gr.boell.org/el/2020/01/14/energeiaki-ftoheia-stin-ellada-20> (accessed on 20 June 2023).
28. Bouzarovski, S. *Energy Poverty: (Dis)Assembling Europe's Infrastructural Divide*; Springer Nature, 2017; ISBN 978-3-319-69299-9.
29. Energy Poverty Advisory Hub (EPAH), 2022. Introduction to the Energy Poverty Advisory Hub (EPAH) Handbooks: A Guide to Understanding and Addressing Energy Poverty. Available online: <https://energy-poverty.ec.europa.eu/discover/publications/publications/introduction->

energy-poverty-advisory-hub-epah-handbooks-guide-understanding-and-addressing-energy_en (accessed on 20 June 2023).

30. Energy Poverty in the EU | Think Tank | European Parliament. Available online: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2022\)733583](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2022)733583) (accessed on 20 June 2023).

31. Council of the European Union (2022). Impact of Russia's Invasion of Ukraine on the Markets: EU Response. Available online: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-response-ukraine-invasion/impact-of-russia-s-invasion-of-ukraine-on-the-markets-eu-response/> (accessed on 20 June 2023).

32. Σύσταση (ΕΕ) 2020/1563 της Επιτροπής της 14ης Οκτωβρίου 2020 σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια; 2020; Vol. 357;.

33. REPowerEU: Affordable, Secure and Sustainable Energy for Europe. European Commission. Available online: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en (accessed on 20 June 2023).

34. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on Energy Efficiency, Amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and Repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. *Off J Eur Union* 2012, 1–56.

35. Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 Amending Directive 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings and Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency. *Off J Eur Union* 2018, 75–91.

36. Bouzarovski, S. Energy Poverty Policies at the EU Level. In *Energy Poverty: (Dis)Assembling Europe's Infrastructural Divide*; Bouzarovski, S., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2018; pp. 41–73 ISBN 978-3-319-69299-9.

37. European Commission - European Regional Development Fund. Available online: https://ec.europa.eu/regional_policy/funding/erdf_en (accessed on 30 June 2023).

38. United Nations (2015). The 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Available online: <https://sdgs.un.org/goals> (accessed on 20 June 2023).

39. Covenant of Mayors - Europe. European Commission. Available online: <https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/home> (accessed on 20 June 2023).

40. Covenant of Mayors (CoM) 2022. Reporting Guidelines on Energy Poverty. Available online: https://energy-poverty.ec.europa.eu/discover/publications/publications/reporting-guidelines-energy-poverty_en (accessed on 20 June 2023).

41. Energy Poverty Advisory Hub (EPAH). European Commission. Available online: https://energy-poverty.ec.europa.eu/index_en (accessed on 25 June 2023).

42. Energy Poverty Advisory Hub (2022). Energy Poverty National Indicators: Insights for a More Effective Measuring. Available online: https://energy-poverty.ec.europa.eu/discover/publications/publications/energy-poverty-national-indicators-insights-more-effective-measuring_en (accessed on 20 June 2023).

43. POWERPOOR Project | H2020 | Empowering Energy Poor Citizens through Joint Energy Initiatives | European Commission. Available online: <https://powerpoor.eu/> (accessed on 20 June 2023).

44. SocialWatt Project | H2020 | Connecting Obligated Parties to Adopt Innovative Schemes towards Energy Poverty Alleviation | European Commission. Available online: <https://socialwatt.eu/en> (accessed on 20 June 2023).

45. ComAct | H2020 | Community Tailored Actions for Energy Poverty Mitigation | European Commission.

46. ENPOR Project | H2020 | Actions to Mitigate Energy Poverty in the Private Rented Sector | European Commission. Available online: <https://www.enpor.eu/the-project/> (accessed on 20 June 2023).
47. ENGAGER - Energy Poverty Action: Agenda Co-Creation and Knowledge Innovation. Co-Operation in Science and Technology (COST). Available online: <https://www.engager-energy.net/> (accessed on 20 June 2023).
48. Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας. Υποστηρικτικά Εργαλεία Ενεργειακής Απόδοσης. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ). Available online: <http://www.cres.gr/energy-efficiency/poverty.html> (accessed on 20 June 2023).
49. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ). Available online: <https://www.statistics.gr/> (accessed on 30 June 2023).
50. Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Ενεργειακής Ένδειας. ΦΕΚ Β 4447/2021 2021.
51. Ελλάδα 2.0 - Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας.
52. Νόμος 4513/2018 «Ενεργειακές Κοινότητες και άλλες διατάξεις» - ΦΕΚ 9/Α/23-1-2018. Available online: <https://www.e-nomothesia.gr/energeia/nomos-4513-2018-fek-9a-23-1-2018.html> (accessed on 20 June 2023).
53. Νόμος 5037/2023 - Εκσυγχρονισμός της νομοθεσίας για τη χρήση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μέσω της ενσωμάτωσης των Οδηγιών ΕΕ 2018/2001 και 2019/944 - Ειδικότερες διατάξεις για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. ΦΕΚ 78/Α/28-3-2023. Available online: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/n-5037-2023.html> (accessed on 20 June 2023).
54. Walker, G.; Devine-Wright, P. Community Renewable Energy: What Should It Mean? *Energy Policy* 2008, *36*, 497–500, doi:10.1016/j.enpol.2007.10.019.
55. Κοντογιάννης, Κ.; Kontogiannis, Κ. Η Συμβολή Των Ενεργειακών Κοινοτήτων Στην Αντιμετώπιση Της Ενεργειακής Φτώχειας Και Τον Εκδημοκρατισμό Της Ενέργειας. 2022, doi:10.26240/heal.ntua.22731.
56. Roversi, R.; Boeri, A.; Pagliula, S.; Turci, G. Energy Community in Action—Energy Citizenship Contract as Tool for Climate Neutrality. *Smart Cities* 2022, *5*, 294–317, doi:10.3390/smartcities5010018.
57. Maniatis, Y.; Doukas, H.; Karagiannis, E. A Greek Green Deal: Building Energy Democracy and Fighting Energy Poverty. *GreeSE – Hellenic Observatory Papers on Greece and Southeast Europe* 2023.
58. Χριστακόπουλος, Θ.-Χ.; Christakopoulos, T.-C. Ανάλυση Εφαρμογής Τεχνολογιών Καθαρών Μορφών Ενέργειας Για Την Δημιουργία Συνοικίας Θετικού Ενεργειακού Πρόσημου Στην Πάτμο. 2021, doi:10.26240/heal.ntua.20656.
59. SCCALE 203050. Unleashing the power of community energy. Policy recommendations. *Aegean Islands*.
60. Δήμος Πάτμου. Available online: <https://www.patmos.gr/> (accessed on 20 June 2023).
61. Papatzani, S.; Michail, G.; Tzamalīs, G.; Skitsas, G. UNESCO Historic Centre (Chorá) of Patmos Island: Conservation and Reconstruction of a Collapsed Urban House. *Heritage* 2022, *5*, 3100–3132, doi:10.3390/heritage5040161.
62. NatureBank - ΦΙΛΟΤΗΣ - Βάση Δεδομένων Για Την Ελληνική Φύση. Available online: <https://filotis.itia.ntua.gr/> (accessed on 20 June 2023).
63. ΔΕΔΔΗΕ. Μηνιαία Δελτία ΑΠΕ και Θερμικής Παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Available online: <https://deddie.gr/> (accessed on 28 May 2023).

64. Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών, ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. Επικαιροποίηση των περιθωρίων διείσδυσης των τεχνολογιών ΑΠΕ στα μη διασυνδεδεμένα νησιωτικά συστήματα. Συστήματα Πάτμου και Κω-Καλύμνου. *Aegean Islands*.
65. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών. Σύγκριση κόστους θέρμανσης από διάφορες τεχνολογίες. Χειμερινή Περίοδος 2022-2023 2η Έκδοση.
66. HELAPCO - Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (2021). Net-metering. Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό και εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό για ιδιώτες, επιχειρήσεις και ενεργειακές κοινότητες με ή χωρίς αποθήκευση. Available online: <https://helapco.gr/technikes-plhrofories/> (accessed on 20 June 2023).
67. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Οδηγός Εφαρμογής Προγράμματος Εξοικονομώ 2023. Τεύχος Β' 3323/19.05.2023.
68. Khan, I.; Sahabuddin, Md. Chapter 1 - Sustainability---Concept and Its Application in the Energy Sector. In *Renewable Energy and Sustainability*; Khan, I., Ed.; Elsevier, 2022; pp. 1–22 ISBN 978-0-323-88668-0.
69. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. ΔΠΜΣ Τεχνο-οικονομικά Συστήματα. Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΠΣΥΑ) – TOPSIS & Behavioural TOPSIS.